

FACULDADES INTEGRADAS DE CARATINGA

GIULIA KARLA DE OLIVEIRA FARIA

JOICE FERREIRA DE QUEIROZ

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DA TÉCNICA DE
CONSTRUÇÃO ENXUTA EM OBRAS DE PEQUENO PORTE**

CARATINGA

2017

GIULIA KARLA DE OLIVEIRA FARIA

JOICE FERREIRA DE QUEIROZ

FACULDADES INTEGRADAS DE CARATINGA

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DA TÉCNICA DE
CONSTRUÇÃO ENXUTA EM OBRAS DE PEQUENO PORTE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Caratinga, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Gerenciamento

Orientador: Esp. Claudemir Máximo de Sousa

CARATINGA

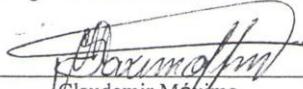
2017

TERMO DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: Análise de viabilidade de implantação da técnica de construção enxuta em pequenas obras, elaborado pelo(s) aluno(s) Giulia Karla de Oliveira Faria e Joice Ferreira de Queiroz foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de ENGENHARIA CIVIL das FACULDADES DOCTUM CARATINGA, como requisito parcial da obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

Caratinga 5 de Dezembro de 2017



Claudemir Máximo
Prof. Orientador



João Moreira
Prof. Avaliador 1



Ricardo Botelho
Prof. Examinador 2

“Nunca deixe que lhe digam que não vale a pena acreditar no sonho que se tem, ou que seus planos nunca vão dar certo, ou que você nunca vai ser alguém[...].

Confie em si mesmo. Quem acredita sempre alcança!”

Renato Russo

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as vitórias concedidas ao longo dessa jornada, que agora nos permitem concluir mais uma etapa.

À família, que sempre esteve presente dando apoio e transmitindo mensagens motivadores, para que fosse mantida nossa essência moral.

Aos docentes das Faculdades Integradas de Caratinga, que contribuíram grandemente para nossa formação superior, transmitindo ensinamentos e experiências que levaremos para a vida.

Ao nosso orientador, Prof. Claudemir Máximo que acreditou e motivou nossa pesquisa, estando sempre à disposição para nos auxiliar.

Aos companheiros de turma, que contribuíram direta e indiretamente para a nossa formação.

Muito obrigada!

RESUMO

O setor construtivo sempre esteve ligado a problemáticas produtivas e gerenciais, que resultam em altos índices de desperdício, retrabalho e diminuição da qualidade, fatores que elevam os custos, demandam maiores prazos e geram impactos negativos ao canteiro de obras. A Construção Enxuta surgiu com uma adaptação do Sistema Toyota de Produção que visava a redução de fatores construtivos, trabalhada em conjunto com o planejamento e gerenciamento de projetos. A proposta deste trabalho é apresentar conceitos e benefícios desta técnica e sua aplicabilidade em obras de pequeno porte. Para tal fim, foram realizados estudos em bibliografias já desenvolvidas sobre o tema, através de consultas de artigos, teses e livros, bem como a elaboração de questionários aplicados nas obras da cidade de Caratinga – MG para levantamento de dados relacionado ao gerenciamento e sistema de construção atualmente utilizados. Com base na análise dos questionários foi verificado que a maioria dos profissionais e proprietários ainda não conhecem a Construção Enxuta e seus benefícios, justificando portanto a necessidade de divulgação e inserção deste relevante tema como solução para obtenção de melhores resultados na gestão dos profissionais e insumos, aumentando, conseqüentemente, os lucros.

Palavras-chave: Construção enxuta; gerenciamento; planejamento.

ABSTRACT

The construction sector has always been linked to productive and managerial problems, which result in high rates of waste, rework and decrease in quality, factors that raise costs, demand longer deadlines and generate negative impacts on the construction site. Lean Construction came about with an adaptation of the Toyota Production System aimed at reducing building factors, worked together with planning and project management. The purpose of this work is to present concepts and benefits of this technique and its applicability in small works. To this end, studies were carried out in bibliographies already developed on the subject, through consultations of articles, theses and books, as well as the elaboration of questionnaires applied in the works of the city of Caratinga - MG for data collection related to management and system of currently used. Based on the analysis of the questionnaires, it was verified that the majority of professionals and owners still do not know the Lean Construction and its benefits, justifying therefore the necessity of disclosure and insertion of this relevant theme as a solution to obtain better results in the management of professionals and inputs, thereby increasing profits.

Key-Words: Lean construction, management, planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Pirâmides de Gizé	18
Figura 2 Ciclo de Planejamento.....	24
Figura 3 Esquema Taylorista de divisão do trabalho por cargos.....	25
Figura 4 Esquema Taylorista de divisão do trabalho por fases	25
Figura 5 Sistema de produção em massa automatizada Fordista.....	26
Figura 6 Linha de produção manual em massa Fordista.....	26
Figura 7 Componentes do Sistema Toyota de Produção	29
Figura 8 Exemplo de utilização do <i>Kanban</i> em escritório.....	30
Figura 9 Exemplo de utilização do <i>Kanban</i> em obras	30
Figura 10 Composição de preço do Sistema Tradicional e o Sistema <i>Lean</i>	32
Figura 11 Processo de produção convencional.....	34
Figura 12 Modelo de processo da Construção Enxuta.....	35
Figura 13 Organograma da filosofia <i>Lean</i>	37
Figura 14 Pirâmide dos princípios da Construção Enxuta	42
Figura 15 Fluxograma <i>Seiri</i>	45
Figura 16 Implantação do programa 5S	48
Figura 17 Escolaridade dos colaboradores	50
Figura 18 Escolaridade dos mestres de obra	50
Figura 19 Faixa etária dos colaboradores	51
Figura 20 Faixa etária dos mestres de obra	51
Figura 21 Aspectos organizacionais do canteiro de obras	52
Figura 22 Incentivo a melhoria	53
Figura 23 Aspectos de gestão	54
Figura 24 Demais aspectos da construção.....	55

Figura 25 Gênero dos engenheiros	55
Figura 26 Escolaridade dos engenheiros	56
Figura 27 Faixa etária dos engenheiros	56
Figura 28 Tempo de atuação profissional dos engenheiros	56
Figura 29 Aplicação dos fatores que possibilitam a melhoria	57
Figura 30 Aspectos da gestão da construção.....	58
Figura 31 Fatores de beneficiamento por técnicas.....	59
Figura 32 Gênero dos proprietários.....	59
Figura 33 Escolaridade dos proprietários	60
Figura 34 Faixa etária dos proprietários	60
Figura 35 Aspectos de gestão pela visão dos proprietários	61
Figura 36 Aspectos de satisfação dos proprietários	62

LISTA DE QUADROS

Tabela 1 Contabilização das respostas dos questionários78

Tabela 2 Conhecimento e utilização da técnica de Construção Enxuta80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Causas da falta de Planejamento	23
Quadro 2 Comparativo entre os sistemas Ford e Toyota	27
Quadro 3 Comparação entre o modelo de produção Tradicional e Enxuto	36

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

IGLC	<i>International Group for Lean Construction</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
PBQP	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade
PMI	<i>Project Management Institute</i>
STP	Sistema Toyota de Produção
TQM	<i>Total Quality Management</i>
VTT	Tecchnical Research Center

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Contextualização	14
1.2	Objetivos	15
1.2.1	<i>Objetivo geral</i>	16
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	16
1.3	Estruturação do trabalho	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	Histórico das Construções	17
2.1.1	<i>Da Antiguidade a Era Moderna</i>	17
2.2	O Setor da Construção Civil	19
2.3	A importância do Gerenciamento	20
2.3.1	<i>O Guia PMBOK</i>	21
2.4	A importância do Planejamento	22
2.4.1	<i>Diagnóstico do Processo de Planejamento</i>	22
2.4.2	<i>Ciclo dos processos de planejamento</i>	23
2.5	Sistemas de Produção: Origem e Evolução	24
2.5.1	<i>O Sistema Toyota de Produção ou “Lean Production”</i>	28
2.5.2	<i>Princípio do “não-custo”</i>	31
2.5.3	<i>A Transição dos conceitos Lean para a Construção Enxuta</i>	32
2.6	Os princípios da Construção Enxuta	37
2.7	Implantação do conceito enxuto e suas técnicas	42
2.7.1	<i>Just in Time</i>	42
2.7.2	<i>Kanban</i>	43
2.7.3	<i>Gerenciamento visual</i>	44

2.7.4	<i>Programa 5S</i>	45
3	METODOLOGIA	49
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	50
4.1	Colaboradores e Mestres de obra.....	50
4.2	Engenheiros.....	55
4.3	Proprietários.....	59
5	CONCLUSÃO	63
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
	APÊNDICES	70

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

As empresas vêm sofrendo intensas mudanças nas relações sociais e políticas diretamente ligadas à vida empresarial e ao surgimento de novas tecnologias que provocam novas relações de trabalho.

Com a Construção Civil não é diferente. A forma de construir foi adquirindo inovação e aperfeiçoamento em meio a tantos conceitos e técnicas utilizadas no canteiro de obras.

O setor da construção civil no Brasil apresenta grande percentual de desenvolvimento, devido à crescente demanda por melhoria e inovação nos últimos anos. Porém, diversos estudos realizados no Brasil indicam que a maioria dos problemas relacionados a baixa eficiência e qualidade da construção civil se originam de problemas gerenciais (VENTURINI, 2015).

Portanto, com a concorrência cada vez mais equilibrada entre as empresas, passou-se a dar mais importância a técnicas e projetos que agreguem inovação, eficiência, qualidade e economia, melhorando a capacidade de produção.

Desde meados dos anos 80, observa-se no país uma movimentação com intenção de aplicar os princípios da Gestão de Qualidade Total (TQM – *Total Quality Management*) com intuito de melhorar o controle de produção e obter a certificação pela norma ISO9000.

Porém, mesmo apresentando grandes benefícios, a filosofia TQM atende parcialmente as necessidades empresarial, visto que seus princípios não se aprofundam a questões de eficiência e eficácia do sistema de produção.

O sucesso do sistema “Lean” ocorreu devido a sua grande capacidade de diminuição de desperdícios de recursos e mão-de-obra, mantendo a produção mais equilibrada, eficiente, com baixo custo e alta qualidade.

Este sistema surgiu de conceitos e princípios existentes, como o TQM, *Just in Time* (JIT) e Sistema Toyota de Produção (STP), adaptando-se às necessidades do

setor, diminuindo desperdícios, custos e prazos e aumentando a eficiência e produtividade do canteiro de obras.

Essas adaptações para a construção civil foram feitas por Lauri Koskela em seus estudos de 1992, em que definiu que o ambiente produtivo da construção seja composto por várias atividades, agrupadas ou não, de conversão e fluxo que transformem insumos em produtos intermediários.

Lauri Koskela é membro e fundador do IGLC - *Intenational Group for Lean Construction* (Grupo Internacional de Construção Enxuta) e considerado um dos estudiosos mais citados em materiais sobre gerenciamento de construções e construções enxutas.

O desafio da Construção Enxuta é eliminar tudo que não agrega valor, escondido entre transportes, retrabalho e atrasos, advindos de projetos mal concebidos, execução do projeto por métodos obsoletos e individualidade das pessoas e atividades do canteiro de obra.

Este trabalho visa apontar e identificar a evolução do conceito de Construção Enxuta, nos aspectos tecnológicos e inovadores. Tem como objetivo diagnosticar os problemas enfrentados em um canteiro de obras para estudar e sugerir ações para implantação da filosofia “*lean*” e quebrar paradigmas da gestão, adaptando as técnicas e ferramentas disponíveis no dia a dia da obra e obtendo melhorias potenciais por meio de novas formas de tratar do canteiro de obras e dos que ali estão diariamente, conscientizando e propondo aos muitos profissionais ali presentes sobre a importância da correta gestão para melhoria de índices construtivos.

Para isto, utiliza-se a metodologia de pesquisa exploratória a partir da revisão de literaturas específicas sobre o assunto, e a aplicação de questionários em pequenas obras na cidade de Caratinga, para obtenção de dados que possibilitem o entendimento de como se encontra o funcionamento das obras e a relação dos trabalhadores com os conhecimentos sugeridos por este trabalho.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Diagnosticar a viabilidade de implantação da técnica de Construção Enxuta em obras de pequeno porte, aliada ao gerenciamento.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar um diagnóstico da situação atual do sistema de construção em Caratinga;
- Identificar os principais problemas decorrentes da falta de gerenciamento das obras;
- Identificar ações aplicáveis às obras de Caratinga pelos princípios da Construção Enxuta para melhoria do sistema de produção;
- Apresentar técnicas e ferramentas que possam auxiliar na implantação do sistema enxuto.

1.3 Estruturação do trabalho

O presente trabalho de conclusão de curso foi dividido em 6 (seis) capítulos, descritos abaixo:

- Capítulo 1: Contém introdução, contextualização, objetivo geral e específico e estruturação do trabalho;
- Capítulo 2: Contém a revisão bibliográfica, a respeito de construção enxuta, gerenciamento e planejamento.
- Capítulo 3: Contém a metodologia em que foi desenvolvida a revisão bibliográfica e a análise estatística na cidade de Caratinga;
- Capítulo 4: Contém os resultados e as discussões decorrentes do estudo;
- Capítulo 5: Contém a conclusão;
- Capítulo 6: Contém as referências bibliográficas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Histórico das Construções

Desde o início da história, tem-se registros de que os humanos iniciaram processos construtivos de seus próprios abrigos utilizando elementos naturais do local em que estavam (AGUIAR, 2017).

Passado o tempo, as estruturas começaram a obter características mais complexas, devido ao desenvolvimento de técnicas e conhecimentos científicos, que possibilitavam algumas estimativas de área e resistência. Novos materiais foram descobertos, possibilitando o surgimento de maiores estruturas que evoluíram para o cenário atual das construções modernas (CUNHA, 2009).

Tudo isso ocorreu a partir do momento em que as tribos deixaram de ser nômades, necessitando de estruturas para abrigo e proteção, que fossem fixas nos seus possíveis locais de moradia (AGUIAR, 2017).

Ao decorrer dos séculos, a busca e necessidade por estruturas maiores e mais eficientes impulsionou o surgimento de novas técnicas e formações para profissionais.

2.1.1 Da Antiguidade a Era Moderna

São diversas as obras que confirmam o desenvolvimento das construções e suas técnicas ao longo de muitos anos, porém, muitos desses registros se perderam com o tempo.

Existem registros de grandes construções há cerca de cinco mil (5.000) anos na Mesopotâmia. Os Sumérios, povos que habitavam a região, construíam muros, templos, canais para irrigação da produção e pavimentação, compostos por madeiras e pedras de diversos tamanhos e formatos (SILVA, 2017).

Os Pérsios, foram os responsáveis pela inovação nas técnicas construtivas de pontes, principalmente para fins militares. Dentre as mais destacadas construções

técnicas do Antigo Egito, encontram-se as Pirâmides de Gizé, construídas a mais de quatro mil (4.000) anos a.C, e a cidade de Alexandria (CUNHA, 2009).

Figura 1 Pirâmides de Gizé



Fonte: Araújo (2003)

O Império Romano foi responsável pelo surgimento de novas técnicas e habilidades construtivas, bem como um dos primeiros a utilizarem o concreto em suas obras, originado a partir de uma mistura de cinzas vulcânicas (CUNHA, 2009).

Na China, surgiram as construções de fundações de pedras, casas de tijolos e telhados de argila e a obra mais conhecida, Grande Muralha da China (220a.C), que envolveu técnicas construtivas, remanejamento de funcionários e um possível início do conceito de gerenciamento, em que era aplicado durante as fases de planejamento da Grande Muralha (CUNHA, 2009).

A partir do período da Renascença, os profissionais da construção civil, bem como suas técnicas, passaram a obter reconhecimento e importância, iniciando um período de estudos sobre as técnicas e aplicações de testes. Posteriormente, em Florença, surgiram os primeiros manuais com técnicas de projetos e construção.

Durante a Revolução Industrial os produtores faziam seus produtos artesanalmente, um a um, gerando itens de qualidade e sofisticados, mas com alto

custo, não atendendo a maioria das pessoas e tornando-se inviável ao comércio (MACHADO, 2005).

Após a Primeira Guerra Mundial, empresários norte-americanos desenvolveram um método de produção que ficou conhecido como Produção em Massa. Esse processo consistia em utilizar: (1) mão-de-obra de trabalhadores sem qualificações; (2) manufatura dos produtos em máquinas e (3) repetição, garantindo inovação e padrão de qualidade.

Este tipo de Produção em Massa, com raízes no Taylorismo e Fordismo, foi posteriormente copiado pelos povos Europeus. Até que apareceram os Japoneses, nos Estados Unidos, procurando aprender mais sobre a forma de produzir e gerenciar a produção, para que depois pudessem propor as melhorias necessárias, vista dos seus pontos críticos (LORENZON, 2008).

Toyoda e Ohno, diante das possibilidades encontradas de melhorias e inovações para as técnicas e conceitos utilizados no sistema de produção americano, criaram um novo método produtivo a ser implantado na fábrica de sua família, a Toyota, levando em consideração o cenário que o Japão se encontrava: pós Segunda Guerra Mundial (VENTURINI, 2015).

Toyoda e Ohno adquiriram uma máquina nos Estados Unidos e a levaram para a empresa de sua família, onde começaram a colocar em prática suas observações e ideias para o novo sistema produtivo (VENTURINI, 2015).

Implantaram um sistema enxuto, que repensava os conceitos da produção visando reduzir quantidade e custo com estoques, tempo de retrabalho e desgaste de mão de obra; ao mesmo tempo aumentar a qualidade e diversidade do produzido, agregando mais valor ao produto e ao processo, gerando excelentes resultados. Esse método foi então chamado de Produção Enxuta (VENTURINI, 2015).

Posteriormente, iniciou a implantação deste método na Construção Civil com o intuito de agregar mais qualidade, eficiência, flexibilidade e rentabilidade a produção, melhorando e renovando as relações comerciais e o desempenho do processo.

2.2 O Setor da Construção Civil

De acordo com a classificação do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), o setor da Construção Civil exerce grande influência sobre a economia nacional. Basta observar sua participação no PIB (Produto Interno Bruto).

