

**UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Maicon Botelho Alves

**BARREIRAS PARA A IMPLANTAÇÃO DO LEAN CONSTRUCTION
NO SETOR DE URBANIZAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

**Prof. Dr. José Camilo Barbosa
Orientador**

**Araraquara, SP – Brasil
2020**

FICHA CATALOGRÁFICA

A48b Alves, Maicon Botelho

Barreiras para implantação do Lean Construction no setor de urbanização/Maicon Botelho Alves. – Araraquara: Universidade de Araraquara, 2020.

89f.

Dissertação (Mestrado)- Mestrado Profissional em Engenharia de Produção- Universidade de Araraquara- UNIARA

Orientador: Prof. Dr. José Camilo Barbosa

1. Lean construction. 2. Gestão da produção. 3. Construção civil. 4. Pensamento enxuto. 5. Barreiras. 6. Hierarchical Process Analysis (AHP). I. Título.

CDU 62-0

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALVES, M. B. **Barreiras para Implantação do Lean Construction no Setor de Urbanização**. 2020. 89 de folhas. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara, Araraquara-SP.

ATESTADO DE AUTORIA E CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Maicon Botelho Alves

TÍTULO DO TRABALHO: Barreiras para Implantação do Lean Construction no Setor de Urbanização.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Dissertação / 2020

Conforme LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998, o autor declara ser integralmente responsável pelo conteúdo desta dissertação e concede a Universidade de Araraquara permissão para reproduzi-la, bem como emprestá-la ou ainda vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a sua autorização.


Assinatura Aluno(a)

Maicon Botelho Alves

Universidade de Araraquara – UNIARA

Rua Carlos Gomes, 1217, Centro. CEP: 14801–340, Araraquara-SP

E-mail (do autor): maiconbotelho@yahoo.com.br



UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA - UNIARA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara – UNIARA – para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

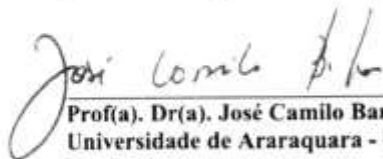
NOME DO AUTOR: **MAICON BOTELHO ALVES**

TÍTULO DO TRABALHO:

"BARREIRAS PARA A IMPLANTAÇÃO DO LEAN CONSTRUCTION NO SETOR DE URBANIZAÇÃO."

Assinatura do(a) Examinador(a)

Conceito



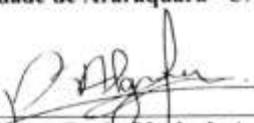
Prof(a). Dr(a). José Camilo Barbosa (orientador(a))
Universidade de Araraquara - UNIARA

Aprovado () Reprovado



Prof(a). Dr(a). Cláudio Luís Piratelli
Universidade de Araraquara - UNIARA

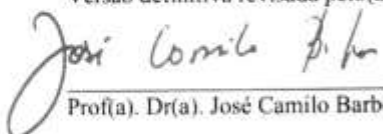
Aprovado () Reprovado



Prof(a). Dr(a). Paulo Sérgio de Arruda Ignácio
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Aprovado () Reprovado

Versão definitiva revisada pelo(a) orientador(a) em: 20 / 05 / 2020



Prof(a). Dr(a). José Camilo Barbosa (orientador(a))

Dedico esse trabalho a minha família,
minha esposa Mônica Casella que,
com carinho incentivaram a realização
desse sonho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por ter colocado em meu caminho pessoas boas e especiais, que me auxiliaram a alcançar todos os meus sonhos.

À minha família. Aos meus pais que me ensinaram os valores, os princípios, o caráter e a viver com honestidade. As minhas irmãs e sobrinhas pelo carinho e incentivo sempre.

À minha esposa Mônica pelo carinho, companhia, paciência e compreensão durante os períodos ausentes.

Ao Professor Doutor José Camilo Barbosa, pela orientação, paciência e dedicação ao meu trabalho, pela valiosa contribuição e pelos ensinamentos que me impulsionaram a crescer como pesquisador e também como pessoa.

À todos os Professores do Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara pelos ensinamentos e experiências transmitidas, que me fizeram crescer intelectualmente.

À todos funcionários da faculdade, em especial a Luciana Paula O. da Silva, pela atenção, dedicação e suporte acadêmico em todo o processo dessa jornada.

“A natureza pode suprir todas as necessidades
do homem, menos a sua ganância”,

Mahatma Gandhi

RESUMO

O *Lean Construction* é um conceito relativamente novo para a indústria da construção civil e aumentar sua difusão é ainda um desafio tanto para pesquisadores como para os profissionais que atuam na área, que é conhecida por sua baixa produtividade comparada a outros setores. Nesse sentido, entender os fatores limitantes para implantação deste conceito nas empresas colabora tanto para superar esse entrave como, também, para melhorar os números do setor, já que estudos apontam seus benefícios. Dessa forma, o presente trabalho se propõe a identificar e ordenar os principais obstáculos para o sucesso da implantação do *Lean Construction* sob o enfoque de três empresas do setor de engenharia urbana. O primeiro passo foi investigar de forma aprofundada na literatura o tema para identificar as principais barreiras relatadas. Em seguida, utilizando a *Hierarchical Process Analysis* (AHP), buscou-se o consenso na escolha das barreiras mais impactantes para o *lean* do ponto de vista dos profissionais entrevistados. Finalmente, foi realizada uma comparação das principais barreiras encontradas no trabalho com os relatados na literatura internacional. Com o estudo foi possível ranquear e analisar as barreiras mais críticas para a implantação do *Lean Construction* dentro do setor de urbanização. Os resultados mostraram que as barreiras problemas culturais e comportamento humano, suprimentos, aquisições e contratos, resistência por parte dos funcionários, apoio da gestão de topo e questões financeiras são extremamente impactantes para a implantação em todos os portes de empresas, sendo consideradas como relevantes e com ação prioritária em qualquer implantação da filosofia. Sendo assim, este estudo contribui para que pesquisadores e profissionais de empresas consigam antecipar ações e definir diretrizes adequadas para superar os obstáculos encontrados para a implantação sustentável dos conceitos do *Lean Construction*.

Palavras-chave: *Lean Construction*. Gestão da produção. Construção Civil. Pensamento enxuto. Barreiras. *Hierarchical Process Analysis* (AHP).

ABSTRACT

Lean Construction is a relatively new concept for the construction industry and increasing its diffusion is still a challenge for both researchers and professionals acting in the field, which is known for its low productivity when compared to other sectors. Hence, understanding the limiting factors for this concept implementation in companies collaborates both to overcome this obstacle as well as to improve the sector numbers, since studies indicate its benefits. Thus, this paper aims to identify and rank the main barriers to the success of the Lean Construction implementation under the point of view of three companies in the urban engineering sector. The first step was a deep investigation of the literature to identify the main reported barriers. Then, using the Hierarchical Process Analysis (AHP), we searched for a consensus in choosing the barriers that most likely impact the lean from the point of view of the interviewed professionals. Finally, we make a comparison of the main barriers found in the work with those reported in the international literature. With the study it was possible to classify and analyze the most critical barriers for the implementation of Lean Construction within the urbanization sector. The results showed that the barriers cultural problems and human behavior, supplies, acquisitions and contracts, resistance on the part of employees, support from top management and financial issues are extremely impactful for the implementation in all sizes of companies, being considered as relevant and with priority action in any implementation of philosophy. Therefore, this study helps researchers and business professionals to anticipate actions and define appropriate guidelines to overcome the obstacles encountered in the sustainable implementation of Lean Construction concepts.

Key-words: *Lean Construction. Production Management. Construction. Lean thinking. Barriers. Analytic Hierarchy Process (AHP).*

Lista de figuras

Figura 1 – Distribuição geográfica de interesse e publicações sobre construção enxuta	16
Figura 2 – Diferentes níveis da <i>Lean Construction</i>	26
Figura 3 – Modelo tradicional de processo de fluxo de materiais.....	26
Figura 4 – Modelo do <i>Lean Construction</i> de processo de fluxo de materiais.....	27
Figura 5 – Símbolos para elaboração do MFV.....	31
Figura 6 – Engenharia tradicional X Engenharia Simultânea.	32
Figura 7 – Reduzindo os estoques para expor os problemas do processo.....	34
Figura 8 – Fluxo de cartões de produção e retirada.....	34
Figura 9 – Conexões entre os cinco sentidos.	36
Figura 10 – Processo de planejamento <i>Last Planner</i>	38
Figura 11 – <i>Last Planner System</i>	39
Figura 12 – Hierarquia de decisão típica do AHP.....	47
Figura 13 – Fluxograma da pesquisa.....	55
Figura 14 – Hierarquia do problema para classificação das barreiras do LC.....	57
Figura 15 – Classificação das barreiras de acordo com o porte das empresas	64

Lista de Quadros

Quadro 1 – Resumo das características de cada segmento.....	22
Quadro 2 – Seleção das barreiras e seus autores.	41
Quadro 3 – Escala fundamental dos números absolutos.	48
Quadro 4 – Valores de IR para matrizes de ordem n.	49
Quadro 5 – Definição de porte de estabelecimentos segundo o número de empregados.....	53
Quadro 6 – Resumo da caracterização da pesquisa.	54
Quadro 7 – Etapas do desenvolvimento da pesquisa.....	56
Quadro 8 – Dados sócio demográfico dos participantes.	58
Quadro 9 – Características das empresas.	59

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Matriz de Julgamento dos critérios através da Análise Hierárquica de Processos. 57	
Tabela 2 – Classificação das barreiras de acordo com a empresa de grande porte. 62	62
Tabela 3 – Classificação das barreiras de acordo com a empresa de médio porte. 62	62
Tabela 4 – Classificação das barreiras de acordo com a empresa de pequeno porte. 63	63

Lista de Abreviaturas e Siglas

AHP – *Analytic Hierarchy Process*.

AMD – Apoio multicritério à decisão.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção.

CCHC – *Camara Chilena de la Construcción*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

MIT – *Massachusetts Institute of Technology*.

PIB – Produto Interno Bruto.

SINDUSCON-SP – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo.

LP – *Lean Production*.

LC – *Lean Construction*.

STP – Sistema Toyota de Produção.

IBDA – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura

IGLC – *International Group for Lean Construction*

JIT – *Just in time*

DARPA – *Defense Advanced Research Project Agency*

LPS – *Last Planner System*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Contextualização e problemática.....	16
1.2 Questão da pesquisa	17
1.3 Objetivo	18
1.3.1 Objetivos específicos.....	18
1.4 Universo da pesquisa	18
1.5 Justificativa.....	18
1.6 Classificação Metodológica.....	20
1.7 Estrutura do trabalho	20
2 REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 Descrição dos setores de urbanização, incorporação e construção	21
2.2 <i>Lean Production</i>	22
2.3 <i>Lean Construction</i>	24
2.3.1 Princípios da construção enxuta	27
2.3.2 Ferramentas da construção enxuta.....	30
2.3.2.1 Mapa de Fluxo de Valor	30
2.3.2.2 Engenharia simultânea.....	31
2.3.2.3 <i>Just in time e kanban</i>	32
2.3.2.4 5S.....	35
2.3.2.5 <i>Poka-Yoke</i>	36
2.3.2.6 <i>Last planner System</i>	37
2.4 Barreiras da Construção enxuta	39
2.4.1 Problemas culturais e comportamento humano.....	42
2.4.2 Suprimentos: aquisições e contratos.....	42
2.4.3 Falta de conhecimento, compreensão e consciência do <i>Lean</i>	42
2.4.4 Dicotomia de projetos e execução:.....	43
2.4.5 Comprometimento da alta direção e gerência operacional:.....	43
2.4.6 Questões financeiras:.....	44
2.4.7 Aderência a conceitos tradicionais de gestão devido ao tempo e a pressão comercial ...	44
2.4.8 A fragmentação e subcontratação do setor	45
2.4.9 Questões educacionais.....	45
2.4.10 Resistência por parte dos funcionários	45
2.5 <i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>	46
3 METODOLOGIA	50
3.1 Caracterização da Pesquisa.....	51

3.2 Etapas Metodológicas.....	54
3.3 Metodologia para aplicação do AHP.....	56
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	59
5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
REFERÊNCIAS	68
APÊNDICE A – PROTOCOLO DE PESQUISA	77
ANEXO A – MATRIZES JULGAMENTO ATRAVÉS DA ANÁLISE HIERARQUICA DE PROCESSOS	84

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil vive um momento desafiador. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019), o setor vem acumulando perdas em seu Produto Interno Bruto (PIB) nos últimos cinco anos. Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (2019), o setor sofreu mais uma queda de 2,5%, em 2018 retroagindo o volume de negócios de 2009, porém apresentou um tímido crescimento de 1,6% em 2019 e com uma projeção de crescimento para 2020 de 3%. Sendo pouco provável, devido o reflexo da pandemia do COVID-19 no setor. Estes números evidenciam a necessidade de novas alternativas para superar as dificuldades do setor da construção civil.

Para Alinaitwe (2009), a indústria da construção civil é vista como um setor pouco desenvolvido com muitos problemas e baixa eficiência. Por exemplo, Koskela (1992) em seu relatório técnico n.º 72 – *Application of the New Production Philosophy to Construction*, publicado pelo CIFE – *Center for Integrated Facility*, relatório esse que deu origem ao *lean construction*, faz duras críticas ao gerenciamento convencional da construção como um método de conversão. Ainda segundo este autor, o setor se caracteriza como atividade de conversão orientada, afirmando que seus métodos de gerenciamento violam os princípios de fluxo e melhoria, contribuindo para desperdícios consideráveis. De acordo com Souza e Cabette (2014) o gerenciamento das obras ainda é realizado de forma improvisada e intuitiva, resultando em baixa produtividade, falta de qualidade nos processos, elevados custos na produção, altos índices de desperdícios, além da insatisfação dos clientes. Como também citados por Muianga et al. (2015), a ocorrência frequente de desvios de custos e prazos em empreendimentos. Estes problemas poderiam ser minimizados ou eliminados através da aplicação de práticas *lean*, devido ao seu potencial de melhoria dentro dos processos produtivos (MACHADO; HEINECK, 2001). Li (2017) explica que a indústria da construção chinesa ainda é um setor ineficiente e ineficaz, sua baixa produtividade e práticas ultrapassadas, aliadas ao pouco desenvolvimento científico e ausência de uma gestão integrada, colaboram para o pequeno desenvolvimento do setor dentro do país. O autor sugere uma revisão drástica das práticas usuais e uma nova estratégias para melhoria do setor.

Segundo Picchi (2003), o Pensamento Enxuto, base da filosofia *lean*, ultrapassou as barreiras da manufatura e vem se firmando como um novo paradigma dentro de outros

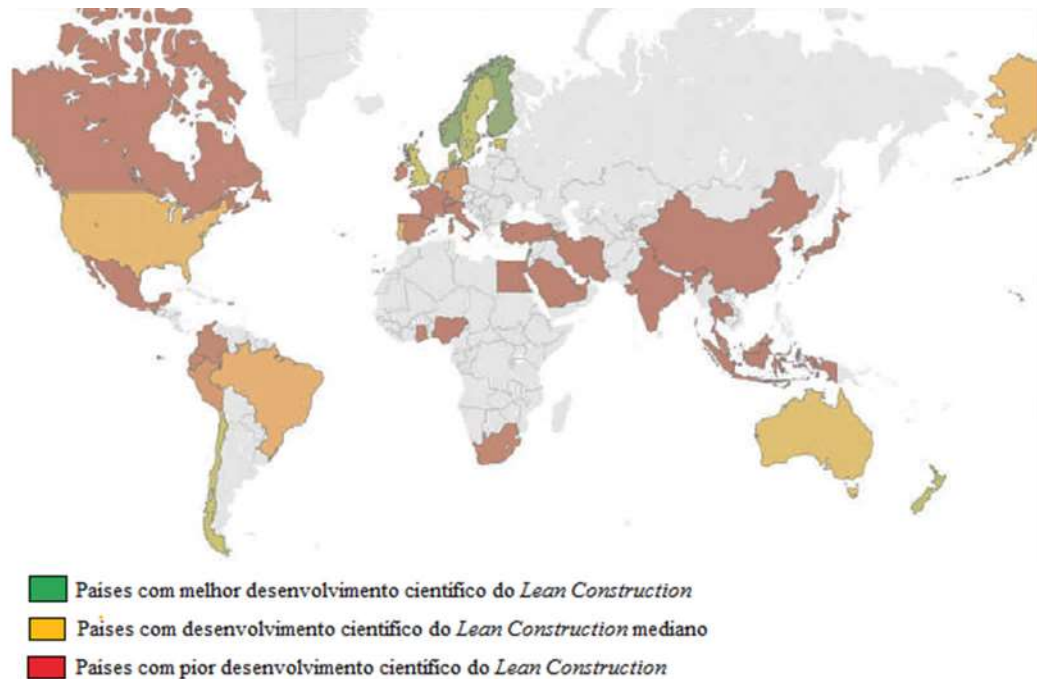
importantes setores, não apenas dentro da gestão da produção, mas no negócio como um todo, uma vez que envolve também o desenvolvimento de produto, relação com fornecedores, estratégia de vendas e gestão de pessoas. O mesmo autor descreve que apesar da grande diferença existente entre os setores da manufatura e construção, observam-se grandes oportunidades de sua aplicação dentro do setor, tanto nos fluxos de projeto e suprimentos como na produção.

Empresas de construção civil na busca em espelhar seu gerenciamento no conceito de eficiência produtiva desenvolvido no *Lean Production*, criaram e reformularam este modelo e desenvolveram a filosofia *Lean Construction* (LC) (OLIVEIRA et al., 2016). O LC surge como uma nova estratégia de transição da metodologia tradicional para uma nova visão *lean* dentro das empresas de construção civil.

Cano (2015) explica que, para introduzir a filosofia LC em uma empresa de construção, é recomendado compreender e antecipar certos obstáculos que podem aparecer e prejudicar sua implantação. Portanto, entender os fatores que afetam o sucesso para a implantação podem contribuir para elaboração de estratégias que aumentam a efetividade da filosofia LC no setor.

De acordo com Engebo et al. (2017), atualmente o LC está difundido em boa parte do mundo, com mais de 48 países desenvolvendo publicações científicas sobre o tema. Através dessa investigação, levando em consideração o desenvolvimento científico per capita, percebe-se a disseminação global da filosofia, como pode ser observado na figura 1, onde todos os continentes possuem representatividade. Os países nórdicos da Europa, como Dinamarca, Suécia, Noruega e Finlândia estão muito mais desenvolvidos e empenhados em relação aos demais países, o que reflete diretamente em seu setor da construção. O Chile também se destaca nesse cenário graças à atuação da CCHC *Camara Chilena de la Construccion*, que apoia fortemente o desenvolvimento do LC dentro do setor com equipes especializadas para orientar profissionais e construtoras. O Brasil, Estados Unidos e Austrália estão no meio do caminho, no qual também se destacam em número de publicações, referente ao assunto. Já a França, Espanha, Itália, Colômbia, China e Japão não incluem a lista de colaboradores influentes no LC. O ponto curioso da pesquisa foi revelar que países com forte tradição na produção *lean*, não se encontram entre os principais países, como o Japão e a França.

Figura 1 – Distribuição geográfica de interesse e publicações sobre construção enxuta



Fonte: Engebo et al. (2017)

1.1 Contextualização e problemática

Para Demirkesen et al. (2019), o *Lean Construction* é uma prática relativamente nova para o setor, por isso o surgimento de dúvidas é normal para quem pretende implantar a cultura *lean* dentro de seus projetos. Neste contexto inúmeros autores buscam entender o porquê após vinte e sete anos do seu surgimento o LC não foi introduzido pela maioria das empresas, já que estudos indicam seus benefícios tanto para o setor como também para os clientes devido a transparência e estabilidade do projeto (KOSKELA, 2000). Autores como Devaki e Jayanthi (2014), que investigaram as barreiras para a implementação do *lean* na construção civil indiana, acreditam que falta informação sobre a necessidade do *Lean Construction*, as incertezas na cadeia de abastecimento e a tendência em aplicar métodos de gestão tradicionais são os grandes limitantes da filosofia em seu país. Já para Demirkesen et al. (2019), analisando os obstáculos do LC na construção americana, identificaram no contexto sociocultural as barreiras mais significativas. A Falta de apoio da alta gerência, a percepção errada sobre as práticas de *lean* e a falta de controle integrado de mudanças, se mostraram obstáculos mais citados pelos profissionais que atuam no setor.

A adaptação dos conceitos e princípios do *Lean Production* para o *Lean Construction* ainda é um desafio para pesquisadores e profissionais da construção civil (HIROTA;

FORMOSO, 2000). Ainda segundo esses autores, a consolidação de uma nova teoria baseada no *Lean Production* enfrenta dois problemas: 1) a adaptação de conceitos da indústria automobilística japonesa para a construção civil ocidental; e, 2) a postura conservadora dos gestores do setor. O modo de adoção das práticas *lean* baseadas em evidências empíricas também prejudica a visualização do ganho real devido à falta de padronização durante as medições de desempenho e, assim, provocam a desistência das empresas já no início da aplicação (SANCHEZ; PERES, 2001). Destacamos ainda, que as melhorias para a empresa não são imediatas e fatores como: o tipo de empresa, o tipo de produto e o método empregado podem influenciar os resultados (LEWIS, 2000).

