IDENTIFICAÇÃO DE PERDAS NO SERVIÇO DE REVESTIMENTO CERÂMICO EM UMA OBRA PÚBLICA: ESTUDO DE CASO[1]

LIMA, A. R. S., Universidade Federal de Sergipe, e-mail: alinersl95@gmail.com; SANTOS, D. G., Universidade Federal de Sergipe, e-mail: deboragois@yahoo.com.br; LIMA, R. T. A., Universidade Federal de Sergipe, e-mail: eng.lima@me.com

ABSTRACT

Various reasons can compromise the physical-financial planning of a construction. Some of them can be categorized into the waste classification proposed by the Toyota Production System (TPS) and the waste defined by Koskela (2004) as making-do. In public work, the occurrence of those types of waste is more common. Besides, the problems caused by the bidding process aggravate the situation. The purpose of the study was to identify which types of waste occur during the ceramic cladding execution, in public work, and how they affect the construction cost. The research object was a construction in the city of Nossa Senhora do Socorro, state of Sergipe, where it was been executed, among other services, the internal ceramic cladding. The methodology applied in this work was a case study with qualitative and descriptive documentary research. The results showed that, during the execution of the service analyzed, five TPS wastes occurred, besides the making-do. Examples of rework, unfinished work and failures in the phases of the bidding process were also observed. Through the comparative analysis between the planned and the executed, it is suggested to increase the costs and impacts in the global time.

Keywords: *Wastes. Making-do. Public work. Cost. Lean.*

1 INTRODUÇÃO

O comprometimento do planejamento físico-financeiro de uma obra pública ocorre devido a diversas causas. Algumas destas se encaixam na classificação de perdas propostas pelo Sistema Toyota de Produção (STP) e por Koskela (2004). Além disso, os problemas associados ao processo licitatório, como a Lei 8.666/1993, também são responsáveis por afetar o planejamento (SANTOS et al., 2015).

Nas obras públicas, o preço (valor máximo a ser contratado) vem previamente definido, mas os construtores não percebem que, aplicando o princípio do não-custo do STP, esses poderiam aumentar os lucros, visto que o "não-custo" pressupõe que o preço final deve ser definido pelo consumidor e que o lucro é obtido através da subtração entre o custo e o preço de venda.

Considerando que a realidade construtiva seja conhecida pelos construtores, este trabalho objetiva identificar quais perdas ocorrem na execução do revestimento cerâmico em uma obra pública e seus impactos nos custos.

[1] LIMA, A. R. S., SANTOS, D. G., LIMA, R. T. A. Identificação de perdas no serviço de revestimento cerâmico em uma obra pública: estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Formoso (2002), as perdas na construção civil compreendem os desperdícios de materiais e a execução de tarefas desnecessárias. O STP classifica sete tipos de perdas, além de propor a eliminação das mesmas (OHNO, 1997).

A construção enxuta direciona suas ações para minimizar as atividades que não agregam valor e que resultam em perdas (COELHO, 2009). Koskela (1992) propõe onze princípios que são capazes de reduzir as perdas.

O trabalho inacabado, conforme Fireman et al. (2013), desencadeia o *making-do*. Este, definido por Koskela (2004), se associa ao conceito de improvisação (CUNHA, 2004). Uma das consequências dessa perda é o retrabalho, que exige retorno do colaborador até que o serviço atinja a qualidade prevista.