Na década de 1970, durante o contexto da crise do Petróleo, em que empresas de diversos países tendenciavam a falência, o setor representava no PIB 5,4%. Na década de 1990 subiu para 10,2% e na de 2000 para 13,2% (CBIC, 2017).

Desde o 2º semestre de 2013 a queda acumulada do PIB do setor representa cerca de 14,3%, segundo o IBGE, e em 2017 ainda se observa retração no setor (GOMES, 2017).

Esta situação é agravada devido a constante busca por resultados imediatos, que na maioria das vezes não ocorrem, devido a produção ser feita a partir de resultados a médio e longo prazo, culminando posteriormente em comprometimento de objetivos e cronogramas preestabelecidos (GOMES, 2017).

Encontram-se também fortes características de desperdício de materiais, alto índice de patologias e uma produtividade extremamente atrasada em relação as técnicas atualmente disponíveis.

Todos estes aspectos justificam a necessidade de disseminar os conceitos e técnicas de Construção Enxuta, bem como seus princípios e vantagens.

2.3 A importância do Gerenciamento

Atualmente, fala-se muito sobre o Gerenciamento de Projetos e seus benefícios, porém, muitos ainda o consideram uma solução para problemas organizacionais.

O termo “Gerenciamento de Projetos” se tornou conhecido na década de 1960, sendo um conjunto de muitos mecanismos organizados de acompanhamento de processos, que precisam ser desenvolvidos com qualidade e respeito ao preço e prazo, visando a maior satisfação do cliente (CANDIDO, 2012).

Segundo *Project Management Institute* – PMI (2008), para cumprir os requisitos necessários à iniciação do trabalho com técnicas de gerenciamento é imprescindível

a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas para atender aos requisitos solicitados.

O PMI foi o pioneiro na disseminação e regularização deste termo, criando o Guia PMBOK que se tornou uma reconhecida fonte de normas, com o intuito de estabelecer um conjunto de conhecimentos e boas práticas de gerenciamento de projetos, fornecendo também sugestões de discussões e aplicações para os profissionais (MORAES, 2012).

De acordo com Kerzner (2006), com o gerenciamento de projetos aliado à conscientização e mudanças, é possível obter grandes benefícios, dos quais:

- Melhorar a capacidade de reagir de forma rápida e positiva as mudanças solicitadas pelo cliente;
- Reduzir o impacto das mudanças no cronograma e orçamento;
- Aumentar os esforços que agregam valor à produção;
- Melhorar a relação e satisfação do cliente.

2.3.1 O Guia PMBOK

O Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK) fornece as diretrizes, conceitos e processos necessários a realização do gerenciamento de projetos.

Segundo PMI (2008), o Guia PMBOK é uma referência em gerenciamento de projetos para os profissionais e para as certificações, porém ele não é abrangente e completo pois além de suas diretrizes, ferramentas e técnicas, é necessário que se leve em conta também o Código de Ética e Conduta Profissional do PMI (*Project Management Institute Code of Ethics and Professional Conduct*).

A compreensão do gerenciamento como uma profissão que aplica conhecimentos, processos, habilidades, ferramentas e técnicas causa um impacto positivo e de sucesso no projeto e esse é um dos principais objetivos do Guia PMBOK, bem como:

- Estabelecer boa prática de conduta do gerenciamento;

- Fornecer vocabulário destinado aos profissionais, para facilitar a aplicação e divulgação dos conceitos;
- Tornar-se cada dia mais conhecido como a ferramenta principal de orientação dos profissionais de gerenciamento.

2.4 A importância do Planejamento

A crescente concorrência gerada entre as indústrias, motivou a busca por melhorias no nível de qualidade e rendimento da produção, bem como estimulou o aumento do nível de exigência do consumidor. Com isso, surgiu a necessidade de investir em gestão e tecnologia para o processo produtivo (FORMOSO, 2001).

No ramo da Construção Civil essas transformações foram fortemente observadas, visto que o aumento da busca por profissionais e processos atuais, eficientes e rentáveis expandiu o conhecimento do planejamento da produção a muitas pessoas e possibilitou a conscientização e melhoria dos colaboradores e dos processos por eles executados.

A partir deste contexto em inicial expansão, o controle de custos, prazos e desperdícios e o planejamento da produção se tornaram as principais formas de alcançar os objetivos do projeto e as exigências atuais do mercado (FORMOSO, 2001). Porém, ainda se vê no mercado a falta do planejamento, as causas e as consequências geradas por isso.

2.4.1 Diagnóstico do Processo de Planejamento

Segundo Formoso (2001), existem inúmeras causas que justificam a falta de planejamento ou não seguimento do projeto de planejamento proposto. Essas causas foram divididas em quatro categorias e explicadas no quadro a seguir.

Quadro 1 Causas da falta de Planejamento

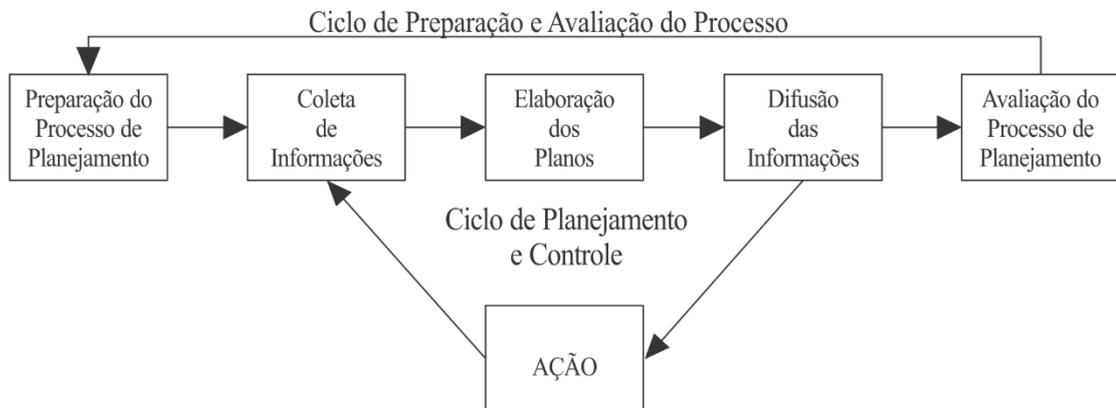
Falta de visão de processo	O planejamento da produção não é encarado como um processo gerencial trabalhado em grupos multissetoriais, que geram problemas de disseminação de informações da base do projeto e dos procedimentos a serem seguidos, retardando os prazos e inadequando os processos de adequação e controle.
Incerteza negligenciada	A incerteza existe devido a possibilidade de variação do produto, das condições locais e climáticas, do processo de produção adotado, do ritmo exigido e dos profissionais que irão executar o processo e negligenciar essa hipótese pode significar assumir o risco de um erro futuro.
Planejamento informal	Grande parte das obras são planejadas de maneira informal, seja pelo Engenheiro responsável ou pelo mestre de obras, e não vinculadas aos demais níveis de profissionais inseridos naquele ambiente. Esse erro influi diretamente nos planos de acontecimentos da obra, piorando a locação de materiais e equipamentos, gerando excesso de utilização de mão de obra em processos de retrabalho e atrasando toda a meta estimada inicialmente.
Necessidade de mudanças comportamentais	Para a efetiva melhora do processo de produção é necessário que se estimule mudanças comportamentais e de compreensão do contexto do planejamento e controle de obras, visto que os princípios deste método visam a conscientização da equipe em melhorar os processos executivos a partir de conceitos que valorizem o tempo com redução de erros e aumento de qualidade e produtividade.

Fonte: Adaptado de Formoso (2001)

2.4.2 Ciclo dos processos de planejamento

As etapas de elaboração e implementação de planos formam o ciclo dos processos de planejamento.

O ciclo de preparação e avaliação do processo tem um caráter intermitente e refere-se às definições do processo de planejamento, controle e avaliação do processo. O ciclo de planejamento e controle é utilizado em diferentes níveis hierárquicos e se refere a parte operacional do processo (FORMOSO, 2001).

Figura 2 Ciclo de Planejamento

Fonte: LAUFER, TRUCKER, 1987(apud FORMOSO, 2001, p. 06)

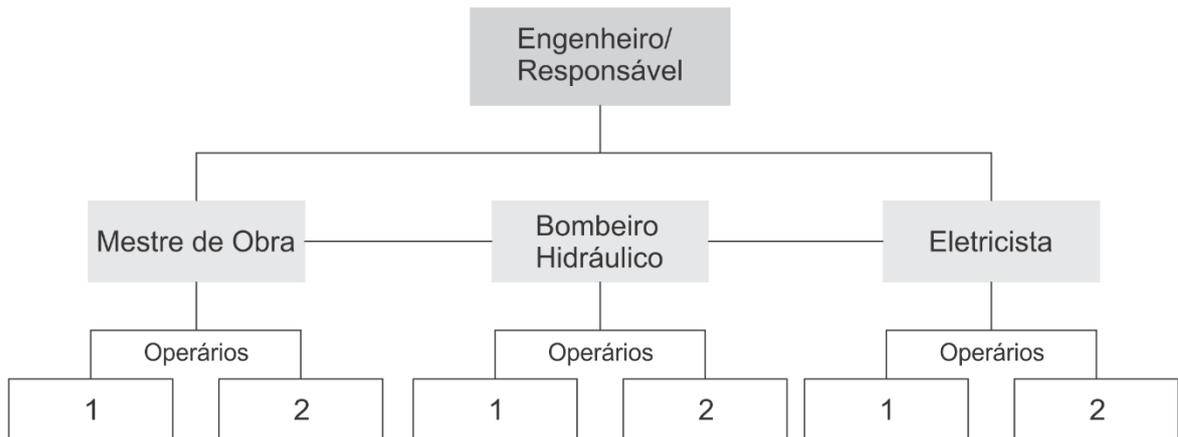
2.5 Sistemas de Produção: Origem e Evolução

Os sistemas de produção tiveram início com a Produção Artesanal e Familiar na antiguidade.

O Taylorismo e o Fordismo marcaram, portanto, o início do século XX devido aos princípios que visavam a otimização da produção (VENTURINI, 2015).

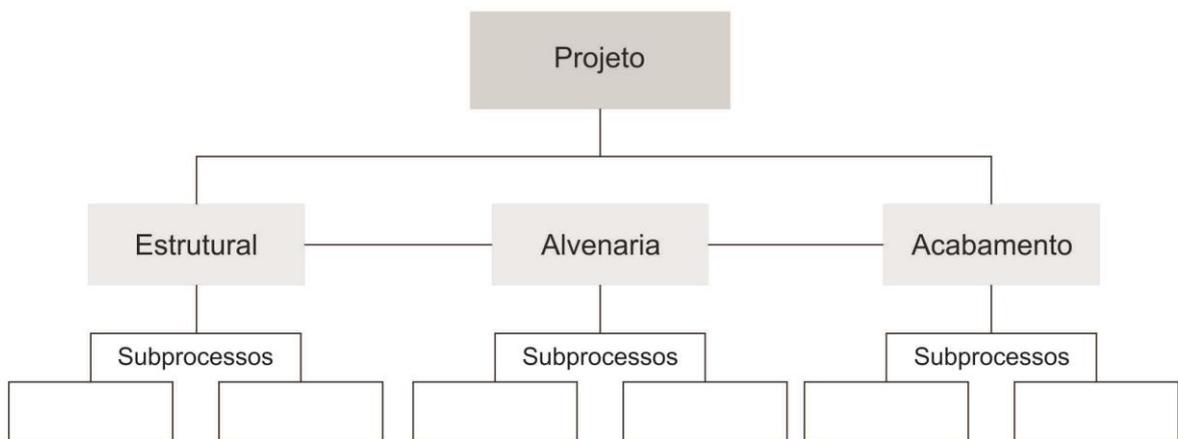
Frederick W. Taylor, Engenheiro e responsável pelo desenvolvimento de seu método, expôs os princípios da racionalização da produção, que consistia basicamente em:

- Economia de mão de obra;
- Aumento de produtividade;
- Redução de custos (tempo e energia);
- Divisão do trabalho (gerente e operários);

Figura 3 Esquema Taylorista de divisão do trabalho por cargos

Fonte: O autor

- Redução do todo em pequenas tarefas;

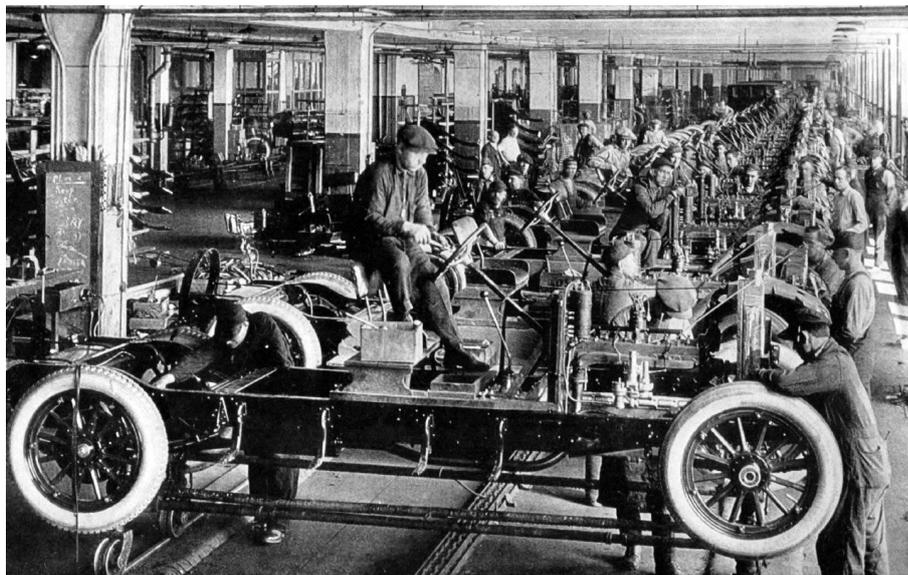
Figura 4 Esquema Taylorista de divisão do trabalho por fases

Fonte: O autor

- Treinamento especializado dos trabalhadores;
- Controle de produção.

Henry Ford, na mesma linha de pensamento, introduziu no Ocidente o conceito de produção em massa, seguido da primeira linha de montagem automatizada.

Figura 5 Sistema de produção em massa automatizada Fordista



Fonte: TodoEstudo, 2017

O Fordismo garantia alta padronização e especialização do trabalho, menores custos e ciclos de produção, postos fixos de trabalho e aproveitava mão de obra desqualificada para execução de tarefas simples e repetitivas. Porém, em contrapartida, gerava grandes estoques e baixa flexibilidade de produção (RAMOS, 2015).

Figura 6 Linha de produção manual em massa Fordista



Fonte: Toolshero - Explore business and Science, 2015

Enquanto a produção em massa se disseminava e vivia seu ápice no Ocidente, surgia uma filosofia de produção inovadora no Japão, chamada de Sistema Toyota de produção (STP) ou *Lean Production* (Produção Enxuta), que foi apresentado como um diferencial de saída frente as dificuldades do país após Segunda Guerra Mundial, com a retração do mercado consumidor e escassez de matéria prima (VENTURINI, 2015).

Entre os diferenciais introduzidos por este sistema estão: TQM, JIT e o conceito de produção como rede formada de processos e operações (KOPPER, 2012).

O sucesso do STP ocorreu devido ao perfeito funcionamento do conjunto que compõe o sistema, em que se prioriza as necessidades do cliente, o aumento da qualidade e a eliminação dos desperdícios.

Essas mudanças otimizaram o processo de fabricação e produção industrial e foram diretamente responsáveis pela sobrevivência de determinadas empresas no mercado, devido a seu visível avanço e diferencial perante ao Fordismo, método anterior de mais destaque.

Quadro 2 Comparativo entre os sistemas Ford e Toyota

	Fordismo	STP
Autonomia / Responsabilidade dos trabalhadores	Baixa	Média Teamwork
Qualidade do Ambiente de Trabalho	Baixa	Média
Divisão do Trabalho	Alta	Média Multi-habilidade
Linha de Montagem	Linear	Forma de U
Aprendizado	Gerencial	Organizacional
Ciclos de Trabalho	Curto	Médio
Produtividade / Competitividade	Alta	Alta
Automatização	Alta	Alta
Gerenciamento do Conhecimento	Média	Alta

Fonte: Adaptado de MOTA, 2015

2.5.1 O Sistema Toyota de Produção ou “*Lean Production*”

Após a Segunda Guerra Mundial surgiu um novo processo denominado “*Lean Production*” ou Produção Enxuta, no qual se destacava a menor utilização de recursos e a máxima eficácia do processo produtivo, tendo sua primeira e efetiva aplicação na empresa Toyota (VENTURINI, 2015).

Suas principais características observadas e aplicadas na empresa Toyota foram: (1) Aumento de desempenho e qualidade do produto; (2) Eficiência; (3) Inovação; (4) Aumento e melhora de produtividade; (5) Melhor resposta dos clientes; (6) Melhor aproveitamento dos equipamentos e espaços.

Segundo Womack, Jones e Roos (2004), a adoção e expansão da produção enxuta para além da indústria automobilística, resultou em mudanças significativas em muitas indústrias, tornando-se o marco da evolução da produção.

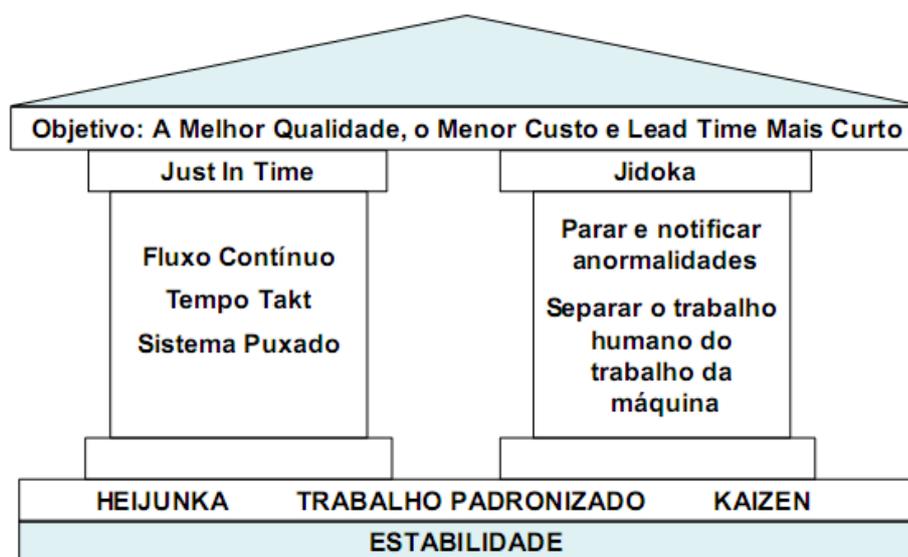
O STP obteve maior visibilidade no mercado mundial após a publicação do livro “A máquina que dominou o mundo”, publicado por Womack, Jones e Ross em 1992. Esse livro foi baseado no estudo realizado pelo *Instituto de Tecnologia de Massachussets* sobre as previsões para o futuro do automóvel e da indústria automobilística.