Alves e Barros (2008) descrevem que na maioria das vezes as empresas implementam as práticas *lean*, através do ponto de vista operacional, imediatista, sem a fundamentação necessária para a sustentabilidade do sistema, voltando na maioria dos casos para os modelos de gestão tradicionais, gerando desperdício de recursos, desmotivação dos funcionários e ainda a dificuldade de implantar novas metodologias no futuro.

Fontanini e Picchi (2003) estabelecem que o Pensamento Enxuto não pode se restringir em apenas um sistema de produção, e sim no sistema de negócios, sendo necessário englobar toda a empresa. No mesmo contexto Picchi e Granja (2004) afirmam que na maioria das experiências de implementação do *Lean Construction* as empresas utilizam ferramentas fragmentadas sem conexão entre si, não interpretando corretamente o significado das práticas *lean*.

Estes fatores evidenciam a importância em se preencher as lacunas e melhorar o conhecimento das principais barreiras que impedem a difusão e a implantação do LC. Por exemplo, o ranqueamento destas dificuldades em grau de significância em diferentes portes de empresas facilitaria a identificação destes obstáculos para ações mais assertivas de superação. Portanto, é nesse contexto que desenvolvemos o estudo aqui apresentado.

1.2 Questão da pesquisa

A questão de pesquisa que norteia essa dissertação é:

Quais são as principais barreiras encontradas para implantação do *Lean Construction* no segmento de engenharia urbana, de acordo com diferentes portes de empresa?

1.3 Objetivo

O objetivo geral deste trabalho é avaliar e ordenar por grau de criticidade as principais barreiras para a implantação da filosofia *Lean Construction* em empresas do setor de urbanização.

1.3.1 Objetivos específicos

- Conhecer por meio da literatura as principais barreiras que afetam a implantação do *Lean Construction*;
- Ranquear as barreiras através da *Hierarchical Process Analysis* (AHP), em diferentes portes de empresa;
- Analisar as barreiras mais críticas identificadas na literatura com as observadas nesta pesquisa.

1.4 Universo da pesquisa

A pesquisa é realizada com três empresas que atuam no setor de urbanização. Sendo uma urbanizadora de grande porte com sede em São Paulo/SP, responsável pela execução de loteamentos e condomínios de alto padrão com obras em vários estados do Brasil, uma construtora de porte médio com sede em São Paulo/SP e uma pequena urbanizadora com sede em Campo Grande/MS.

1.5 Justificativa

Dehdasht et al. (2018), explica que ainda é comum encontrar problemas como baixa produtividade, negligência na segurança dos trabalhadores, condições inferiores de trabalho, escassez de força, baixa qualidade de trabalho, e pouca qualificação da mão de obra, dentro da indústria da construção em muitos países.

Já Alarcón et al. (2011), comenta em seu estudo o quanto é comum se deparar com estudos que identificam os níveis de desperdícios atingidos pelas empresas, porém percebe-se que a energia gasta pelos profissionais para se justificar os números com desperdícios é maior do que para buscar soluções viáveis para prevenir suas ocorrências.

Ainda de acordo com Souza e Cabette (2014), diversas empresas de construção têm buscado a melhoria contínua através da implementação de sistemas de gestão da qualidade em seus canteiros, porém para complementar de forma profunda todas as questões relacionadas à produção, o *Lean Construction* surge para preencher essa lacuna buscando o aperfeiçoamento do sistema.

No entanto a literatura vem relatando que essas empresas têm enfrentado muitas dificuldades na implementação da filosofia *lean* nos seus processos, principalmente por conta de barreiras criadas. Entre as barreiras mais citadas estão as culturais. Dulaimi e Tanamas (2001) descrevem que, em Cingapura, empresas da construção civil certificadas com a ISO 9001 iniciaram o processo de implantação dos princípios da *Lean Construction*, destacando suas dificuldades e o fato de que somente parte dos princípios foram aprendidos. Apontam a resistência cultural, trabalhadores desqualificados e descomprometidos, alta rotatividade implicando em falta de treinamento como elementos dificultadores do sucesso da implantação.

Quando se interpreta os conceitos do *Lean Construction* apenas como um conjunto de ferramentas, sem levar em consideração seus princípios e conceitos, se comete um grave erro, pois a mesma não se sustenta, torna-se ineficiente, não atingindo, dessa forma, seus objetivos (KOSKELA, 1997).

Apesar dos benefícios já conhecidos com a adoção dos conceitos *Lean Construction*, sua difusão tem sido lenta e modesta no setor da construção em diferentes países, o que motivou autores como Cano et al. (2015); Sarhan et al. (2013); Tezel et al. (2018), identificarem e entenderem as principais barreiras que impedem sua implantação no segmento, com o propósito de prevenir sua ocorrência ou mitigar seu impacto. Para Olamilokun (2015), a falta no tratamento dessas barreiras poderá causar consequências negativas para a implantação da construção enxuta.

Para Abdullah et al. (2009), também é evidente que o processo de implantação do LC está sendo dificultado em consequência de certos obstáculos. Portanto, para garantir sua implementação bem-sucedida, certas ações devem ser tomadas para eliminar ou reduzir as influências desses fatores restritivos. Dessa forma o autor explica que através de uma estrutura apropriada pode-se erradicar tais barreiras, resultando em uma aplicação adequada da filosofia.

Asri et al. (2015) explicam que após a identificação das barreiras a estratégia correta para a implantação do LC pode ser desenvolvida de forma mais segura.

Diante dos fatos mencionados, a identificação e ordenamento das barreiras contribui para a elaboração adequada das diretrizes, através de uma estratégia embasada nos obstáculos encontrados, auxiliando pesquisadores, profissionais e empresas do setor de urbanização a focarem sua atenção e recursos em questões realmente necessárias que levem a implantação e sustentação dos conceitos do *Lean Construction*.

1.6 Classificação Metodológica

O método empregado será o estudo de caso e modelagem, tendo como procedimento para a coleta de dados uma entrevista com os gestores de três empresas do setor de urbanização. É importante salientar que as empresas não aplicam o LC .

Por meio da utilização do método multicritério de tomada de decisão AHP foram ranqueadas as principais barreiras que impedem o avanço do LC dentro do setor, além da medição do conhecimento da filosofia LC e seus benefícios, através de um formulário com vinte e seis questões. O estudo é de natureza aplicada, objetivo descritivo e exploratório, abordagem qualitativa e quantitativa e temporalidade transversal.

1.7 Estrutura do trabalho

Este trabalho foi organizado em cinco seções, com os seguintes temas:

Na seção 1, apresenta-se a introdução: a contextualização da temática, a problemática, questão da pesquisa, objetivos, delimitação do universo, enquadramento metodológico da pesquisa, justificativas e estrutura do trabalho.

Na seção 2, define-se e relaciona-se a fundamentação teórica do tema abordado.

Na seção 3, expõe-se a metodologia utilizada na pesquisa e as estratégias adotadas.

Na seção 4, apresenta-se os resultados obtidos com a pesquisa e as análises realizadas.

Na seção 5, demonstra-se as conclusões e as considerações finais.

Por fim, apresenta-se as referências bibliográficas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção trata da revisão da literatura sobre a descrição do setor de urbanização e construção, *Lean Production*, *Lean Construction*, as barreiras para implantação da filosofia e o método AHP, demonstrando o que vem sendo pesquisado sobre os temas, apresentando sua origem os conceitos e princípios.

2.1 Descrição dos setores de urbanização, incorporação e construção

De acordo com o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura (2019), a urbanizadora é uma empresa que auxilia na criação de novos bairros e expansão das cidades. Para a urbanização de novas áreas, desenvolve o parcelamento do solo, estudos de impactos de vizinhança, projetos de loteamentos e condomínios e etapas de licenciamento dos empreendimentos, envolvendo diversos profissionais até chegar à instalação dos projetos e iniciar o processo de execução das obras. Na maioria dos casos atua também como incorporadora, pois providencia a documentação jurídica, formalizando e legalizando o empreendimento com a entrega de inúmeros documentos ao Cartório de Registro de Imóveis (título de propriedade do terreno, certidões negativas, negativa de protestos, histórico vintenário, projeto arquitetônico, ART /RRT, alvará de construção, memorial de incorporação, entre outros).

Já a construtora é responsável pela execução física das obras, contratação de mão-de-obra, locação de máquinas, equipamentos e métodos construtivos, garantindo assim a qualidade do produto e o escopo contratado. Também certifica-se do cumprimento dos prazos dentro do cronograma acordado, acompanhando todo o processo para evitar o surgimento dos vícios construtivos, após a ocupação e utilização dos imóveis.

No quadro 1 pode-se observar as características resumidas de cada segmento.

Quadro 1 – Resumo das características de cada segmento.

Quadro resumo		
Urbanizadora	Incorporadora	Construtora
Auxilia na criação de novos bairros e na expansão das cidades; Realiza estudos ambientais acerca dos empreendimentos. Participa de etapas de licenciamento realizando estudos com arquitetos, biólogos, geólogos, topógrafos e engenheiros.	Responsável pelo projeto e pela documentação jurídica; Formaliza junto ao registro de imóveis o empreendimento.	Responsável por executar as obras do projeto incorporado; Realiza todas as etapas da execução física do empreendimento (projeto de engenharia, contratação de mão de obra, locação de equipamentos, etc).

Fonte: adaptado do Jusbrasil (2019).

Algumas urbanizadoras têm assumido o papel de construtoras, responsabilizam-se pela execução de seus empreendimentos, por conseguinte é de extrema importância a introdução de novas filosofias de gestão. Nesse sentido, o *Lean Construction* pode colaborar para minimizar os riscos dentro do negócio.

2.2 Lean Production

A origem do termo *Lean* (enxuto) surgiu após uma reunião entre Jim Womack e sua equipe de alunos, professores e convidados no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) em 1990. Os pesquisadores precisavam definir um nome para o novo modelo de gestão adotado por algumas fábricas que as diferenciavam das demais em produtividade e qualidade. Após o líder do grupo Womack indagar sua equipe sobre qual palavra se identificaria ou representaria melhor essa mudança, John Krafcik sugeriu o termo *Lean*, pois justificou que além da fala ser simples, o que agradava os gestores das companhias, ao mesmo tempo soava forte, sendo aderente a nova mentalidade em utilizar menores quantidades de tudo em comparação a produção em massa, como: metade do esforço humano, menos espaço físico, metade do investimento em capital, menor tempo, metade de horas de planejamento além de bem menos estoques nas fábricas (WOMACK; JONES, 2013).

Para Picchi (2003), o *Lean Thinking* (pensamento enxuto), fundamenta-se nos alicerces do Sistema Toyota de Produção. Tendo como base a absoluta eliminação de desperdícios

(OHNO, 1997). Buscando sempre a maximização de ganhos, melhoria da flexibilidade, aumento de produtividade e produtos de qualidade (FÜHR, 2013).

De acordo com Ohno (1997), a verdadeira melhoria surge quando produzimos com zero desperdício, utilizando apenas o que for necessário para alcançar a máxima produtividade com a quantidade mínima da força de trabalho. Para isso, o autor descreve que o primeiro passo do Sistema Toyota de Produção (STP) é identificar e eliminar os desperdícios dentro dos processos.

Por entender o quão complexo podem ser as atividades produtivas, Ohno (1997) propôs categorizar os desperdícios em sete perdas que ocorrem dentro dos processos, sendo:

Desperdício de superprodução: é a perda de se produzir antecipadamente à demanda como também por se produzir em quantidades além do volume programado.

Desperdício de Transporte: a movimentação e o transporte de materiais são atividades necessárias dentro de uma organização, porém não agregam valor ao produto, sendo consideradas desperdício quando ocorrem sem necessidade.

Desperdício por espera: refere-se ao material parado, aguardando liberação para ser processado. Pode ser um lote inteiro, ou elementos do grupo aguardando a finalização completa do processo.

Desperdício de processamento: consiste nas perdas com atividades desnecessárias, ou seja, produtos ou serviços que poderiam ser eliminados sem fazer falta no processo.

Desperdício de fabricação de produtos defeituoso: consiste quando o produto não atinge as especificações de qualidade necessárias. Quando se produz certo pela primeira vez evita-se retrabalhos, que resultam perdas de materiais, tempo, mão de obra, equipamentos, além da movimentação e transporte e destinação de produtos defeituosos.

Desperdício de Estoques: essa perda atua fortemente nos demais desperdícios, pois esconde vários outros problemas da produção, dificultando a identificação dos mesmos, além do mais evidente que é o custo financeiro de capital para manter estoques parados.

Desperdício por movimentação: são perdas referentes a movimentos sem necessidade. Realizadas nas mais variadas operações do processo, consequência da relação entre o operador, ferramentas, máquina e a matéria prima, consumindo tempo sem produzir valor.

Womack e Jones (1998) definem o pensamento enxuto como uma forma eficiente de executar algo, atingir a qualidade com o menor uso possível de recursos, como: metade do esforço de mão de obra, metade do espaço físico, metade do tempo, metade do investimento

em equipamentos e ferramentas, metade das horas de planejamento, tendo como foco principal as necessidades dos clientes.

Segundo Saurin et al. (2008), os princípios que determinam a fundação de um sistema são as leis que devem ser seguidas por um processo produtivo. Dessa forma, Womack et al. (1990), para disseminar e facilitar a compreensão do pensamento enxuto pelo mundo, apresentaram cinco princípios básicos, são eles: criar valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada e perfeição.

Criar Valor: o valor deve ser especificado pelas necessidades dos clientes, quando as empresas compreendem esses reais anseios, conseguem valorizar seus produtos, garantindo seu sucesso no negócio.

Fluxo de valor: conjunto de todas as atividades necessárias para a produção de um bem ou serviço. Possibilita que os gestores acompanhem todo o fluxo desde a solicitação do pedido ao recebimento da matéria prima, sua transformação até a entrega final ao cliente final. Nessa etapa todos os possíveis desperdícios devem ser eliminados.

Fluxo: o uso de um fluxo contínuo possibilita produzir em compatibilidade com o ritmo da demanda, proporciona uma visão única de todas as atividades, o que resulta em redução de custos, duração de ciclos e de recursos necessários.

Produção puxada: proceder com a entrega no momento que o cliente necessitar do produto, entende-se pelo oposto da produção empurrada, que resulta em elevados estoques. Na produção puxada elimina-se a produção em excesso, aumentando com isso a eficiência do processo.

Procura da perfeição: considerando os quatro primeiros princípios como um ciclo é necessário para melhorar continuamente os processos, é necessário criar um círculo contínuo de criação de valor e eliminação de desperdício.

2.3 Lean Construction

A Construção Enxuta é uma filosofia relativamente nova, surgiu no início dos anos 1990, com a publicação do trabalho “*Application of the new production philosophy in the construction industry*” por Koskela em 1992. Nesse trabalho o autor provoca os pesquisadores, alunos e profissionais de construção a repensarem seus paradigmas de gestão, através da integração das técnicas e ferramentas desenvolvidas no STP. Logo após a publicação do relatório técnico de Koskela os professores e pesquisadores Greg Howel e Glenn Ballard em

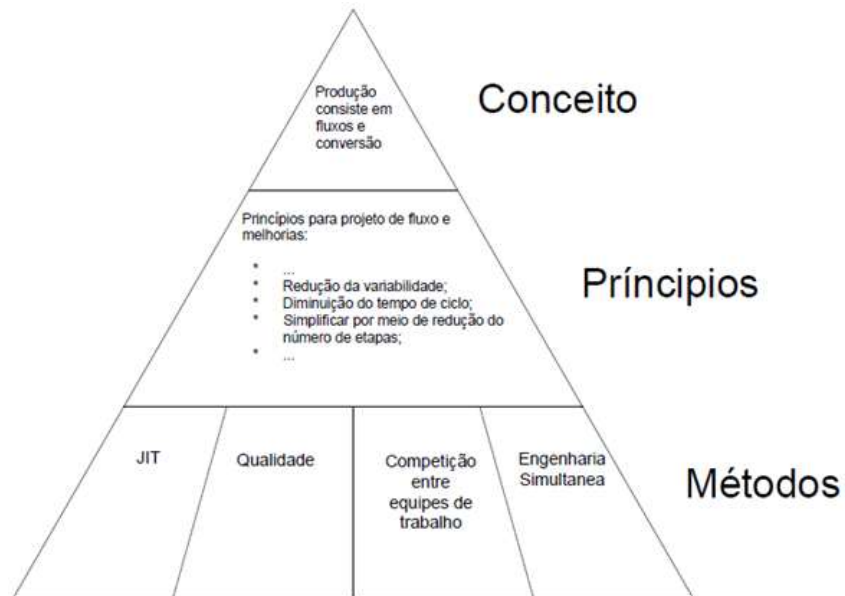
1994 criaram o *International Group for Lean Construction* – IGLC que anualmente se reúne para discutir os avanços desse novo sistema de gestão, através da apresentação de estudos de autores de diferentes partes do mundo, no qual são abordados diversos aspectos do *Lean Construction* (FORMOSO, 2002).

Koskela (1992) definiu a filosofia como um fluxo de materiais, desde a matéria prima até o produto final, no qual a produção consiste em atividades de conversão e atividades de fluxos, onde as atividades de conversão são aquelas que agregam valor ao produto e as de fluxos não.

Formoso (2002) explica que a diferença é apenas conceitual entre a forma tradicional de produção e a Construção Enxuta. Um novo entendimento é necessário para quebrar o padrão tradicional que existe dentro do setor, deve-se excluir o conceito de que edificar é apenas resultado de conversão de material em produto. A mudança conceitual mais importante trazida pelo *Lean Construction* é a nova forma de se compreender os processos produtivos (KOSKELA, 1992).

Para Koskela (1997), o entendimento da nova filosofia de produção avançou através de três etapas: conceito, princípios e métodos, conforme ilustrado na figura 2. O conceito da filosofia está na observação dos dois fatores que existem em qualquer sistema de produção, as atividades de conversão e fluxos, todas as atividades envolvidas na produção consomem recursos e tempo, porém apenas as conversões agregam valor ao produto, dessa forma devem se tornar cada vez mais eficientes, enquanto os fluxos devem ser reduzidos ou extintos do processo. Os princípios são universais, pois se aplicam em qualquer fase ou processo, com crescente evolução através de experiências vivenciadas dentro do meio produtivo, com aplicação em todas etapas do projeto, desde a concepção, no controle até a entrega ao cliente, contribuindo tanto para melhorias como também na identificação de problemas dentro dos processos.

Figura 2 – Diferentes níveis da *Lean Construction*.

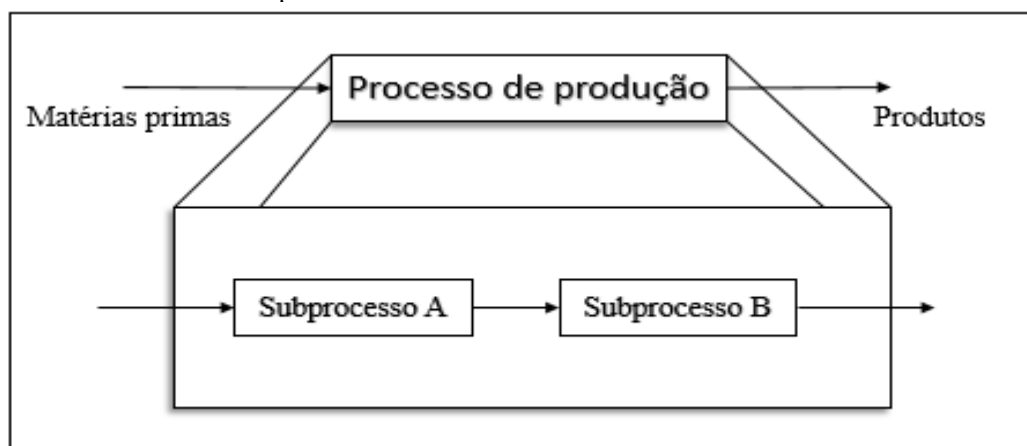


Fonte: traduzido e adaptado de Koskela (1997).

Segundo Koskela (1992), o processo de produção tradicional, conforme ilustrado pela figura 3, consiste em atividades de conversão de matérias-primas em produtos, constituindo o denominado modelo de conversão o qual define como :

- Processo de produção é a conversão de entradas em saídas;
- Processo de conversão pode ser dividido em sub-processos que também são processos de conversão;
- A minimização dos custos de cada sub-processo pode minimizar o custo total do processo;
- Valor de saída do processo está associado com o valor de entrada do processo.

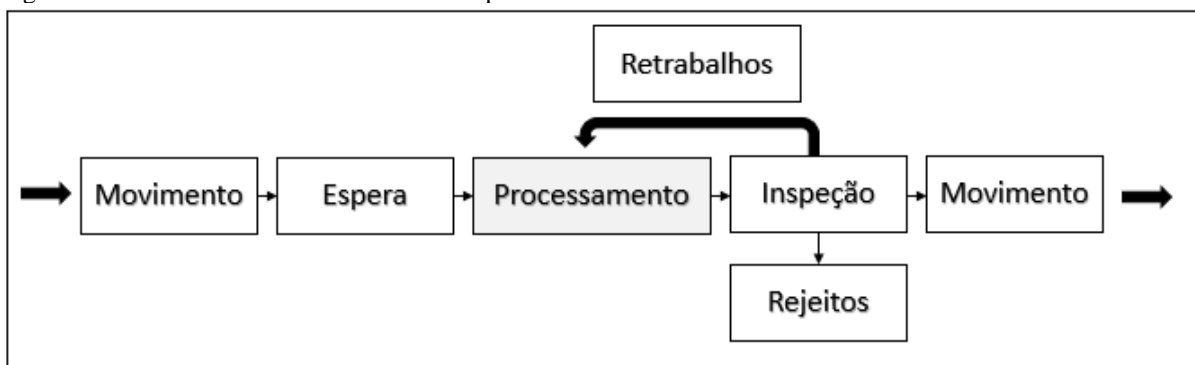
Figura 3 – Modelo tradicional de processo de fluxo de materiais.