3 METODOLOGIA

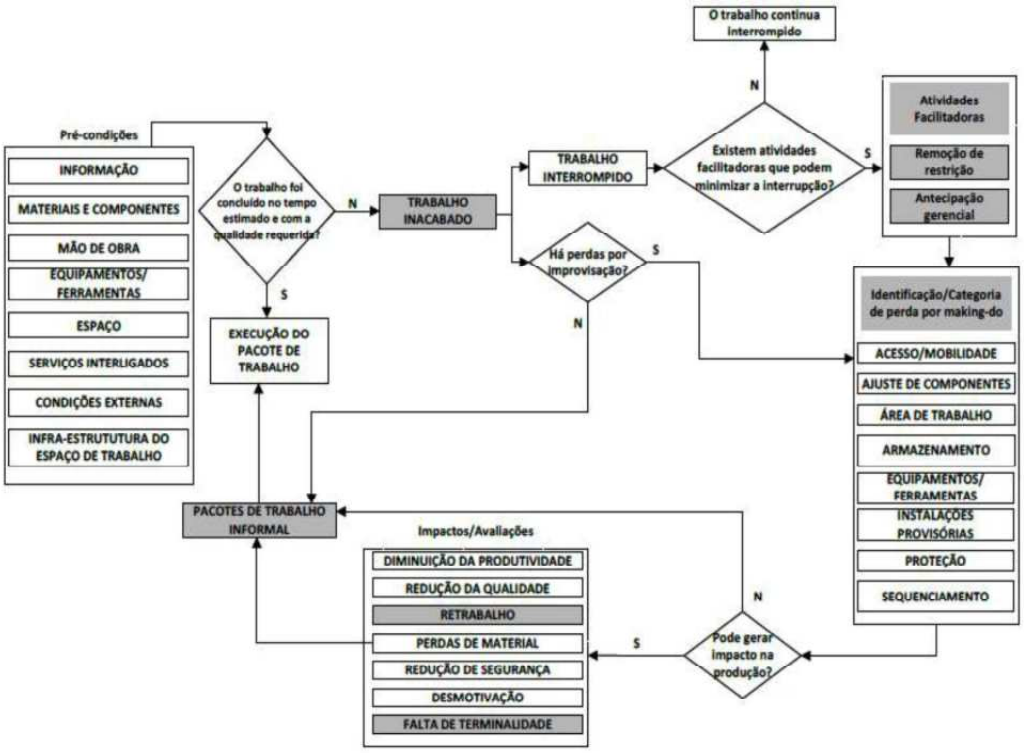
O objeto de pesquisa foi uma obra pública em andamento no município de Nossa Senhora do Socorro, Sergipe. A obra é uma Unidade de Medida Socioeducativa de Internação Masculina. Dentre os serviços em execução, foi escolhido o revestimento cerâmico interno, pois, por se tratar de um serviço de acabamento, as falhas que ocorreram no processo são mais visíveis.

A pesquisa ocorreu na forma de estudo de caso e utilizou-se como ferramenta a pesquisa documental (planilha orçamentária, aditivo, levantamentos quantitativos, projetos, cronograma físico-financeiro), além de visitas técnicas.

O envolvimento do pesquisador foi do tipo pesquisa participante, atuando como assistente de engenharia. O período de coleta de dados ocorreu no segundo semestre de 2017.

Através da observação direta, fez-se uma análise das perdas existentes na execução do revestimento cerâmico interno. Para identificação do *making-do*, utilizou-se o método proposto por Sommer (2010), que recebeu incrementos por Santos e Santos (2017) para evidenciar os pacotes de trabalhos informais e o trabalho inacabado (Figura 1).

Figura 1 – Método de identificação de causas de perdas por *making-do* (improvisação)



Fonte: Santos e Santos (2017)

Através do cronograma físico-financeiro, foi possível identificar os prazos e gastos previstos e verificar se houve alteração. Após a coleta de dados, procedeu-se a tabulação em planilha eletrônica para as informações de planejamento de tempo e orçamento, variação de prazos e custos respectivamente. Foi elaborado quadro ilustrativo para correlacionar as perdas identificadas com os princípios da Construção Enxuta (CE) e a influência nos custos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Perdas identificadas

De acordo com a classificação proposta pelo STP e por Koskela (2004), foi possível identificar perdas na execução do revestimento cerâmico por: fabricação de produtos defeituosos, estoque, transporte, espera, movimentação e *making-do*.

A fabricação de produtos defeituosos foi visualizada a partir da falta de alinhamento das peças cerâmicas, que não atende à qualidade esperada e necessitará de retrabalho (Figura 2). Dessa forma, foi necessário que um funcionário retornasse ao local para refazer o trabalho até que se atingisse a qualidade desejada.

Figura 2 – Perda por fabricação de produtos defeituosos



Fonte: Os autores

No processo de retrabalho, é possível identificar três impactos: danificação das pedras, retorno do colaborador ao local e aumento do tempo de realização do serviço. Os dois primeiros refletem no custo e é possível que o aumento do tempo reflita no prazo global da obra. O princípio que trata sobre a melhoria contínua do processo, por sua vez, atuaria positivamente na correção dessa perda.

A perda por estoque ocorreu devido ao excesso de argamassa de assentamento e das peças cerâmicas. A consequência é a ocupação de espaço desnecessário, além de comprometer o armazenamento adequado dos materiais. Este, por sua vez, pode tornar o uso do material inviável, sendo necessário fazer novos pedidos, o que aumentaria o custo, além da necessidade de esperar o novo lote chegar (perda por espera). As Figuras 3 e 4 tratam do estoque de argamassa e cerâmica respectivamente.