Esse sistema depende de determinação e decisão. Baseia-se na busca pela eliminação de desperdícios e tem como pilares o *just in time* e a autonomia.

A gestão da produção pela ótica do Sistema Convencional direciona para a produção sob a máxima capacidade, antecipando demandas futuras e gerando estoques, afirma Ohno (1997).

Nos pilares de sustentação do STP, encontram-se os dois sistemas utilizados: *Just in Time* e *Jidoka*, conforme figura abaixo:

Figura 7 Componentes do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Lean Institute Brasil, 2008

No *Just in time* o gerenciamento apresenta o objetivo de nivelar a produção e diminuir as variações do processo, protegendo o sistema de incertezas e flutuações de manufatura e gerando pequenos estoques nos centros produtivos, diminuindo ou eliminando os desperdícios de produção, espera e transporte.

Para Ohno (1997), o *Just in Time* significa fornecer a peça correta, na quantidade exata, na melhor hora e no local necessário.

Kanban é um termo de origem japonesa com um sistema que utiliza de cartão (*post-it*) ou sinalização de luz para indicar o andamento da produção em empresas de fabricação em série. Esse sistema permite o controle detalhado da produção, com informações sobre quando, quanto e o que produzir (MOTA, 2015).

Esse método foi inicialmente utilizado em empresas japonesas e está diretamente ligado ao conceito JIT (MOTA, 2015). A empresa Toyota foi a pioneira na introdução desse método devido a sua busca constante pelo funcionamento eficaz do STP, mas sua aplicação pode ser diversificada a várias formas, como exemplificado nas figuras abaixo:

Figura 8 Exemplo de utilização do *Kanban* em escritório

	Fazer	Desenvolver	Fila p/ Teste	Teste	Implantar	Feito
TAREFAS	3	3	2	2	2	
BUGS	6	4	4	3	3	

Fonte: BERNARDO, 2017

Figura 9 Exemplo de utilização do *Kanban* em obras



Fonte: MOTA, 2015

O termo *Jidoka*, que representa a automação, consiste em separar o trabalho humano das máquinas, bem como equipar as máquinas com dispositivos capazes de identificar falhas e pausar a produção caso a mesma ocorra (KOPPER, 2012).

Essa automação traz benefícios significativos, sendo eles: eliminação da produção de peças defeituosas e oportunidade de análise do defeito, investigando sua causa, consequência e possível solução (SILVA e SILVA, 2001).

Ressalta-se que o *Poka-yoke*, que significa à prova de defeitos, e o *Andon*, sinal luminoso que indica a parada de produção, são elementos fundamentais e que trabalham diretamente junto à automação (RÔLA, 2010).

Na base do esquema de representação do STP, encontram-se os termos *Heijunka*, Trabalho Padronizado e *Kaizen*.

Heijunka, termo japonês, refere-se a estabilização do processo de manufatura. É a criação de uma programação nivelada de controle de quantidade e tipos de produtos, com sequenciamento de pedidos, adequação de ritmo de produção a instabilidade comercial e melhora da qualidade final, visando proporcionar maior flexibilidade a produção (SILVEIRA, 2017).

Essa programação é sempre usada em combinação com outras técnicas de Produção Enxuta, como o *Kanban* e *Kaizen*, garantindo fluxo contínuo de produção e nivelando a demanda de recursos (SILVEIRA, 2017).

O *Kaizen* indica a prática da melhoria contínua a longo prazo. É o indicador de desempenho da empresa que pode promover a melhoria da produção e do ambiente de trabalho, estimulando mudanças nos processos e nas pessoas ali presentes (SILVEIRA, 2017).

O Trabalho Padronizado, por sua vez, se forma a partir de procedimentos específicos realizados pelos operários durante o processo de produção, baseado no tempo, ritmo de sequência do trabalho, pequenos lotes e estoque padrão, resultando em melhorias contínuas, assim como o *Kaizen* (SILVEIRA, 2017).

2.5.2 Princípio do “não-custo”

Segundo Ohno (1997), um princípio primário para o STP é a determinação do lucro marginal. Ao invés de usar como base de cálculo:

$$\text{Preço de venda} = \text{Custo total} + \text{Lucro} \quad (1)$$

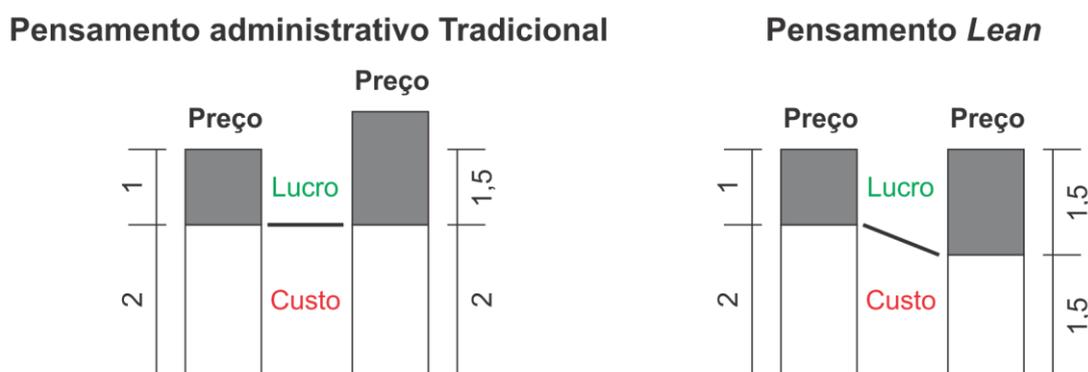
A Toyota utilizava o método em que o cliente estabelecia o preço. Portanto, a determinação do lucro se dava pela seguinte fórmula:

$$\text{Preço de venda} - \text{Custo total} = \text{Lucro} \quad (2)$$

Por esse motivo, a justificativa de o STP utilizar este princípio, onde o lucro é visto como o que restou após a subtração do custo final.

Para aumentar o lucro, é necessário reduzir os custos, o que implica em eliminar ou reduzir o desperdício. Isto reduzirá também o valor de venda, retornando uma parcela de lucro ao cliente, conforme a figura abaixo (SHINGO, 1996).

Figura 10 Composição de preço do Sistema Tradicional e o Sistema *Lean*



Fonte: Autor, 2017

2.5.3 A Transição dos conceitos *Lean* para a Construção Enxuta

Lean Thinking ou Pensamento Enxuto, é o termo utilizado para denominar a filosofia de negócios baseada no STP, em que é analisado em detalhe cada atividade básica envolvida na produção e identificado o que é o desperdício e o valor, a partir da visão e necessidade dos clientes (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2008).

Segundo Formoso (2001), essa forma de pensamento objetiva produzir mais, satisfazendo os desejos dos clientes e utilizando menos recursos, eliminando

desperdícios e focando nas atividades que agregam valor à produção. Dessa forma, esse pensamento possui cinco princípios:

- Especificação do valor (definição do que agrega valor ao produto para o cliente);
- Identificação da cadeia de valor (onde o valor é gerado);
- Fluxo (fazer o valor fluir);
- Produção puxada (produzir somente de acordo com a demanda do cliente);
- Perfeição (melhoria contínua do processo e do produto).

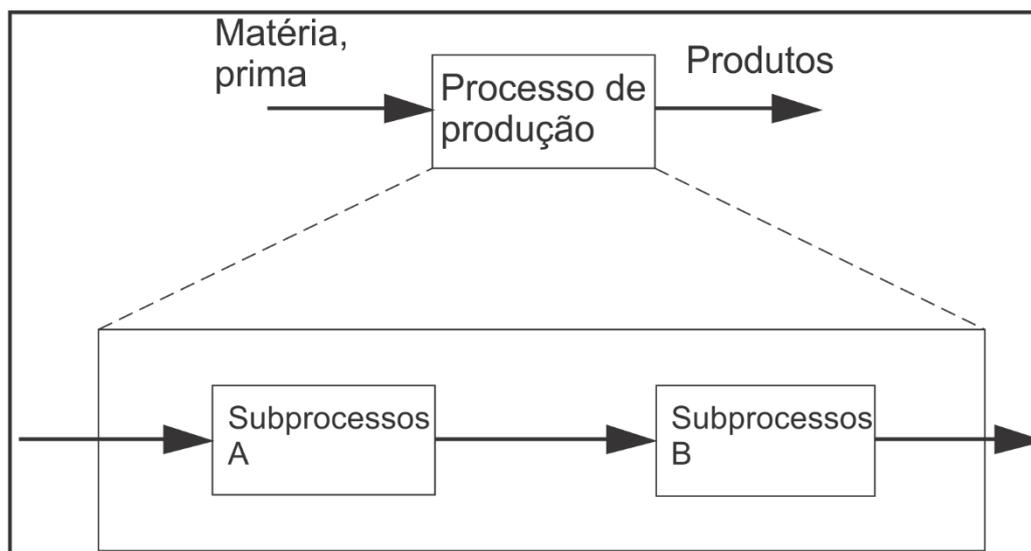
Na construção civil, o pensamento enxuto é chamado de Construção enxuta ou *Lean Construction*. De acordo com Isatto et. Al. (2000), a disseminação desse novo conceito ao setor foi realizada a partir da publicação do trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry* por Koskela, em 1992, do *Technical Research Center (VTT)* da Finlândia, a partir do qual foi criado o IGLC.

A diferença entre a filosofia gerencial tradicional de construção e o *Lean production* é fundamentalmente conceitual, visto que os procedimentos adotados pela produção enxuta podem ser aplicados em muitas indústrias produtoras. Na indústria da construção civil, particularmente, percebe-se que o cliente preza por ter exatamente a construção necessária, de forma que atenda às suas expectativas, no menor tempo possível e com o menor custo.

A mudança mais importante para a implantação do novo paradigma é a introdução de uma nova forma de entender o processos, para que posteriormente façam as trocas de formas de execução.

Na forma tradicional, o processo de produção é um conjunto de atividades de conversão de matéria-prima (*input*) em produto (*output*), constituindo o modelo de conversão (KOSKELA, 1992).

Este modelo pode ser dividido em vários subprocessos, também considerados como atividades de conversão, conforme figura abaixo.

Figura 11 Processo de produção convencional

Fonte: Adaptado de Koskela (1992)

Segundo Bazzaneli *et. al.* (2003), o sistema convencional apresenta algumas deficiências, dentre as quais destacam-se:

- Atividades que compõem os fluxos físicos de conversão, como transporte ou espera de material, não agregam valor algum ao produto final e geram custos;
- O foco em busca de melhoria é desviado do contexto do produto como um todo e direcionado aos subprocessos, reduzindo as chances de satisfação e melhorias;
- O atendimento ao cliente não é feito com a excelência e atenção que deveria.

A partir desses pontos negativos, são desencadeados inúmeros problemas relacionados a gestão e alto índice de retrabalho, devido à falta de atualização para expandir o conhecimento e a capacidade de trabalho em grupo, com conscientização da interdependência entre as atividades e foco na melhoria do processo produtivo como conjunto.

Na Produção Enxuta considera-se que o ambiente produtivo é composto de atividades de conversão e fluxo. Embora as primeiras agreguem valor ao processo, é necessário que faça o gerenciamento das atividades de fluxo pois é uma etapa imprescindível na busca pelo aumento dos índices de desempenho dos processos construtivos, evitando perdas, retrabalhos e futuros danos a produção e ao produto (KOSKELA, 1992).

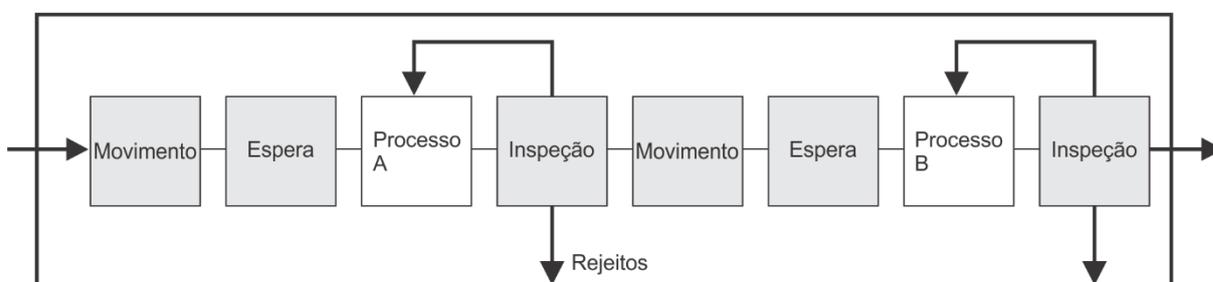
O *Takt time* (tempo takt) é trabalhado em conjunto com o fluxo, sendo responsável por estabelecer o ritmo da produção necessário para atender o nível de demanda, considerando as restrições do fluxo e o cronograma.

O objetivo do *Takt time* é alinhar com precisão a produção à demanda e definir o ritmo do processo, por ser conhecido como a “pulsação” ou “andamento” do sistema *Lean*. Sua utilização no dia a dia da produção proporciona um maior controle e nivelamento, trabalhando em ritmo constante e eficaz, sem perdas nem interrupções.

As atividades de conversão atuam diretamente na transformação dos insumos em produtos e agregam valor a esses, desde que sejam atendidas especificações para execução das atividades e exigências do cliente. Logo, se forem necessários retrabalhos, subentende-se que as atividades de conversões foram executadas sem agregar valor (AZEVEDO; NETO; NUNES, 2010).

A figura a seguir mostra o funcionamento do modelo de produção enxuta, sinalizando a importância das atividades de inspeção para garantir a qualidade dos produtos a partir da necessidade particular de cada cliente.

Figura 12 Modelo de processo da Construção Enxuta



Fonte: Adaptado de Koskela (1992)

Segundo Isatto *et. al.* (2000), o modelo apresentado pela figura acima é aplicável não somente a processos de Construção Civil ou produção, mas também a processos gerenciais de planejamento e controle de projetos, pois funciona com o intuito de minimizar retrabalhos e rejeitos, priorizando processos enxutos e eficientes.

A seguir apresenta-se um quadro comparativo do modelo de produção tradicional e o enxuto, destacando as principais diferenças existentes.

Quadro 3 Comparação entre o modelo de produção Tradicional e Enxuto

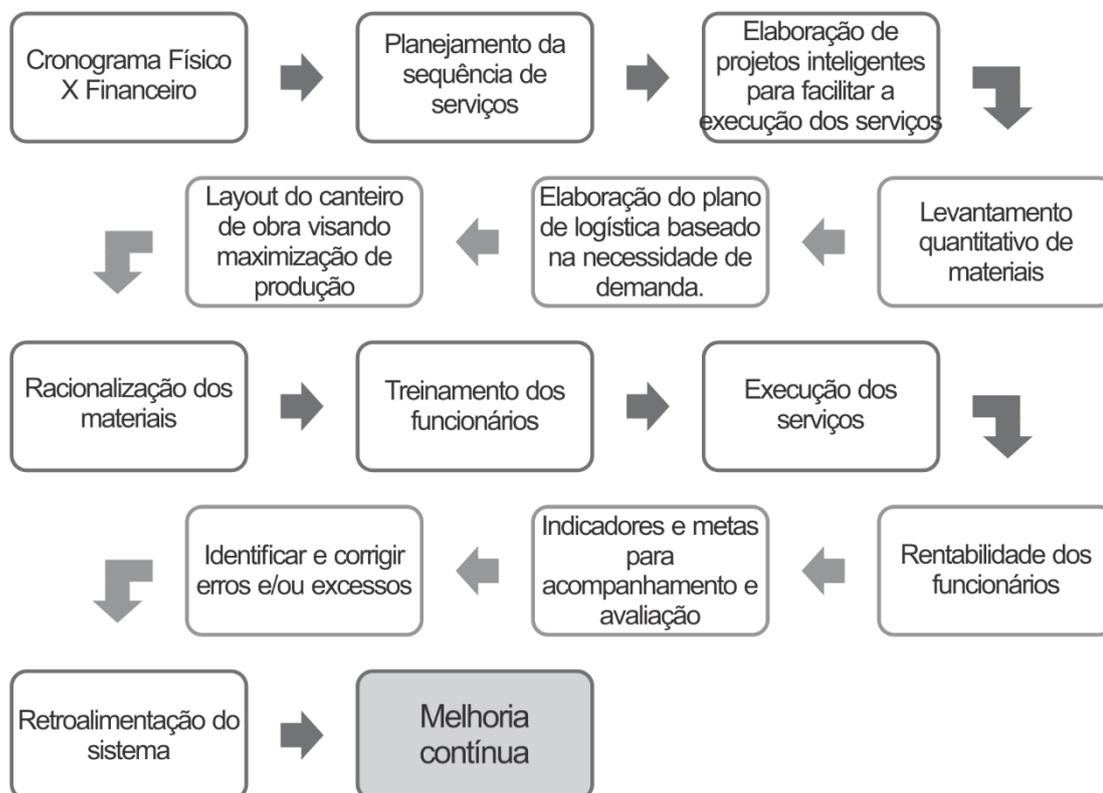
	Modelo Tradicional	Modelo Enxuto
Conceito de Produção	<ul style="list-style-type: none"> • Produção em sistema de conversão; • Todas atividades agregam valor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Produção em sistema de conversão e fluxo; • Algumas atividades agregam valor, outras não.
Foco de Controle	<ul style="list-style-type: none"> • Custo das atividades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Custo, tempo e valor dos fluxos.
Foco de Melhorias	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de eficiência pela implantação de novas tecnologias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminação ou redução de atividades que não agregam valor; • Aumento de eficiência em atividades que agregam valor, através de melhoria contínua e novas tecnologias.

