
UM MODELO DE AVALIAÇÃO DO GRAU DE APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN EM EMPRESAS CONSTRUTORAS: O RAPID LEAN CONSTRUCTION-QUALITY RATING MODEL (LCR)

A MODEL TO EVALUATE THE APPLICATION DEGREE OF LEAN TOOLS IN CONSTRUCTION COMPANYS: THE RAPID LEAN CONSTRUCTION-QUALITY RATING MODEL (LCR)

Bruno Fernandes de Oliveira

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS
Mestre em Construção Civil
R. Oscar da Silva Guedes, 01 – Vila Alberti
Laranjeiras do Sul – Paraná, Brasil
Email: bruno.oliveira@uffs.edu.br

Maria do Carmo Duarte Freitas

Universidade Federal do Paraná - UFPR
Doutora em Engenharia de Produção
Departamento de Ciência e Gestão da Informação
Av. Prof. Lothário Meissner, 632 – Jardim Botânico
Curitiba – PR, Brasil
Email: mcf@ufpr.br

Alexander Hofacker

Karlsruhe University
Mestre em Construção Civil
Institute of Technology and Management in Construction (TMB)
Am Fasanengarten Geb. 50.31, D-76128
Karlsruhe – Alemanha
Email: hofacker@tmb.uni-karlsruhe.de

Fritz Ghebauer

TMB-Karlsruhe University
Doutor
Institute of Technology and Management in Construction (TMB)
Am Fasanengarten Geb. 50.31, D-76128
Karlsruhe – Alemanha
Email: ghebauer@tmb.uni-karlsruhe.de

Ricardo Mendes Junior

Universidade Federal do Paraná - UFPR

Doutor em Engenharia de Produção
Departamento de Engenharia de Produção
Campus III da UFPR - Centro Politécnico
Jardim das Américas
Curitiba – Paraná, Brasil
mendesjr@ufpr.br

RESUMO: Frente às exigências do mercado da construção civil, e da concorrência, as empresas de construção buscam novos processos, produtos e ferramentas para a execução de obras. A *Lean Construction* é uma filosofia que vem sendo estudada pela academia e aplicada pelas empresas para melhorar seus processos, otimizar fluxos e aumentar a qualidade de seus produtos. Diante da dificuldade em mensurar as vantagens que a aplicação dos conceitos da *Lean Construction* trás às empresas construtoras, foi desenvolvido um modelo de classificação de empresas quanto ao grau de aplicação de ferramentas *lean*: O *Rapid Lean Construction-Quality Rating Model* (LCR), um modelo que oferece uma avaliação categorizada, com fácil visualização e interpretação dos resultados. Este artigo apresenta a aplicação do LCR em quatro canteiros de obras: dois em Curitiba/PR – os quais não possuíam a filosofia –, um em Porto Alegre/RS e um em Herrenberg (Alemanha) – estes com a presença da filosofia. Os resultados e a classificação das empresas mostram como o modelo de avaliação proposto no LCR pode ser usado de forma simples para medir o grau de aplicação de ferramentas relacionado com a busca da filosofia *Lean* pelas empresas construtoras, e também permite a visualização da diferença na qualidade da obra entre canteiros onde existe a filosofia e outros onde não existe.

Palavras-chave: *Lean Construction*. Modelo de avaliação. Grau de aplicação *lean*.

ABSTRACT: Facing the demands of the civil construction and the competition, the construction companies look for new processes, products and tools to execute the projects. The Lean Construction is a philosophy being studied by academy and used by the companies to improve the processes and flows and increase the quality of the products. Due to the difficulties to measure the advantages the use of the concepts of the Lean Construction brings to the companies, a standard to classify the companies according to the degree of leanness was developed: The Rapid Lean Construction-Quality Rating Model (LCR). To a model that offers a categorized evaluation, with easy visualization and results interpretation. This article presents the application of Rapid Lean Construction-Quality Rating Model (LCR) in four construction sites, two in Curitiba (Brazil), one in Porto Alegre (Brazil) and one in Herrenberg (Germany). The company's results and classification shows how the evaluation model proposed in the LCR could be easily used to measure the degree of leanness related to the pursuit of the lean-philosophy for the construction companies, and the differences of quality between construction sites with/without the applications of Lean Construction principles.

Keywords: Lean Construction. Evaluation model. Degree of leanness.

1 INTRODUÇÃO

Diante da globalização dos negócios, a sobrevivência das organizações se encontra centrada no empreendedor que, a partir de uma visão sistêmica, deve descobrir oportunidades em um mercado globalizado. Este ambiente marcado pelas mudanças e pela rápida evolução tecnológica tem desafiado os profissionais a se manterem atualizados e, as organizações a se manterem estratégica e tecnologicamente estruturadas, com talentos humanos bem treinados. Decididas a prosperar, as organizações do futuro dependem da criatividade dos seus recursos humanos e de informações cada vez mais precisas e atualizadas.

A Construção Enxuta surge como uma filosofia de produção que pode ser considerada como uma estratégia (metodológica e tecnológica) que traz um diferencial competitivo às empresas de construção civil. Os princípios estabelecidos por Koskela (1992) enfatizam que a *Lean Construction* traz como mudança conceitual mais importante, para a construção civil, a introdução de uma nova forma de se entender os processos produtivos. Afirma, ainda, que esses conceitos se referem, essencialmente, à maneira pela qual processo e operações são definidos.

Diante da dificuldade em mensurar as vantagens que a aplicação dos conceitos da *Lean Construction* trás às empresas construtoras, foi desenvolvido, pelos pesquisadores do ProBrAl (Universidade Federal do Paraná/BRA-Universidade de Karlsruhe/ALE), um modelo de classificação de empresas quanto ao grau de aplicação de ferramentas lean: O *Rapid Lean Construction-Quality Rating Model* (LCR) (HOFACKER *et al.*, 2008).