Fonte: traduzido e adaptado de Koskela (1992)

Koskela (1992) ainda conceitua a filosofia da construção enxuta como um fluxo de materiais e/ou informações desde a matéria-prima até o produto acabado, conforme demonstrado na figura 4, com atividades de conversão e fluxos. Sendo os fluxos as atividades que não agregam valor dentro do processo, como: movimento, espera e inspeção e as atividades que agregam valor à conversão. Como todas as atividades consomem recursos e tempo, as atividades de fluxo devem ser reduzidas ou eliminadas à medida que as atividades de conversão devem melhorar sua eficiência. Os processos podem ser caracterizados por tempo, custo e valor, sendo que o valor representa o atendimento aos requisitos dos clientes.

Figura 4 – Modelo do *Lean Construction* de processo de fluxo de materiais.



Fonte: traduzido e adaptado de Koskela (1992)

2.3.1 Princípios da construção enxuta

Koskela (1992) apresenta um conjunto de onze princípios, para facilitar a compreensão da filosofia e nortear a eliminação dos desperdícios existentes dentro do setor da construção civil:

Reduzir a parcela das atividades que não agregam valor: segundo Formoso (2002), este é um dos princípios fundamentais do *Lean Construction*. Todo processo é composto por atividades que agregam valor e as que não agregam, as melhorias devem ocorrer tanto na eficiência dos processos que agregam, como também as atividades que não agregam valor ao cliente, com o foco em reduzir ou eliminar as atividades de fluxo que não agregam valor algum, consideradas desperdícios.

Aumentar o valor do produto considerando as necessidades dos clientes: este é outro princípio fundamental, conforme mencionado por Koskela (1992), pois está associado ao conceito de geração de valor. Este princípio define o que deve ser identificado de acordo com

as necessidades interna e externa dos clientes, tais informações devem ser incorporadas desde a concepção do projeto, gestão da produção e no processamento do produto.

Reduzir a variabilidade: existem vários tipos de variabilidade dentro dos processos de produção, variação de matéria prima, processos em si e em demandas. Sendo de matéria prima: produtos desuniformes tanto em tamanho como características, podendo ser eliminada ou reduzida mais facilmente que as demais, a de processos: refere-se ao processo de execução, tempo de ciclo produtivo, porém a mais complexa é a de demanda: pois representa as necessidades e desejos dos clientes e disponibilidade de capital financeiro.

Existem diferentes ferramentas para encontrar e eliminar suas causas, como: controle estatísticos, mapas de fluxo e *poka-yoke* (SHINGO, 1986).

Redução do tempo de ciclo: Formoso (2002) define como a soma de todos os tempos necessários para produzir um determinado produto. Tempo para concluir cada etapa de movimentação, espera, processamento e inspeção, até a conclusão do ciclo produtivo. Esse princípio está diretamente ligado a necessidade de se reduzir as atividades de fluxos que não agregam valor ao produto, além de outras vantagens, como: rapidez para a entrega ao cliente, facilidade na gestão de processos, aumento do efeito aprendizagem, estimativa de demandas futuras mais precisas, diminuição da vulnerabilidade do sistema de produção em relação a mudanças de demanda.

Simplificar por meio da redução do número de etapas: quanto maior o número de partes ou estágios dentro de um processo, o mesmo estará mais propenso a atividades que não agregam valor (FORMOSO, 2002). A simplificação do processo pode partir da racionalização de sistemas construtivos, com redução de componentes de um produto e a redução de passos em um fluxo de material e informações. Quando aplicado em conjunto com o princípio da simplificação, ocorre o aumento da flexibilidade, mesmo parecendo contraditório (KOSKELA, 1992).

Aumentar a flexibilidade de saída: segundo Koskela (1992), este princípio está diretamente correlacionado a geração de valor, com esse método, é possível modificar características de produtos a serem entregues aos clientes, sem causar aumentos significativos de custos de produção, como exemplo: redução do tamanho de lotes, métodos construtivos que facilitem a flexibilidade.

Aumentar a transparência do processo: Formoso (2002) explica que melhorias na transparência dos processos melhora a visibilidade facilitando a identificação de erros dentro

do sistema de produção, esse princípio possibilita o envolvimento da mão de obra resultando em motivação para a melhoria do sistema. Koskela (1992) cita algumas ferramentas facilitam a transparência dos processos, como a utilização do 5S e de controles visuais.

Foco no controle do processo completo: os esforços de melhoria devem ser direcionados para o controle total do processo, não individual. É de extrema importância a mudança no comportamento das equipes de produção, pois precisam entender o processo como um todo, além da produção. Para Koskela (1992), a relação cooperativa com os fornecedores a longo prazo e autonomia das equipes facilitam o controle global do processo.

Introduzir melhoria contínua no processo: para Koskela (1992), o esforço para reduzir os desperdícios e agregar valor deve ser contínuo com a participação de todos os envolvidos no processo. Alguns métodos colaboram para atingir a melhoria contínua dentro das organizações, como a gestão participativa, premiação pelo cumprimento de metas, medição e monitoramento da melhoria, entre outros.

Balanceamento da melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões: Koskela (1992) explica que as melhorias de fluxo e conversão estão relacionadas entre si, pois melhorias ocorridas dentro dos fluxos resultam em menores capacidades de conversão, conseqüentemente menores investimentos em tecnologias. Dessa forma a prioridade deve ser nas melhorias de fluxos, pelo pouco investimento inicial, porém com um prazo mais longo para se sentir as melhorias em relação a conversão, já que para alcançar melhorias dentro do processamento é necessário investimento em novas tecnologias.

Benchmarking: para Costa et al. (2005), o benchmarking é um processo de aprendizagem a partir da observação de procedimentos adotados por outras empresas, geralmente líderes em seu segmento. Promovendo a análise e o aprimoramento se for necessário de suas boas práticas, criando novas oportunidades de melhorias dentro da empresa.

Lorenzon (2008) explica que alguns princípios do LC possuem objetivos semelhantes, como os três princípios a seguir que buscam identificar, reduzir ou eliminar os desperdícios dentro dos sistemas de produção, são eles: “Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor”, “Reduzir o tempo de ciclo” e “Simplificar através da redução do número de etapas”. Os princípios que buscam suprir os desejos dos clientes são: “aumentar o valor do produto considerando as necessidades dos clientes” e “aumentar a flexibilidade de saída”. Em relação a fatores de qualidade, podem ser considerados no princípio “reduzir a variabilidade”. E de

acordo com a gestão de prazos dentro dos processos, considera-se o princípio “Reduzir tempo de ciclo”.

2.3.2 Ferramentas da construção enxuta

Para atingir os objetivos da filosofia *Lean Construction* é fundamental a utilização de diferentes métodos que foram desenvolvidos ao longo do tempo, contribuindo desde a implantação, controle dos processos, envolvimento da mão da obra e no próprio produto. Conforme já demonstrado por diversos estudos, os benefícios são inúmeros dentro das organizações, a seguir algumas ferramentas.











2.3.2.1 Mapa de Fluxo de Valor

O Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) ou *Value Stream Mapping* (VSM), possibilita a visualização e compreensão do fluxo de materiais e informações através da visão global do processo produtivo, ou seja, o MFV permite entender todas as etapas (agregando valor ou não), do fluxo de valor desde sua matéria prima até o cliente final e com isso desenvolver o mapa futuro ideal do sistema, agregando ao processo a melhoria contínua, como também a identificação e eliminação de desperdícios dentro do sistema, sendo uma grande ferramenta para a estruturação do LC dentro dos canteiros (ROTHER; SHOOK, 2003).

Para facilitar sua implantação Rother e Shook (2003) desenvolveram um roteiro prático com uma sequência lógica de etapas, composta por quatro fases básicas: seleção de uma família de produtos, mapeamento do estado atual, mapeamento do estado futuro e por fim plano de trabalho e implementação.

Para representar os processos produtivos o MFV utiliza símbolos conforme ilustrados na figura 5, onde cada desenho representa uma etapa do sistema desde a aquisição da matéria prima até a entrega do produto para o cliente, no qual o mapa de estado atual representa uma fotografia da situação atual do fluxo e o mapa de estado futuro as oportunidades de melhorias destacando e eliminando os desperdícios identificadas através do mapa de estado atual (LÉXICO LEAN, 2003).

Figura 5 – Símbolos para elaboração do MFV.

Ícone	Nome	Ícone	Nome
	Caixa de processo		Supermercado (processo “puxado”)
	Caixa de dados		FIFO (processo “puxado”)
	Processo “empurrado”		Comunicação convencional.
	Estoque		Comunicação por meio eletrônico
	Planta ou fábrica		Caixa do PCP e MRP

Fonte: traduzido e adaptado de Léxico *Lean* (2003)

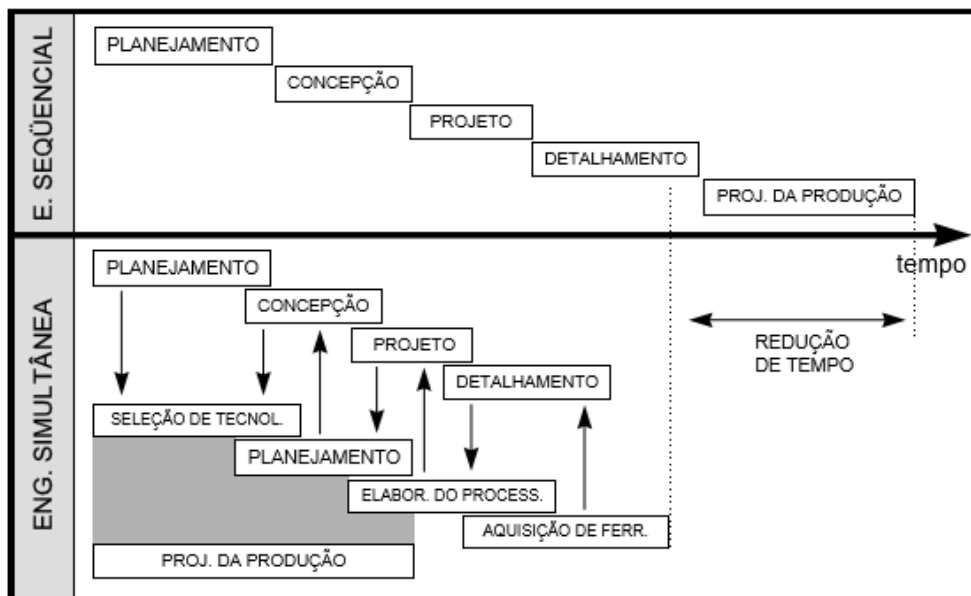
2.3.2.2 Engenharia simultânea

No ano de 1986 o *Defense Advanced Research Project Agency* DARPA, iniciou seus estudos com intuito de melhorar o grau de paralelismo dentro dos processos de desenvolvimento dos produtos, batizando a mesma após dois anos como Engenharia Simultânea (HARTLEY, 1998).

Para Melles (1997), as organiza es precisam se adaptar aos curtos ciclos de vida de seus produtos, fruto da rápida evolu o das tecnologias. Nesse contexto, a engenharia simultânea   uma ferramenta de extrema importância para a melhoria da eficiência dos processos produtivos, pois através da intera o e sincronia com membros de equipes multidisciplinares, tanto de projetos como execu o, ocorre a melhoria da comunica o entre os setores, possibilitando a previsão com antecedência de certos impactos negativos durante a concep o e execu o dos produtos, reduzindo o período de desenvolvimento dos mesmos, permitindo novos lançamentos em menor tempo, a diminui o significativa dos desperdícios, aumento da qualidade, entre outros. O autor explica também que a incorpora o da pesquisa de mercado na engenharia simultânea colabora para se atingir as verdadeiras necessidades dos clientes.

Hartley (1998) descreve que a gestão tradicional do projeto possibilita que os problemas mais complexos e suas incompatibilidades sejam transferidos para fases seguintes, podendo, com isso, resultar em retrabalhos e custos não programados para o projeto. A figura 6 compara as interferências das fases de desenvolvimento de um produto na forma tradicional com a engenharia simultânea, evidenciando o ganho de tempo no desenvolvimento de novos produtos e a influência no processo com a utilização da ferramenta.

Figura 6 – Engenharia tradicional X Engenharia Simultânea.



Fonte: Traduzido e adaptado de Weck et al. (1991) apud Takahashi (1996)

2.3.2.3 *Just in time e kanban*

Ohno (1997) define o *Just in time* (JIT) como um dos pilares do Sistema Toyota de Produção (STP), no qual se produz somente os itens necessários, no momento certo, na quantidade necessária. Com isso, chegar ao estoque zero. Ghinato (1995) explica que o JIT é somente o caminho para se alcançar o verdadeiro objetivo do STP de maximizar os lucros através da completa eliminação dos desperdícios.

Para Corrêa e Giansi (2009) o JIT é formado de práticas gerenciais que podem ser aplicadas em qualquer setor ou lugar do mundo, para traduzir os aspectos da filosofia algumas expressões são geralmente usadas, como: produção sem estoques, eliminação de desperdícios, manufatura de fluxo contínuo, esforço contínuo na resolução de problemas. O mesmo autor descreve que os objetivos fundamentais do sistema JIT são a flexibilidade e a qualidade, ou

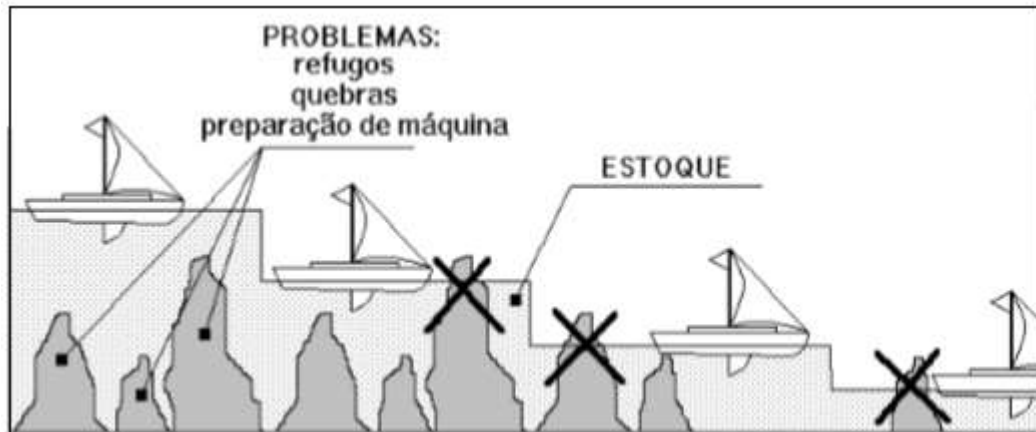
seja, a busca pela melhoria contínua dentro do processo, através da eliminação ou redução dos estoques e desperdícios que mascaram os desvios dentro das etapas produtivas.

Corrêa e Gianesi (2009) explica que o estoque tem sido utilizado para tentar manter a continuidade dos processos produtivos, perante alguns problemas de produção classificados como:

- Problemas de qualidade: quando ocorre algum problema de qualidade em um determinado estágio do processo, o estoque permite a continuidade sem interrupção.
- Problema de quebra de máquina: quando um equipamento quebra o processo seguinte que depende de sua produção paralisa suas atividades até que ocorra o conserto, porém com o estoque entre as duas etapas o fluxo segue normalmente.
- Problemas de preparação de máquinas: quando uma máquina processa mais de um item, é necessário paralisar sua operação para fazer a troca de uma peça ou componente. Essa preparação representa diferentes custos ao processo, mão de obra ociosa, equipamento inoperante, falta de produção entre outros, com os estoques intermediários, o processo seguinte continua e esses custos são camuflados, não chamando a atenção para melhoria do processo.

A produção puxada é a principal característica da filosofia JIT, ou seja, só se solicita o material se realmente existir demanda. Observa-se na figura 7, quando se reduzem os estoques os problemas ficam visíveis e fáceis de serem eliminados, e com esta prática o JIT alcança os melhores índices de qualidade, confiabilidade e flexibilidade, principalmente através da redução dos tempos de paralisação de equipamentos, permitindo um fluxo suave e contínuo da produção com lotes menores e mais adequados à demanda do mercado (CORRÊA; GIANESI, 2009).

Figura 7 – Reduzindo os estoques para expor os problemas do processo.

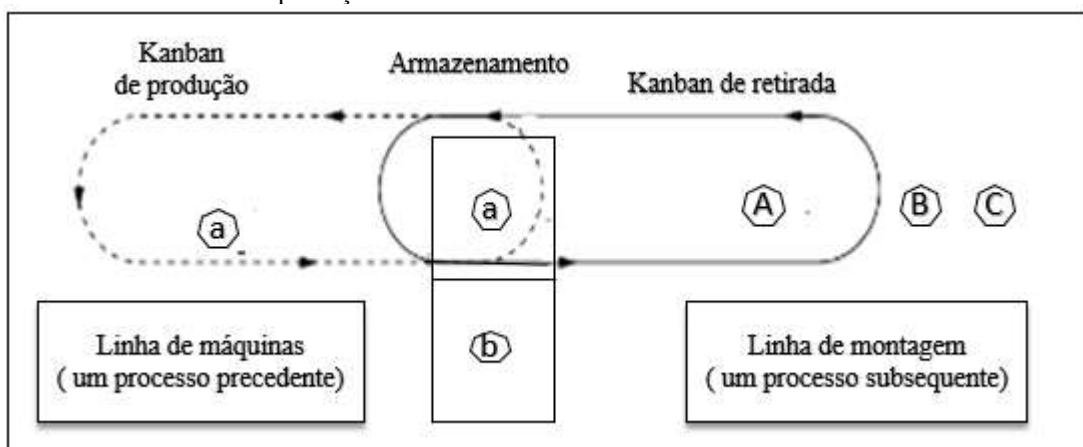


Fonte: Corrêa; Giansesi (2009)

De acordo com Corrêa e Giansesi (2009), o kanban é um termo japonês que significa cartão. Esse dispositivo sinaliza e coordena a produção ou retirada de produtos na quantidade e no tempo necessário de acordo com a demanda. Monden (2015) descreve o kanban como uma ferramenta de Controle, com a função de puxar a produção, necessária para a implantação do *Just in time*, assim os cartões simbolizam a necessidade de insumos para produzir um determinado produto.

Monden (2015) explica que no sistema kanban a quantidade e o tipo das unidades necessárias são escritas num cartão, podendo ser colocado em um envelope retangular, no qual dois tipos são mais utilizados, o kanban de retirada que detalha a quantidade que o sistema subsequente deve consumir e o kanban de produção que define a quantidade que o processo anterior precisa produzir, conforme ilustrado na figura 8.

Figura 8 – Fluxo de cartões de produção e retirada.



Fonte: Monden (2015)

2.3.2.4 5S

O programa 5S é uma ferramenta utilizada para organizar e melhorar o ambiente de trabalho, como também oferecer a conscientização e o envolvimento dos participantes para um melhor desempenho de suas tarefas. Seus conceitos devem ser praticados e entendidos por todos os níveis hierárquicos, com o objetivo de buscar a qualidade, evitar os desperdícios, garantindo um ambiente de trabalho saudável para todos os envolvidos (OSADA, 1992).

Godoy et al. (2001) observa a importância do desenvolvimento das pessoas no processo, pois pessoas motivadas, treinadas e envolvidas tornam suas atividades mais eficientes, potencializando a melhoria da qualidade, refletindo nos serviços prestados aos clientes.

A sigla 5S é origem das cinco palavras japonesas abaixo, que significam (SANTOS et al., 2006):

Seiri (senso de utilidade): Consiste em separar o material essencial do material desnecessário, com a eliminação do material que não for útil. O seiri é o primeiro passo a ser dado no programa, com vários benefícios após sua implantação, como: aprimora o controle de estoque, facilidade de limpeza, redução dos custos, aumento do espaço no local de trabalho entre outros benefícios;

Seiton (senso de ordenação): Organizar e identificar os materiais, equipamentos, ferramentas por ordem de importância de forma apropriada para agilizar a localização pelos funcionários. Este senso tem o foco na organização pessoal e na definição dos critérios para disposição dos itens no estoque;

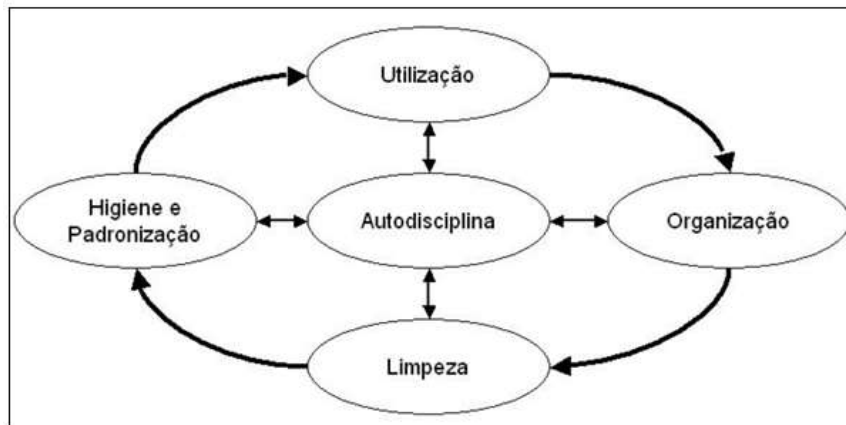
Seiso (senso de limpeza): seu propósito é manter o ambiente limpo, eliminando a sujeira e objetos estranhos dentro do ambiente de trabalho. Este senso não é apenas a ação de limpar, mas o ato de não sujar, com vários benefícios, tanto para as pessoas como para a empresa.