Fonte: KOSKELA, 1996 (apud KOPPER, 2012, p. 30)

Fica nítido, portanto, as principais características do velho e do novo padrão construtivo:

- O velho, conhecido como modelo de conversão, com foco total no produto e seu processo produtivo, sendo o sistema dominante entre as atividades do setor;
- O novo, elaborado a partir da filosofia *Lean*, utilizando uma visão integrada do processo como um todo, onde o cliente é a base do sistema.

Figura 13 Organograma da filosofia *Lean*



Fonte: Adaptado de Antunes (2017)

2.6 Os princípios da Construção Enxuta

Lauri Koskela (1992) enumerou onze princípios da Construção Enxuta, que embasam o método e fornecem um direcionamento com o objetivo de maximizar a eficiência e eficácia das atividades de conversão, bem como eliminar ou reduzir as atividades de fluxos. Sendo eles:

1º) Redução da parcela de atividades que não agregam valor: Sabe-se que a melhoria de um processo não ocorre apenas com a melhoria das atividades que ele abrange mas também através da eliminação de algumas dessas atividades (ISATTO, et. al. 2000).

Segundo Koskela (1992), as atividades que agregam valor são as que convertem materiais e/ou informações de acordo com os requisitos do cliente, e as

que não agregam valor são as que demandam tempo, recursos e espaços e não adicionam valor ao cliente.

De acordo com Gomes e Gomes Júnior (2009), utilizando-se de logística interna no canteiro de obras a fim de minimizar distâncias entre os materiais, equipamentos e local de utilização, é possível reduzir as atividades de fluxos sem valor para o processo.

2º) Aumento do valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes: Consiste na consideração, gestão da produção e projeto, das necessidades dos clientes (KOSKELA, 1992).

É realizar pesquisas de mercado com possíveis compradores ou avaliações pós-ocupacionais de obras entregues, obtendo dados relacionados a requisitos e preferências dos clientes finais, a fim de construir empreendimentos que atendam às necessidades dos clientes.

3º) Redução da variabilidade: Busca pela padronização dos projetos, processos, recursos e produtos para reduzir as atividades que não agregam valor, aumentando a valorização do produto final e acelerando a produção (ISATTO *et. al.* 2000).

Segundo Koskela (1992), existem duas razões para reduzir a variabilidade do processo:

- Entregar um produto uniforme, para melhor atender a consideração do cliente;
- Reduzir a duração das atividades que não agregam valor.

Tudo isso gera uma maior padronização dos processos de execução de serviços e validação de materiais, devido a constantes inspeções durante a produção e recebimento dos materiais, reduzindo a variabilidade no canteiro de obras.

4º) Redução do tempo de ciclo: Originado a partir da filosofia JIT, o tempo de ciclo corresponde ao somatório do tempo de processamento, inspeção, espera e transporte (KOSKELA, 1992).

Esse princípio objetiva reduzir o tempo de produção, trazendo benefícios como: (1) entrega rápida; (2) menor necessidade de realizar previsões sobre a demanda futura; (3) facilidade de gestão dos processos; (4) redução da interrupção do processo devido às mudanças no mercado (KOSKELA, 1992).

Uma das ações possíveis a se realizar com o objetivo de reduzir o tempo de ciclo é a realização de mudanças nas relações de precedência entre as atividades, eliminando interdependências entre as mesmas, possibilitando a execução em paralelo.

5º) Simplificação através da redução do número de passos e partes: A aplicação deste princípio pode ser alcançada através da redução do número de componentes de um produto e das etapas de fluxo de material. Processos que possuem muitos passos tendem ao maior número de atividades que não agregam valor (KOSKELA, 1992).

Para Isatto *et. al.* (2000), elementos pré-fabricados reduzem significativamente o número de etapas para a execução de um elemento de edificação, se tornando portanto, uma boa opção para alcançar o objetivo deste princípio.

6º) Aumento da flexibilidade de saída: Proporcionar ao cliente inúmeras possibilidades de produtos finais sem aumentar, demasiadamente, os custos.

Isso causa maior interesse do cliente, pois ele terá variedade de layout para escolher, devido a qualidade e custo.

7º) Aumento da transparência dos processos: Tem como objetivo facilitar a identificação dos problemas dos processos, tornando mais fácil o entendimento deles pelos colaboradores.

Um dos métodos indicados para utilização com o objetivo de organizar o espaço de trabalho, é implantar o programa 5S. Segundo Salvador (2013), esse programa estimula a implantação de dispositivos de visualização e comunicação no canteiro de obras, para a divulgação de prazos, metas e perspectiva da edificação.

Permite também a identificação do local de armazenamento, bem como instruções sobre as formas de armazenar, aumentando a transparência entre os processos.

Alguns exemplos de como aumentar a transparência nos processos:

- Remoção de obstáculos visuais (divisórias, tapumes e etc);
- Utilização de cartazes, sinalização luminosa e marcadores de áreas, com informações relevantes para o andamento da produção;
- Melhoria de organização e limpeza, para manter o ambiente sempre livre de objetos que atrapalhem a visualização.

8º) Foco no controle do processo global: Focar no processo como um todo, não apenas com melhorias pontuais, mas também interligando umas com as outras, afim de aperfeiçoar o processo global (KOSKELA, 1992).

O aperfeiçoamento da relação entre fornecedores/construtoras bem como a existência de um responsável pelo processo como um todo, segundo Isatto *et. al.* (2000), pode proporcionar melhorias globais, principalmente se for realizada a integração entre os diversos horizontes do planejamento.

9º) Introdução da melhoria contínua no processo: Peça importante do JIT, a aplicação deste princípio valoriza os componentes dos processos, bem como reduz parcelas que não agregam valor.

Utilizar indicadores de desempenho para a monitoração dos processos, é uma das técnicas de aperfeiçoamento contínuo mais importantes, segundo Isatto *et. al.* (2000).

Outra maneira importante é introduzir procedimentos de ação corretiva e preventiva, utilizados por empresas que almejam o ingresso no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP), possibilitando a identificação de problemas no processo e suas possíveis causas.

Sugestões de direcionamento de esforço para melhorias:

- Utilização de indicadores de desempenho para monitoramento do processo;
- Definição de prioridades e metas, a curto, médio e longo prazo;

- Padronização de procedimentos que estimulem a boa prática;
- Desenvolver diários de obra em que sejam registradas causas de problemas e possíveis ações corretivas.

10º) Manutenção de um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões: De acordo com Koskela (1992), para qualquer processo de produção os aspectos de fluxo e de conversão possuem diferentes potenciais de melhoria, e por estarem ligados, há necessidade de equilíbrio entre eles.

Com a melhoria dos fluxos, torna-se mais fácil a implantação de uma nova tecnologia, que proporciona uma redução da variabilidade, beneficiando os fluxos (ISATTO *et. al.*, 2000).

Ao reduzir perdas das atividades de transporte, inspeção e estoque, há uma melhoria de desempenho das demais atividades. Porém, se este processo alcança elevados níveis de racionalização, torna-se necessário a avaliação de uma possível introdução de ações inovadoras e tecnológicas nas atividades de conversão. Após essa introdução, é necessário uma melhoria contínua do desempenho para manter tudo em equilíbrio.

11º) Fazer benchmarking: Consiste no aprendizado dos processos das empresas consideradas de ponta, visando um aperfeiçoamento dos próprios processos. De acordo com Isatto *et. al.* (2000), o *benchmarking* vai contra a originalidade da melhoria dos processos, mas, é adotado por muitas empresas.

Para a aplicação desta técnica é recomendado um processo estruturado que contenha os seguintes passos:

- Conhecer os processos da empresa;
- Identificar boas práticas em outras empresas similares;
- Entender os princípios por trás destas boas práticas;
- Adaptar essas práticas encontradas à realidade da empresa.

Figura 14 Pirâmide dos princípios da Construção Enxuta

Fonte: Adaptado de Antunes (2017)

2.7 Implantação do conceito enxuto e suas técnicas

A construção enxuta mostra-se muito versátil quanto a utilização de ferramentas e técnicas que auxiliem na implantação de sua metodologia. Essas técnicas agregam benefícios ao dia a dia da obra e permitem melhor organização e controle da rotina.

As soluções estratégicas adotadas pela empresa não devem consistir em vender e lucrar apenas, mas em utilizar de procedimentos que sejam capazes de agregar valor à empresa e ao produto, garantindo desempenho e qualificação contínua.

Dessa forma, é necessário focar no que é primordial para a implantação do sistema enxuto: (1) planejamento; (2) organização; (3) controle de produção; (4) busca contínua por melhoria.

A seguir, encontram-se algumas técnicas e/ou ferramentas a serem utilizadas de forma estratégica na implantação da metodologia da construção enxuta.

2.7.1 *Just in Time*

A utilização deste conceito requer alto nível de preparo de recursos físicos e humanos para a realização da entrega do produto no tempo certo. Para isso, as vezes são utilizados estoques intermediários para suprir as oscilações de tempo em determinadas fases do processo produtivo e a demanda do mercado.

Segundo Corrêa e Giansesi (1993), existem alguns requisitos para a implementação desta ferramenta:

- Compromisso da administração;
- Gestão dos recursos humanos;
- Estimular o trabalho em equipe e a comunicação;
- Implementação de técnicas de avaliação de desempenho;
- Descentralização da liderança com modificação da estrutura organizacional.

Desta forma, aparecerão melhoria em alguns índices da realidade da construção civil, que correspondam a filosofia enxuta:

- Eliminação de grandes estoques;
- Integração interna – externa;
- Eliminação de defeitos no processo de produção;
- Minimização de perda de tempo e custo.

2.7.2 Kanban

Sistema de cartão ou etiqueta que se baseia em fornecer apenas o vendido, de forma que o processo de fabricação produza apenas o encomendado, caracterizando-o como “sistema puxado” (MOTA, 2015).

Existem três tipos de aplicação do Kanban à construção civil:

- *Kanban de fornecedor*: utilizado na comunicação com o fornecedor para informar sobre a necessidade de envio de determinado item;
- *Kanban de produção*: utilizado para liberar o início de produção de determinado item. Contém informação sobre o tipo, número, descrição e destino do mesmo após a produção;

- *Kanban de transporte*: utilizado para liberar a retirada do produto do estoque e transferência para o destino. Contém informações sobre o número, descrição, local de armazenamento no estoque para retirada e destino.

De acordo com Barros (2005), o *Kanban* funciona como guia de remessa de pedido, produção e envio. É ele o responsável por ditar o ritmo de produção, uma vez que a medida em que os cartões circulam, os processos de cada fase vão sendo iniciados.

Para atingir essas vantagens é preciso atentar-se a estes fatores:

- Desenvolver um bom layout do canteiro de obras;
- Eliminar possíveis imprevistos;
- Desenvolvimento de relações com fornecedores;
- Nivelamento de produção.

2.7.3 Gerenciamento visual

Técnica que utiliza sinalizações como forma de marcar, demonstrar ou reportar o *status* das operações e/ou problemas.

Utiliza gráficos, vídeos ou ilustrações para instruir à sequência de produção a ser adotada e símbolos e cores para facilitar a comunicação e entendimento pela equipe.

Segundo Formoso (2001), a presença de várias equipes, compostas por diferentes tipos de colaboradores torna ainda mais importante a implantação desta técnica, visto que sua abrangência total na obra facilita a identificação e eliminação dos problemas, melhorando a eficiência do sistema de construção.

A gestão comunicativa preza pela transparência da comunicação, de forma que até mesmo visitantes da obra compreendam as sinalizações e identifiquem a situação do andamento, pois de acordo com Formoso (2001) o baixo nível de transparência reduz a capacidade total de produção.

Aumentar a transparência e a compreensão das sinalizações significa uma melhora da habilidade e comunicação dos colaboradores com os gerentes de projeto.

2.7.4 Programa 5S

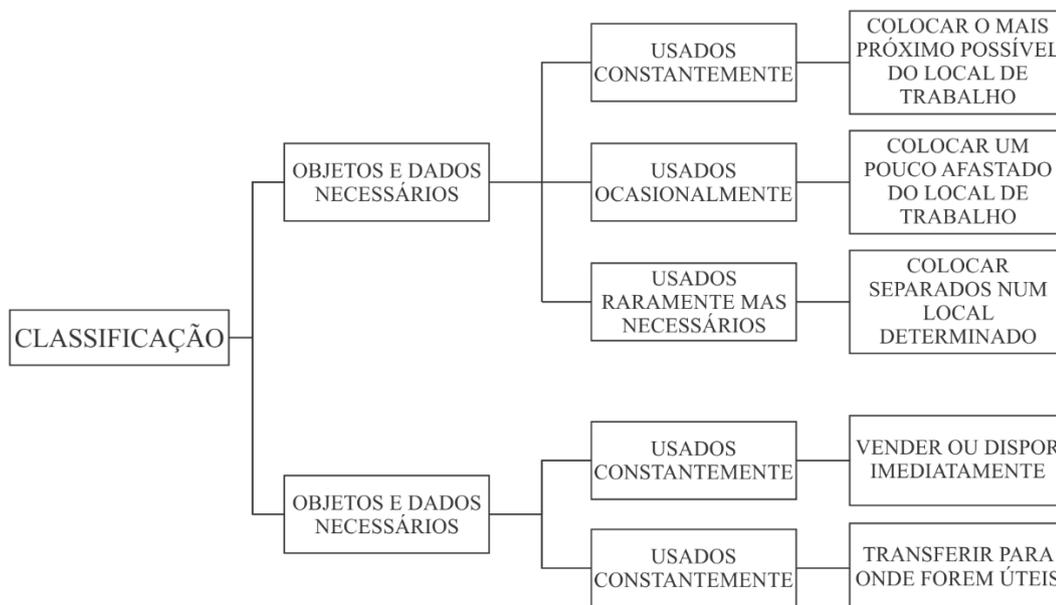
Baseado em 5(cinco) sentidos ou ações, como também são chamados, surgiu durante a desorganização do período pós-guerra, no Japão. Segundo Silva (1996), o sistema é considerado como suporte para a organização e padronização do local de trabalho, facilitando o acesso às ferramentas e melhorando o dia a dia da obra.

Os 5 sentidos correspondem a:

1º) Seiri – Separar (senso de utilização): Consiste na conscientização de utilizar os recursos com bom senso e equilíbrio, evitando ociosidades e oscilações, mantendo no ambiente apenas os recursos necessários a execução daquela atividade (SALVADOR, 2013).

A figura abaixo é um modelo que auxilia no processo de decisão durante esta fase:

Figura 15 Fluxograma Seiri



Fonte: Adaptado de Silva (1996)

Apesar de complexo, os efeitos positivos de curto prazo são observados. Tais como: (1) ganho de espaço no ambiente; (2) minimização de tempo gasto com procura

de ferramentas e materiais; (3) melhora da produtividade; (4) redução de índices de lesões dos colaboradores.

2º) Seiton – Classificar (Senso de organização): Após a separação e seleção do necessário, inicia o processo de organização e rotulagem (ou etiquetagem) e identificação dos locais adequados ao armazenamento por categorias, facilitando o acesso e a manutenção da organização (SALVADOR, 2013).

Para a aplicação desse senso podem ser adotadas algumas práticas, como:

- Uso de rótulos com desing composto por símbolos e cores fortes e marcantes, para facilitar a visualização;
- Exposição visual de quadros com informações importantes e legendas;
- Separação específica dos locais para diferentes categorias de armazenamento;
- Padronização de nomenclaturas e siglas, bem como sua inserção no quadro de legendas;
- Estimular o hábito de sempre guardar o material após a utilização.

Com essas práticas é possível já observar melhorias na organização do espaço físico, facilitando a circulação e fluxo, otimizando o armazenamento.

3º) Seiso – Limpar/Inspeccionar (Senso de limpeza): Um fator de grande importância para manter o ritmo e fluxo do trabalho é o ambiente limpo e organizado. Para isso é importante a aplicação deste senso. Pode-se criar listas com esquemas do que deve ser limpo e a ordem a ser seguida, sempre específico.

Além disso, esse senso também estimula a prática de inspeção. Verificar com regularidade as condições do local, dos materiais e do bem-estar dos colaboradores, para garantir o melhor funcionamento possível.

Segundo Silva (1996), para a implantação deste senso é necessário a conscientização sobre a importância e benefícios da limpeza e organização do local de trabalho, depois, realizar a divisão dos postos de trabalho e materiais para que cada colaborador mantenha a organização e limpeza do seu.

4º) Seiketsu – Padronizar (Sendo de saúde): Definir o padrão de limpeza e organização assegura que os benefícios das fases anteriores sejam mantidos, servindo como motivação para realização desta condição (SALVADOR, 2013).

Durante a padronização devem ser verificadas as mudanças obtidas através de registros (fotográficos ou relatórios). Essas informações servirão como parâmetro de definição do novo padrão futuro e para determinação das melhorias na rotina de tarefas.

É importante que constantemente sejam propostas e analisadas melhorias, de forma a sempre renovar o parâmetro de padronização, que agrega muitos benefícios.

- Estabilidade dos processos;
- Aprendizagem organizacional e oferecimento de treinamento;
- Melhora na relação dos colaboradores;
- Melhoria contínua.