Este artigo apresenta a aplicação do LCR em quatro canteiros de obras: dois em Curitiba/PR, um em Porto Alegre/RS e um em Herrenberg (Alemanha). Foi realizada a aplicação de validação do modelo, para avaliar se os resultados caracterizavam com fidelidade as obras visitadas.

A partir desta aplicação, discussões foram geradas quanto à abrangência do modelo (pontos sobre a construção enxuta abordados), à caracterização realizada (caracteriza a obra ou a empresa?), entre outros. Os resultados e a classificação das empresas mostram como o modelo de avaliação proposto no LCR pode ser usado de forma simples para medir o grau de aplicação relacionado com a busca da filosofia *Lean* pelas empresas construtoras, e também permite a visualização da diferença na qualidade da obra entre canteiros onde existe a filosofia e outros onde não existe, porém, se mostrou superficial, não atingindo pontos importantes da filosofia, o que levou os pesquisadores à discussão de um novo modelo, apresentado em Carvalho (2008).

2 PRINCÍPIOS DA LEAN CONSTRUCTION

Cabe iniciar com a discussão de processo que é definido como um conjunto de passos sucessivos ou atividades com um produto final ou serviço sendo prestado. Estas atividades podem acrescentar valor ao produto ou serviço ou não acrescentar valor algum. Modernamente o projeto de sistemas de produção e de organizações empresariais tem por objetivo reduzir ou eliminar as atividades que não agregam valor e tornar o fluxo dos processos na cadeia produtiva mais veloz e voltado às necessidades do cliente, propiciando também a sua melhoria contínua e eliminação do desperdício, princípios que são encampados pelo que se chamou de filosofia de produção enxuta – *Lean Production* (WOMACK; JONES; ROSS, 1992). Assim, atividades como, por exemplo, espera por materiais, espera por instruções ou ordens, retrabalho, inspeção e controle são consideradas atividades que não agregam valor ao processo de produção. Distinguir entre as atividades que agregam e as que não agregam valor é um fator importante do modelo de processo.

Segundo Womack e JONES (2004) a produção enxuta é definida como: “A produção enxuta é “enxuta” por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também bem menos da metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos” (WOMACK; JONES, 2004, p. 03).

O modelo convencional que ainda domina a visão do processo de produção é o modelo de conversão. No caso da construção civil, de acordo com este modelo, construção é o resultado de conversões de materiais e trabalho (humano e maquinaria) para produzir o produto final - a edificação. Nesta concepção o processo de produção pode ser hierarquicamente dividido em subprocessos que, por sua vez, são também processos de conversão. De certo modo este modelo e suas consequências são usualmente aceitos para a construção. Um exemplo é o processo de orçamento de custos onde o custo total da obra é calculado com base nas estimativas de custos individuais dos serviços, que por sua vez, são calculados com base no custo para se realizar o serviço numa unidade básica usada como padrão. No entanto, utilizar o modelo de conversão para modelar o processo de construção com o objetivo de analisar e gerenciar as operações de produção não levará a resultados corretos e geralmente não retrata a realidade do processo (SHINGO, 1988).

Um dos problemas principais no modelo de conversão é que este não diferencia atividades de processamento ou conversão (agregar valor) e atividades de fluxo (não agrega

valor). Quando o modelo convencional de administração da produção, baseado exclusivamente nos processos de conversão, é visto sob a ótica da produção enxuta, conclui-se haver um erro grave na análise e gerenciamento. Ao focar sua atenção somente nas conversões, o modelo convencional despreza os fluxos existentes entre elas. No entanto, o que se observa na prática, em gestão de obras, por exemplo, é que estas operações (os fluxos) são relevantes e determinam o sucesso na conclusão de uma atividade, tanto quanto as atividades de conversão – construção propriamente. Muito embora se considerem as operações de fluxo desnecessárias à melhoria do processo, procurando então eliminá-las, partindo do princípio que elas não agregam valor ao produto final do ponto de vista do cliente.

Estas interpretações incompletas estão presentes nos métodos convencionais de controle de produção e aumento de produtividade. O princípio da minimização dos custos leva a uma situação de busca por altos índices de utilização dos recursos, podendo gerar buffers (aberturas - espaços de tempo ociosos) entre as atividades, além do que esta forma de produção não consegue identificar os impactos causados por determinadas atividades sobre a eficiência de outras subsequentes, pois não consegue enxergar o relacionamento entre elas.

Em outro exemplo, em relação ao processo de programação e controle, com o uso das redes PERT/CPM e diagramas de barras (*Gantt*) no modelo convencional. Estes modelos podem ser considerados estáticos, pois a *performance* do sistema é avaliada por comparação entre a situação real e uma meta estabelecida. As correções apenas permitem mudanças organizacionais que procurarão retomar à situação planejada visando o atendimento de outra meta futura. Nestes modelos de controle não há espaço para as atividades de fluxo e de administração da produção. Normalmente não são consideradas atividades básicas no processo de construção no canteiro de obras e que representam fluxos, tais como, contratar pessoal e serviços, transportar e inspecionar, armazenar, distribuir os materiais no canteiro, definir um procedimento de trabalho, etc. Como deficiências, ainda não distinguimos entre as atividades que agregam valor ao processo, não diferenciamos entradas que são recursos das que são restrições. E ainda, não incorporamos uma das principais características da produção enxuta, a capacidade de melhoria contínua.