Seiketsu (senso de asseio): objetiva manter o ambiente de trabalho propício a higiene, saúde e integridade, criando condições favoráveis para saúde física e mental das pessoas, com foco no comportamento íntegro e de respeito. Este senso procura manter os três primeiros “Ss” de forma contínua e padronizada;

Shitsuke (autodisciplina): define-se pelo desenvolvimento mental, moral e físico através da educação e compromisso para incorporar o hábito de fazer as coisas corretas naturalmente. Criar bons hábitos é um processo de repetição e prática que deve ser integrado no dia a dia das pessoas para o cumprimento das normas e procedimentos necessários para o desenvolvimento da empresa.

Liker (2005) explica que o *shitsuke* (autodisciplina) é o senso mais desafiador dos cinco, uma vez que mantém os demais em funcionamento, pois seu foco está principalmente na educação, treinamento e motivação das pessoas, incentivando com isso a melhoria contínua dos processos e no ambiente de trabalho. Conforme pode-se observar na figura 9.

Figura 9 – Conexões entre os cinco sentidos.



Fonte: Lorenzon (2008)

2.3.2.5 *Poka-Yoke*

Poka-Yoke é uma palavra japonesa que significa a prova de erros, desenvolvida e implantada por Shingo, em 1961, na Toyota Motor Corporation.

Segundo Shingo (1996), o método *poka-yoke* pode ser utilizado de duas maneiras, para evitar que ocorram os erros ou corrigi-los dentro dos processos, o primeiro é o método de controle utilizado para interromper a produção até que a fonte causadora do problema seja corrigida, é muito eficaz, pois evita a continuidade de produtos defeituosos, já o segundo é o método de advertência, notifica o operador, com um aviso de alerta, que pode ser uma sirene ou um sinal visual, nesse método o processo produtivo pode continuar mesmo gerando defeitos, caso os operadores não identifiquem o aviso.

Conforme Shingo (1986), há três tipos de *Poka-Yoke* de controle:

- O método de contato: os defeitos são identificados em virtude da existência ou não de contato entre o dispositivo e alguma característica ligada à forma ou dimensão do produto;
- O método de conjunto: determina se um dado número de atividades previstas são executadas;

- O método das etapas: determina se o procedimento foi cumprido através de operações ou estágios pré-definidos.

A escolha correta entre os métodos depende de dois fatores: a frequência com que ocorrem os erros e o fato de ser corrigível ou não. Se os erros são frequentes e também complexos, o mais indicado para esses casos seria o método de controle, porém se a frequência é baixa e o erro pode ser corrigido com o processo em andamento pode ser utilizado o de advertência. Antes da escolha é importante avaliar o custo-benefício de cada método no processo, porém na maioria das vezes o *poka-yoke* de controle é o mais eficiente (SHINGO, 1986).

2.3.2.6 Last planner System

O *Last Planner System* (LPS), foi desenvolvido com base nos princípios do *Lean Construction*, o que explica sua melhor adaptação a filosofia em relação as demais ferramentas. Seu propósito é o planejamento e controle da produção, a partir da melhoria dos fluxos, através da redução das variabilidades, diminuição das incertezas nas operações, e melhoria da previsibilidade do planejamento (BALLARD, 1994; BALLARD; HOWELL, 1997; BALLARD; HOWELL, 1998; BALLARD; HOWELL, 2003).

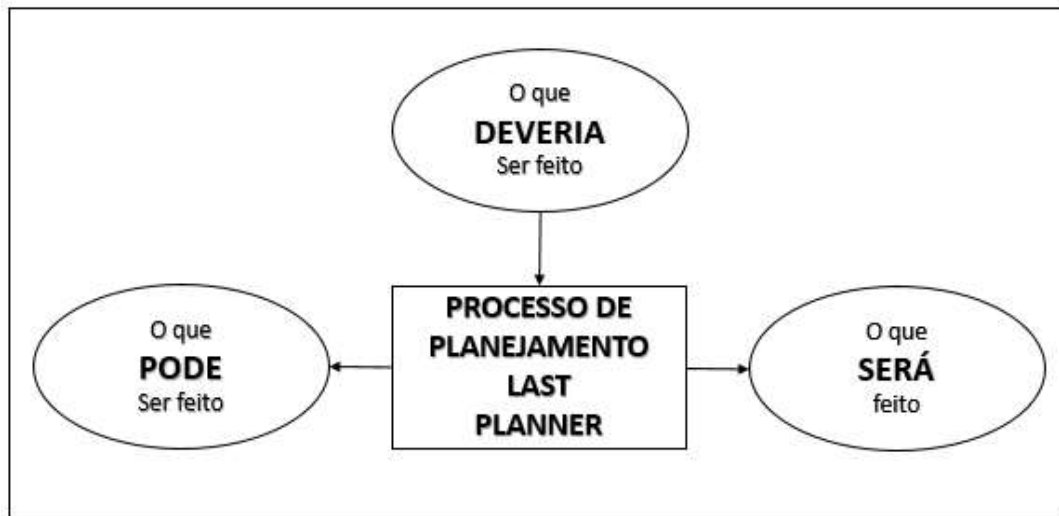
O conceito *Last Planner* significa trazer para o planejamento a curto prazo os que realmente executam as tarefas, para que através de suas experiências e conhecimento, possam contribuir para antecipar, identificar e remover barreiras potenciais, que poderiam acarretar em atrasos e desperdícios dentro dos processos executivos (BALLARD, 2000). Ballard e Howell (1998) complementam que o planejamento cooperativo em conjunto com as equipes operacionais, promovem o comprometimento das mesmas em atingir as metas e também minimizar os erros de planejamento.

Para atingir seus objetivos de melhoria da confiabilidade dos fluxos de trabalho, Ballard (1994) descreve que o LPS utiliza-se de um conjunto de procedimentos e regras, como podemos observar na figura 10, no qual transforma o que deve ser feito no que realmente pode ser feito, com os seguintes passos:

- Deveria: o último planejador (*Last Planner*) define o que deve ser realizado;
- Posso: Com a análise dos recursos disponíveis e nas informações, verifica-se o que pode ser realmente executado de acordo com o planejado;

- Será: Após superar as restrições é definido o que vai ser executado.

Figura 10 – Processo de planejamento *Last Planner*.

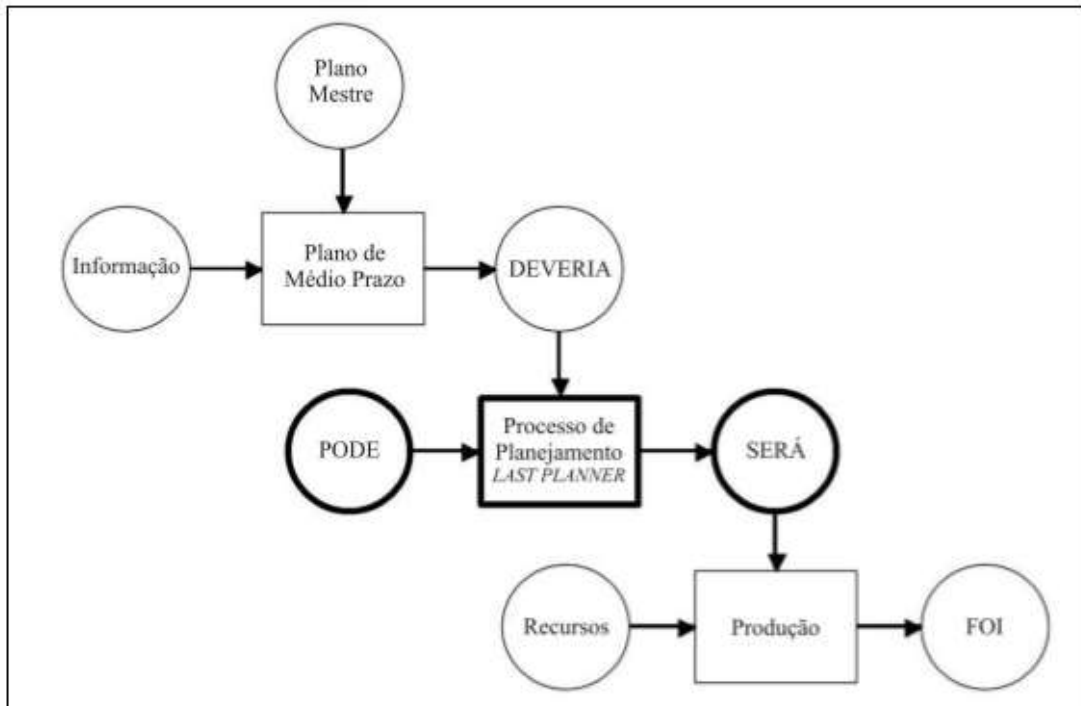


Fonte: traduzido e adaptado de Ballard (1994)

Para Ballard (2000), O LPS pode ser definido em três níveis hierárquicos de planejamento: planejamento mestre (longo prazo), planejamento *lookahead* (médio prazo) e planejamento de comprometimento (curto prazo). É dentro do planejamento a longo prazo que são definidos os objetivos globais do projeto, sem muito detalhamento do mesmo, nessa etapa são definidos os orçamentos, cronogramas, previsão de desembolsos como a entrega do empreendimento. No planejamento a médio prazo ocorre o controle dos fluxos de trabalho, sendo necessário desenvolver algumas funções importantes dentro desse nível, como criar uma sequência para o ritmo de trabalho, relacionar o fluxo a capacidade, subdividir as atividades mestre em planos operacionais, desenvolver métodos detalhados para execução e manter um acúmulo de tarefas disponíveis para execução, com um número maior de informações, se consegue tomar as decisões necessárias para execução de atividades programadas ou reprogramá-las caso não tenham sido executadas, servindo dessa forma, como um mecanismo de proteção da produção. Por fim o planejamento de curto prazo, onde são estabelecidos os compromissos para a execução das tarefas do planejamento mestre, através dos planos semanais de trabalho, com a orientação direta das equipes da obra com a definição do que deve ser executado (BALLARD, 2000).

A figura 11 nos mostra a sequência do *Last Planner* com as atividades a serem realizadas a partir do planejamento de longo prazo, passando pelo médio prazo e finalizando com o curto prazo.

Figura 11 – *Last Planner System*.



Fonte: traduzido e adaptado de Ballard (2000)

2.4 Barreiras da Construção enxuta

Cano et al. (2015) explica que para se implantar a filosofia LC em uma organização é recomendado compreender e antecipar certos obstáculos que podem impedir ou prejudicar uma adequada integração da metodologia dentro das empresas.

Johansen e Walter (2007) apresentam uma pesquisa com o objetivo de descobrir o grau de disseminação das técnicas LC e a compreensão de seus conceitos dentro da construção na Alemanha. Com o estudo, os autores descobriram um baixo avanço da filosofia dentro das empresas do setor, porém um ponto curioso foi um dos argumentos citados no trabalho, no qual um autor sugere que a eficácia do *lean* é maior em países emergentes, como exemplo Brasil e Chile, países com pouco avanço tecnológico, onde o foco da aplicação está na mão de obra, diferente de países desenvolvidos como Reino Unido, Holanda e Alemanha, países com melhor poder econômico voltados para tecnologia. Porém o autor explica que seria necessário verificar

melhor esse argumento, pois grandes melhorias foram alcançadas em países com altos investimentos em tecnologia como Estados Unidos, Austrália e Dinamarca.

A identificação das barreiras foi realizada em três fases: 1) levantamento bibliográfico; 2) caracterização e classificação das barreiras; 3) seleção das dez barreiras mais críticas com base nas experiências de implementação do LC em todo o mundo. Para isso, foram examinados 89 artigos científicos publicados entre 1999 e 2018, no qual se determinou as 127 barreiras mais críticas identificadas pelos autores em seus estudos em diferentes países. O próximo passo foi selecionar as dez barreiras para esse fim, foi organizado uma planilha Excel com todas as barreiras identificadas como mais críticas, pelos profissionais, pesquisadores e alunos que participaram dos estudos investigados, com isso elas foram fundidas e classificadas em dez principais barreiras para o estudo em questão, agrupando em 4 categorias mestras de acordo com sua representatividade, conforme pode ser observado no quadro 2, cujo o objetivo é mostrar possíveis lacunas na implantação do LC, tendo muita atenção para não confundir as barreiras com fatores críticos de sucesso da filosofia. A seguir são apresentadas as barreiras agrupadas em categorias mestras: fatores humanos, estrutura organizacional, externalidade e capital financeiro, de acordo com sua equivalência, como:

- **Fatores humanos:** relacionados com as pessoas envolvidas dentro do setor da construção. Considerando as barreiras: problemas culturais e comportamento humano; questões educacionais; resistência por parte dos funcionários.
- **Estrutura organizacional:** meios ou procedimentos necessários para atingir as metas organizacionais. Tendo como barreiras a fragmentação e subcontratação do setor; comprometimento da alta direção e gerência operacional; falta de conhecimento, compreensão e consciência do *lean*; aderência a conceitos tradicionais de gestão devido ao tempo e a pressão comercial.
- **Externalidades:** aspectos externos que impactam o projeto, como: dicotomia de projetos e execução; suprimentos: aquisições e contratos.
- **Capital financeiro:** recursos necessários para implantação da filosofia, identificado na barreira questões financeiras.

Quadro 2 – Seleção das barreiras e seus autores.

Categorias mestras	Barreiras da Construção Enxuta	Autores
Fatores humanos	Problemas culturais e comportamento humano	Howell e Ballard (1999); Olatunji (2008); Alinaitwe (2009); Abdullah et al. (2009); Sarhan et al. (2013); Khanh e kin (2013); Shang et al. (2014); Asri et al. (2015); Omran e abdulrahim (2015); Cano et al. (2015); Bajjou e Chafi (2018).
	Questões educacionais	Olatunji (2008); Mossman (2009); Alinaitwe (2009); Ayarkwa et al. (2012); Sarhan et al. (2013); Marhani et al. (2013); Omran e abdulrahim (2015); Asri et al. (2015); Bajjou e Chafi (2018).
	Resistência por parte dos funcionários	Ogunbiyi (2014); Shang et al. (2014); Asri et al. (2015); Cano et al. (2015); Tezel et al. (2018); Bajjou e Chafi (2018).
Estrutura organizacional	A fragmentação e subcontratação do setor	Olatunji (2008); Alinaitwe (2009); Sarhan et al. (2013); Khanh e kin (2013); Ogunbiyi (2014); Shang (2014); Bajjou e Chafi (2018).
	Comprometimento da alta direção e gerência operacional	Olatunji (2008); Alinaitwe (2009); Abdullah et al. (2009); Mossman (2009); Sarhan et al. (2013); Marhani et al. (2013); Shang et al. (2014); Ogunbiyi (2014); Tezel et al. (2018); Bajjou e Chafi (2018).
	Falta conhecimento, compreensão e consciência do Lean	Olatunji (2008); Alinaitwe (2009); Sarhan et al. (2013); Khanh e kin (2013); Shang et al. (2014); Ogunbiyi (2014); Cano et al. (2015); Bajjou e Chafi (2018).
	Aderência a conceitos tradicionais de gestão devido ao tempo e a pressão comercial	Abdullah et al. (2009); Mossman (2009); Sarhan et al. (2013); Ogunbiyi (2014); Shang et al. (2014); Tezel et al. (2018); Bajjou e Chafi (2018).
Externalidades	Dicotomia de projeto e execução	Alinaitwe (2009); Ayarkwa et al. (2012); Khanh e kin (2013); Sarhan et al. (2013); Shang et al. (2014); Cano et al. (2015).
	Suprimentos: aquisição e contratos	Mossman (2009); Alinaitwe (2009); Ayarkwa et al. (2012); Sarhan et al. (2013); Khanh e kin (2013); Shang et al. (2014); Ogunbiyi (2014); Cano et al. (2015).
Capital financeiro	Questões financeiras	Olatunji (2008); Alinaitwe (2009); Mossman (2009); Bashir et al. (2010); Sarhan et al. (2013); Marhani et al. (2013); Olamilokun (2015); Asri et al. (2015); Tezel et al. (2018); Bajjou e Chafi (2018).

Fonte: Próprio autor.

2.4.1 Problemas culturais e comportamento humano

Para Johansen e Walter (2007) e Cano et al. (2015) o aspecto cultural é um dos obstáculos mais influentes e impactantes a ser superado, devido à mudança de mentalidade necessária para se superar a resistência contra o novo sistema de produção. Howel (1999) descreve a cultura e a atitude humana como um dos principais fatores que afetam a implementação do LC, particularmente se forem negligenciados durante a fase de implementação prática. Nesse mesmo sentido Rooke et al. (2003) e Rooke et al. (2004) em suas pesquisas descrevem a importância de se entender a cultura de um setor antes da implantação de uma nova teoria, pois analisando a construção no Reino Unido, notou-se uma certa tendência por parte dos empreiteiros em garantir seus lucros, através de esforços em criar aditivos de contratos e não na melhoria de seus métodos construtivos, revelando-se um setor oportunista, propenso a conflitos e resistente à melhorias, indo no desencontro do foco *lean* em remover desperdícios, criar fluxos contínuos e melhorar o valor para o cliente. Jorgensen et al. (2004) reafirma esse descompasso também na construção da Dinamarca entre a intenção, procedimentos e cultura, chamando atenção para a importância do entendimento da cultura local, antes de se propor um processo de implantação de uma nova metodologia.

2.4.2 Suprimentos: aquisições e contratos

Sarhan (2011) explica que o formato de contratação tradicional prejudica a aplicação dos princípios *lean*, pois quando uma parte impõe poder sobre a outra, inibem as ações colaborativas entre as partes, gerando custos não previstos, considerados desperdícios dentro do processo (CULLEN et al., 2005). Outro ponto importante observado por Johansen e Walter (2007), é o acompanhamento e a integração entre os projetistas com os profissionais da execução durante a obra, pois essa relação colaborativa entre as equipes facilita a implantação das práticas *lean*.

2.4.3 Falta de conhecimento, compreensão e consciência do *Lean*

A compreensão da lógica da filosofia *lean* e seus princípios é essencial para o sucesso de sua implantação. Jorgensen et al. (2004) em seu estudo na Dinamarca constatou que os profissionais observados não compreenderam os conceitos *lean*, conforme o esperado pelo contratante. Ou seja, suas interpretações culturais distorcidas sobre a ferramenta, refletiram em uma ausência de cooperação, falta de interesse e de responsabilidade ignorando os

procedimentos, ao ponto de trapacearem durante a execução das tarefas criando relações informais de colaboração, influenciando negativamente no resultado do projeto. Essas relações informais são explicada por Rezende et al. (2011) como a ausência de uma cultura organizacional forte, pois o modo como as empresas lidam com seus funcionários, o grau de lealdade e autonomia e as percepções das lideranças e liderados refletem na mentalidade predominante dentro das empresas.

Olatunji (2008) analisando o setor da construção da Nigéria e Common et al. (2000) no Reino Unido, concluíram um baixo nível de consciência e conhecimento do LC pelas empresas, sendo proposto programas de treinamento para superar tal barreira. Pettersen (2009) argumenta que ainda há ausência de consenso sobre a definição de Produção Enxuta, o que causa confusão tanto para os pesquisadores como profissionais que atuam no setor, o que dificulta sua implantação pelas empresas. Dessa forma Alves et al. (2010), sugere que os pesquisadores trabalhem em conjunto com os profissionais para uma tradução mais clara dos conceitos da manufatura enxuta para a indústria da construção, de forma a disseminar o conhecimento de forma sistêmica tanto dos conceitos como os princípios e não apenas o uso de ferramentas como meio de implantação.

2.4.4 Dicotomia de projetos e execução:

Para Sarhan e Fox (2012), a etapa de projetos é estratégica para o sucesso da implantação do LC, uma vez que projetos incompletos, deficientes em detalhamento ou inexecutáveis, causam resíduos significativos durante a execução, como perda de tempo, custos não previstos e má qualidade de execução (AYARKWA et al., 2012; SHAMMAS-TOMA et al., 1998). Para Picchi (2003) o entendimento das principais características de um projeto *lean* ainda está em construção, sendo necessário mais pesquisas para completar suas lacunas. Na literatura são encontradas algumas ferramentas do *lean* adaptadas para a etapa de projetos como engenharia simultânea, gerenciamento do projeto como um fluxo puxado e times de especialistas com responsabilidade e autonomia ampliadas (PICCHI, 2003).