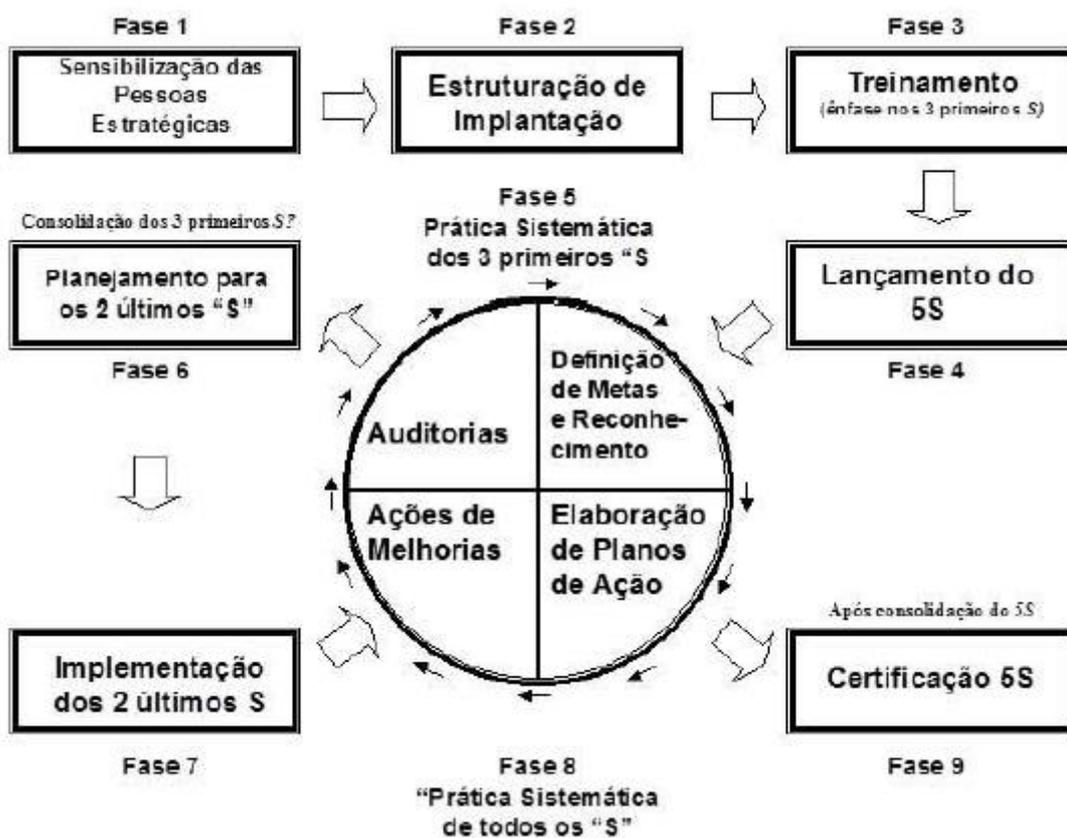
5º) Shitsuke – Manter (Senso de autodisciplina): O estabelecimento de normas e rotinas estimula o respeito e a disciplina entre os profissionais. Faz com que cada profissional assuma suas responsabilidades e siga o padrão idealizado pela empresa.

Este senso preza por profissionais comprometidos com o cumprimento dos padrões técnicos e éticos, estimulando a melhoria contínua dos processos, dos profissionais e da organização (SILVA, 1996).

Para promover a aplicação deste senso é necessário a conscientização e sensibilização da equipe, para obter ações como:

- Compartilhar e cumprir a missão, visão e valores estabelecidos pela empresa;
- Estimular a criatividade;
- Melhorar a comunicação entre os diferentes profissionais e níveis hierárquicos;
- Atribuir responsabilidades estimulando a autoconfiança;
- Lançar desafios.

Figura 16 Implantação do programa 5S



Fonte: Silva 1996

3 METODOLOGIA

A fase descritiva da pesquisa busca através de revisões bibliográficas, reunir conceitos, ferramentas e técnicas relacionadas a Construção Enxuta, encontrados em artigos, dissertações, teses e livros, servindo de base para o desenvolvimento e levantamento de informações acerca do cenário de obras de pequeno porte, bem como suas particularidades.

Para a realização da pesquisa, foram elaborados 04(quatro) modelos de questionários, que se encontram em anexo, aplicados em 13(treze) obras de Caratinga – MG para colaboradores, mestres de obras, engenheiros e proprietários.

As perguntas foram elaboradas de acordo com a classe participativa na obra, sendo direcionadas de forma estratégica, onde se institui a maneira de investigação em tópicos específicos, obtendo a resposta estruturada como “sim” ou “não” e “por que”.

Os resultados interpretados foram obtidos a partir do método aleatório de amostragem. Os dados foram organizados em tabelas (em anexo) e representados em gráficos com a correspondência de porcentagens referente a cada resposta.

Os participantes desta pesquisa abrangem tanto o nível gerencial como técnico, ligados diretamente ao canteiro de obra e envolvidos no processo de planejamento e execução, sendo: 12(doze) colaboradores, 12(doze) mestres de obras, 13(treze) engenheiros e 13(treze) proprietários.

Os questionários foram aplicados de modo anônimo, preservando a identidade de cada participando e contando com sua colaboração na pesquisa aplicada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

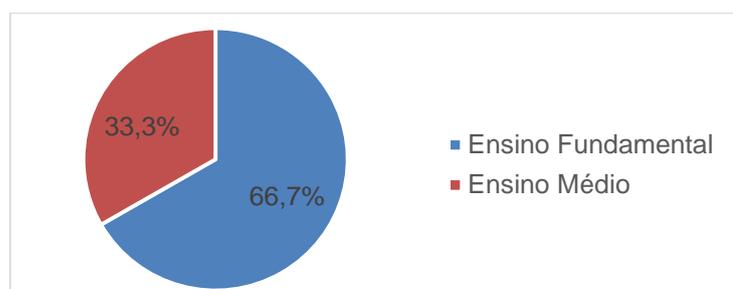
No decorrer das 13 visitas as obras, foram aplicados o total de 50 questionários, distribuídos entre as áreas participantes, e posteriormente realizadas as interpretações dos questionários de forma a obter um panorama real da situação das obras de pequeno porte em Caratinga – MG.

4.1 Colaboradores e Mestres de obra

Dos 24 (vinte e quatro) entrevistados, sendo 12(doze) colaboradores e 12(doze) mestres de obra, todos eram do sexo masculino, fato que não extingue a existência de profissionais do sexo feminino em outras obras.

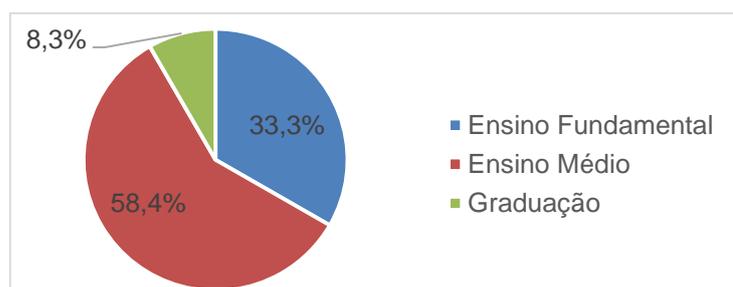
A maioria dos colaboradores e mestres de obra possuem ensino fundamental e uma pequena porcentagem possui algum tipo de graduação.

Figura 17 Escolaridade dos colaboradores



Fonte: O autor

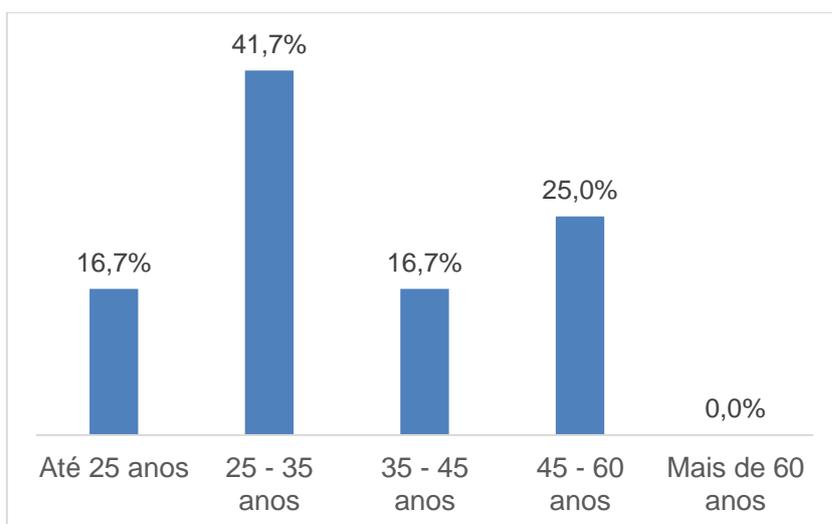
Figura 18 Escolaridade dos mestres de obra



Fonte: O autor

As idades predominantes entre os colaboradores é de 25-35 anos e 45-60 anos, que permite a correlação com o fato de encontrarmos nas obras a separação entre pedreiros: os mais experientes, com maiores idades e mais tempo de empresa; serventes: os iniciantes, com idades inferiores e menor tempo de empresa, conforme demonstram os gráficos a seguir:

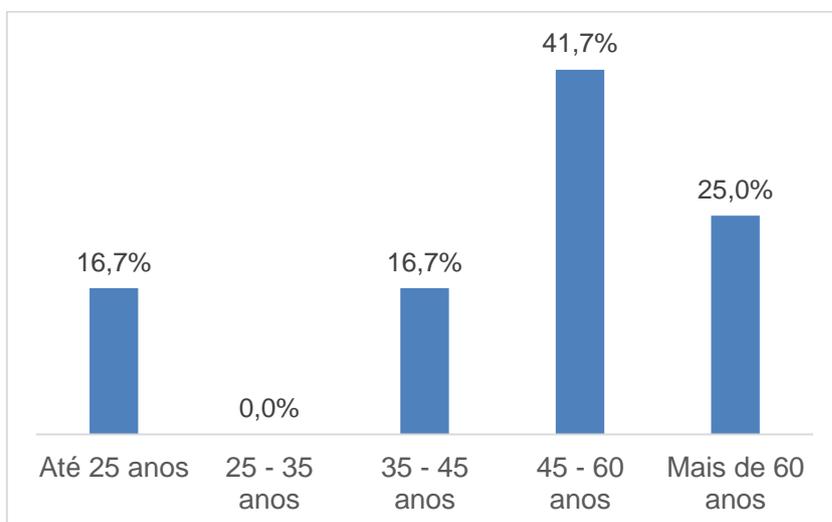
Figura 19 Faixa etária dos colaboradores



Fonte: O autor

Dentre os mestres de obra a predominância de idade é de 45-60 anos.

Figura 20 Faixa etária dos mestres de obra



Fonte: O autor

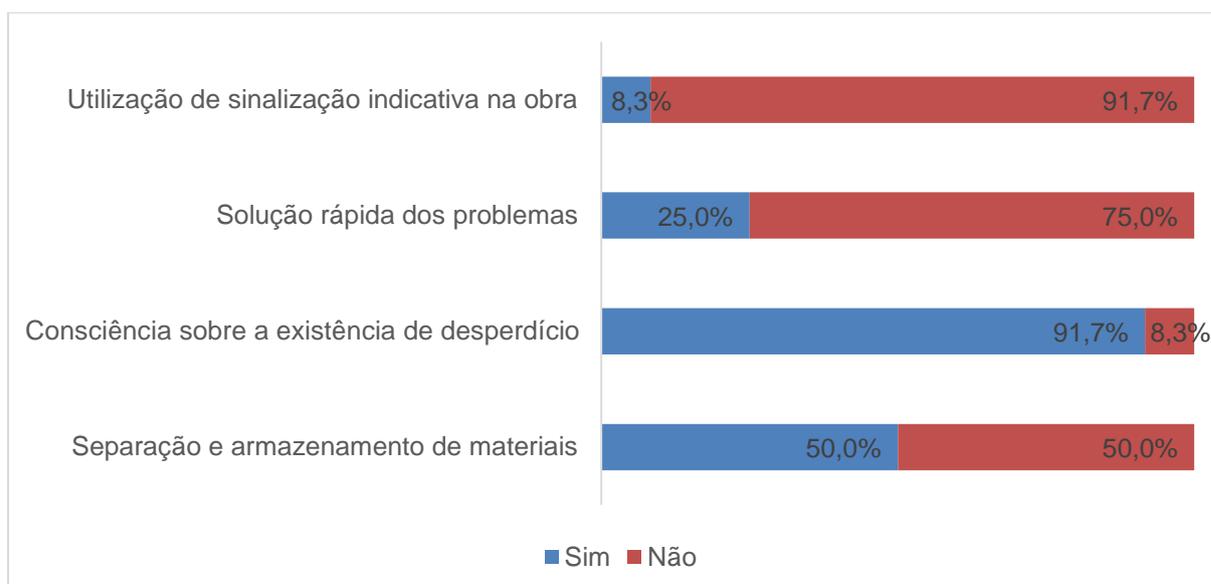
Durante as entrevistas e posteriormente na interpretação dos questionários, ficou comprovado que a maioria dos colaboradores demonstram estar cientes sobre a real necessidade de redução de índices de desperdício e os benefícios advindos desta melhoria, porém alegam que as empresas não dão suporte e estímulo a eles para que os processos responsáveis por esta redução aconteça.

O desperdício na construção civil é um índice em constante alta e as ações para solucionar esse problema são de fácil acesso e aplicação, principalmente em obras de pequeno porte. Os princípios da Construção Enxuta propõem:

- Realização de treinamentos para alinhamento de produção;
- Utilização de sinalização indicativa;
- Correta separação, organização e armazenamento dos materiais no canteiro de obras;
- Disponibilização de um profissional capacitado para acompanhar a execução do projeto.

Dessa forma, a medida em que os processos vão saindo do planejado, a solução se torna mais difícil e demorada, acarretando mais um ponto negativo, conforme apresentado no gráfico abaixo:

Figura 21 Aspectos organizacionais do canteiro de obras



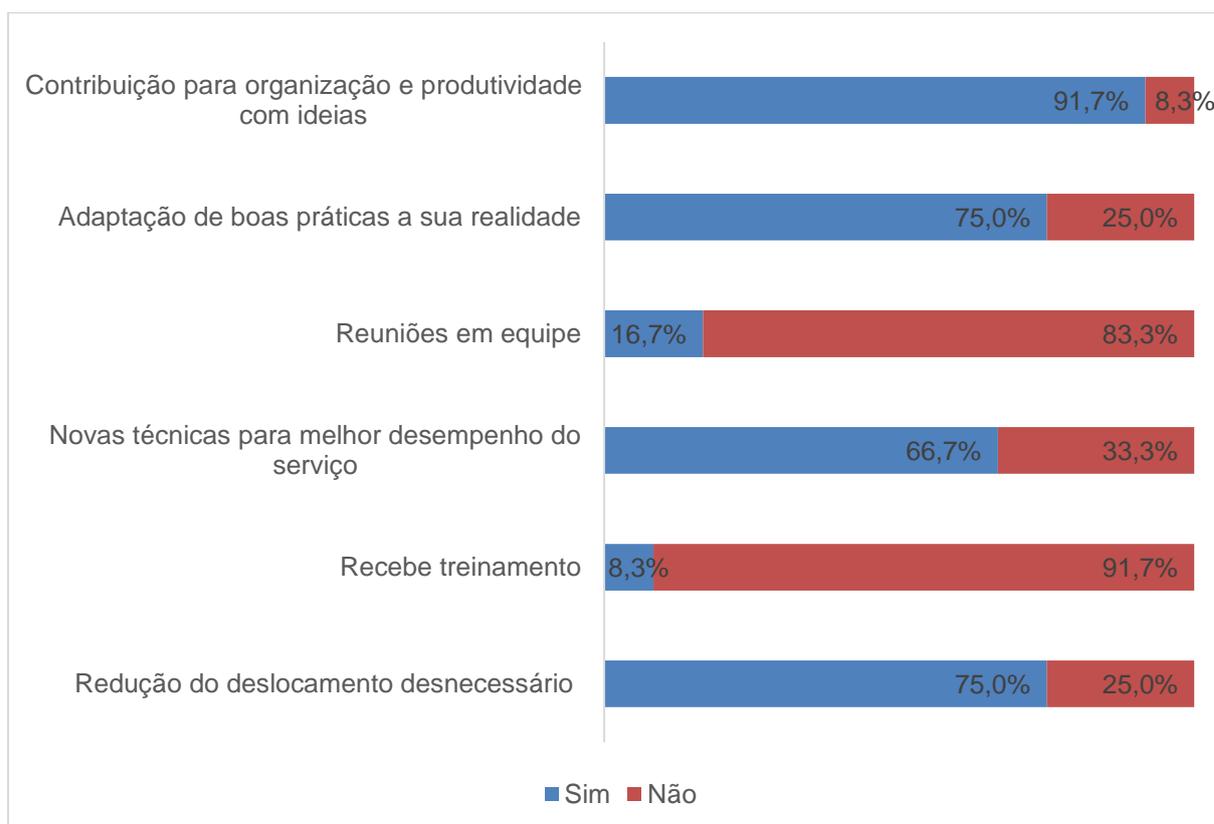
Fonte: O autor

Através dos relatos, observou-se que as empresas a qual cada colaborador faz parte, em grande maioria, não promovem reuniões e treinamentos, o que impossibilita que as opiniões dos colaboradores sejam ouvidas, que ocorra a partilha de ideias e boas práticas, bem como o alinhamento dos problemas simples e quase sempre evitáveis.

Tudo isso acarreta uma grande diminuição na produtividade da obra pois nestes momentos de reuniões podem ser esclarecidas dúvidas sobre a execução e discutidas as melhores hipóteses para a resolução de problemas.

Não basta apenas impor técnicas de melhorias, é preciso explicar seu funcionamento, pois é confirmado que para obtenção de resultados relevantes de melhoria de uma obra, é necessário o trabalho de técnicas em conjunto com treinamentos e conscientização dos profissionais.