Koskela pesquisou as deficiências do modelo de conversão aplicado à construção e os processos de planejamento e controle oriundos deste modelo, propondo um novo modelo conceitual para o processo de construção. É uma generalização de diferentes modelos sugeridos em outras áreas de aplicação, tais como o JIT (*Just In Time*) e o TQC (*Total Quality Control*). Esta filosofia de produção enxuta aplicada à construção foi batizada de construção enxuta – *Lean Construction*. A construção enxuta concebe as atividades de construção como

fluxos de processos materiais e de informação. A eficiência do processo depende das atividades de conversão (os processamentos de materiais) e também da forma como são tratados os fluxos existentes por meio destas. Considera-se que apenas as atividades de conversão agregam valor ao processo, levando-se à concluir que as atividades de fluxo devem ser eliminadas, ou reduzidas, ao buscar-se a melhoria do processo com um todo.

A produção como um processo de conversão pode ser definido como: o processo de produção é a conversão de entradas em saídas, consiste em atividades de conversão de matérias-primas (*inputs*) em produtos (*outputs*); o processo de conversão pode ser dividido em sub-processos, que são sub-processos de conversão; o custo total de cada processo pode ser reduzido por meio da redução do custo de cada sub-processo; e valor da saída do processo é associado com o custo de entrada desse processo.

Outras características que surgem no processo convencional e se procura resolver com a visão da construção enxuta são (BERNARDES, 2001): Os fluxos físicos das atividades não são contemplados sendo que a maioria dos custos produtivos no canteiro de obra é oriunda deste contexto; O controle da produção tende a ser focado no controle de sub-processos individuais em detrimento do processo global, e isto faz com que se obtenham resultados não efetivos no contexto global; A não consideração dos requisitos do cliente faz com que se desenvolvam produtos inadequados e que não atinjam as características determinadas como valor pelo cliente. Visto que pelo modelo de conversão melhorias no produto final podem ser obtidas apenas melhorando a qualidade do tipo de insumo aplicado ao produto; Assim, na construção enxuta é proposto um conjunto de princípios operacionais que têm foco na necessidade de balanceamento em conversões (operações) e fluxos (processos) (KOSKELA, 2000). Segundo este autor, no conceito de produção como um fluxo, o enfoque das melhorias está na redução das atividades que não agregam valor.

E como se pode observar para realizar este serviço há a necessidade de se realizar atividades que não agregam valor ao produto, mas que são essenciais no processo produtivo. E este fluxo normalmente não é considerado no processo tradicional, mas ele está presente em todo o contexto e, portanto necessita ser incorporado e controlado (KOSKELA, 1992).

Por considerar que todas as atividades consomem recursos financeiros e temporais, torna-se complicado a tomada de decisões sobre como elaborar melhorias com a consequente redução de desvios que atrapalham o processo produtivo sem o entendimento da importância dos fluxos nestes processos produtivos (BALLARD *et al.*, 1996; BERNARDES, 2001).

Para que a construção enxuta tenha resultados e funcione conforme as necessidades produtivas da obra, os fluxos devem ser tratados com uma especial importância (KOSKELA,

2000). Ele propõe princípios relacionados ao conceito de produção como fluxo. E divide estes princípios em três tipos.

- primeiro tipo, o principal, atualmente é parte da conceituação e indica a fonte principal de melhorias: Redução da parcela de atividades que não agregam valor ao produto (perdas – waste);
- segundo tipo engloba dois princípios que derivam da teoria: Redução do lead time e Redução da variabilidade.
- terceiro tipo engloba princípios que tem sido observado ser mais úteis na prática, e são menos diretamente ligados à teoria: Simplificação por meio da minimização do número de passos, partes e dependências; Aumento da flexibilidade na execução do produto; Aumento da transparência do processo.

Além destes seis princípios, Koskela (1992), inclui outros cinco princípios que estão ligados a objetivos mais amplos da construção enxuta, e que são aplicados conjuntamente com os anteriores: Melhorar o valor do produto por meio das considerações sistemáticas do cliente; Focar o controle do processo global; Introduzir a melhoria contínua do processo; Balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das conversões; e Identificar as referências de ponta (*benchmarking*).

Estes conceitos têm gerado inúmeras propostas de trabalho e este artigo detalha uma apresentada dentro de uma parceria com pesquisadores da Alemanha.

3 DESENVOLVIMENTO DO MODELO

A proposta de desenvolvimento do LCR originou de uma ideia, apresentada a TMB-Karlsruhe University, denominada de Plano de Aplicação da *Lean Construction* (PALC). Este plano propunha o desenvolvimento de uma metodologia de aplicação dos conceitos enxutos em canteiros de obra, com um instrumento de avaliação (*check-list*) para medir o desempenho das empresas. Porém, o *check-list* proposto não se mostrou eficaz, o que levou os pesquisadores a desenvolver um novo modelo.

Os pesquisadores, então, iniciaram estudos de adaptação do *check-list*, para resolver as falhas, mas resolveram não fazer adaptações, e sim criar um novo modelo partindo do seguinte objetivo: **desenvolver um modelo de avaliação da qualidade e do grau de aplicação da construção enxuta em empresas construtoras**. E que esse modelo possuísse as seguintes características: tempo de aplicação não maior do que 1h; interface de preenchimento simples e resumida, com itens agrupados em categorias e com pontuação na escala *Likert*; que sua aplicação pudesse ser realizada na presença apenas do engenheiro da

obra ou do mestre de obras, dentro do canteiro, para entrevista acompanhada de observação dos pesquisadores. A Figura 1 representa o desenvolvimento do modelo LCR.