2.4.5 Comprometimento da alta direção e gerência operacional:

O apoio da alta direção tem um papel fundamental na implantação do *lean*. Os gestores a frente do processo devem possuir competências de liderança, resolução de problemas, habilidades de gestão, compromisso e atitudes em relação a mudança (RADNOR, 2010;

BHASIN, 2012). A alta direção deve se comprometer em fornecer o tempo necessário, capital e outros recursos para apoiar a cultura da transformação com sua participação ativa durante a implantação da filosofia enxuta (SHANG E PHENG, 2014; CANO et al., 2015). Para Alinaitwe (2009), a falta de liderança e compromisso dos gestores é um dos principais obstáculos na implantação do *lean*. Mossman (2009) acredita que esse problema está nos gerentes operacionais, devido à pouca experiência e formação, porém Bhasin (2012) lembra que para o sucesso da implantação, o treinamento dos profissionais envolvidos é fundamental e de extrema importância, e deve ser visto como investimento, pois influencia diretamente no tempo de implantação da filosofia.

2.4.6 Questões financeiras:

Bashir (2010) explica que para a implantação de metodologias inovadoras dentro das organizações como por exemplo a construção enxuta, são necessários investimentos de forma a garantir a sua aplicação efetiva. O investimento inicial serve para motivar os trabalhadores através de salários adequados, promoções e prêmios por mérito, programas de treinamento para o desenvolvimento das equipes, fornecimento de equipamentos e infraestrutura necessária, como também a contratação de profissionais especializados em *lean* para orientar os trabalhadores, gestores e prestadores de serviço durante a implantação do conceito *Lean Construction*. Entretanto o autor explica que a natureza dessa barreira pode variar entre os países. Através de estudos o autor constatou uma série de riscos que devem ser tratados com atenção pelas organizações, de forma a evitar o desestímulo com a filosofia, são elas: financiamento inadequado do projeto, os custos de implantação, falta de incentivos e motivação dos profissionais envolvidos, inflação e aversão ao risco por parte dos empreendedores.

2.4.7 Aderência a conceitos tradicionais de gestão devido ao tempo e a pressão comercial

Para Abdullah et al. (2009) ocorre uma certa disposição por parte das empresas de construção em empregar os conceitos da gestão tradicional ao contrário dos conceitos de produtividade e de iniciativas de gestão da qualidade, essa tendência prejudica diretamente a implantação do LC dentro das organizações.

2.4.8 A fragmentação e subcontratação do setor

Dulaimi e Tanamas (2001) definem a indústria da construção como altamente volátil, fragmentada e bastante sensível às mudanças econômicas. A fragmentação do setor quebra os fluxos, criando desperdícios ao longo dos processos, o que exige a necessidade de se criar parcerias entre os fornecedores. Para Mossman (2009), esses obstáculos prejudicam tanto a colaboração como também a aprendizagem entre os envolvidos. Porém a subcontratação é uma estratégia adotada pelas empresas para baixar seus custos com mão de obra, visto que manter equipes em momentos de crise drena o capital das empresas, porém as organizações tentam preservar pelo menos os melhores profissionais para garantir a qualidade de suas obras (DULAIMI; TANAMAS, 2001). Abdullah et al. (2009) salienta que uma comunicação eficaz pode minimizar as influências negativas provocadas pela subcontratação e a fragmentação sobre os projetos.

2.4.9 Questões educacionais

Sarhan e Fox (2013) após análises em diversos estudos, descreveram as barreiras educacionais como: falta de competência técnica, formação inadequada, má compreensão e consciência, pouca habilidade para trabalhar em equipe, analfabetismo, pouco conhecimento em computação, ignorância, entre outros.

Para Dulaimi e Tanamas (2001), a pouca escolaridade dos profissionais dificultam a execução de certas tarefas dentro dos canteiros, na interpretação de projetos, pouca habilidade o que prejudica a qualidade dos serviços, a falta de conhecimento para entender os fluxos de valor exigindo com isso, o envolvimento de um número maior de supervisores.

Bashir et al. (2010) explica que para minimizar as consequências provocadas pela falta de conhecimento alguns países possuem órgãos como os institutos de construção enxuta com programas de implantação do *lean* para empresas com o objetivo de fornecer a conscientização, orientação e conhecimento para as equipes. No entanto apesar de inúmeros trabalhos científicos sobre o assunto a educação é uma das barreiras mais comuns de se encontrar na implantação do pensamento enxuto.

2.4.10 Resistência por parte dos funcionários

Para Cunha (2017), a resistência à mudança existe, sendo um sentimento normal entre os trabalhadores, pois toda a mudança exige abrir mão de algo e o desconhecido geralmente

assusta, uma vez que as pessoas são removidas de suas zonas de conforto, são provocadas a algo novo. Porém quando as empresas planejam suas mudanças com antecedência associado a uma boa comunicação elas minimizam esse sentimento, diminuindo sua resistência inicial. Para Megginson et al. (1998), o processo de mudanças deve ser tratado como hábito normal e rotineiro dentro das empresas, com o propósito sempre de se buscar a melhoria contínua de seus processos, métodos e a evolução dos funcionários.

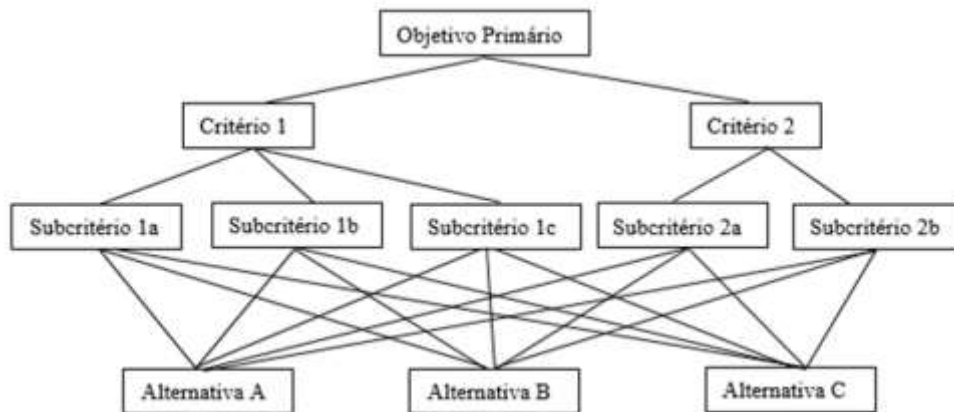
Robbins et al. (2010) descreve oito iniciativas para se superar a resistência a mudança dentro das organizações, sendo: utilizar uma boa comunicação com os funcionários, participação de todos os envolvidos, apoio e comprometimento dos gestores e funcionários, desenvolvimento de relações de confiança pelos gestores, justiça durante a implantação de mudanças, tentativas de influenciar de maneira disfarçada através da manipulação e cooptação, contratação de pessoas com perfil e habilidades para aceitar as mudanças e agir de forma coercitiva através de ameaças diretas, como exemplo perda de promoção, avaliação negativa de desempenho, entre outras.

2.5 Analytic Hierarchy Process (AHP)

De acordo com Gujansky e Belderrain (2014), o AHP é um dos principais métodos de apoio multicritério à decisão (AMD), utilizados para solucionar problemas que envolvam múltiplos critérios. Elaborado por Thomas L. Saaty em 1990, o método tem como premissa desenvolver uma metodologia para a classificação de problemas não estruturados, através da experiência e julgamento de pessoas envolvidas no processo, de forma a ranquear as melhores alternativas com o objetivo de responder a diversos critérios simultaneamente.

Saaty (2008) explica que para a tomada de decisão a estrutura do problema precisa ser organizada, sendo necessária dividi-la em quatro etapas: (1) definição do problema; (2) estruturação da hierarquia de decisão; (3) construção das matrizes de comparação pareadas; (4) utilização das prioridades obtidas nas comparações para ponderar as prioridades do nível imediatamente inferior. Dessa forma Labib (2014) demonstra a hierarquia para a decisão de um problema, através de um conjunto de alternativas concorrentes com a presença do objetivo principal, seus critérios e respectivos subcritérios correlacionados, como ilustrado na Figura 12.

Figura 12 – Hierarquia de decisão típica do AHP.



Fonte: adaptado de Labib (2014)

Saaty (1990) explica que depois de construir a hierarquia do problema, cada decisor deve fazer uma comparação paritária entre os critérios, subcritérios e alternativas, se houver. Por meio desta comparação o julgador, através de uma escala pré-definida, define sua preferência entre os elementos comparados.

Segundo Saaty(1990) a ideia central do AHP é as medidas evoluem de comparação par a par sujeitos a um vínculo no nível superior da hierarquia proposta. Supondo a existência de n objetos A_1, A_2, \dots, A_n com pesos, positivos, w_1, w_2, \dots, w_n , a matriz de comparação, ou de decisão), como (1):

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} A_1 & \dots & A_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ \vdots \\ A_n \end{matrix} & \begin{pmatrix} w_1/w_1 & \dots & w_1/w_n \\ \vdots & & \vdots \\ w_n/w_1 & & w_n/w_n \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (1)$$

Nessa matriz os elementos de cada linha fornecem as proporções dos pesos de cada elemento em relação a todos os outros, assim, o elemento $a_{ij}=w_i/w_j$ compara, de forma relativa, o objeto A_i como o objeto A_j através de seus respectivos pesos. Notemos que os elementos da matriz devem satisfazer os seguintes critérios (2):

$$a_{ij}=1/a_{ji} \text{ e } a_{ji} \cdot a_{jk}=a_{ik}, \quad (2)$$

desta forma a matriz é recíproca e consistente.

Essa matriz obedece a equação matricial $Aw=nw$, onde n é chamado de autovalor e w seu autovetor correspondente. Dessa forma, a matriz de decisão quadrada de ordem n positiva e recíproca. Na prática os pesos devem ser estimados à partir de algum critério específico.

Na prática, a escolha de um elemento, tomada de decisão, é realizada a partir da comparação entre o conjunto de alternativas que satisfaçam os objetivos pretendidos. O problema agora passa a ser o estabelecimento desses pesos numéricos para alternativas com relação ao nível superior na hierarquia. Desta forma deve-se estabelecer um valor numérico para a comparação, julgamento, entre dois elementos do mesmo nível hierárquico, porém, sempre vinculados ao nível superior.

Para entender a importância de um elemento em relação ao outro, Saaty (2008) propõe uma escala de numérica que indique a quantidade de vezes que os elementos se sobrepõem. O quadro 3 exibe esta escala.

Quadro 3 – Escala fundamental dos números absolutos.

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Importância igual	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância moderada	A experiência e julgamento favorecem ligeiramente uma atividade em relação a outra.
5	Forte importância	a experiência e julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra.
7	Importância muito forte ou demonstrada	Uma atividade é favorecida muito fortemente em detrimento de outra.
9	Extrema importância	A evidência que favorece uma atividade em detrimento de outra é da mais alta ordem possível de afirmação.
2,4,6,8	Valores intermediários	Valores de concordância entre duas definições

Fonte: traduzido e adaptado de Saaty (2008).

A escala sugerida pelo autor, substitui a razão entre dois pesos (w_i/w_j) por um número inteiro que varia de 1 a 9 e que deve representar uma aproximação.

Para Taylor (2010) e Carvalho et al. (2016) o AHP é baseado em comparações paritárias de alternativas diferentes com a produção de um julgamento de valor, dessa forma mesmo que

os julgadores possuam experiência, segurança e conhecimento no tema abordado, podem ocorrer avaliações inconsistentes em alguns casos, principalmente quando envolvem diversas comparações. Embora o AHP permita certo nível de inconsistência, essa é uma preocupação de todos que aplicam o método. Assim, é importante validar os dados, garantindo a consistência das informações, o que é feito através do Índice de Consistência (IC) dos julgamentos.

Nesse caso, pode-se mostrar que existe apenas um autovalor com valor n , ordem da matriz. Em casos reais, em que a matriz seja ligeiramente perturbada, com autovalor máximo λ_{max} , Saaty (1990) mostra que $\lambda_{max} \geq n$ e que a matriz A será consistente se e somente se $\lambda_{max} = n$. Assim, quanto mais próximo de n estiver o λ_{max} mais consistentes serão os julgamentos do decisor. Desta forma define um indicador de consistência chamado de Índice de Consistência da matriz de decisão (3).

$$IC = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n - 1)} \quad (3)$$

Saaty (1990) explica, ainda, que esse valor deve ser comparado com a média do mesmo índice gerado a partir de um grande número de matrizes de mesma ordem com entradas aleatórias. Cria, então, o Índice Aleatório (*IR Random Index*), conforme pode ser observado no quadro 4 e compara-o com o IC, através da razão entre esses valores. Fica, assim, definido a razão de consistência (RC), com a equação (5):

Quadro 4 – Valores de IR para matrizes de ordem n .

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IR	0,00	0,00	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49	1,52	1,54	1,56	1,58	1,59

Fonte: Saaty (2008).

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (4)$$

Desta forma, para que o aceite de uma proposta de julgamento seja estabelecido, o RC precisa ser menor ou igual a 10%, caso contrário sugere-se a melhoria da consistência do julgamento, realizado através de uma discussão interativa com o decisor, mudando um ou mais julgamentos iniciais, desenvolvendo uma condição de aprendizado (SAATY, 1990).

De acordo com Saaty (1990) as prioridades são mensuradas a partir da escala de razão e são separadas em locais, globais e totais. A comparação par a par define as prioridades locais, e podem ser obtidas através dos cálculos dos autovetores da matriz de decisão, sendo o autovalor máximo correspondente ao nível de consistência da matriz.

Dessa forma, o auto vetor, w , da equação $A\mathbf{w} = \lambda_{\max}\mathbf{w}$ fornece a ordem de prioridades e o autovalor, λ_{\max} , a medida da consistência da matriz de julgamento. As prioridades globais de um determinado nível são determinadas pela multiplicação das prioridades locais pelas prioridades globais do nível superior.

Finalmente, as prioridades totais das alternativas são calculadas a partir da soma de suas prioridades globais, ou seja, são encontradas multiplicando-se suas prioridades locais pelas prioridades globais dos critérios ou subcritérios.

Segundo Yang e Lee (1997) e Subramanian e Ramanathan (2012) a aplicação do método AHP é tão amplo que pode ser utilizado por diferentes profissionais e setores, como na energia, construção civil, transporte, educação, agricultura e saúde. Tanto por gestores públicos, empresários e pesquisadores, podendo ser aplicado para a escolha de demandas prioritárias, planejamento estratégico, ranking de dados, programas de qualidade e produtividade, com o fornecimento da estrutura necessária para auxiliar durante a análise entre diferentes fatores por mais complexos que sejam.

Sendo assim, Gujansky e Belderrain (2014) inserem o AHP como um método benéfico e difundido para resolução de problemas que envolvam seleção e criação de um ranking de alternativas.

Neste estudo, utilizamos o método AHP para ranquear as dez barreiras mais impactantes para a implantação da filosofia *Lean Construction* em empresas do setor de urbanização, através do enfoque em diretores e empresários da construção, com experiências profissional extensa e diretamente ligados a tomada de decisões dentro de suas empresas.

3 METODOLOGIA

A importância metodológica de uma pesquisa provém da fundamentação científica adequada, geralmente definida pela busca da melhor abordagem para responder de forma adequada a questão da pesquisa, bem como os respectivos métodos e técnicas para seu planejamento e sua condução (TURRIONI; MELLO, 2012).

3.1 Caracterização da Pesquisa

A fundamentação teórica para este trabalho foi realizada por meio de artigos publicados em periódicos, publicações em anais e congressos, dissertações de mestrado, teses de doutorado e livros, todos relacionados à filosofia *Lean Construction*. Com o propósito de explicar as relações existentes entre os diferentes trabalhos com o tema e apresentar as contribuições com a pesquisa desenvolvida.

Quanto à natureza, essa é uma pesquisa aplicada, pois é validada dentro de três empresas de diferentes portes que atuam no setor de urbanização, no qual o interesse do autor é compreender as barreiras que possam dificultar a implantação do *Lean Construction*.

Segundo Turrioni e Mello (2012), o objetivo desse tipo de pesquisa é gerar conhecimento a partir da aplicação prática, dirigidos à solução de problemas reais. O objetivo é classificado como descritivo e exploratório, pois a pesquisa tem como finalidade descrever e analisar os resultados obtidos através de formulário sobre as barreiras da *Lean Construction* dentro do setor. Segundo Gil (2002), esse tipo de pesquisa visa proporcionar mais familiaridade ao problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado. Assume, em geral, as formas de pesquisas bibliográficas e estudos de caso.

Do ponto de vista da abordagem do problema, a pesquisa se caracteriza como combinada, ou seja, quali-quantitativa, pois para Gil (2002) a combinação dessas duas abordagens, possibilita uma estrutura contextual mais rica para interpretação e validação da pesquisa, buscando assim uma compreensão mais ampla do tema estudado (TURRIONI; MELLO, 2012). A análise qualitativa se deu através do formulário com 26 questões, onde se iniciou com a coleta das informações da empresa e do entrevistado, após mediu-se o conhecimento referente ao LC e por últimos os benefícios da filosofia para as empresas, já a análise quantitativa, se deu no julgamento das barreiras pelo software Super Decisions.

Segundo Miguel et al. (2010) a abordagem quantitativa utiliza formas estruturadas para analisar os dados coletados, diferente da qualitativa que não possui formas estabelecidas para análise dos dados.

Em relação a temporalidade a pesquisa é classificada como transversal, devido a duração da pesquisa, pois conforme explicado por Turrioni e Mello (2012), esta classificação permite uma observação das amostras em um período de tempo mais curto.

Em relação ao ponto de vista dos procedimentos técnicos, a pesquisa é realizada por meio de estudo de caso e modelagem. Segundo Gil (2002), o estudo de caso envolve um estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento. Complementado esse conceito, Yin (2005) descreve que o estudo de caso visa conhecer em profundidade os “como” e “por que” que caracterizam o objeto do estudo, quando os pesquisadores possuem pouco domínio sobre os acontecimentos e quando o foco se encontra em assuntos contemporâneos integrados a um contexto da vida real. Em relação a modelagem Miguel et al. (2012), explica que a mesma permite compreender melhor o ambiente estudado, definindo estratégias e oportunidades para apoiar os processos de tomadas de decisões, podendo determinar um modelo como a representatividade de uma situação ou realidade, conforme a visão de uma pessoa ou de um grupo, auxiliando o tratamento das informações de forma sistemática.

Quanto ao universo da pesquisa, a mesma acontece com três empresas do ramo de Urbanização. Uma Incorporadora de grande porte com sede em São Paulo/SP, responsável pela execução de loteamentos e condomínios de alto padrão, uma construtora de médio porte com sede em São Paulo/SP, responsável pela execução de obras dentro do setor e uma construtora de pequeno porte que também atua no segmento com sede em Campo Grande/MS. No quadro 5 podemos verificar a classificação das empresas de acordo com o número de empregados (SEBRAE, 2013).

Quadro 5 – Definição de porte de estabelecimentos segundo o número de empregados.

Porte das empresas	Número de funcionários
Pequeno porte	De 10 a 49
Médio porte	De 50 a 99
Grande porte	Mais de 100

Fonte: adaptado do SEBRAE (2013).

A seleção das empresas foi intencional, devido à acessibilidade e a disponibilidade, bem como a facilidade de contato com seus gestores.

Segundo Turrioni e Mello (2012), podem ser utilizadas diferentes técnicas para a coleta de dados, como: questionários, roteiros de entrevistas, observação e informações de arquivos.

Para o presente trabalho são realizadas entrevistas semiestruturadas com os gestores de três empresas, sendo uma de grande porte, médio porte e pequeno porte, no qual é apresentada a teoria do AHP aos entrevistados e após o seu julgamento os dados coletados são registrados no software *Super Decisions*. Os gestores podem verificar suas respostas ao mesmo tempo em que são inseridas no software. Em seguida é preenchido um formulário com 26 questões, nos quais a primeira parte, (questões 1 a 13) procura informações sobre o perfil das empresas, áreas de operações e nível de escolaridade dos funcionários. A segunda parte (questões 14 a 23) procura avaliar familiaridade dos entrevistados com os princípios *Lean*. E por fim, a terceira parte (questões 24 a 26) lida com os benefícios do LC.

Podemos observar de forma resumida no quadro 6 a caracterização da pesquisa.

Quadro 6 – Resumo da caracterização da pesquisa.