Figura 22 Incentivo a melhoria

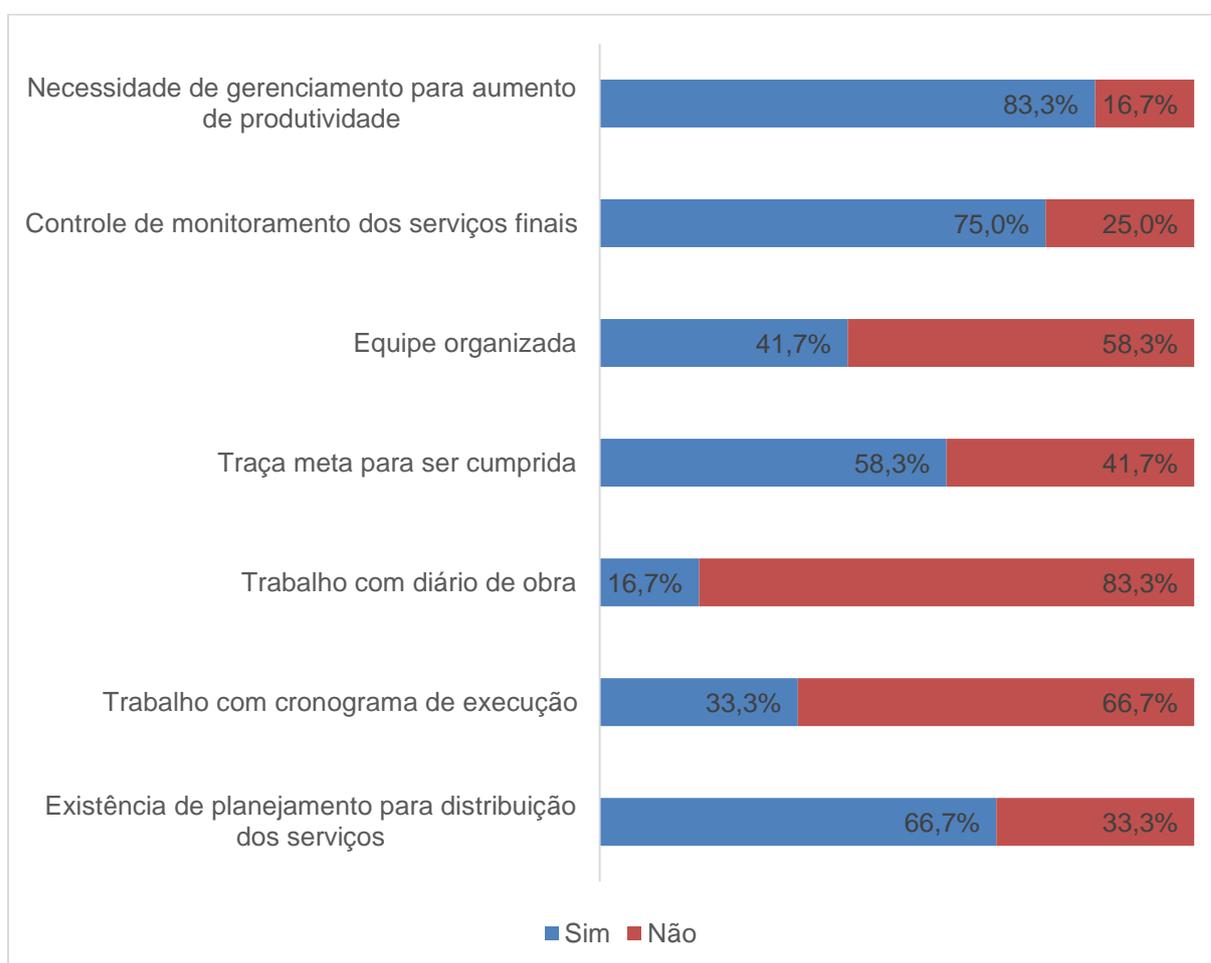


Fonte: O autor

Além de técnicas, é necessário o trabalho de Gestão, seja do projeto, da execução, das compras ou do RH, a gestão é a garantia de que o que foi repassado para a melhoria de índices seja cumprido e realizado da forma correta.

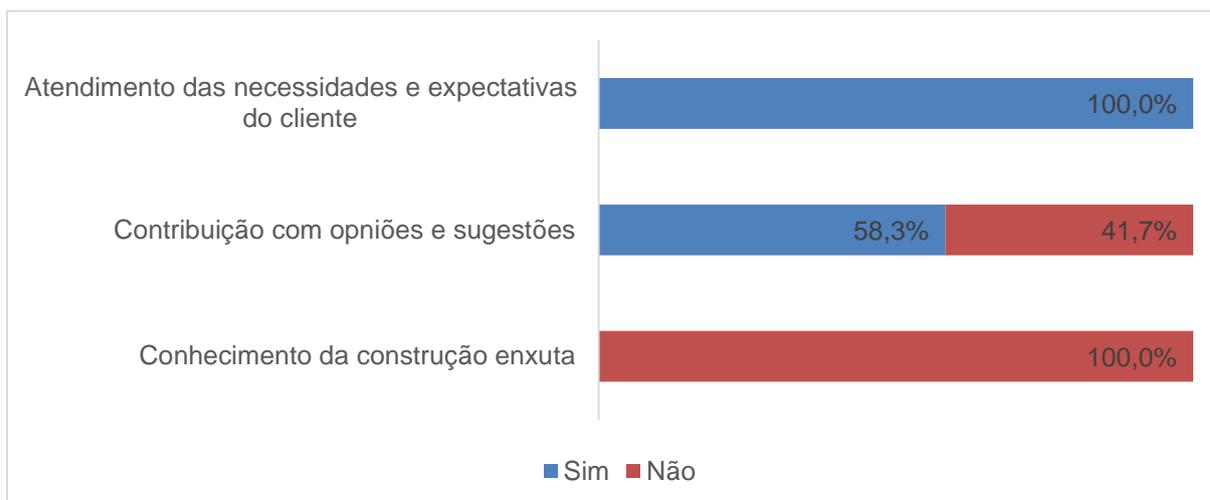
O bom gerenciamento contém: (1) planejamento dos serviços; (2) cronograma e controle de execução; (3) atribuição de metas; (4) alinhamento de equipe. Fatores cruciais para garantir a organização da equipe durante a execução e garantir benefícios econômicos aliados aos rendimentos de produtividade e, conseqüentemente, qualidade.

Figura 23 Aspectos de gestão



Fonte: O autor

Porém, é essencial citar a importância de trabalhar o diálogo, para que os colaboradores possam questionar e sugerir, de forma a contribuir para o melhor andamento do canteiro de obra e da redução de problemas.

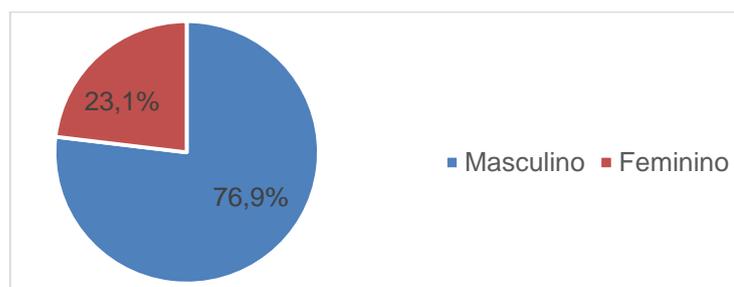
Figura 24 Demais aspectos da construção

Fonte: O autor

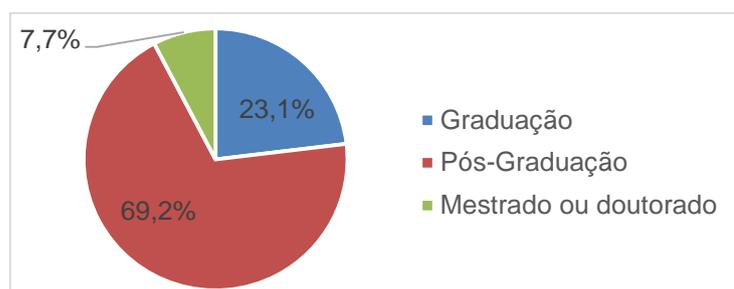
Através da aplicação e interpretação dos questionários, foi possível observar que nenhum colaborador entrevistado tem algum conhecimento a respeito da construção enxuta e seus benefícios, fator preocupante, pois esta é uma técnica muito indicada por produzir resultados incríveis em obras de pequeno porte.

4.2 Engenheiros

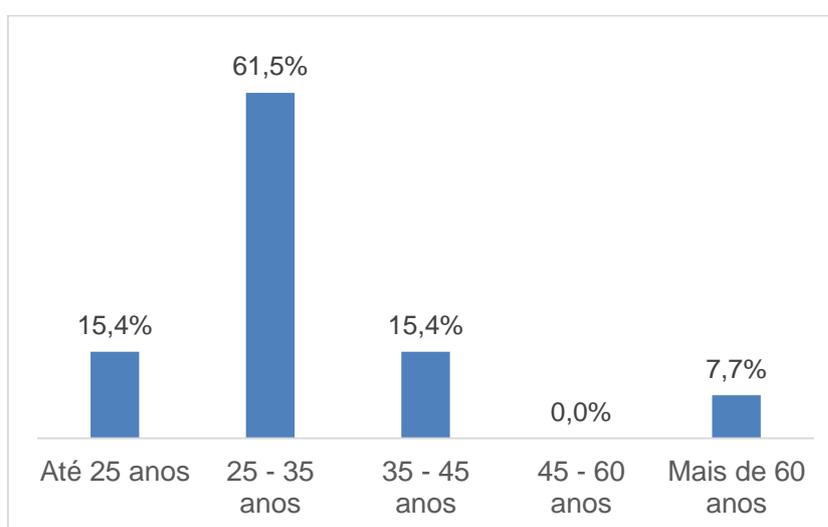
Dos 13(treze) engenheiros entrevistados, a maioria era do sexo masculino, pós-graduados com idades entre 25-35 anos e com mais de 3 anos de atuação, conforme gráficos abaixo:

Figura 25 Gênero dos engenheiros

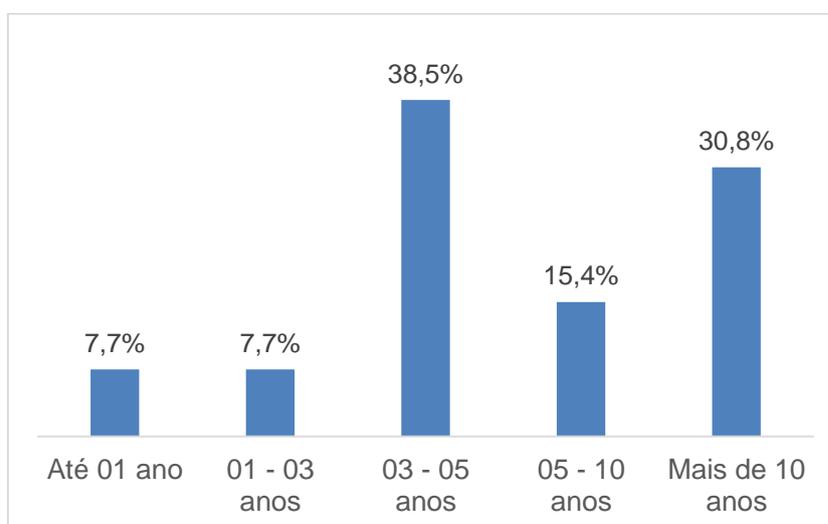
Fonte: O autor

Figura 26 Escolaridade dos engenheiros

Fonte: O autor

Figura 27 Faixa etária dos engenheiros

Fonte: O autor

Figura 28 Tempo de atuação profissional dos engenheiros

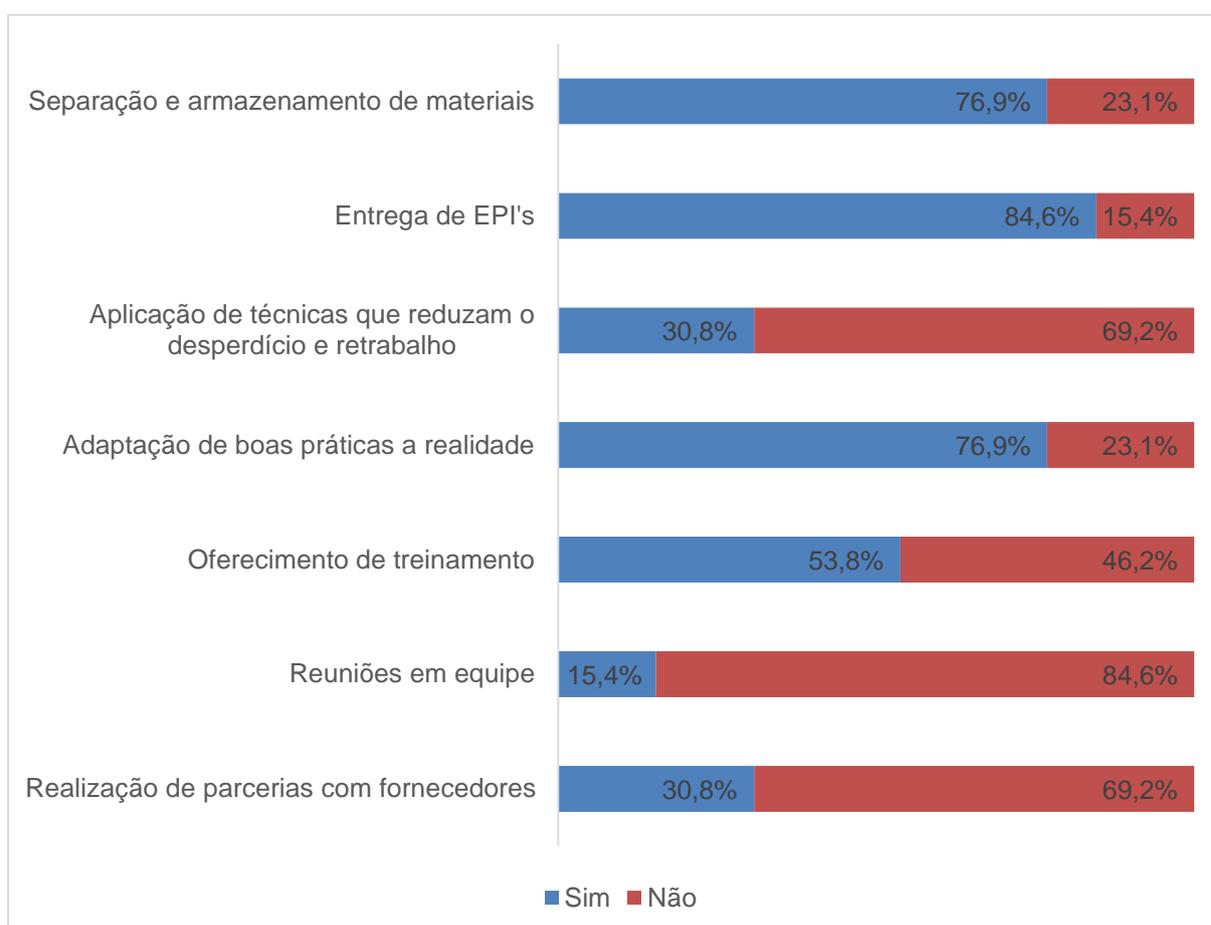
Fonte: O autor

Durante as entrevistas e posteriormente na interpretação dos questionários foi observado que grande parte dos engenheiros já utilizam recursos que trazem benefícios a obra, como: (1) correta separação e armazenamento de materiais; (2) fornecimento de EPI's; (3) adaptação de boas práticas; (4) oferecimento de treinamentos.

Esses fatores, se corretamente aplicados e monitorados, permitem a visualização de melhorias tanto do andamento da obra como do rendimento dos colaboradores.

Porém, em grande maioria, outros fatores de grande importância não são executados, como: (1) aplicação de técnicas para redução de índices de desperdício; (2) realização de reuniões; (3) realização de parcerias com fornecedores. Tudo isso são problemas gerenciais que tem influência sobre o andamento da obra pois aumentam o desperdício, atraso e retrabalho.

Figura 29 Aplicação dos fatores que possibilitam a melhoria



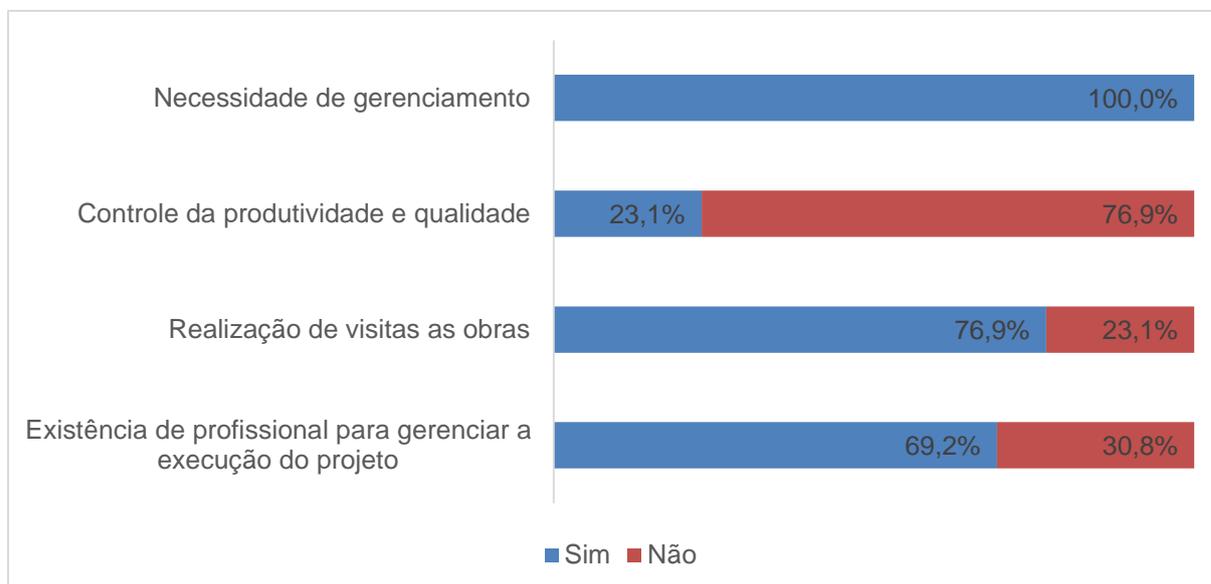
Fonte: O autor

Os problemas gerenciais ocorrem muitas vezes por falta de investimento, visto que todos os entrevistados alegam estar cientes da necessidade de realização de um bom gerenciamento da obra, dos recursos e dos colaboradores, mas apenas alguns confirmam a existência de pessoas responsáveis por essa função.

O gerenciamento é o responsável pela organização e visualização dos resultados. O profissional gerente de projeto trabalha sistemicamente e diariamente com o acompanhamento da execução juntamente com o cronograma, de forma a estar sempre atualizado sobre os índices que necessitam de maior atenção e sobre o que está sendo concluído.