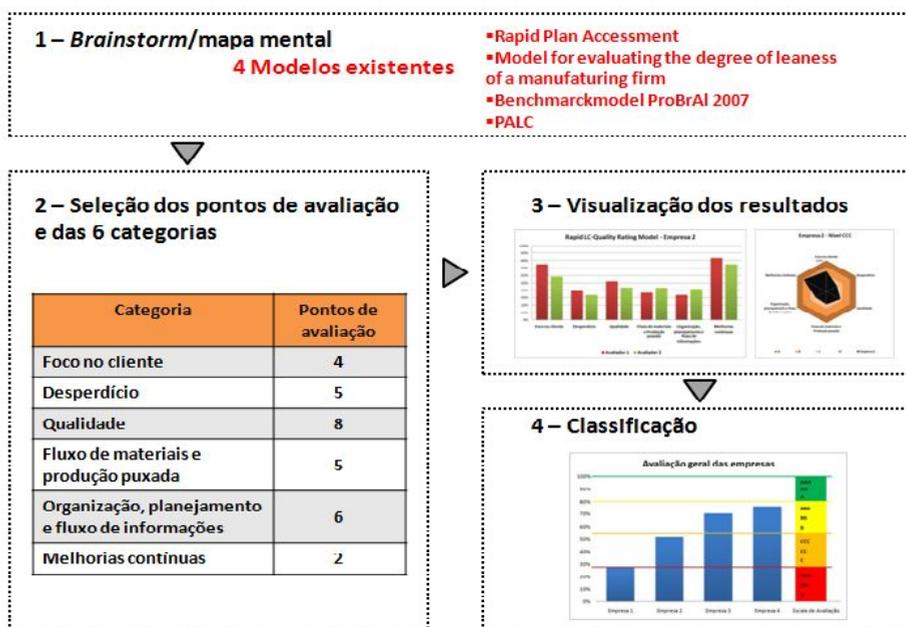


Figura 1 – Processo de desenvolvimento do LCR
Fonte: Adaptado de HOFACKER *et al.*, 2008

Assim, apoiados pelo PALC, e por outros modelos de avaliação do grau de enxugamento em indústrias manufatureiras (SORIANO-MEIER; FORRESTER, 2002; GOODSON, 2000; KARLSON; AHLSTRON, 1996), realizou-se um *brainstorm* para definir as categorias do modelo, bem como seus pontos de avaliação.

Foram então definidas 6 categorias: Foco no Cliente; Desperdícios; Qualidade; Fluxo de Materiais; Organização, planejamento e fluxo de informações; Melhorias contínuas. Estas categorias foram definidas a partir dos 5 princípios do *Lean Thinking* (WOMACK; JONES; ROOS, 1990) e dos 11 princípios de Koskela (1992) da *Lean Construction*. Para cada categoria foram escolhidos pontos de avaliação, com pontuação de 0 a 6, sendo que o modelo totalizou 30 questões a serem avaliadas.

Determinou-se, após a escolha das categorias e questões, que o modelo deveria ser aplicado a pelo menos cinco obras de uma mesma empresa, para fazer o perfil de aplicação da construção enxuta desta. A aplicação em apenas um canteiro de obras caracterizaria apenas a obra e o engenheiro responsável, e não a empresa. Também que o modelo deveria ser aplicado por dois pesquisadores, e que estes tivessem domínio da teoria da *Lean Construction*.

A partir da avaliação dos dois pesquisadores, seria feita a média, que indicaria uma classificação da empresa quanto ao grau de aplicação dos conceitos da construção enxuta em suas obras. Esta classificação foi definida de AAA (de 95% a 100% da pontuação atingida,

significa a busca pela perfeição tanto em desenvolver a qualidade como na aplicação dos conceitos *Lean*) até D (de 0% a 9% da pontuação, significa baixa qualidade dos processos e do produto, baixo foco em melhorias, desperdícios e nenhum conhecimento da filosofia enxuta).

A classificação foi determinada de modo que as empresas que não conhecessem e/ou não aplicassem os conceitos da construção enxuta não pudessem atingir o nível B na classificação. Apenas as empresas que aplicam a filosofia *Lean* em suas obras podem atingir os níveis B e A.

Segue a apresentação simplificada do modelo, com a divisão entre categorias, os pontos de avaliação e a escala de pontuação.

Categoria	Nº.	Ponto de avaliação	0- 6
Foco no cliente	1.	Foco no cliente, em termos de vendas, marketing e foco estratégico, detectando o que é o valor para o cliente.	
	2.	Comunicação regular com o cliente e flexibilidade para adaptar as mudanças requeridas.	
	3.	Flexibilidade do projeto e comunicação entre projetistas e gerente da construção (durante a execução).	
	4.	Limpeza do canteiro de obras (5S).	
Desperdícios	5.	Desperdício dos materiais de construção: detecção dos desperdícios e consciência no canteiro.	
	6.	Ações, conhecimento e incentivos para eliminar os desperdícios (produção em excesso, tempos de espera, transportes desnecessários, retrabalhos...).	
	7.	Gerenciamento dos resíduos (reciclagem, separação do entulho da construção).	
	8.	Utilização dos espaços: quanto o espaço é eficientemente utilizado (áreas dedicadas aos materiais, pequenas peças organizadas, menor espaço possível utilizado).	
	9.	Tempo desperdiçado (redução do tempo de transporte, tempo de espera, padronização do uso de equipamentos e transportes).	
Qualidade	10.	Controle de qualidade constante dos materiais de construção (e.g. certificação de controle da resistência do concreto).	
	11.	A empresa possui algum tipo de certificação da qualidade (e.g. ISO, PBQP-H).	
	12.	Percepção visual da qualidade de execução dos serviços (variabilidade do padrão).	
	13.	Segurança no canteiro de obras.	
	14.	Busca e análise das causas dos retrabalhos (5W).	
	15.	Padronização de processos.	
	16.	Sistema de gerenciamento visual (sinalização clara, sinalização auto-explicativa e sistemas de controle de qualidade).	
	17.	Grau de mecanização (maquinário técnico) para obter uma qualidade de padronização e desempenho.	