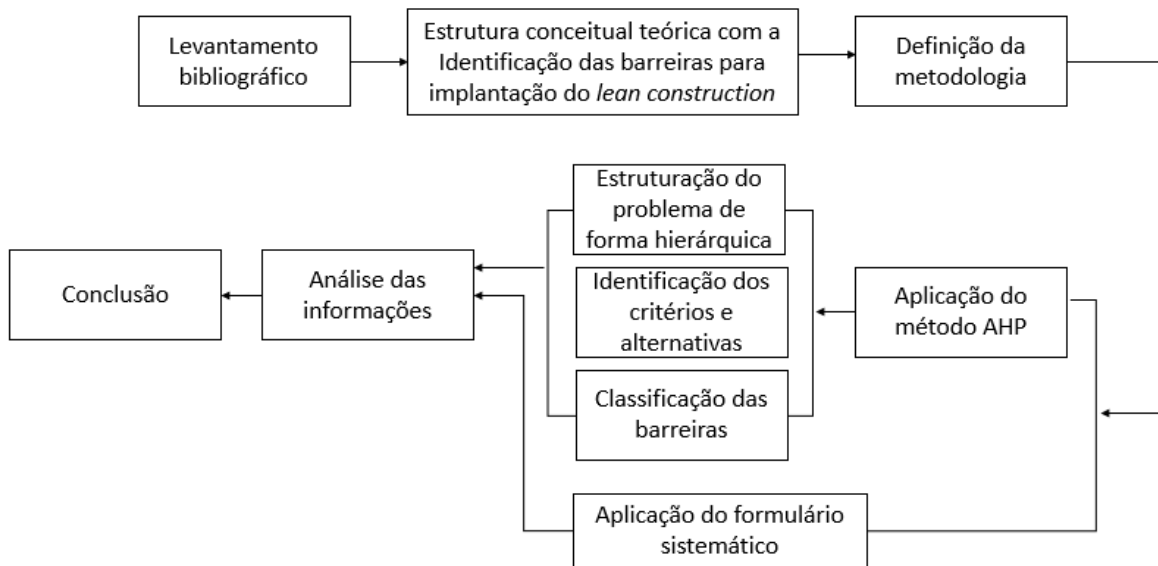
Resumo da caracterização da pesquisa		
Suporte Teórico	Artigos publicados em periódicos, publicações em anais e congressos, dissertações de mestrado, teses de doutorado e livros	Turrioni e Mello (2012)
Finalidade	Pesquisa aplicada	Turrioni e Mello (2012)
Objetivo	Descritivo e exploratório	Gil (2002)
Abordagem	Qualitativa e quantitativa	Turrioni e Mello (2012) e Miguel et al. (2012)
Temporalidade	Transversal	Turrioni e Mello (2012)
Método	Estudo de caso e modelagem	Gil (2002), Yin (2003) e Miguel et al. (2012)
Universo da pesquisa	Três empresas que atuam no setor de urbanização. Com porte grande, médio e pequeno	SEBRAE (2013)
Coleta de dados	Entrevistas estruturadas	Turrioni e Mello (2012)

Fonte: próprio autor

3.2 Etapas Metodológicas

O presente estudo possui uma abordagem quantitativa utilizando a técnica da modelagem matemática e qualitativa através da interpretação dos dados não estatísticos (TURRIONI; MELLO, 2012). A sequência metodológica detalhada é apresentada na figura 13.

Figura 13 – Fluxograma da pesquisa.



Fonte: próprio autor

A pesquisa foi desenvolvida em seis etapas, sendo o primeiro passo o levantamento bibliográfico, na sequência a definição da estrutura conceitual teórica, com a identificação das barreiras para implantação do LC, a seguir a definição da metodologia, após a coleta dos dados através da aplicação do AHP e aplicação de formulário com vinte e seis questões para posteriormente o tratamento e análise dos dados de forma qualitativa e quantitativa, e por fim as conclusões e considerações finais conforme resumo no quadro 6. Abaixo o detalhamento das etapas:

- Etapa 1: Levantamento e seleção das principais obras referentes ao assunto da pesquisa, com autores nacionais e internacionais;
- Etapa 2: encontra-se na seção 2 da dissertação a definição da estrutura conceitual e teórica deste trabalho. Na segunda etapa da pesquisa é feita uma revisão sistemática da literatura com ênfase na Filosofia *Lean Construction* e os elementos que dificultam ou impedem a implantação da metodologia no setor objeto de estudo;
- Etapa 3: Definição da metodologia seção 3 do trabalho;
- Etapa 4: é realizado a coleta de dados através do software *Super Decisions* e entrevistas semiestruturada com os gestores das empresas;
- Etapa 5: nas seções 4 e 5 deste trabalho é feito o tratamento dos resultados quantitativos através da metodologia AHP e análise qualitativa através da interpretação dos dados, de

forma a classificar e relacionar as barreiras mais impactantes do *Lean Construction* dentro do setor de Urbanização;

- Etapa 7: na seção 5 é apresentada a conclusão dos resultados obtidos.

Quadro 7 – Etapas do desenvolvimento da pesquisa.

Etapas do desenvolvimento da pesquisa	
Etapa 1- Levantamento e seleção das principais obras referente ao assunto da pesquisa	
Etapa 2- Estrutura conceitual e teórica com a escolha das barreiras	Seção 2
Etapa 3- Definição da metodologia	Seção 3
Etapa 4- Coleta dos dados através do AHP e formulário com vinte e seis questões	
Etapa 5- Análise e tratamento dos resultados obtidos com a pesquisa	Seção 4
Etapa 6- Conclusão e considerações finais dos resultados	Seção 5

Fonte: próprio autor.

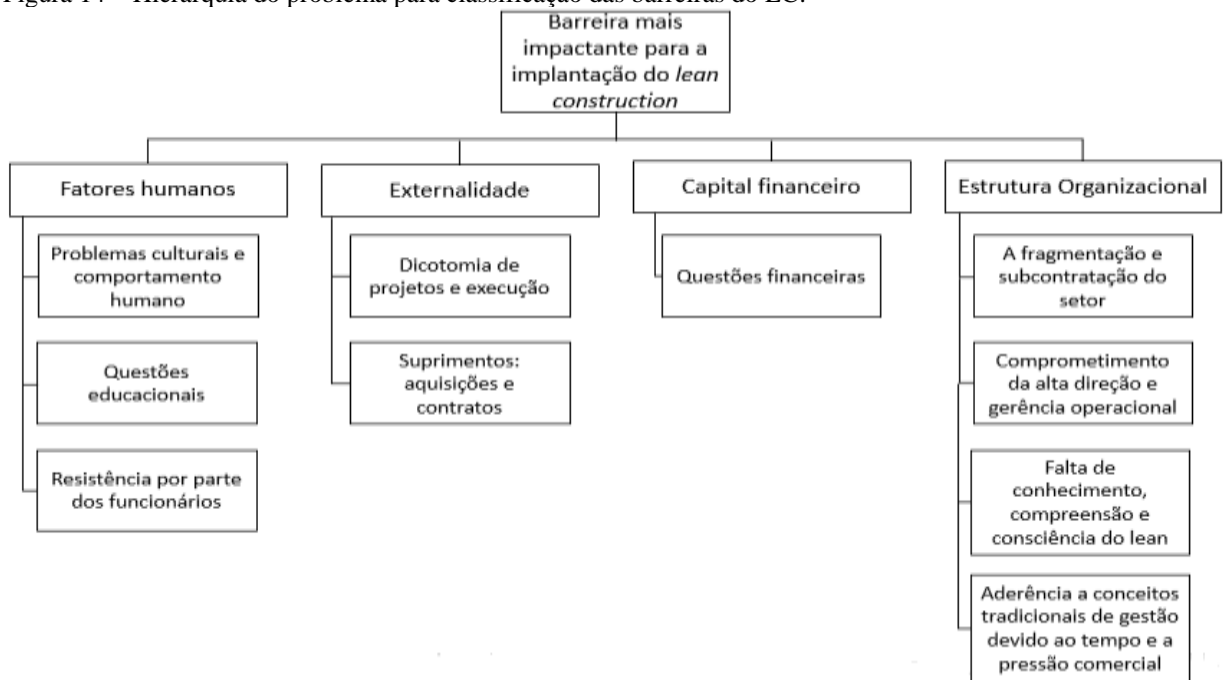
3.3 Metodologia para aplicação do AHP

Para o cumprimento do objetivo de ranquear as dez barreiras do LC mais impactantes para o setor de engenharia urbana utilizando o método AHP, se estruturou o problema em quatro etapas, conforme definido por (SAATY, 2018).

O primeiro passo foi a definição do problema, para isso foram selecionadas as dez barreiras chaves por meio da literatura, no qual se priorizou as mais críticas identificadas por pesquisadores, profissionais da área e estudantes durante a aplicação do LC em todo o mundo para a definição das alternativas.

Para a estruturação da hierarquia de decisão partiu-se do objetivo, deslocando pelos níveis intermediários, finalizando no nível das alternativas, conforme apresentado na figura 14. Os critérios definidos pelas categorias mestras, foram escolhidos de acordo com seu grau de representatividade em relação as barreiras estudadas, como: fatores humanos, estrutura organizacional, externalidade e capital financeiro.

Figura 14 – Hierarquia do problema para classificação das barreiras do LC.



Fonte: próprio autor

Após a hierarquização do problema, inicia-se construção das matrizes de comparação par a par, nesse estudo, são definidas 4 matrizes para o ranqueamento. A matriz de julgamento da tabela 1, relaciona os critérios, fatores humanos, estrutura organizacional, externalidade e capital financeiro par a par.

Tabela 1 – Matriz de Julgamento dos critérios através da Análise Hierárquica de Processos.

Categorias mestres	Fatores Humanos	Estrutura Organizacional	Externalidade	Capital financeiro
Fatores Humanos	1			
Estrutura Organizacional		1		
Externalidade			1	
Capital financeiro				1

Fonte: próprio autor

Após a construção das matrizes inicia-se as comparações das matrizes par a par oriundas dos julgamentos. Por meio dessas comparações o decisor deve escolher entre as barreiras qual é a mais importante e qual sua importância em relação as categorias mestras, dessa forma o método AHP simula a escolha entre todas as opções possíveis de pareamento, os obstáculos

mais impactantes e quão impactantes eles são em relação às demais. Os gestores definem um peso para as comparações entre o par de barreiras, em uma escala linear de 1 a 9 de acordo com a importância da barreira.

E por fim, se verifica a Razão de Consistência (*CR – Consistency Ratio*), do julgamento do avaliador, relacionado com a ordem da matriz, através do Índice de Consistência Aleatória (IC).

A escolha dos decisores foi determinada pelo o grau de participação e envolvimento dos mesmos nas tomadas de decisões em suas empresas e pela experiência no setor. O quadro 8 apresenta o perfil dos profissionais envolvidos na pesquisa.

Quadro 8 – Dados sócio demográfico dos participantes.

Função na empresa	Formação	Escolaridade	Tempo de atuação (anos)
Diretor geral	Engenheiro Civil	Pós graduado	25
Proprietário	Engenheiro Civil	Pós graduado	24
Proprietário	Administrador	Graduado	22

Fonte: próprio autor

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção são analisados os resultados obtidos através do método multicritério de tomada de decisão AHP e entrevistas do pesquisador com os gestores.

A coleta dos dados ocorreu no mês de dezembro de 2019. Os participantes selecionados foram contatados e convidados a participar da pesquisa de forma a colaborar com os dados de suas respectivas empresas, a qual lhes foi apresentado de maneira resumida os aspectos relacionados à sua participação.

A pesquisa foi realizada com três empresas do setor de urbanização de diferentes portes, conforme observa-se no quadro 9. Percebe-se que na empresa de grande porte a escolaridade mínima é o 1º grau completo (85%), uma vez que a política da empresa não permite a contratação de funcionários sem essa formação. Contrariamente, 65% dos funcionários de produção da empresa de médio porte não possuem a formação primária completa. Por fim, na empresa de pequeno porte, 70% dos seus funcionários concluíram o ensino médio.

Quadro 9 – Características das empresas.

Porte da empresa	Volume de contratos por ano (Milhões)	Números de funcionários	Certificação em sistema de gestão	Tipos de clientes	Escolaridade da equipe de produção			
					1º Grau Incompleto	1º Grau completo	2º Grau Incompleto	2º Grau completo
Grande	60	150	Não	Empresas privadas	0%	85%	5%	10%
Médio	15	60	Não	Empresas privadas	65%	20%	10%	5%
Pequeno	2,5	18	Não	Empresas Privadas /Públicas	0%	25%	5%	70%

Fonte: próprio autor

Pela aplicação do formulário constatou-se que os gestores das empresas de grande e médio porte possuem um certo conhecimento sobre a filosofia e a entendem como a eliminação de desperdício e a geração de valor. Em relação ao conhecimento das ferramentas, os três gestores demonstraram ciência nas mais difundidas, como o kanban, kaizen, 5S, *Just in time*, TQM (*Total Quality Management*). Além disso, as empresas não disponibilizam qualquer tipo de treinamento para os funcionários e o conhecimento adquirido é por meio de interesse pessoal.

Um ponto que chamou a atenção é que nenhuma das empresas mede o desempenho dos seus processos, dessa forma não ficou claro como conseguem mapear os desvios e propor melhorias através de lições aprendidas.

Para facilitar a colaboração entre os departamentos, as empresas utilizam sistemas integrados de documentos, projetos e informações, além de comitês com equipes multidisciplinares para discussão de melhorias e resolução de problemas. Em relação aos fornecedores, os acordos contratuais de longo prazo e parcerias em vários projetos ajudam na cooperação e integração entre as empresas.

As empresas concordam que o *lean* deve ser implantado em todos os departamentos e qualquer esforço isolado pode comprometer seu resultado. A mudança de mentalidade, a disciplina, o compromisso e a visão sistêmica são indispensáveis para a evolução da mentalidade enxuta dentro das organizações.

O curioso é que mesmo não aplicando, as três empresas consideram importante a medição de desempenho para o acompanhamento da evolução das melhorias, precisamente deverão repensar essa questão.

Para o alcance da abordagem enxuta dentro das empresas os participantes identificaram nove tarefas importantes:

- Planejamento colaborativo entre os departamentos;
- Análise de sequência de trabalho com a identificação dos desperdícios, riscos, logística, fornecedores e processos;
- Gestão de projetos;
- Análise de dados - definir metas, monitorar e melhorar continuamente;
- Gestão visual - informações de desempenho orientada por processos apropriados com a identificação dos problemas antes que ocorram;
- Organização do local de trabalho, com a execução das tarefas em um ambiente seguro e limpo;
- Trabalho padronizado, identificar o melhor método para atingir a qualidade, custo e tempo, com segurança e consistência;
- Mapeamento do processo, com a identificação de quem faz, quando, porque e como;
- Resolução de problemas - identificar suas causas-raiz.

Em relação aos fatores de desempenho as empresas consideram a qualidade, segurança, satisfação do cliente e produtividade, temas de extrema importância e que devem ser o foco em todos os processos.

Quando questionados sobre os benefícios que a filosofia *Lean Construction* poderiam trazer para as empresas os participantes identificaram as seguintes:

- Melhoria da produtividade;
- Diminuição de defeitos e melhoria de qualidade;
- Maior previsibilidade;
- Redução de custos;
- Programações mais curtas.

As empresas optariam por implantar o LC com o objetivo de melhorar a satisfação dos clientes e a qualidade de seus produtos, reduzir retrabalhos e desperdícios e com isso aumentar o retorno financeiro de seus projetos. Sendo unânimes em relação ao modelo de implantação, todas desenvolveriam o modelo com suas equipes internas com a contratação de serviços externos de consultoria.

Para a análise quantitativa adotou-se o método AHP, no qual cada gestor através do seu *know how* classificou as barreiras mais impactantes para a disseminação do LC. A análise dos dados é realizada através da junção das matrizes geradas pelas AHPs individuais e com auxílio de uma planilha eletrônica em Excel, consolidou-se os resultados em uma planilha contendo as porcentagens dos participantes para a empresa de grande porte, uma para a empresa de médio porte e outra para a empresa de pequeno porte, como pode ser observado nas tabelas 5, 6 e 7.

A consistência das informações foram verificadas e o Índice de Consistência (IC) dos julgamentos obtidos foi no máximo 8%, ficando dentro do limite estipulado por Saaty (1990), no qual define o IC em 10% ou menor.

Para o julgador da empresa de grande porte as barreiras mais impactantes para a implementação do *lean*, são: comprometimento da alta direção e gerência operacional com 19,73%; problemas culturais e comportamento humano com 14,59%; suprimentos: aquisição e contratos 14,17%, conforme demonstrado na classificação da tabela 5. Percebe-se a importância do comprometimento dos gestores para a implantação da filosofia em relação as demais apresentadas.

Tabela 2 – Classificação das barreiras de acordo com a empresa de grande porte.

Empresa grande porte		
1	Comprometimento da alta direção e gerência operacional	19,73%
2	Problemas culturais e comportamento humano	14,59%
3	suprimentos: aquisição e contratos	14,17%
4	Questões financeiras	13,46%
5	A fragmentação e subcontratação do setor	10,36%
6	Falta conhecimento, compreensão e consciência do <i>lean</i>	7,97%
7	Questões educacionais	6,13%
8	Aderência a conceitos tradicionais de gestão devido ao tempo e a pressão comercial	5,00%
9	Dicotomia de projeto e execução	4,72%
10	Resistência por parte dos funcionários	3,86%

Fonte: próprio autor

Segundo o proprietário da empresa de médio porte as barreiras mais críticas são: problemas culturais e comportamento humano com 28,79%; questões financeiras com 28,51%; resistência por parte dos funcionários com 11,68%, conforme observamos na tabela 6. Nota-se que para o gestor da empresa a cultura e comportamento humano e o fator financeiro são de extrema importância, e deve sempre ser levado em consideração antes de qualquer tomada de decisão.

Tabela 3 – Classificação das barreiras de acordo com a empresa de médio porte.

Empresa médio porte		
1	Problemas culturais e comportamento humano	28,79%
2	Questões financeiras	28,51%
3	Resistência por parte dos funcionários	11,68%
4	suprimentos: aquisição e contratos	11,09%
5	Dicotomia de projeto e execução	5,54%
6	Questões educacionais	4,73%
7	Falta conhecimento, compreensão e consciência do <i>lean</i>	4,04%
8	Aderência a conceitos tradicionais de gestão devido ao tempo e a pressão comercial	2,61%
9	A fragmentação e subcontratação do setor	1,84%
10	Comprometimento da alta direção e gerência operacional	1,16%

Fonte: próprio autor

De acordo com o gestor e proprietário da empresa de pequeno porte os obstáculos mais impactantes são: questões financeiras com 43,31%; problemas culturais e comportamento humano com 15,22%; suprimentos: aquisição e contratos com 13,65%, conforme ilustrado na

tabela 7. Analisando os percentuais das três primeiras posições, constata-se o quão impactante é a questão financeira para o gestor.

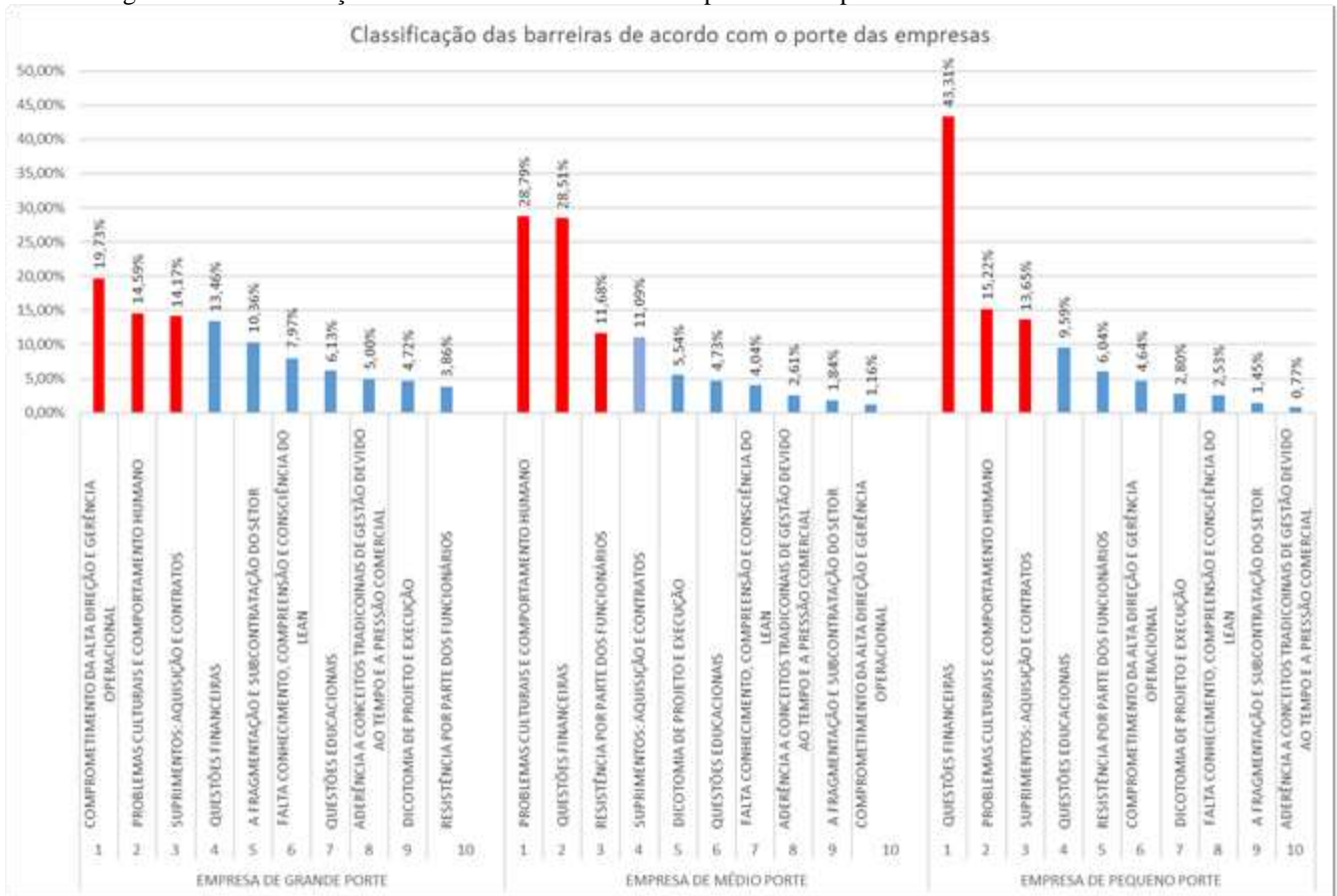
Tabela 4 – Classificação das barreiras de acordo com a empresa de pequeno porte.