Esse acompanhamento direto e próximo, com realização de visitas diárias, permite o controle total da produtividade e qualidade da obra, visto que a produtividade ocorre de forma positiva se tiver uma equipe alinhada trabalhando em ritmo constante e com o mínimo de retrabalho possível; e a qualidade é a consequência da dedicação e valorização de cada passo da construção.

Figura 30 Aspectos da gestão da construção

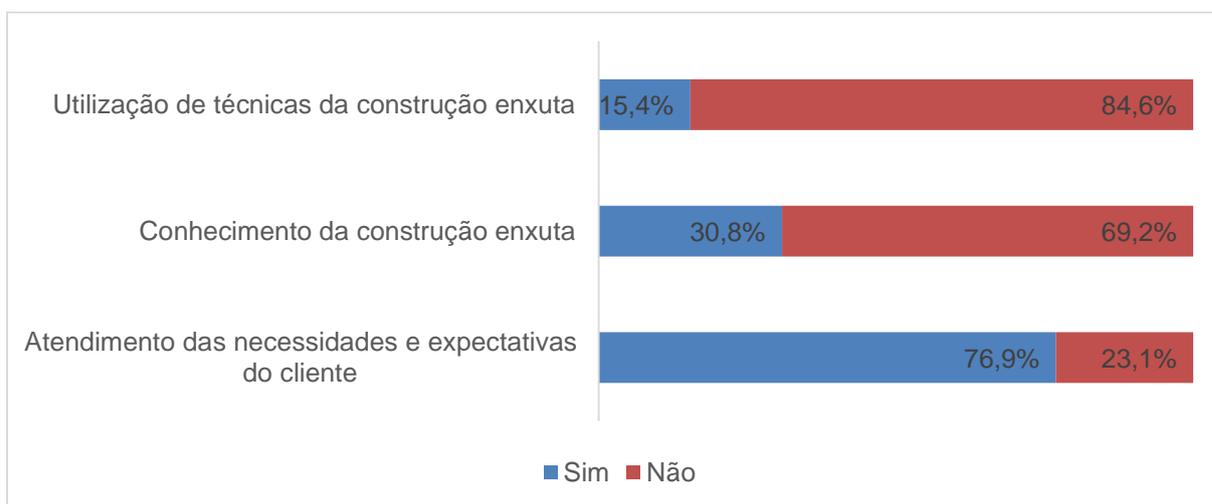


Fonte: O autor

Esses fatores positivos que garantem o bom funcionamento da obra e a satisfação do cliente são obtidos a partir da aplicação dos conceitos da construção enxuta, que estabelece as melhores técnicas para obter aproveitamento da obra e

mão de obra, sem prejudicar outros índices, trabalhando com obtenção de melhoria constante. Porém, pequena parte dos entrevistados conhecem e/ou utilizam técnicas da construção enxuta.

Figura 31 Fatores de beneficiamento por técnicas

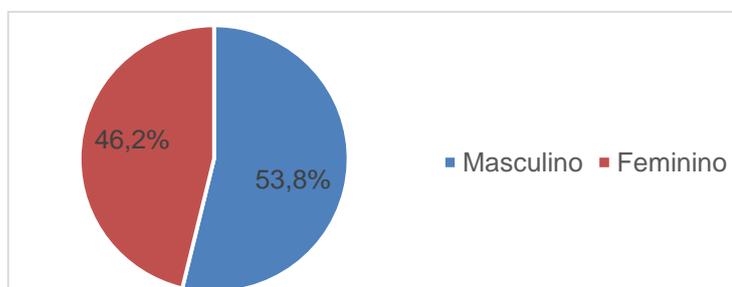


Fonte: O autor

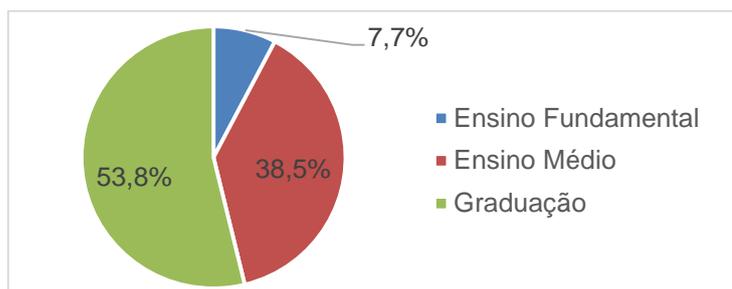
4.3 Proprietários

Entre os 13(treze) proprietários entrevistados, tiveram homens e mulheres, com grau de escolaridade e idades diferentes, conforme demonstram os gráficos a seguir:

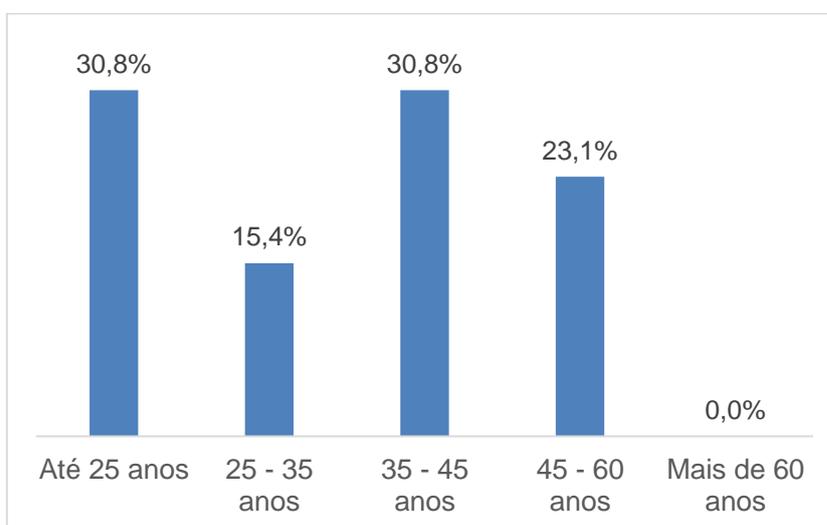
Figura 32 Gênero dos proprietários



Fonte: O autor

Figura 33 Escolaridade dos proprietários

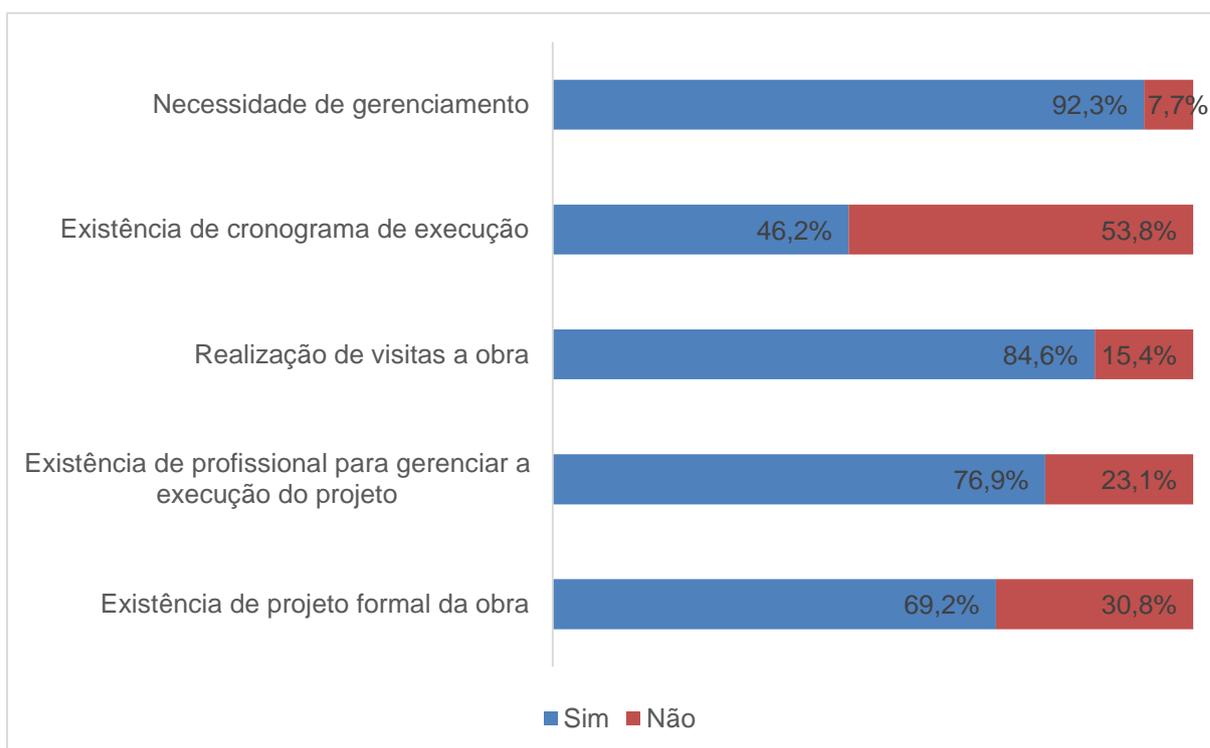
Fonte: O autor

Figura 34 Faixa etária dos proprietários

Fonte: O autor

A maioria dos proprietários entrevistados afirmaram ter conhecimento sobre a necessidade e importância do gerenciamento em uma obra e por isso optaram por um projeto formalizado com acompanhamento profissional da execução.

Porém, ainda assim alguns deles alegam que não possuem cronograma de obra ou outra tecnologia que possibilite o acompanhamento da execução dos serviços feitos, o que obriga a presença dos mesmos na obra diariamente para saber do status de cada atividade programada para determinado tempo, ainda que este tempo seja estimado verbalmente pelo responsável.

Figura 35 Aspectos de gestão pela visão dos proprietários

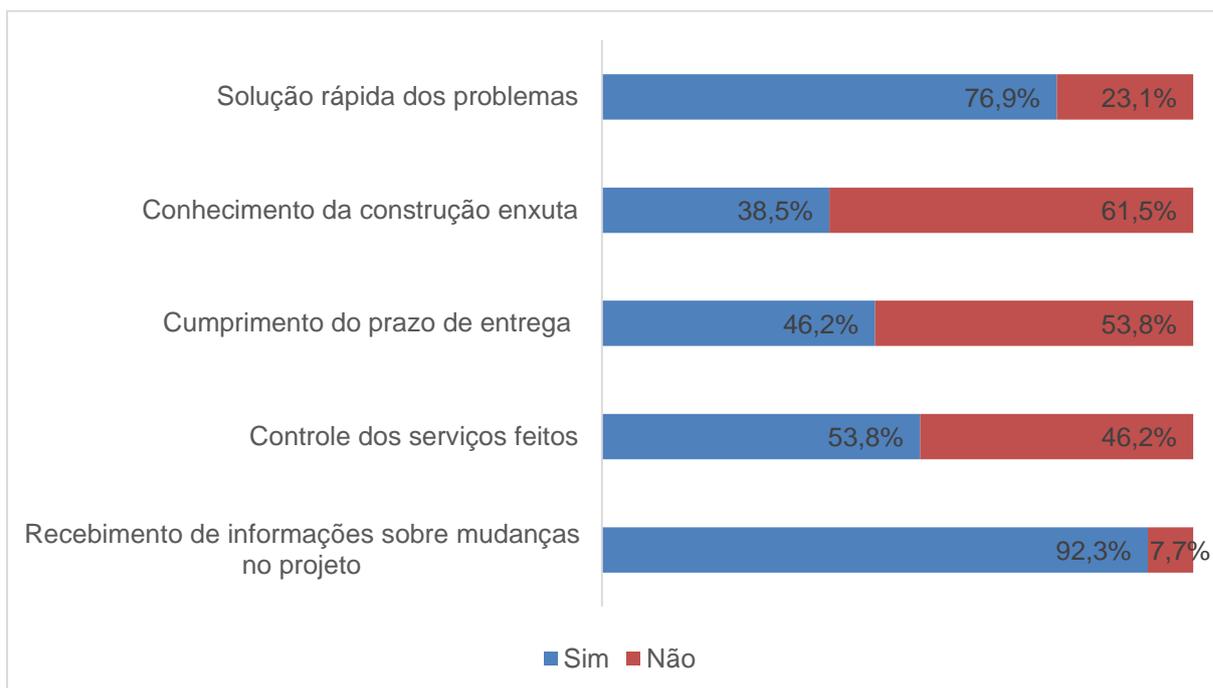
Fonte: O autor

Optar pelos benefícios do gerenciamento garante: resolução dos problemas de forma mais rápida, maior controle dos serviços feitos e melhor comunicação sobre alterações necessárias a realizar. Porém, isso não exclui o fator de atraso na construção devido à ausência de técnicas que melhorem o andamento e produtividade da obra.

Como visto, a maioria dos proprietários não conhecem a construção enxuta e não sabem se em suas obras são utilizadas algumas das técnicas disponíveis. Mas a partir das explicações recebidas sobre a técnica, demonstram grande interesse, principalmente pelo fato de ser uma técnica de obtenção de grandes resultados em obras de pequeno porte.

A construção enxuta possibilita redução de índices de desperdício e retrabalho, o que influi diretamente na economia final da obra e na redução do tempo de duração, minimizando também os atrasos.

Segue abaixo o gráfico de correspondência sobre os aspectos de satisfação dos proprietários perante o andamento da obra e a consultoria recebida.

Figura 36 Aspectos de satisfação dos proprietários

Fonte: O autor

5 CONCLUSÃO

Este trabalho foi desenvolvido a partir de estudo teórico e aplicação de questionário, com a finalidade de observar a realidade prática da construção civil na cidade de Caratinga – MG correlacionada às técnicas da Construção Enxuta.

Alguns dos maiores problemas atualmente enfrentados pela construção civil é a falta de planejamento e gerenciamento da produção, que gera baixa produtividade e qualidade, aliada ao grande percentual de desperdícios.

Na tentativa de caracterizar as situações que podem ser encontradas nas obras dessa cidade, o resultado da interpretação dos questionários confirmou o que já era esperado: baixo percentual de conhecimento do sistema de construção enxuta e pouca utilização do gerenciamento efetivo de obras.

Em observação ao sistema produtivo, no decorrer das entrevistas, pode-se notar o grande número de problemas gerados devido à falta de planejamento e controle da produção.

Entre os entrevistados, apenas 18% afirmaram ter algum conhecimento a respeito do modelo enxuto. Desses, apenas 22,2% utilizam alguma técnica desse modelo, o que equivale a 4,0% do total de entrevistados.

Os dados interpretados caracterizam e denunciam a utilização do modelo de gestão e execução utilizado pela maior parte dos construtores, o modelo de conversão. Este modelo é inadequado pois negligencia fatores de grande importância, como: (1) padronização de procedimentos; (2) necessidades e premissas dos clientes; (3) otimização da produção – produtividade, fluxo e ritmo; (4) busca constante por aperfeiçoamento; (5) otimização da qualidade; dentre outros.

Esses pontos negativos do modelo de conversão, reforçam a idealização deste trabalho, em que o principal objetivo é apresentar a Construção Enxuta como um meio de aumentar o rendimento e a eficiência da construção civil de pequeno porte, assegurando maior economia e qualidade, reduzindo o impacto dos desperdícios e do retrabalho, beneficiando cliente e colaborador.

A otimização desses processos de construção só é possível a partir da inserção de novas tecnologias de solução. A construção enxuta apresenta inúmeros potenciais

de melhorias contínuas, que variam de acordo com o tipo e a complexidade de cada etapa do processo de produção, de forma a agregar valor ao produto final.

A partir do desenvolvimento deste trabalho, se implantado o modelo enxuto, espera-se as seguintes mudanças positivas: (1) aumento da produtividade; (2) aumento da qualidade; (3) melhora da estabilidade dos processos produtivos; (4) redução de prazos e atrasos; (5) melhor organização do canteiro de obras; (6) maior satisfação dos colaboradores; (7) maior satisfação dos clientes.

Porém, para garantir a efetivação desses benefícios esperados da construção enxuta será necessário a efetiva aplicação de ferramentas, procedimentos e práticas, citados no decorrer do trabalho, que garantam a melhoria do gerenciamento e da comunicação entre os participantes da execução, conseqüentemente, atingindo os itens acima mencionados.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, L. M. M. As construções Nuragues e Dolmens no Período Neolítico. Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/historiag/as-construcoes-nuragues-dolmens-no-periodo-neolitico.htm>>. Acesso em 19 de setembro de 2017.

ANSELMO, A. R. B., MORAES, S. S. *As ferramentas do planejamento em obras civis como mecanismo de redução de custos e aumento da produtividade*. Monografia de Graduação. Universidade da Amazônia, Belém, 2010.

ANTUNES, A. C. *Logística no canteiro de obras, utilizando os princípios da construção enxuta*. Seminário: Somando competências e resultados - Comunidade da Construção. Disponível em: <<http://comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/313/anexo/seminariol.pdf>>. Acesso em: 27 de setembro de 2017.

AZEVEDO, M. J.; NETO, J. P. B.; NUNES, F. R. M. *Análise dos aspectos estratégicos da implantação da Lean Construction em duas empresas de construção civil de Fortaleza-CE*. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 13, 2010, São Paulo. Disponível em: <http://www.simpoi.fgv.br/arquivo/2010/artigos/E2010_T00203_PCN75525.pdf>. Acesso em: 07 de agosto de 2017.

BARROS, E. S. *Aplicação da construção enxuta no setor de edificações: um estudo multicaso*. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005. Disponível em: <http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/5937/arquivo7485_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 08 de outubro de 2017.

BAZANELLI, A. C. D. R. *et al. Otimização da planilha orçamentária de Edificações através da aplicação dos princípios da Lean construction*. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 2003, São Carlos – SP.

BERNARDES, M. M. S. *Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção*. 2001. 282p. Tese (Doutorado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CANDIDO, R. *et al.* Gerenciamento de projetos. 1. ed. Curitiba: Aymar, 2012. Vol. 122p.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. *PIB Brasil*. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/tabela_02.D.09_9.xlsx>. Acesso em: 18 de agosto de 2017.

CORRÊA H. L.; GIANESI I. G. N. *Just in time, MRP II e OPT*. 2. ed. Brasil: Atlas, 1993. 186p. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAg7KgAB/just-in-time-mrp-ii-opt22>>. Acesso em: 23 de setembro de 2017.