Categoria	Nº.	Ponto de avaliação	0- 6
Fluxo de materiais e produção puxada	18.	Sistema de cartões <i>Kanban</i> (existência e bom funcionamento).	
	19.	Aplicação de conceitos Just-In-Time (medição e.g. da quantidade de armazenamento, e.g. estoque > 1 semana, não é JIT).	
	20.	Uso de concreto usinado (uso =(6), feito no canteiro = 0).	
	21.	Sistema de pedido e tempo de reposição de materiais (concreto, aço, tijolos) pelos fornecedores (1 dia = (6), 1 semana = (3), > 2 semanas = (0)).	
	22.	Uso de sistemas de suporte ao transporte (grua) e padronização dos transportes (<i>pallets</i>).	
Organização, planejamento e fluxo de informações	23.	Como é a consciência, convencimento e suporte da alta gerência na aplicação dos conceitos da <i>Lean Construction</i> .	
	24.	Motivação e responsabilidade dos empregados (existem ações, métodos que promovam isso?).	
	25.	Polivalência dos times (o quão flexíveis são os empregados para trabalhar em diferentes serviços).	
	26.	São feitas reuniões diárias com aplicação do sistema <i>Last-Planner</i> (6)? Ou a estrutura de planejamento da produção é tradicional (0)?	
	27.	Ferramentas de comunicação (e.g. aplicação do <i>Andon</i>).	
	28.	Aplicação de sistemas de informação vertical e horizontal.	
Melhorias contínuas	29.	Busca da empresa pela perfeição, processo de aplicação do aprendizado de projeto para projeto.	
	30.	Educação continuada dos empregados (e.g. qualidade, cursos de especialização, <i>Lean...</i>).	

Quadro 1 – Categorias e pontos de avaliação do LCR, em escala de 0 a 6
Fonte: Adaptado de Hofacker *et al.*, 2008

Assim, os pesquisadores, munidos do LCR puderam partir para a etapa de validação do modelo, determinando que obras seriam visitadas e, principalmente, que seu engenheiro responsável pudesse ser entrevistado.

4 APLICAÇÃO DO LCR

Uma das preocupações dos pesquisadores quanto à validade do modelo, era a de que uma empresa que não conhecesse ou aplicasse os princípios da construção enxuta, e por mais que suas obras fossem de alta qualidade (de tempo, custos, materiais e processos), não atingisse os níveis de classificação A e B, reservados às empresas com a *Lean Construction* aplicada.

Para tanto, o LCR foi aplicado em quatro canteiros de obras: dois em Curitiba/PR – os quais não possuíam a filosofia –, um em Porto Alegre/RS e um em Herrenberg (Alemanha) – estes com a presença da filosofia. Esta fase de aplicações do modelo foi realizada para que se pudesse ter a validação da classificação proposta, diferenciando as empresas que aplicam das

que não aplicam os conceitos enxutos. A seguir são apresentados os resultados da aplicação do LCR nestas obras.

4.1 Empresa 1

A obra da Empresa 1, que executa obras de edifícios residenciais de múltiplos pavimentos, está localizada na cidade de Curitiba/BR e não possui o conhecimento/aplicação da filosofia *Lean*. A aplicação foi feita por dois pesquisadores na presença do Engenheiro Civil responsável pela obra.

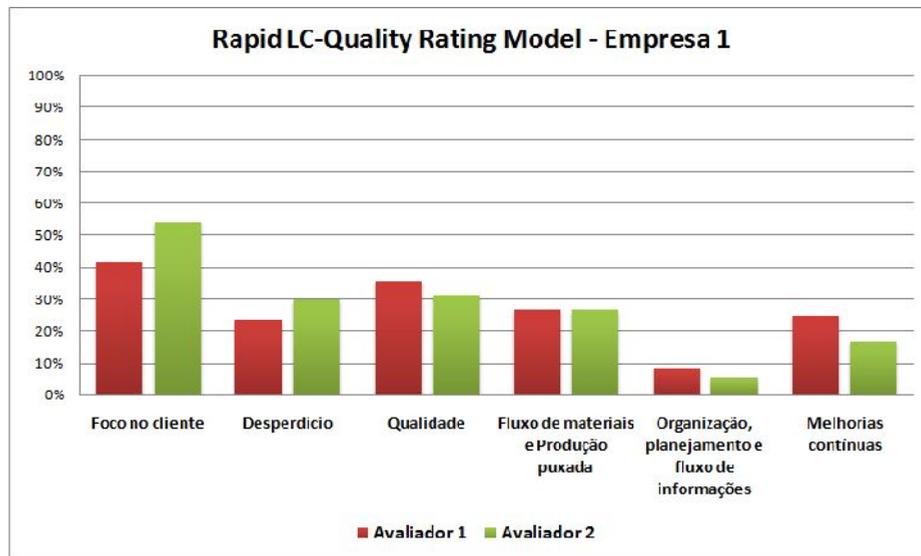


Gráfico 1 – Avaliação da obra da empresa 1 pelos pesquisadores.
Fonte: O AUTOR

O Gráfico 1 apresenta os resultados da aplicação do modelo pelos dois avaliadores, mostrando a importância da presença de mais de um avaliador, para que o resultado não seja fruto de uma única visão da obra, e para que exista uma alternância entre o pesquisador que está arguindo e o que está fazendo observações no canteiro. A avaliação final da obra da Empresa 1 está representado no Gráfico 2.