Figura 3 – Estoque de argamassa de assentamento



Fonte: Os autores

Figura 4 – Estoque de revestimento cerâmico

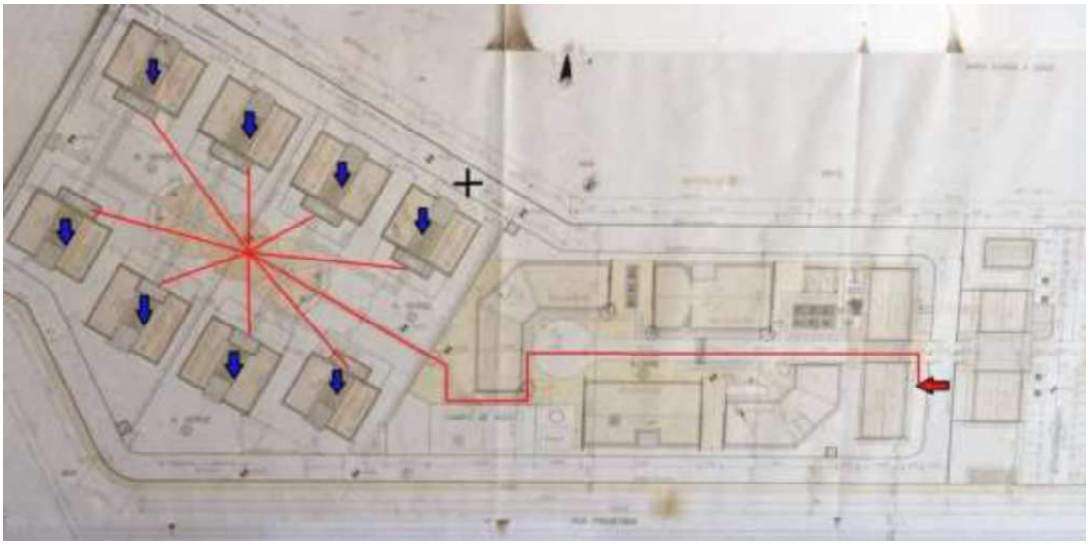


Fonte: Os autores

O princípio da construção enxuta que trata do aumento da transparência do processo levaria a redução ou eliminação dessa perda. Esse resulta na exibição dos pontos falhos nos fluxos produtivos, além de melhorar o acesso à informação dos usuários envolvidos no processo.

Devido à ausência de um *layout* de canteiro eficiente, ocorreu a perda por transporte e, consequentemente, por movimentação. Observando a Figura 5, o ambiente marcado com uma seta vermelha foi onde estavam armazenados os materiais, os ambientes marcados com uma seta azul eram onde os materiais foram utilizados e o caminho percorrido está marcado em vermelho. Distância, dificuldade do acesso e a forma como o material foi transportado são os maiores problemas identificados.

Figura 5 – Perda por transporte



Fonte: Os autores

Os caminhos percorridos de maneira desnecessariamente foram vistos como atividades que não agregam valor. Sua redução elimina atividades que consumiam tempo, espaço, material e mão de obra.

Além disso, foi possível identificar duas ocorrências do *making-do*. Para o primeiro exemplo, a pré-condição inexistente pode ser visualizada analisando as Figuras 6 e 7, pois as pedras foram cortadas para que ficassem alinhadas e corrigissem a falha da laje (serviços interdependentes).

A perda por improvisação resulta na adequação de componentes que são os cortes na peça cerâmica. Essa perda gerou impactos na produção, como: retrabalho, redução da qualidade, perda de material, desmotivação e baixa produtividade.

Já para o segundo exemplo, a pré-condição inexistente também foi por conta de serviços interdependentes. Nesse caso, os acabamentos da esquadria ainda não tinham sido realizados quando o assentamento foi iniciado. Em virtude disso, o processo não pôde ser continuado, resultando em trabalho inacabado (Figura 8).

Esse resultado também influenciou, possivelmente, nos custos, já que o trabalho inacabado exige o retorno do colaborador.

O aumento da transparência do processo reduziria os impactos do *making-do*, posto que ao tornar o processo de conhecimento de todos, o mesmo

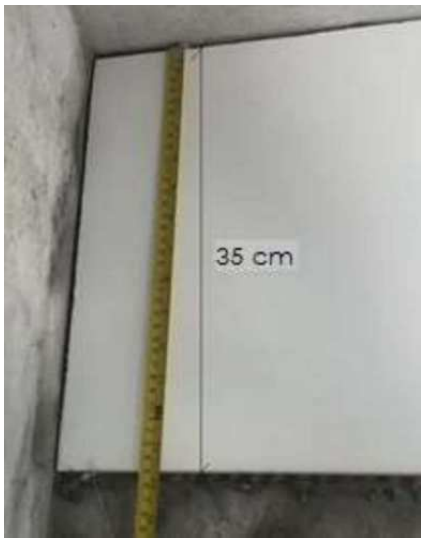
não seria iniciado sem que atendesse às pré-condições exigidas.

Figura 6 – Pré-condição inadequada –parte 1



Fonte: Os autores

Figura 7 – Pré-condição inadequada –parte 2



Fonte: Os autores

Figura 8 – Trabalho Inacabado



Fonte: Os autores

O Quadro 1 resume os exemplos encontrados e os relaciona com o principal princípio da construção enxuta.