CUNHA, J. C. *A história as construções: Da pedra lascada às pirâmides de Dahchur*. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009. Vol. 1, 284p.

CUNHA, J. C. *A história as construções: Das grandes pirâmides de Gis ao templo de Medinet Habu*. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009. Vol. 2, 373p.

CUNHA, J. C. *A história as construções: Do Panteão de Roma ao Panteão de Paris*. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2012. Vol. 4, 477p.

DIAS, A. *História das Construções: Arquitetura neolítica*. 2015. Disponível em: <<http://estruturandocivil.com.br/2015/04/30/historia-das-construcoes-parte-1-arquitetura-neolitica/>>. Acesso em: 17 de agosto de 2017.

FORMOSO, C. T. *Planejamento e controle da produção em empresas de construção*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001, 50p.

GOMES, T. *Construção civil se retrai em 2017 e segura recuperação da economia*. Portal Gazeta web, Economia, 2017. Disponível em: <http://gazetaweb.globo.com/porta/ noticia/2017/10/construcao-civil-se-retrai-em-2017-e-segura-recuperacao-da-economia_41885.php>. Acesso em: 17 de outubro de 2017.

HANSEN, K. L.; Zenobia, K. E. *Civil Engineer's Handbook of Professional Practice*. 1. ed. Nova Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2011. Vol. 1, 744 p.

ISATTO, E. L. *et al.* *Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.12p. Disponível em: < <http://www.leansixsigma.com.br/acervo/2011520.PDF>>. Acesso em: 19 de agosto de 2017.

KERZNER, Harold. *Gestão de projetos: as melhores práticas*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. Vol. 1, 824p.

KOPPER, R. *Construção enxuta: a prática do princípio da transparência nos processos construtivos em empresas da grande Porto Alegre/RS*. 2012. 113p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/65443/000864056.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 19 de agosto de 2017.

KOSKELA, L. *Application of the New Production Philosophy to Construction. Technical Report*. Center for Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering. Stanford University, 1992.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. *Is construction planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process*. Construction Management and Economics. London, vol. 5, p. 243-266, 1987.

LEAN INSTITUTE BRASIL. Disponível em: <<http://www.lean.org.br>>. Acesso em: 08 de agosto de 2017.

LORENZON, I. A. *A medição de desempenho na construção enxuta: estudos de caso*. 2008. 221p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/3339/2144.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 05 de setembro de 2017.

MACHADO, F. *Revolução Industrial: Evolução tecnológica transforma as relações sociais*. 2005. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/historia/revolucao-industrial-evolucao-tecnologica-transforma-as-relacoes-sociais.htm>>. Acesso em: 18 de agosto de 2017.

MORAES, E. A. P. Guia PMBOK para gerenciamento de projetos. VIII Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Rio de Janeiro, 2012. 10 p. Disponível em: <http://www.inovarse.org/sites/default/files/T12_0454_3026.pdf>. Acesso em: 19 de setembro de 2017.

MOTA, B. Racionalização da produção na obra: Programação dos serviços, treinamentos e produtividade. Universidade Cidade de São Paulo. 2015.

MULDER, P. *Scientific Management and Taylorism*. 2015. Disponível em: <<https://www.toolshero.com/quality-management/scientific-management/>>. Acesso em: 20 de julho de 2017.

NASCIMENTO, A. C. M. *Lean Construction: Planejamento e Controle em Obras de Edificações*. 2009. Monografia (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal Fluminense. Niterói, 2009.

NETO, J. P. B. *Proposta de um modelo de formulação de estratégias de produção para pequenas empresas de construção habitacional*. 1999. 350p. Tese (Doutorado em Administração). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2380/000273279.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 07 de setembro de 2017.

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

PMI. *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)*. 3. ed. Atlanta: Project Management Institute, 2004.

PMI. *Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)*. 4. ed. Atlanta: Project Management Institute, 2008.

RAMOS, M. *Fordismo e Toyotismo: Suas principais características, com uma análise das precárias relações de trabalho*. 2015. Disponível em: <<https://matheusramosribeiro.jusbrasil.com.br/artigos/202589865/fordismo-e-toyotismo-suas-principais-caracteristicas-com-uma-analise-das-precarias-relacoes-de-trabalho>>. Acesso em 27 de outubro de 2017.

RÔLA, E. S. *Princípios da Lean Construction e critérios competitivos da produção: existe alguma relação entre eles*. 2010. 63p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

SALVADOR, M. V. *Aplicação do conceito Lean em obras de Pequeno Porte*. 2013. 60p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

SHINGO, S. *O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção*. Traduzido por: Eduardo Schaan. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996. Vol. 1, 291p.

SILVA A; SILVA, S. C. *Aplicabilidade do sistema Toyota de Produção a um restaurante*. In: ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2001, Bahia.

SILVA, D. N. Mesopotâmia e os povos mesopotâmicos. História do mundo. Disponível em: <<http://historiadomundo.uol.com.br/idade-antiga/mesopotamia.htm>>. Acesso em 19 de setembro de 2017.

SILVA, J. M. *O ambiente da Qualidade na Prática 5S*. 1. ed. Belo Horizonte: Qfco, 1996. 260p.

SILVEIRA, C. B. *Heijunka: flexibilizar e nivelar a produção*, 2017. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/heijunka/>>. Acesso em: 27/09/2017.

VENTURINI, J. S. *Proposta de ações baseadas nos 11 princípios Lean Construction para implantação em um canteiro de obras de Santa Maria*. 2015. 82p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2015/TCC_JULIANA%20SANCHES%20VENTURINI.pdf>. Acesso em: 29 de maio de 2017.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza*. 1. ed. Houston: Gulf Professional Publishing, 2004. 408p.

APÊNDICES

Abaixo seguem os questionários elaborados e utilizados para aplicação nas obras e posterior interpretação.

Colaboradores

Informações gerais

1. Sexo:

Masculino

Feminino

2. Faixa de idade:

Até 25 anos

De 25 a 35 anos

De 35 a 45 anos

De 45 a 60 anos

Acima de 60 anos

3. Escolaridade:

Ensino fundamental

Ensino médio

Graduação

Pós-graduação

Mestrado ou doutorado

4. Tempo em que você está na empresa:

Até 01 ano

De 01 a 03 anos

De 03 a 05 anos

De 05 a 10 anos

Acima de 10 anos

5. Seu cargo na empresa:

Pedreiro

Servente

6. Você participa de treinamentos oferecidos pela empresa?

Sim

Não

7- Tem um local dentro da obra para separar os materiais que chegam?

Sim

Não

8- A empresa aceita opiniões e sugestões?

Sim

Não

9- Existe um cronograma de execução da obra para seguir?

Sim

Não

10- Tem algum profissional na obra para tirar suas dúvidas?

Sim

Não

11- Na sua opinião existe muito desperdício no canteiro de obra?

Sim

Não

12- No canteiro de obra são usados cartazes, sinalizações e demarcações de áreas?

Sim

Não

13- Vocês utilizam técnicas para a melhoria da produção?

Sim

Não

14- Toda a equipe é participativa?

Sim

Não

15- No canteiro de obra vocês procuram reduzir o deslocamento desnecessário?

Sim

Não

16- Em sua visão, o que deve ser feito para melhorar a produção?

R=

17- Os problemas ocorridos na obra, são solucionados de forma rápida?

Sim

Não

18- Vocês procuram sempre satisfazer as escolhas e expectativas do cliente?

Sim

Não

19- São feitas reuniões buscando melhorias e qualificações?

Sim

Não

20- Você procura sempre por novas técnicas para melhoria e desempenho de seu serviço?

Sim

Não

21- Você já ouviu falar da construção enxuta?

Sim

Não

Mestre de Obra
Informações gerais

1. Sexo:

Masculino

Feminino

2. Faixa de idade:

Até 25 anos

De 25 a 35 anos

De 35 a 45 anos

De 45 a 60 anos

Acima de 60 anos

3. Escolaridade:

Ensino fundamental

Ensino médio

Graduação

Pós-graduação

Mestrado ou doutorado

4. Tempo em que você está na empresa:

Até 01 ano

De 01 a 03 anos

De 03 a 05 anos

De 05 a 10 anos

Acima de 10 anos

7. Você recebe da empresa algum tipo de treinamento?

Sim

Não

8. Existe um planejamento para a distribuição dos serviços no canteiro de obra?

Sim

Não

9. Você trabalha com cronograma de execução?

Sim

Não

10. Você traça junto com seus colaboradores uma meta para ser cumprida?

Sim

Não

11. Existe um controle de monitoramento dos serviços feitos?

Sim

Não

12. A empresa procura adaptar as boas práticas encontradas a sua realidade?

Sim

Não

13. Os materiais e ferramentas estão sempre disponíveis?

Sim Não

14. Os materiais são armazenados em locais adequados para que não ocorra desperdício?

Sim Não

15. Os problemas ocorridos são solucionados de forma rápida?

Sim Não

16. Você acha que para obter produtividade e qualidade em uma obra é preciso um bom gerenciamento? Porque?

Sim Não

17. Você procura passar para os operários uma forma de trabalho mais produtiva?

Sim Não

18. Existe uma organização por parte da equipe?

Sim Não

19. Você procura dar suas opiniões e ideias para uma melhor organização do ambiente de trabalho e produtividade da obra?

Sim Não

20. Existem dificuldades nos serviços propostos pela empresa?

Sim Não

21. Você procura estabelecer metas para que o desempenho dos colaboradores seja satisfatório?

Sim Não

22. Você já ouviu falar na construção enxuta?

Sim Não

Engenheiro

Informações gerais

1. Sexo:

Masculino

Feminino

2. Faixa de idade:

Até 25 anos

De 25 a 35 anos

De 35 a 45 anos

De 45 a 60 anos

Acima de 60 anos

3. Escolaridade:

Graduação

Pós-Graduação

Mestrado / Doutorado

4. Tempo em que você está na empresa:

Até 01 ano

De 01 a 03 anos

De 03 a 05 anos

De 05 a 10 anos

Acima de 10 anos

5. Existe um profissional gerenciando a execução do seu projeto?

Sim

Não

6. São feitas visitas constantes as obras?

Sim

Não

7. Você tem total controle da produtividade e qualidade dos serviços oferecidos?

Sim

Não

8. A empresa faz algum tipo de parceria com fornecedores, no sentido de reduzir atividades que não agregam valor a momento da entrega e qualidade do material?

Sim

Não

9. São feitas reuniões buscando melhorias para o desenvolvimento da produtividade e qualidade?

Sim

Não

10. São oferecidos algum tipo de treinamento para a equipe?

Sim

Não

11. Um bom gerenciamento faz diferença em uma obra? Porque?

Sim

Não

12. A empresa busca adaptar as boas práticas encontradas a sua realidade?

Sim

Não

13. São identificadas e atendidas todas as necessidades do cliente?

Sim

Não

14. São aplicadas algumas técnicas pela empresa para eliminar o desperdício e retrabalho no canteiro de obra?

Sim

Não

15. Existe alguma dificuldade para a execução de um projeto?

Sim

Não

16. São entregues a equipe os EPIs?

Sim

Não

17. No canteiro de obra existe a separação dos materiais que chegam e precisam ser armazenados?

Sim

Não

18. Você conhece a construção enxuta?

Sim

Não

19. Você utiliza alguma técnica da construção enxuta? Qual?

Sim

Não

Proprietário
Informações gerais

1. Sexo:

Masculino

Feminino

2. Faixa de idade:

Até 25 anos

De 25 a 35 anos

De 35 a 45 anos

De 45 a 60 anos

Acima de 60 anos

3. Escolaridade:

Ensino fundamental

Ensino médio

Graduação

Pós-graduação

Mestrado ou doutorado

4. Existe um projeto formal da sua obra?

Sim

Não

5. Existe um profissional capacitado cuidando da execução da obra?

Sim

Não

6. São passadas para você toda a mudança necessária do projeto?

Sim

Não

7. Existe um cronograma para a execução do projeto?

Sim

Não

8. São feitas visitas constantes as obras?

Sim

Não

9. Existe um controle de monitoramento dos serviços feitos?

Sim

Não

10. Os problemas ocorridos são solucionados de forma rápida?

Sim

Não

11. A empresa te deixa ciente do que está acontecendo na obra?

Sim Não

12. O prazo de entrega tem ocorrido nas datas propostas?

Sim Não

13. As mudanças e opiniões são aceitas ao longo do processo de projeto?

Sim Não

14. As mudanças e opiniões são aceitas ao longo do processo de execução da obra?

Sim Não

15. Os serviços são entregues com qualidade?

Sim Não

16. Um bom gerenciamento e o uso de novas técnicas faz a diferença no canteiro de obra? Porque?

Sim Não

17. Você procura dar suas opiniões e ideias para uma melhor organização da obra e melhoria de produtividade?

Sim Não

18. Você conhece a construção enxuta?

Sim Não

Abaixo segue a tabela com os valores de respostas obtidos para cada pergunta em todas as áreas, com suas respectivas porcentagens correspondentes.

Tabela 1 Contabilização das respostas dos questionários

COLABORADORES			Total: 12	
QUESTÃO	SIM	NÃO	SIM (%)	NÃO (%)
Separação e armazenamento de materiais	6	6	50,0%	50,0%
Consciência sobre a existência de desperdício	11	1	91,7%	8,3%
Solução rápida dos problemas	3	9	25,0%	75,0%
Utilização de sinalização no canteiro de obra	1	11	8,3%	91,7%
Redução do deslocamento desnecessário	9	3	75,0%	25,0%
Recebe treinamento	1	11	8,3%	91,7%
Novas técnicas para melhor desempenho do serviço	8	4	66,7%	33,3%
Reuniões em equipe	2	10	16,7%	83,3%
Adaptação de boas práticas a sua realidade	9	3	75,0%	25,0%
Contribuição para organização e produtividade com ideias	11	1	91,7%	8,3%
Trabalho com cronograma de execução	4	8	33,3%	66,7%
Presença de profissional experiente para sanar dúvidas	10	2	83,3%	16,7%
Utilização de técnicas para melhoria da produção	4	8	33,3%	66,7%
Conhecimento da construção enxuta	0	12	0,0%	100,0%
Contribuição com opiniões e sugestões	7	5	58,3%	41,7%
Atendimento das necessidades e expectativas do cliente	12	0	100,0%	0,0%

MESTRES DE OBRA			Total: 12	
QUESTÃO	SIM	NÃO	SIM (%)	NÃO (%)
Disponibilidade de materiais e ferramentas	9	3	75,0%	25,0%
Armazenamento de materiais para que não ocorra desperdícios	9	3	75,0%	25,0%
Recebe treinamento	1	11	8,3%	91,7%
Adaptação de boas práticas a sua realidade	9	3	75,0%	25,0%

Continua...

Contribuição para organização e produtividade com ideias	11	1	91,7%	8,3%
Existência de planejamento para distribuição dos serviços	8	4	66,7%	33,3%
Trabalho com cronograma de execução	4	8	33,3%	66,7%
Trabalho com diário de obra	2	10	16,7%	83,3%
Traça meta para ser cumprida	7	5	58,3%	41,7%
Equipe organizada	5	7	41,7%	58,3%
Controle de monitoramento dos serviços finais	9	3	75,0%	25,0%
Necessidade de gerenciamento para aumento de produtividade	10	2	83,3%	16,7%
Solução rápida dos problemas	4	8	33,3%	66,7%
Existência de dificuldades nos serviços propostos	6	6	50,0%	50,0%
Conhecimento da construção enxuta	0	12	0,0%	100,0%

ENGENHEIROS			Total: 13	
QUESTÃO	SIM	NÃO	SIM (%)	NÃO (%)
Realização de parcerias com fornecedores	4	9	30,8%	69,2%
Reuniões em equipe	2	11	15,4%	84,6%
Oferecimento de treinamento	7	6	53,8%	46,2%
Adaptação de boas práticas a realidade	10	3	76,9%	23,1%
Aplicação de técnicas que reduzam o desperdício e retrabalho	4	9	30,8%	69,2%
Entrega de EPI's	11	2	84,6%	15,4%
Separação e armazenamento de materiais	10	3	76,9%	23,1%
Atendimento das necessidades e expectativas do cliente	10	3	76,9%	23,1%
Conhecimento da construção enxuta	4	9	30,8%	69,2%
Utilização de técnicas da construção enxuta	2	11	15,4%	84,6%
Existência de profissional para gerenciar a execução do projeto	9	4	69,2%	30,8%
Realização de visitas as obras	10	3	76,9%	23,1%
Controle da produtividade e qualidade	3	10	23,1%	76,9%
Necessidade de gerenciamento	13	0	100,0%	0,0%

PROPRIETÁRIOS			Total: 13	
QUESTÃO	SIM	NÃO	SIM (%)	NÃO (%)
Existência de projeto formal da obra	9	4	69,2%	30,8%
Existência de profissional para gerenciar a execução do projeto	10	3	76,9%	23,1%
Realização de visitas a obra	11	2	84,6%	15,4%
Existência de cronograma de execução	6	7	46,2%	53,8%
Necessidade de gerenciamento	12	1	92,3%	7,7%
Recebimento de informações sobre mudanças no projeto	12	1	92,3%	7,7%
Controle dos serviços feitos	7	6	53,8%	46,2%
Cumprimento do prazo de entrega	6	7	46,2%	53,8%
Conhecimento da construção enxuta	5	8	38,5%	61,5%
Solução rápida dos problemas	10	3	76,9%	23,1%

Fonte: O autor

Abaixo segue a tabela com os valores calculados referente ao conhecimento e utilização, pelos que conhecem, do método da Construção, com suas respectivas porcentagens correspondentes.

Tabela 2 Conhecimento e utilização da técnica de Construção Enxuta

QUESTÃO	SIM	NÃO	SIM (%)	NÃO (%)
Conhecimento da técnica de Construção Enxuta	9	41	18,0%	82,0%
Utilização da técnica de Construção Enxuta (dentre os 9 conhecedores)	2	7	22,2%	77,8%
Utilização da técnica de Construção Enxuta (dentre o 50 total)	2	48	4,0%	96,0%

Fonte: O autor