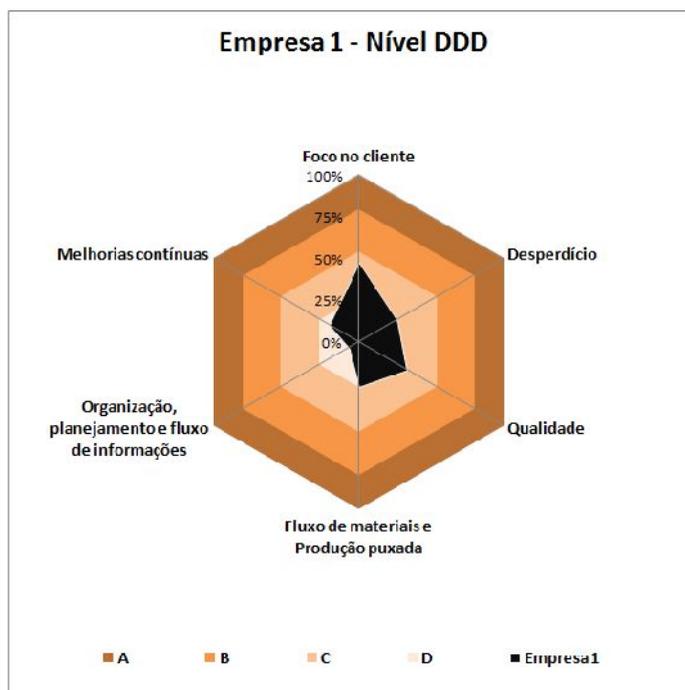


Gráfico 2 – Classificação final da obra da Empresa 1.
Fonte: O AUTOR

A empresa possui baixo foco na qualidade, na implementação de melhorias e produz muito desperdício. Seus pontos fortes estão no foco no cliente e na flexibilidade de saída de seu produto, uma vez que permite que os compradores realizem mudanças no projeto durante a execução. Seus pontos fracos são a organização do canteiro (Figura 2), a baixa consciência com os desperdícios (Figura 3) e a falta de planejamento.



Figura 2 – Falta de organização no canteiro
Fonte: Os autores



Figura 3 – Desperdício de materiais
Fonte: Os autores

A classificação final destas obras foi DDD, uma vez que atingiu apenas 27% dos pontos do modelo.

4.2 Empresa 2

A obra da Empresa 2, que executa obras de infraestrutura, está em Curitiba/BR. A empresa possui consciência que deve produzir com qualidade, porém não possui nenhum conhecimento de *Lean Construction*.

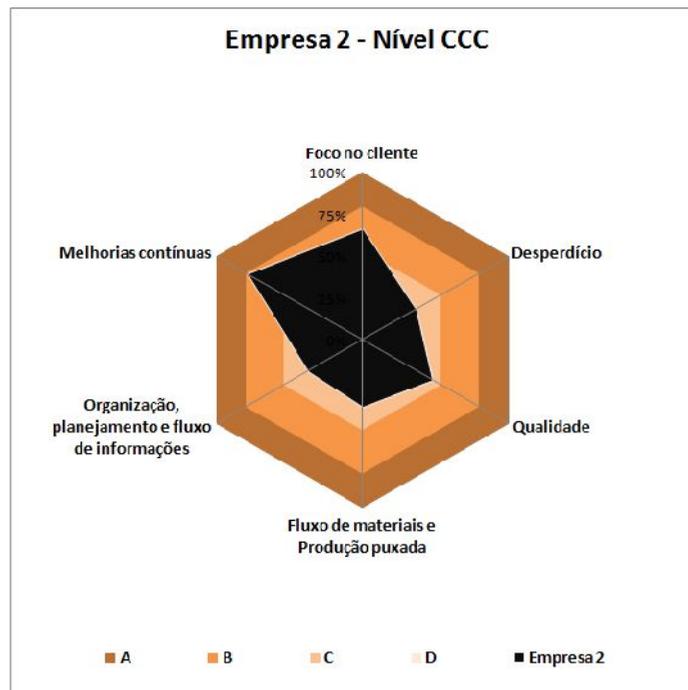


Gráfico 3 – Classificação final da obra da Empresa 2
Fonte: Os autores

Seus pontos fortes são o foco no cliente e a introdução de melhorias contínuas em seus processos e produtos, também apresentou boa organização quanto à gestão de pessoal e planejamento da obra. Seus pontos fracos são a baixa consciência dos desperdícios, a utilização dos espaços e a comunicação entre projetistas.



Figura 4 – Quadro de análise dos problemas
Fonte: Os autores



Figura 5 – Canteiro de obra
Fonte: Os autores

4.3 Empresa 3

A Empresa 3 executa obras residenciais de múltiplos pavimentos, e a obra avaliada está situada em Porto Alegre/BR. A empresa conhece e aplica os conceitos *Lean* em suas obras, porém ainda em um nível de aprendizado, aplicando algumas das ferramentas e metodologias enxutas.