Quadro 1 – Perdas encontradas, sua relação com os Princípios da Construção Enxuta e suas influências no Custo/Prazo

Tipo de Perda	**Exemplo**	**Princípio Relacionado**	**Influência no Custo (C) ou Prazo (P)**
Produto defeituoso	Desalinhamento das peças cerâmicas	Buscar a melhoria contínua no processo	(C) e (P)
Estoque	Estoque em excesso	Aumentar a transparência do processo	(C) e (P)
Espera	Espera por novos materiais	Aumentar a transparência do processo	(C) e (P)
Transporte	Tempo excessivo de deslocamento	Reduzir parcelas que não agregam valor	(C) e (P)
Movimentação	Movimentos desnecessários	Reduzir parcelas que não agregam valor	(C) e (P)
Making-do	Atividade iniciada sem atender a pré-condição (serviços interdependentes)	Aumentar a transparência do processo	(C) e (P)

Fonte: Os autores

4.2 Análise dos custos e do prazo

Analisando o cronograma físico-financeiro e as planilhas orçamentárias, foi possível observar a ocorrência de três aditivos nos meses de junho de 2016,

fevereiro e dezembro de 2017.

Os aditivos foram realizados devido à alteração de projeto. Esta ocorreu por motivos como: atendimento às necessidades do usuário, erros de projeto e falta de compatibilização. Dessa forma, foi possível perceber como o orçamento apresentava falhas. Os erros de projetos citados mostram erros na fase preliminar à licitação, na qual o estudo das necessidades e o anteprojeto não foram realizados corretamente. Além de interferir na fase interna de licitação, pois é quando os quantitativos são elaborados.

Comparando os dados apresentados na planilha inicial e na final (com aditivos), foi possível observar um acréscimo de 8,24% nos custos.

A Figura 9 permite a visualização das diferenças entre o previsto e o executado, além das falhas devido à falta de planejamento e controle na execução da obra. Nos meses de dezembro de 2016, maio de 2017, julho de 2017 e dezembro de 2017 ocorreram as maiores diferenças. Os picos de diferença influenciam no fluxo de caixa e dificultam o acompanhamento do serviço e a qualidade do mesmo.

Figura 9 – Histograma simples comparativo do quantitativo do revestimento cerâmico



Fonte: Os autores

5 CONCLUSÃO

Para cada tipo de perda encontrada, foi proposto um princípio da construção enxuta que levaria à eliminação da perda. Sugere-se que todas as perdas influenciaram no custo e possivelmente causaram impactos no prazo global.

As perdas identificadas foram: produtos defeituosos, estoque, transporte, espera, movimentação e *making-do*. Por sua vez, os princípios da CE sugeridos foram: melhoria contínua, aumento da transparência do processo e redução das atividades que não agregam valor.

As alterações de projeto resultaram em três aditivos durante a execução da obra, mostrando falhas no processo licitatório.

Algumas dificuldades foram encontradas durante a realização deste trabalho, como: falta de detalhamento do cronograma físico-financeiro e o tempo de disponibilização dos documentos. Assim, a análise de outros serviços que podiam influenciar no aumento dos custos se tornou inviável.

REFERÊNCIAS

COELHO, C. **Antecipações gerenciais para a inserção de atividades facilitadoras na execução de alvenaria de tijolos cerâmicos:** análise dos relatos de agentes de processo. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

CUNHA, M. **Bricolage in organizations**. [S.l.], 2004.

FIREMAN, M.; FORMOSO, C.; ISATTO, E. Integrating production and quality control: monitoring making-do and informal work packages. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. 2013. Fortaleza. **Proceedings...** Fortaleza, 2013. p. 515–525.

FORMOSO, C. T. ***Lean Construction*:** Princípios Básicos e Exemplos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2002.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. [S.l.], 1992.

KOSKELA, L. Making-do: the eighth category of waste. In: ANNUAL CONFERENCE ON THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 12th, Elsinore, Denmark. 2004. **Proceedings**... Denmark, 2004, 10p.

OHNO, T. **O sistema Toyota de Produção:** além da produção em larga escala. [S.l.]: Bookman, 1997.

SANTOS, H.; STARLING, C.; ANDERY, P. Um estudo sobre as causas de aumentos de custos e prazos em obras de edificações públicas municipais. **Ambiente Construído**, v. 15, n. 4, p. 225–242, 2015. ISSN 1678-8621.

SANTOS, P.; SANTOS, D. Investigação de perdas devido ao trabalho inacabado e o seu impacto no tempo de ciclo dos processos construtivos. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 2, p. 39–52, 2017. ISSN 1678-8621.

SOMMER, L. **Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

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.