Empresa pequeno porte		
1	Questões financeiras	43,31%
2	Problemas culturais e comportamento humano	15,22%
3	suprimentos: aquisição e contratos	13,65%
4	Questões educacionais	9,59%
5	Resistência por parte dos funcionários	6,04%
6	Comprometimento da alta direção e gerência operacional	4,64%
7	Dicotomia de projeto e execução	2,80%
8	Falta conhecimento, compreensão e consciência do <i>lean</i>	2,53%
9	A fragmentação e subcontratação do setor	1,45%
10	Aderência a conceitos tradicionais de gestão devido ao tempo e a pressão comercial	0,77%

Fonte: próprio autor

As barreiras classificadas geradas pelas empresas formaram configurações diferentes de ordenação dos dez obstáculos analisados, onde os pesos atribuídos para cada uma delas definiram a sua posição relativa às outras, conforme pode ser observado na figura 15.

Figura 15 – Classificação das barreiras de acordo com o porte das empresas



Fonte: próprio autor

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o trabalho foi possível identificar e ranquear as barreiras mais impactantes para a implantação do LC dentro do setor de urbanização e também verificar o grau de conhecimento da filosofia e seus benefícios pela ótica dos gestores das empresas. Portanto, considera-se que o objetivo proposto foi atingido, embasado no referencial teórico utilizado, na análise dos dados que envolvem a prática e a experiência dos envolvidos no processo.

Foi observado que os gestores possuem certo conhecimento sobre a filosofia, porém não aplicam nenhum princípio nas rotinas de suas empresas, mas entendem o potencial de melhorias que o LC pode trazer em relação a ganhos de produtividade e redução dos desperdícios.

De acordo com o ponto de vista do diretor da empresa de grande porte, a barreira comprometimento da alta direção e gerência operacional (20%) é a mais impactante para implantação da filosofia dentro das organizações desse porte, vindo a confirmar a pesquisa realizada por Abdullah et al. (2009) no setor da construção da Malásia e Sarhan et al. (2018) no setor da construção civil do Reino da Arábia Saudita. A dificuldade de comunicação entre os diversos níveis hierárquicos, requer um planejamento cauteloso dos gestores para que seus liderados entendam, aceitem e se adaptem às transformações necessárias. Dessa forma convencer e envolver os níveis estratégicos e táticos da empresa é fundamental para disseminação de uma nova metodologia de trabalho. Os problemas culturais e comportamento humano vem logo em seguida com 14 %. Confirmando o que foi observado na pesquisa realizada por Cano et al. (2015) na indústria da construção civil da Colômbia, que identificou o aspecto cultural como uma das barreiras mais impactantes e difíceis de ser superada. Geralmente as pessoas e até mesmo as empresas, possuem identidades próprias, caracterizando assim seu meio cultural de relações e trabalhos, e modificar ou superar tais resistências requer um grande esforço e deve ser feito na fase inicial de implantação para se evitar possíveis fracassos em sua implantação. A terceira barreira suprimentos: aquisições e contratos (14%), também indicada pelo gestor como bastante problemática, demonstra os problemas enfrentado pelas empresas do setor com o formato tradicional de contratos, que acaba prejudicado as relações colaborativas entre as empresas através das imposições contratuais. Sarhan et al.

(2013) também identificou a barreira suprimentos como uma das mais impactantes para a implantação do LC dentro da indústria da construção do Reino Unido.

Um ponto importante a ser considerado são as distintas visões empresariais e filosofias de negócios entre as empresas, pois na maioria das vezes a execução de uma obra exige lidar com diferentes empreiteiras em um único projeto, o que torna difícil e complexo um mesmo alinhamento cultural e de propósitos, dificultando a implantação de qualquer nova filosofia, que tem como base a cooperação e uma mentalidade de melhoria coletiva.

Observando as barreiras identificadas pelo proprietário da empresa de médio porte, entendemos como é importante a questão financeira e o capital humano para esse tamanho de empresa, as duas barreiras se destacam em relação as demais com 28%. Esta conclusão vem de encontro com a pesquisa de Ayarkwa et al. (2012) quando identificou as principais barreiras LC na construção em Gana. O julgador entende que qualquer tipo de melhoria, necessita de investimentos e muitas vezes as empresas com esse porte não possuem recursos suficientes para mantê-los por muito tempo, sem um retorno imediato. Ainda mais se tratando da filosofia *lean*, que exige um longo prazo para se atingir a efetividade e bons resultados.

Em relação à barreira resistência por parte dos funcionários, considerada pelo gestor a terceira mais impactante, também identificada no trabalho de Tezel (2018), quando estudou as barreiras do LC na construção do Reino Unido. Devendo sempre ser levada em consideração antes de se pensar em uma implantação de uma nova metodologia ou filosofia, pois a resistência à mudança sempre irá existir e é normal por parte dos funcionários, pois são removidos de suas zonas de conforto. Para reverter essa situação as empresas devem incluir treinamentos apropriados, clareza de papéis e responsabilidades, seleção e desenvolvimento das pessoas certas, despertar a motivação para a mudança, além do apoio e compromisso da gestão de topo.

O proprietário da pequena empresa identificou a barreira questões financeiras, como a mais impactante para a implantação do LC com 43%. Torp et al. (2018) também cita essa barreira como um desafio para implantação do LC em seu trabalho na Noruega. O que demonstra como a questão financeira é importante e delicada para as empresas, sendo mais agravante nas de menor porte. Qualquer iniciativa de mudança de gestão ou metodologia deve ser muito bem planejada para se evitar que a melhoria esperada se transforme em transtorno para seus gestores. As barreiras problemas culturais e comportamento humano e suprimentos, aquisições e contratos, vem logo em seguida com 15% e 13% respectivamente. Tais barreiras também foram identificadas como problemáticas para a implantação do LC por Demirkesen et

al. (2019) em seu estudo com profissionais da construção nos EUA, Johansen e Walter (2007) na Alemanha e na pesquisa de Alinaitwe (2009) na Uganda.

É desafiador para uma empresa desse porte modificar a cultura ou o comportamento dos funcionários, devido aos seus recursos limitados para investimentos em treinamento e capacitação, dessa forma uma boa seleção de pessoas certas seria o modo mais eficaz para resolver essa questão. A barreira suprimentos, aquisições e contratos é crítica, pois essas empresas não possuem o mesmo potencial de negociação das grandes empresas, como consequência, sofrem com valor mais alto de insumos e menores prazos de faturamento.

Identificou-se com a pesquisa que as barreiras problemas culturais e comportamento humano; suprimentos: aquisições e contratos; resistência por parte dos funcionários e lideranças e questões financeiras são extremamente impactantes para a implantação em todos os portes de empresas, sendo consideradas como relevantes com ação prioritária para qualquer implantação da filosofia.

Dentre as limitações deste trabalho, um ponto importante é que as empresas que participaram do julgamento não utilizam os conceitos *Lean Construction* em suas rotinas, apenas conhecem a filosofia.

Com base nos resultados e nas limitações apresentadas, sugere-se como oportunidade para trabalhos futuros:

- Aplicar a matriz desenvolvida nesse trabalho em empresas que utilizam a filosofia LC;
- Realizar a pesquisa contemplando um maior número de empresas;
- Aplicar o AHP para um número maior de funcionários dentro das empresas;
- Realização de estudos das barreiras em diferentes regiões do país;
- Relacionar escolaridade dos funcionários com o porte das empresas de construção.

Considerando as limitações deste trabalho, espera-se que ele possa contribuir para implantação do LC, sendo um guia para elaboração das diretrizes, auxiliando estudantes, pesquisadores e profissionais do setor de engenharia urbana a guiarem sua atenção e recursos nos obstáculos mais importantes para uma implantação mais assertiva e sustentável dos conceitos do *Lean Construction* dentro das empresas.

REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, S.; RAZAK, A.; ABUBAKAR, A.; MOHAMMAD, I. S. Towards producing best practice in the Malaysian construction industry: the barriers in implementing the Lean Construction Approach. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSTRUCTION INDUSTRY,2, 2009, West Sumatra, Padang. **Proceedings...**West Sumatra: ICCI2, 2009.
- ALARCÓN, L. F.; DIETHELM, S.; ROJO, O.; CALDERÓN, R. Assessing the impacts of implementing lean construction. **Revista Ingeniería de Construcción**, v. 23, n. 1, p. 26-33, 2011.
- ALINAITWE, H. M. Prioritising Lean Construction Barriers in Uganda's Construction Industry. **Journal of Construction in Developing Countries**, v. 14, p.15-30, 2009.
- ALVES, T. D. C. L.; BARROS NETO, J. P. Análise Estratégica da Implantação da Filosofia Lean em Empresas Construtoras. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 11, 2008, São Paulo, SP. **Anais...**São Paulo: SIMPOI, 2008.
- ALVES, T.D.C.L.; MILBERG, C.; WALSH, K.D. Exploring Lean Construction Practice, Research, and Education. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 18, 2010, Haifa, Israel. **Proceedings...**Haifa: IGLC, 2010.
- ASRI, M.; NAIM, M. A.; NAWI, M.; NASRUN, M. Actualizing lean construction: Barriers toward the implementation. **Advances in Environmental Biology**, v. 9, n. 5, p. 172-174, 2015.
- AYARKWA, J.; AGYEKUM, K.; ADINYIRA, E.; OSEI-ASIBEY, D. Perspectives for the implementation of lean construction in the Ghanaian construction industry. **Journal of Construction Project Management and Innovation**, v. 2, n. 2, p. 345-359, 2012.
- AYARKWA, J.; AGYEKUM, K.; ADINYIRA, E.; OSEI-ASIBEY, D. Barriers to successful implementation of lean construction in the Ghanaian building industry. **Journal of Construction**, v. 5 n.1 p. 3-10, 2012.
- BAJJOU, M. S.; CHAFI, A. Barriers of lean construction implementation in the Moroccan construction industry. In: AIP Conference **Proceedings...**AIP Publishing, 2018.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Implementing lean construction: stabilizing work flow. **Lean Construction**, p.101-110, 1997.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding production: essential step in production control. **Journal of Construction Engineering and Management**, p.11-17, 1998.
- BALLARD, G. The Last Planner. **Spring Conference of the Northern California Construction**, Monterey, CA, 22 abr. 1994.

BALLARD, H. G. **The Last Planner System of Production Control**. Thesis (Doctorate in Civil Engineering) - School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Birmingham, Birmingham, 2000.

BALLARD, G.; HOWELL, G. An Update on Last Planner. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 11, 2003, Virginia, EUA. **Proceedings...** Virginia: IGLC, 2003.

BASHIR, A. M.; SURESH, S.; DAVID G.P.; GAMESON, R. Barriers towards the sustainable implementation of lean construction in the United Kingdom construction organisations. In: **ARCOM doctoral workshop**. 2010.

BHASIN, S. An appropriate change strategy for lean success. **Management Decision**, v. 50, n. 3, p. 439-458, 2012.

CAUCHICK MIGUEL, P. A.; FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; TURRIONI, J. B.; HO, L. L.; MORABITO, R.; MARTINS, R. A.; PUREZA, V. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

CAUCHICK MIGUEL, P. A.; FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; TURRIONI, J. B.; HO, L. L.; MORABITO, R.; MARTINS, R. A.; PUREZA, V. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2º edição, 2012.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL, CBIC. **Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), em 2018 o setor sofreu mais uma queda de 2,5% , retroagindo o volume de negócios no setor aos números de 2009**. Disponível em: < <https://cbic.org.br/33505-2/>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

CANO, S.; DELGADO, J.; BOTERO, L.; RUBIANO, O. Barriers and success factors in Lean Construction's implementation - Survey in pilot context. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 23, 2015, Perth, Austrália. **Proceedings...** Perth: IGLC, 2015.

CARVALHO, R.G.; KRUK, N.S.; BELDERRAIN, M.C.N. Aplicação do método de análise hierárquica para seleção de sistemas de separação água/óleo em aeroportos para diferentes cenários. **Journal Blucher Marine Engineering Proceedings**, v.2, n.1, p. 64-75, 2016.

COMMON, G.; JOHANSEN, E.; GREENWOOD, D. A survey of the take-up of lean concepts among UK construction companies. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 8, 2000, Brighthton, UK. **Proceedings...** Brighthton: IGLC, 2000.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. 2º ed. São Paulo: Atlas, 2009.

COSTA, D. B.; FORMOSO, C. T.; LIMA, H. M. R.; BARTH, K. B. **Sistema de indicadores para benchmarking na construção civil**: manual de utilização. Porto Alegre. UFRGS/PPGEC/NORIE, 2005.

CULLEN, P. A.; BUTCHER, B.; HICKMAN, R.; KEAST, J.; VALADEZ, M. The application of lean principles to in-service support: a comparison between construction and the aerospace and defence sectors. **Lean Construction Journal**, v. 2, n. 1, p. 87-104, 2005.

CUNHA, F. X. M. **Aplicação de estratégias LEAN em obra e a resistência à mudança- Um caso de estudo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). FEUP – Faculdade de Engenharia do Porto, Portugal, 2017.

DEHDASHT G.; MOHAMAD R. Z. Barriers of sustainable lean construction implementation: Hierarchical model. **International Journal of Advanced Research**, V.6, n. 8, 2018.

DEMIRKESEN, S.; WACHTER, N.; OPRACH, S.; HAGSHENO, S. Identifying Barriers in Lean Implementation in the Construction Industry. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 27, 2019, Dublin, Irlanda. **Proceedings...**Dublin: IGLC, 2019.

DEVAKI, M. P.; JAYANTHI, R. Barriers to implementation of lean principles in the Indian construction industry. **International Journal of Engineering Research & Technology**, v. 3, n. 5, p. 1189-1192, 2014.

DULAIMI, M. F.; TANAMAS, C. The principles and applications of lean construction in Singapore. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 9, 2001, Singapore. **Proceedings...**Singapore: IGLC, 2001.

ENGEBO, A.; DREVLAND, F.; LOHNE, J.; SHKMOT, N.; LAEDRE, O. Geographical Distribution of Interest and Publications on Lean Construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 25, 2017, Heraklion, Greece. **Proceedings...**Heraklion: IGLC, 2017.

FONTANINI, P. S. P.; PICCHI, F. A. Mentalidade enxuta na cadeia de fornecedores da construção civil: aplicação de macro mapeamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 3, 2003, São Carlos, SP. **Anais...**São Carlos: SIBRAGEC, 2003.

FORMOSO, C. T. **Lean Construction**: princípios básicos e exemplos. Boletim técnico – NORIE/UFRS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. Disponível em < <http://www.leansixsigma.com.br/acervo/2011520.PDF>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

FÜHR, L. T.; BASSO, F. ARENHARDT, S.L.; DE FREITAS, T.B.; SOARES, A.; MARTINS, V. Análise das 7 perdas de Shingo em ambientes de aprendizagem. **Revista Liberato**, v. 14, n. 22, p. 199-212, 2013.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção**: mais do que simplesmente just-in-time. *Production*, v.5, n.2, p.169-189, 1995.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª edição. São Paulo: Atlas, 2002.

GODOY, L. P.; BELINAZO, D. P.; PEDRAZZI, F. K. Gestão da qualidade total e as contribuições do programa 5S's. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21, 2001, Salvador, BA. **Anais...**Salvador: ENEGEP,2001.

GUJANSKY; G. BELDERRAIN, M.C.N. Aplicação do método AHPSort para aquisição de um automóvel. **Revista Gestão em Engenharia**, v.1, n.1, p. 1-17, 2014.

HARTLEY, J.R. **Engenharia simultânea**: um método para reduzir prazos, melhorar a qualidade e reduzir custos. Porto Alegre: Bookman, 1998.

HIROTA, E. H.; FORMOSO, C. T. O processo de aprendizagem na transferência dos conceitos e princípios da produção enxuta para a construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8, 2000, Salvador, BA. **Anais...**Salvador: ENTAC, 2000.

HOWELL, G. What is lean construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 8, 2000, Brighthon, UK. **Proceedings...**Brighthon: IGLC, 2000.

HOWELL, G.; BALLARD, G. Design of construction operations. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7, 1999, Berkeley, USA. **Proceedings...**Berkeley: IGLC, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE, **PIB avança 1,0% em 2017 e fecha ano em R\$ 6,6 trilhões**. Disponível em: < <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2013-agencia-de-noticias/releases/20166-pib-avanca-1-0-em-2017-e-fecha-ano-em-r-6-6-trilhoes.html> >. Acesso em: 12 mar. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA. IBDA, **A diferença entre construtora e incorporadora**. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=33&Cod=1933>>. Acesso em: 23 nov. 2019.

JOHANSEN, E.; WALTER, L. Lean construction: prospects for the German construction industry. **Lean construction journal**, v. 3, n. 1, p. 19-32, 2007.

JORGENSEN, B.; EMMITT, S.; BONKE, S. Revealing cultures and subculturas during the implementation of lean construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 12, 2004, Helsingor, Denmark. **Proceedings...**Helsingor: IGLC, 2004.

JUSBRASIL, **Urbanizadora, construtora, incorporadora ou imobiliária?**. Disponível em: < <https://janinebertuol.jusbrasil.com.br/artigos/754130084/urbanizadora-construtora-incorporadora-ou-imobiliaria>>. Acesso em: 23 nov 2019.

- KHANH, H. D.; KIM, S. Y. Barriers of Last Planner System: A Survey in Vietnam Construction Industry. **Journal of Construction Engineering and Project Management**, v. 3 n. 4, p. 5-11, 2013.
- KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Thesis (Doctor of Technology). Technical Research Centre of Finland, Espoo, Finland, 2000.
- KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Palo Alto, Stanford: CIFE, 1992, 68 p.(CIFE Technical Report #72).
- KOSKELA, L. Lean production in construction. In: **Lean Construction**. Alarcon L. (Ed.) Rotterdam: A.A. Balkema, 1997.
- LABIB, A. **Learning from Failures: Decision Analysis of Major Disasters**. Elsevier, 2014.
- LÉXICO LEAN. **Glossário ilustrado para praticantes do pensamento Lean**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.
- LEWIS, M. A. Lean production and sustainable competitive advantage. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 8, 2000.
- LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo / trad. RIBEIRO Lene B. - Porto Alegre : Bookman, 2005.**
- LI, S.; MA, Q. Barriers and challenges to implement integrated project delivery in China. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, IGLC,25, 2017, Heraklion, Greece. **Proceedings...** Heraklion:IGLC,2017.
- LORENZON, I. A. **A medição de desempenho na Construção Enxuta: estudos de caso**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). UFSCAR – Universidade federal de São Carlos, São Carlos-SP, 2008.
- MACHADO, R. L.; HEINECK, L. F. M. Estratégias de produção para a construção enxuta. In: In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21, 2001, Salvador, BA. **Anais...**Salvador: ENEGEP, 2001.
- MARHANI, M. A.; JAAPAR, A.; BARI, N. A. A.; ZAWAWI, M. Sustainability through lean construction approach: A literature review. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v.101, p. 90-99, 2013.
- MEGGINSON, L. C.; MOSLEY, D. C.; PIETRI, P. H. **Administração: conceitos e aplicações**. Harba, 1998.
- MELLES, B. What do we mean by lean production in construction. **Lean Construction**, p. 24-29, 1997.

MONDEN, Y. SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO - **Uma abordagem integrada ao Just in time**, Ed.: Bookman, 4ª edição, 2015.

MOSSMAN, A. Creating value: a sufficient way to eliminate waste in lean design and lean production. **Lean Construction Journal**, 2009.

MUIANGA, E. A. D.; GRANJA, A. D.; DE ANDRADE R. J. Desvios de custos e prazos em empreendimentos da construção civil: categorização e fatores de influência. **Ambiente Construído**, v. 15, n. 1, 2015.

OGUNBIVI, O. E. **Implementation of the lean approach in sustainable construction: a conceptual framework**. 2014. Doctoral dissertation, University of Central Lancashire, Lancashire-UK, 2014.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**, Bookman. Porto Alegre, 1997.

OLAMILOKUN, O. Investigating facilitators and barriers for adopting lean construction principles in the nigerian building consulting firms. **International Journal of Innovative Research & Development**, v. 4, n. 12, p. 234-239, 2015.

OLATUNJI, J. Lean-in-Nigerian construction: state, barriers, strategies and go to-gemba" approach'. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 16, 2008, Manchester, UK. **Proceedings...Manchester: IGLC**, 2008.

OLIVEIRA, M. L.; SILVEIRA, F; VENTURINI, J. S; RUPPENTHAL, J. E. "Proposta de ações baseadas nos 11 princípios lean construction para implantação em um canteiro de obras de Santa Maria – RS". **Revista Espacios**, Venezuela, v. 37, n. 21, 2016. Disponível em: < <http://www.revistaespacios.com/a16v37n21/16372117.html> >. Acesso em: 09 mai. 2018.

OMRAN, A.; ABDULRAHIM, A. Barriers to prioritizing lean construction in the libyan construction industry. **Acta Technica Corviniensis-Bulletin of Engineering**, v. 8, n. 1, p. 53-56, 2015.