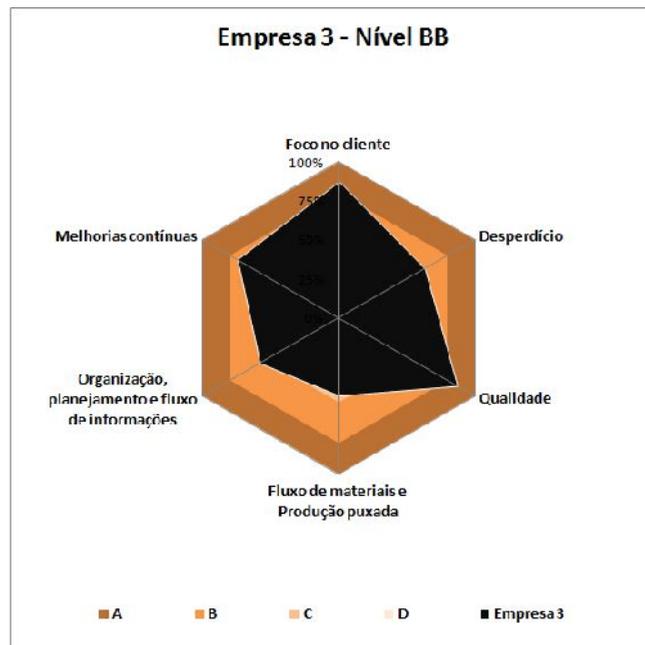


Gráfico 4 – Classificação final da obra da Empresa 3
Fonte: Os autores

Seus pontos fortes são: qualidade de execução e de seus produtos; foco no cliente; e introdução contínua de melhorias nos processos, uma vez que pretende cada vez mais aplicar os conceitos *Lean*, e por já ter atingido uma maturidade quanto aos ganhos que a filosofia traz à produção.



Figura 6 – Montagem de kits de peças hidráulicas fora do ponto de aplicação
Fonte: CARVALHO, 2008



Figura 7 – Planejamento da instalação dos elementos pré-moldados por meio da prototipagem
Fonte: CARVALHO, 2008

Pelo mesmo motivo, possui ainda alguns pontos fracos, como o planejamento e aplicação de fluxo dos materiais, a organização do canteiro e planejamento da obra e a consciência com os desperdícios. Na avaliação, a obra atingiu a classificação BB (Gráfico 4), com 70% dos pontos alcançados.

4.4 Empresa 4

A empresa cuja obra avaliada está na cidade de Herrenberg/AL, executa obras de edifícios de múltiplos pavimentos, e aplica os conceitos da Lean Construction em suas obras. É uma empresa que já possui maturidade na aplicação dos conceitos enxutos, o que se reflete em sua obra.

Como pontos fortes podem se apontar a organização e limpeza do canteiro (Figura 6), o planejamento da obra, a qualidade na execução e nos materiais e a aplicação dos conceitos de produção puxada. Seu ponto fraco é ainda a consciência com os desperdícios.

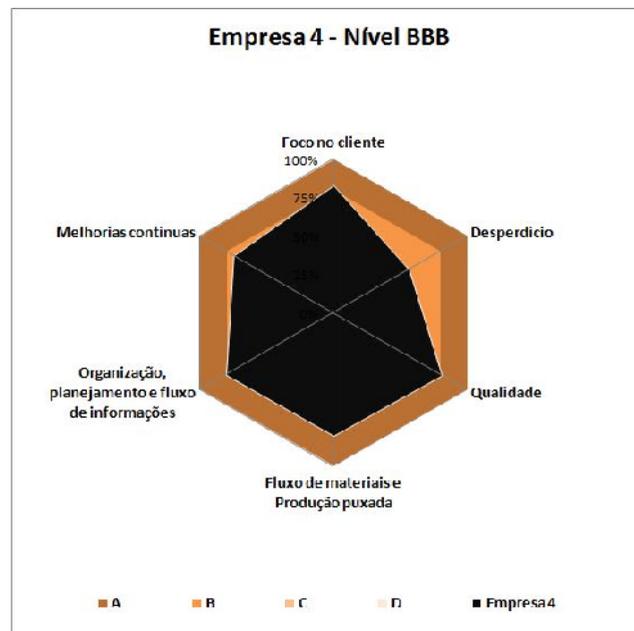


Gráfico 5 – Classificação final da obra da Empresa 4
Fonte: Os autores

Foi a obra que atingiu a melhor colocação no modelo, atingindo a classificação BBB, com 76% dos pontos atingidos (Gráfico 5).



Figura 8 – Canteiro de obra
Fonte: Os autores



Figura 9 – Blocos manufaturados a partir de
resíduos de madeira
Fonte: Os autores

As aplicações foram realizadas em apenas uma obra de cada empresa, não podendo, assim, caracterizar a empresa quanto à aplicação dos conceitos enxutos, apenas sua obra. Tal generalização foi apontada como possível, após discussões entre os pesquisadores e destes com engenheiros gerentes de obras, mas ainda se faz necessária a aplicação do LCR em um número suficiente de obras de uma mesma empresa, em algumas empresas, para sua validação.

Os resultados foram apresentados aos responsáveis pelas obras, os quais puderam verificar possíveis pontos fortes/fracos em seu perfil de gerenciamento.

5 CONCLUSÕES

Melhoria e inovação são necessárias para que as empresas se mantenham competitivas. Para isso, é preciso constante pesquisa em busca de tecnologias e inovações que sejam mais adaptadas as suas necessidades. Na construção civil, a transformação enxuta envolve os diversos agentes da cadeia de valor da construção, e exige ações nos níveis de empreendimento, empresas e setor.

A combinação da Mentalidade Enxuta com Sistemas de Gestão da Qualidade, largamente difundidos, é não só possível como altamente recomendável, possibilitando resultados muito além dos obtidos até o momento. Assim, modelos que mensurem o grau de aplicação de ferramentas *Lean* se tornam importantes, pra que a empresa estejam sempre em busca das melhorias.

Os resultados da aplicação do LCR nas obras de várias empresas permitiram a constatação de que a classificação proposta (de D a AAA) está apropriada, uma vez que nenhuma empresa que não conhece ou aplica os conceitos da *Lean Construction* atingiu o nível B (Gráfico 6).

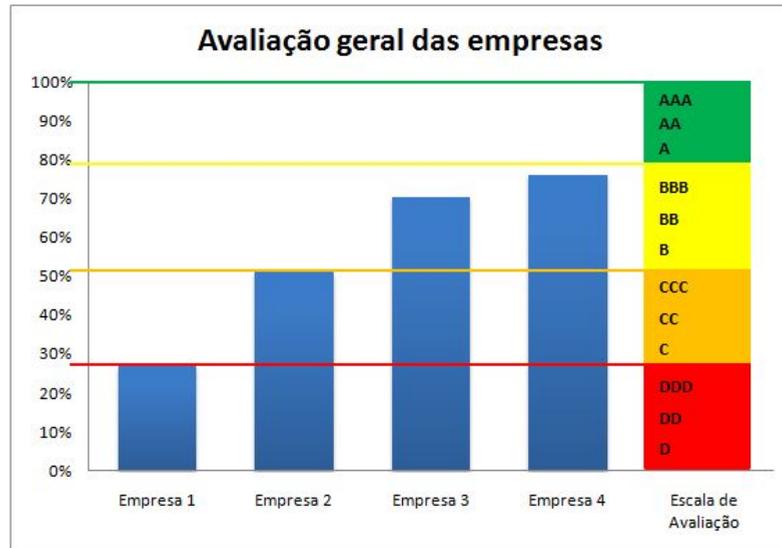


Gráfico 6 – Comparação entre a classificação das obras das empresas
Fonte: Os autores

Exemplo disso é a obra da empresa 2, que, por mais que ela busque a qualidade de seu produto, ela ficou no limite proposto e esse tipo de empresa (CCC). Também uma comparação entre as empresas, por categoria, aponta quais os pontos em que a empresa tem a ganhar com a aplicação dos conceitos *Lean* (Gráfico 7).

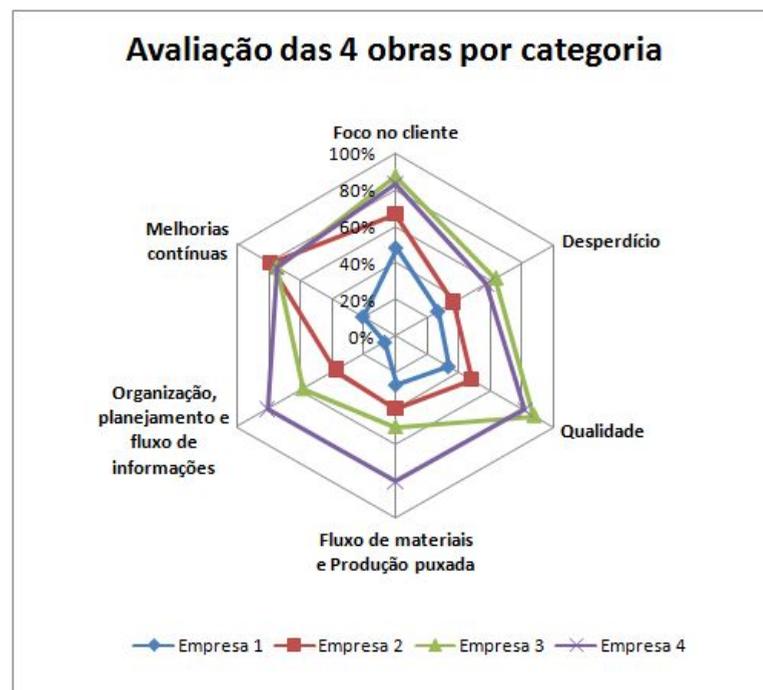


Gráfico 7 – Comparação entre a avaliação por categoria das obras das 4 empresas.
Fonte: Os autores

Analisando o gráfico comparativo das obras das 4 empresas, observa-se que o foco no cliente é uma das principais preocupações das empresas, uma vez que este é um diferencial

competitivo no mercado; juntamente com o ponto de melhorias, o que pode ser explicado pelos avanços tecnológicos na área da construção civil, que obriga as empresas a adquirir novos equipamentos para competir e se adequar a novos materiais, usualmente exigidos pelo cliente, que também busca inovar.

O bom desempenho de uma empresa, na execução de uma obra com a aplicação dos conceitos da *Lean Construction*, depende do desenvolvimento de cada um dos conceitos igualmente (o que pode ser constatado na empresa 4, sendo que apenas o desperdício, que ainda é um grande problema no setor, é que merece maior atenção).

Não foi possível realizar a avaliação de uma empresa, uma vez que não houve a possibilidade de aplicar o LCR em cinco obras de uma mesma empresa. Os resultados mostraram que é possível realizar uma avaliação rápida das obras das empresas quanto à *Lean Construction*. A presença de mais de um aplicador também se mostrou importante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, B. S. **Proposta de um modelo de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta.** 2008. Dissertação de mestrado em Construção Civil. Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Construção Civil: 2008.

GOODSON, E. **Eine Fabrik unter die Lupe nehmen – schnell und effizient.** (Rapid-Assessment-Plant) Harvard Business, v. 6, 2002.

HOFACKER, A.; OLIVEIRA, B. F.; GEHBAUER, F.; FREITAS, Maria do Carmo Duarte; MENDES JÚNIOR, R.; SANTOS, A.; Kirsch, J. . Rapid lean construction-quality rating model (LCR). In: 16th International Group for Lean Construction Conference (IGLC16), 2008, Manchester. **Anais do 16thIGLC.** Manchester, UK : IGLC, 2008.

KARLSON, C.; AHLSTROM, P. Assessing changes towards lean production. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 2, p. 24-41, 1996.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to the construction industry.** Technical Report n. 72, Center for Integrated Facilities Engineering, Dept. of Civil Engineering, Stanford University, CA, 1992.

SORIANO-MEIER, H.; FORRESTER, P. L. A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms. **Journal of Integrated Manufacturing Systems**, v. 13/2, p. 104-109, 2002.

WOMACK, J.P.; JONES, D. T.; ROOS, J. **The machine that changed the world.** Macmillan, New York, N.Y., 1990.