OSADA, T. **Housekeeping - 5S's Cinco pontos-chaves para o ambiente da qualidade total**. São Paulo: Instituto IMAM, 1992.

PETTERSEN, J. Defining lean production: some conceptual and practical issues. **The TQM journal**, v. 21, n. 2, p. 127-142, 2009.

PICCHI, F. A. Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção. **Ambiente Construído**, v. 3, n. 1, p. 7-23, 2003.

PICCHI, F. A.; GRANJA, A. D. Construction sites: using lean principles to seek broader implementations. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 12, 2004, Helsingor, Denmark. **Proceedings...Helsingor: IGLC**, 2004.

- RADNOR, Z. Transferring Lean into government. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 21, n. 3, p. 411-428, 2010.
- REZENDE, F. P.; DE FREITAS, F. O.; DE OLIVEIRA S, E. A. T. Cultura organizacional e resistência a mudança. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA,8, 2011, Resende, RJ. **Anais...Resende: SEGeT**, 2011.
- ROBBINS, S.; JUDGE, T.; SOBRAL, F. **Comportamento organizacional: teoria e prática no contexto brasileiro**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- ROOKE, J.; SEYMOUR, D.; FELLOWS, R. The claims culture: a taxonomy of attitudes in the industry. **Construction Management & Economics**, v. 21, n. 2, p. 167-174, 2003.
- ROOKE, J.; SEYMOUR, D.; FELLOWS, R. Planning for claims: an ethnography of industry culture. **Construction management and economics**, v. 22, n. 6, p. 655-662, 2004.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar o fluxo de valor para agregar valor eliminando o desperdício**. Rio de Janeiro: Lean Institute Brasil, 2003.
- SAATY, T.L. How to make a decision: The analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, v.48, n.1, p.9-26, 1990.
- SAATY, T.L. Decision making with the analytic hierarchy process. **Int. J. Services Sciences**, v. 1, n. 1, p. 83 – 98, 2008.
- SANCHES, A. M.; PEREZ, M.P. Lean indicators and manufacturing strategies. **International journal of Operations & Production Management**, Vol.21 No. 11, 2001.
- SANTOS, N. C. R.; SCHIMIDT, A. S.; GODOY, L. P.; PEREIRA, A. S. Implantação do 5S para qualidade nas empresas de pequeno porte na região central do Rio Grande do Sul. In: SIMPOSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13, 2006, Bauru, SP. **Anais... Bauru: SIMPEP**, 2006.
- SARHAN, J.; XIA, B.; FAWZIA, S.; KARIM, A.; OLANIPEKUN, A. Barriers to implementing lean construction practices in the Kingdom of Saudi Arabia (KSA). **Construction Innovation**, v. 18, n. 2, p. 246-272, 2018.
- SARHAN, S. **A strategy for overcoming barriers to the successful implementation of lean construction in the UK**. Dissertation (Master of Science in Civil Engineering). University of Plymouth. Plymouth, United Kingdom, 2011.
- SARHAN, S.; FOX, A. Barriers to implementing lean construction in the UK construction industry. **The Built & Human Environment Review**, Volume 6, 2013.
- SARHAN, S.; FOX, A. Trends and challenges to the development of a lean culture among UK construction organisations. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 20, 20012, San Diego, EUA. **Proceedings...San Diego: IGLC**, 2012.

- SAURIN, T. A.; FERREIRA, C. F.. Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas. **Gestão e produção**. São Carlos, SP. Vol. 15, n. 3, p. 449-462, 2008.
- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS SEBRAE-NA/ Dieese. **Anuário do trabalho na micro e pequena empresa**. Disponível em: www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anuario%20do%20Trabalho%20Na%20Micro%20e%20Pequena%20Empresa_2013.pdf. Acesso em: 17 mai. 2019.
- SHAMMAS-TOMA, M.; SEYMOUR, D.; CLARK, L. Obstacles to implementing total quality management in the UK construction industry. **Construction Management & Economics**, v. 16, n. 2, p. 177-192, 1998.
- SHANG, G.; PHENG, L. S. Barriers to lean implementation in the construction industry in China. **Journal of Technology Management in China**, v. 9, n. 2, p. 155-173, 2014.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SHINGO, S. **Zero quality control: source inspection and the poka-yoke system**. Cambridge, Massachusetts, Productivity Press, 1986.
- SOUZA, B. C.; CABETTE, R. E. S. Gerencia da construção civil: estudo da aplicação da Lean Construction no Brasil. **Revista de Gestão & Tecnologia**, [S.l.], v. 2, n. 1, dez. 2014. ISSN 2358-3126. Disponível em: <http://www.revista.unisal.br/lo/index.php/reget/article/view/143>>. Acesso em: 12 jun. 2018.
- SUBRAMANIAN, N.; RAMANATHAN, R. A review of applications of Analytic Hierarchy Process in operations management. **International Journal of Production Economics**, v. 138, n. 2, p. 215-241, 2012.
- TAKAHASHI, V. P. **Proposta de um modelo de auxílio à tomada de decisão na adoção de técnicas de engenharia simultânea**. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). EESC/ USP – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos-SP, 1996.
- TAYLOR; B.W. **Introduction to management science**. 10 ed. Nova Jersey: Pearson/Pretencie Hall. 2010.
- TEZEL, A.; KOSKELA, L.; AZIZ, Z. Lean thinking in the highways construction sector: motivation, implementation and barriers. **Production Planning & Control**, v. 29, n. 3, p. 247-269, 2018.
- TORP, O.; KNUDSEN, J. B.; RONNEBERG, I. Factors Affecting Implementation of Lean Construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 26, 2018, Chennai, Índia. **Proceedings...**Chennai: IGLC, 2018.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas.** Itajubá: UNIFEI, 2012.

VIANA, D.D.; MOTA, B.; FORMOSO, C.T.; ECHEVESTE, M.; PEIXOTO, M.; RODRIGUES, C. L. A survey on the last planner system: Impacts and difficulties for implementation in Brazilian companies. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 18, 2010, Haifa, Israel. **Proceedings...**Haifa: IGLC, 2010.

WOMACK, J. P.; JOHN, K. **Vinte e cinco anos de lean**, 2013. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/artigos/248/vinte-e-cinco-anos-de-lean.aspx>>. Acesso em: 13 jun. 2018.

WOMACK, J.P. e JONES, D.R. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Elimine o desperdício e crie riquezas.** Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **The machine that changed the world.**New York: Macmillan Publishing Company, 1990.

YANG; J.; LEE, H. An **AHP decision model for facility location selection.** *Facilities*, vol. 15, ISS: 9pp; 241254. 1997.

YIN, Robert K. Estudo de caso. **Planejamento e métodos.** Tradução Daniel Grassi. 3 ed. Porto Alegre: Bookman. 2005

APÊNDICE A – PROTOCOLO DE PESQUISA

ROTEIRO DE ENTREVISTA

Parte 1 – Informações gerais da empresa e do entrevistado:

1- Nome da empresa: _____

2- Nome do entrevistado: _____

3- Qual é a sua atividade? _____

4- Qual estado do Brasil atua? _____

5- Qual função atua?

1- () Proprietário;

2- () Diretor.

6- Qual seu nível de escolaridade? _____

7- Quantos anos de experiência no setor?

1- () 1 a 4

2- () 5 a 9

3- () 10 a 19

4- () 20 +

8- Número de funcionários na empresa:

1- () 1 a 49

2- () 50 a 249

3- () 250 a 499

4- () 500 +

9- Áreas de atuação da empresa:

- 1- () Obras residenciais e comerciais;
- 2- () Obras de condomínios e loteamentos;
- 3- () Obras Prediais.

10- Volume de contratos por ano (Milhões):

- 1- () _____

11- Tipo de clientes:

- 1- () Empresas privadas
- 2- () Empresas públicas
- 3- () Ambos.

12- Sua empresa possui certificação em sistemas de gestão:

- 1- () Sim, ISO 9001:2015 Sistema de gestão da qualidade;
- 2- () Sim, ISO 14001, Sistema de gestão ambiental;
- 3- () Sim, OHSAS 18001, Sistema de gestão de saúde e segurança ocupacional;
- 4- () Não.

13- Qual o nível de escolaridade da equipe de produção (utilizar % para cada item)?

- 1- () 1º grau incompleto
- 2- () 1º grau completo
- 3- () 2º grau incompleto;
- 4- () 2º grau completo;
- 5- () 2º grau nível técnico;
- 6- () Ensino superior incompleto.

Parte 2 – *Lean Construction*, conhecimento sobre a filosofia:

14- Você têm conhecimento do *Lean Construction* ?

- 1- () Sim;
- 2- () Não.

15- O que significa a filosofia *lean* para você?

- 1- () Eliminar desperdícios a gerar valor;
- 2- () Otimizar a produção;
- 3- () Melhoria contínua;
- 4- () Reduzir o estoque;
- 5- () Não estou a par dessa filosofia.

16- Quais as ferramentas a seguir você conhece? (múltipla escolha)

- 1- () Last Planner System;
- 2- () Mapeamento do fluxo de valor;
- 3- () TQM (Total Quality Management);
- 4- () Células de produção;
- 5- () Gestão visual;
- 6- () Engenharia simultânea;
- 7- () Kaizen;
- 8- () Jidoka;
- 9- () Kanban;
- 10- () Six Sigma;
- 11- () 5 S;
- 12- () Poka-Yoke;
- 13- () 7 Desperdícios;
- 14- () Just-In-Time;
- 15- () Outro: _____

17- Houve alguma tentativa da empresa em fornecer treinamento sobre o *Lean Construction* ?

- 1- () Não, qualquer conhecimento sobre construção enxuta é por meio do acaso e do interesse pessoal;
- 2- () Sim, porém o treinamento é disponível apenas para diretores e gerentes;

- 3- () Sim, alguns tiveram treinamento, mas não houve nenhuma chance de colocar o aprendizado em prática;
- 4- () Sim, existe um programa de treinamento que garante que todos os funcionários desenvolvam a consciência enxuta dentro da empresa.

18- Existe atenção por parte da equipe para a melhoria dos processos que não apresentam grandes problemas?

- 1- () Não, as equipes não medem o desempenho do processos;
- 2- () Parcial, apenas os processos mais importantes são mapeados e exibem regularmente a eficácia;
- 3- () Total, as equipes medem, mapeiam e exibem regularmente a eficácia de todos processos, incluindo os menos críticos.

19- A equipe de liderança de sua empresa passou por qualquer treinamento formal de introdução ao pensamento *lean*?

- 1- () Não, pois não seria relevante para a empresa;
- 2- () Possuem algum conhecimento de *lean* através de treinamentos iniciais, pelo menos o entendimento básico;
- 3- () Sim, há um desejo geral de aumentar a compreensão, mas a pressão do tempo torna isso difícil;
- 4- () A maioria dos membros da equipe já passou por treinamento de conscientização de pensamento enxuto.

20- Qual das seguintes técnicas e ferramentas sua empresa utiliza para facilitar as relações colaborativas entre os departamentos e fornecedores ?

- 1- () Acordos contratuais de longo prazo com estruturas e parcerias em vários projetos;
- 2- () Sistemas de gerenciamento integrado de documentos, projetos e informações;
- 3- () Equipe de projeto integrada a execução;
- 4- () Cronogramas de planejamento colaborativo (por exemplo, com subcontratados ou fornecedores);

- 5- () Comitês com equipes multidisciplinares para discussão de melhorias e lições aprendidas;
- 6- () Nenhuma.

21- Assinale as frases a seguir que concorda:

- 1- () O conceito *lean* não é adequado para o setor de construção devido às demandas dos clientes por projetos mais rápidos e econômicos;
- 2- () Não há necessidade de melhorar os processos que não apresentam grandes problemas;
- 3- () Formas de contrato que permitem a uma das partes impor o poder sobre outra, criando relações adversárias, estas relações contraditórias criam custos de transação que são considerados resíduos;
- 4- () O *lean* tem que ser implementado em todos os departamentos da empresa, qualquer esforço isolado pode causar desperdício;
- 5- () A utilização de medições de desempenho e de extrema importância para o acompanhamento da evolução;
- 6- () A utilização de planilhas com a quantificação baseadas no método convencional de medição da produção, como custos e cronograma, podem levar a variações de custos e dificuldades de entrega, não sendo apropriadas para a melhoria contínua;
- 7- () Todas as atividades da empresa, devem ser continuamente revisadas e melhoradas;
- 8- () A contratação de projetistas externos sem o acompanhamento do processo de execução, separa o projeto da obra, portanto, perde o objetivo *lean* de colaboração e integração;
- 9- () O *lean* é mais do que uma ferramenta ou técnicas, requer uma transformação no pensamento, disciplina de compromisso e um amplo foco em todo o sistema.

22- Quais tarefas acredita serem importantes para o alcance da abordagem enxuta dentro da empresa? (múltipla escolha):

- 1- () Planejamento colaborativo entre os departamentos;

- 2- () Análise de sequência de trabalho com a identificação dos desperdícios, riscos, logística , fornecedores e processos;
- 3- () Gestão de projetos;
- 4- () Análise de dados - definir metas, monitorar e melhorar continuamente;
- 5- () Gestão visual - informações de desempenho orientada por processos apropriados com a identificação dos problemas antes que ocorram;
- 6- () Organização do local de trabalho, com a execução das tarefas em um ambiente seguro e limpo;
- 7- () Trabalho padronizado, identificar o melhor método para atingir a qualidade, custo e tempo, com segurança e consistência;
- 8- () Mapeamento do processo, com a identificação de quem faz , quando, porque e como;
- 9- () Resolução de problemas - identificar suas causas-raiz.

23- Pontue os fatores de desempenho abaixo, no qual sua empresa considera de suma importância, sem levar em conta o fator financeiro (4 sendo o mais importante e 0 sendo o menos importante):

Fatores	0	1	2	3	4
Qualidade					
Segurança					
Satisfação do cliente					
Funcionalidade					
Planejamento eficiente					
Performance da equipe					
Produtividade					

Parte 3 – Benefícios do *Lean Construction*:

24- Quais dos seguintes benefícios poderiam ser obtidos na aplicação de princípios *lean* à construção? (por favor, escolha até 5 benefícios apenas):

- 1- () Melhoria da produtividade;

- 2- () Aumento da confiabilidade;
- 3- () Menos defeitos e melhor qualidade;
- 4- () Mais satisfação do cliente;
- 5- () Maior previsibilidade;
- 6- () programações mais curtas;
- 7- () Menos resíduos;
- 8- () Redução de custo;
- 9- () Projetar melhorias para aprimoradas a capacidade de construção ;
- 10- () Aumento no lucro;
- 11- () Melhoria das condições de segurança e saúde;
- 12- () Se outro, por favor especifique_____.

25- Que razões levariam sua organização seguir a jornada enxuta? (múltipla escolha)

- 1- () Crise financeira do setor;
- 2- () Para manter-se atualizado com os novos conceitos de gerenciamento;
- 3- () Para melhorar a qualidade de nossos produtos;
- 4- () Para melhorar nossa taxa de satisfação do cliente;
- 5- () Para aumentar o lucro e retorno dos projetos;
- 6- () Reduzir retrabalho e desperdícios;
- 7- () Se outro, por favor especifique_____.







26- Se fosse adotar o *Lean Construction* em sua empresa, qual o modelo adotaria?

- 1- () Desenvolvimento com a equipe interna;
- 2- () Contratação de serviços externos de consultoria;
- 3- () Desenvolvimento com a equipe interna e contratação de serviços externos de consultoria;
- 4- Outro: _____







ANEXO A – MATRIZES JULGAMENTO ATRAVÉS DA ANÁLISE HIERARQUICA DE PROCESSOS

Empresa de grande porte:

Matriz de julgamento dos critérios e índice de consistência:

Categories mestres	Estrutura organizacional	Externidade	Fatores humanos
Capital financeiro	 2	 2	 2
Estrutura Organizacional		 2	 3
Externidade			 2
IC= 0.08062			
Capital financeiro	0.13458		
Estrutura Organizacional	0.43063		
Externidade	0.18892		
Fatores humanos	0.24587		

Matriz de julgamento das alternativas em relação a estrutura organizacional e índice de consistência:

Estrutura organizacional	Falta de conhecimento, compreensão e consciência do lean	A fragmentação e subcontratação do setor	Aderência a conceitos tradicionais de gestão devido ao tempo e a pressão comercial
Comprometimento da alta direção e gerência operacional	 2	 3	 3
Falta de conhecimento, compreensão e consciência do lean		 2	 2
A fragmentação e subcontratação do setor			 2
IC= 0.05361			
Comprometimento da alta direção e gerência operacional			0.45822
Falta de conhecimento, compreensão e consciência do lean			0.18512
A fragmentação e subcontratação do setor			0.24038
Aderência a conceitos tradicionais de gestão devido ao tempo e a pressão comercial			0.11628

Matriz de julgamento das alternativas em relação aos fatores humanos e índice de consistência:

Fatores humanos	Questões educacionais	Resistência por parte do funcionários
Problemas culturais e comportamento humano	← 3	← 3
Questões educacionais		← 2
IC= 0.05156		
Problemas culturais e comportamento humano		0.59363
Questões educacionais		0.24931
Resistência por parte do funcionários		0.15706

Matriz de julgamento das alternativas em relação a externalidade e índice de consistência:

Externalidade	Suprimentos: aquisições e contratos
Dicotomia de projetos e execução	↑ 2
IC= 0.0000	
Dicotomia de projetos e execução	0.25000
Suprimentos: aquisições e contratos	0.75000

Empresa de médio porte:

Matriz de julgamento dos critérios e índice de consistência:

Categories mestres	Estrutura organizacional	Externidade	Fatores humanos
Capital financeiro	← 2	← 3	↑ 2
Estrutura Organizacional		↑ 3	↑ 4
Externidade			↑ 3
IC= 0.08237			
Capital financeiro	0.28511		
Estrutura Organizacional	0.09658		
Externidade	0.16629		
Fatores humanos	0.45201		

Matriz de julgamento das alternativas em relação a estrutura organizacional e índice de consistência:

Estrutura organizacional	Falta de conhecimento, compreensão e consciência do lean	A fragmentação e subcontratação do setor	Aderência a conceitos tradicionais de gestão devido ao tempo e a pressão comercial
Comprometimento da alta direção e gerência operacional	↑ 3	↑ 2	↑ 2
Falta de conhecimento, compreensão e consciência do lean		← 2	← 2
A fragmentação e subcontratação do setor			↑ 2
IC= 0.02660			
Comprometimento da alta direção e gerência operacional			0.12050
Falta de conhecimento, compreensão e consciência do lean			0.41816
A fragmentação e subcontratação do setor			0.19063
Aderência a conceitos tradicionais de gestão devido ao tempo e a pressão comercial			0.27071

Matriz de julgamento das alternativas em relação aos fatores humanos e índice de consistência:

Fatores humanos	Questões educacionais	Resistência por parte do funcionários
Problemas culturais e comportamento humano	← 5	← 3
Questões educacionais		↑ 3
IC= 0.03703		
Problemas culturais e comportamento humano		0.63699
Questões educacionais		0.10473
Resistência por parte do funcionários		0.25828

Matriz de julgamento das alternativas em relação a externalidade e índice de consistência:

Externalidade	Suprimentos: aquisições e contratos
Dicotomia de projetos e execução	↑ 2
IC= 0.0000	
Dicotomia de projetos e execução	0.33333
Suprimentos: aquisições e contratos	0.66667

Empresa de pequeno porte:

Matriz de julgamento dos critérios e índice de consistência:

Categories mestres	Estrutura organizacional	Externidade	Fatores humanos
Capital financeiro	← 3	← 3	← 2
Estrutura Organizacional		↑ 3	↑ 3
Externidade			↑ 3
IC= 0.08062			
Capital financeiro	0.43305		
Estrutura Organizacional	0.09393		
Externidade	0.16452		
Fatores humanos	0.30850		

Matriz de julgamento das alternativas em relação a estrutura organizacional e índice de consistência:

Estrutura organizacional	Falta de conhecimento, compreensão e consciência do lean	A fragmentação e subcontratação do setor	Aderência a conceitos tradicionais de gestão devido ao tempo e a pressão comercial
Comprometimento da alta direção e gerência operacional	← 3	← 3	← 4
Falta de conhecimento, compreensão e consciência do lean		← 3	← 3
A fragmentação e subcontratação do setor			← 3
IC= 0.08913			
Comprometimento da alta direção e gerência operacional			0.4940
Falta de conhecimento, compreensão e consciência do lean			0.2697
A fragmentação e subcontratação do setor			0.1544
Aderência a conceitos tradicionais de gestão devido ao tempo e a pressão comercial			0.0818

Matriz de julgamento das alternativas em relação aos fatores humanos e índice de consistência:

Fatores humanos	Questões educacionais	Resistência por parte do funcionários
Problemas culturais e comportamento humano	← 2	← 2
Questões educacionais		← 2
IC= 0.05156		
Problemas culturais e comportamento humano		0.49339
Questões educacionais		0.31081
Resistência por parte do funcionários		0.19580

Matriz de julgamento das alternativas em relação a externalidade e índice de consistência:

Externalidade	Suprimentos: aquisições e contratos
Dicotomia de projetos e execução	↑ 5
IC= 0.0000	
Dicotomia de projetos e execução	0.16666
Suprimentos: aquisições e contratos	0.83333