



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

LEONARDO SILVA ARAKAWA

**CONSTRUÇÃO ENXUTA E A UTILIZAÇÃO DOS SEUS CONCEITOS
POR CONSTRUTORAS PAULISTAS CERTIFICADAS SEGUNDO O PBQP-H
E O QUALIHAB**

Guaratinguetá - SP

2015

LEONARDO SILVA ARAKAWA

**CONSTRUÇÃO ENXUTA E A UTILIZAÇÃO DOS SEUS CONCEITOS
POR CONSTRUTORAS PAULISTAS CERTIFICADAS SEGUNDO O PBQP-H E O
QUALIHAB**

Trabalho de Graduação apresentado à
Faculdade de Engenharia do Campus de
Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista,
como parte dos requisitos para obtenção do
diploma de Graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Otávio José de Oliveira

Guaratinguetá - SP

2015

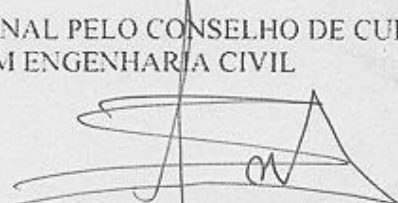
A659c	Arakawa, Leonardo Silva Construção Enxuta e a utilização dos seus conceitos por construtoras paulistas certificadas segundo o PBQP-H e o QUALIHAB / Leonardo Silva Arakawa – Guaratinguetá , 2015. 89 f. : il. Bibliografia : f. 71-76 Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015. Orientador: Prof. Dr. Otávio José de Oliveira 1. Indústria de construção civil 2. Produção enxuta I. Título CDU 69
-------	---

unesp **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

Leonardo Silva Arakawa

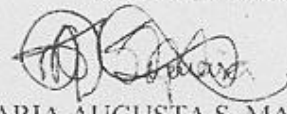
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM ENGENHARIA CIVIL"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL


Prof. Dr. GEORGE DE PAULA BERNARDES
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. OTÁVIO JOSÉ DE OLIVEIRA
Orientador/UNESP-FEG


MARIA AUGUSTA S. MATHIAS
Doutoranda em Engenharia/UNESP-FEG


FERNANDO JULIANI
Doutorando em Engenharia/UNESP-FEG

Novembro de 2015

DADOS CURRICULARES

Leonardo Silva Arakawa

NASCIMENTO	16.01.1991 – SÃO PAULO / SP
FILIAÇÃO	Zensho Arakawa Vera Lúcia Silva Arakawa
2006/2008	Curso Técnico Profissionalizante Construção Civil – Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo
2010/2015	Curso de Graduação em Engenharia Civil - Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – FEG/UNESP Guaratinguetá – São Paulo / SP
2012/2013	Graduação Sanduíche em Engenharia Civil - Universidade do Algarve – Faro, Portugal

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, *Prof. Dr. Otávio José de Oliveira* por sua paciência, e suas sugestões e ideias para a realização deste trabalho, além do seu grande incentivo.

Aos meus pais *Vera e Zensho*, que nunca mediram esforços para me ajudar nos estudos.

À *professora Miyoko* por suas aulas, preocupação e incentivo, principalmente nos meus tempos de Educação Básica, período que hoje considero o mais importante para a formação acadêmica.

Ao *Vitor, Vinicius, Thiago* e também a todos moradores e ex-moradores da *República 333* pela companhia e momentos compartilhados ao longo do tempo em que morei com vocês.

“Take your time... Don’t live too fast,
Troubles will come and they will pass.”

Ronnie Van Zant / Gary Rossington

ARAKAWA, L. S. Construção Enxuta e a utilização dos seus conceitos por construtoras paulistas certificadas segundo o PBQP-H e o Qualihab. 2015. 89 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.

RESUMO

O setor da construção civil está sendo estimulado a se industrializar por meio da adoção de práticas da Construção Enxuta nos processos construtivos. Diante disso, este estudo verifica e identifica Ferramentas Enxutas e o nível de aplicação dessas Ferramentas por construtoras do Estado de São Paulo, de modo a ser possível observar quais Conceitos Enxutos geram os maiores benefícios para estas empresas. O método de pesquisa utilizado foi o levantamento de dados entre construtoras com ao menos uma certificação da qualidade. A partir dos resultados, realizou-se uma análise dos dados a fim de observar a situação das construtoras em relação à construção enxuta e, com base nesta análise, verificar os impactos dos Princípios Enxutos na competitividade e no desempenho dessas empresas. Deste modo, foi possível perceber um alto grau de aplicação das Ferramentas Enxutas pelas construtoras respondentes. Fica clara também, por meio dessa pesquisa, a forte influência dos conceitos de “Fluxo”, da “Melhoria Contínua” e dos “métodos de prevenção e resolução de problemas” na performance geral dessas empresas.

PALAVRAS-CHAVE: Produção Enxuta; Construção Enxuta; Construção civil.

ARAKAWA, L. S. Lean Construction and the use of its concepts by São Paulo construction companies certified by PBQP-H and Qualihab. 2015. 89 f. Graduate Work (Graduate in Civil Engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.

ABSTRACT

The civil construction sector has been stimulated to industrialize itself by the adoption of Lean Construction practices in its constructive process. Given this fact, this research verify and identify Lean Tools and the level of application of these Tools in construction companies in the State of São Paulo, in order to be able to notice which Lean Concepts generate the highest benefits to these companies. The research method used was a survey applied only between construction companies that have some type of quality certificate. From the results, a data analysis was made in order to note the constructor's situation in relation to Lean Construction and, based on this analysis, verify the impact of the Lean Principles on the competitiveness of these companies and on the business performance. This way, it was possible to note a high level of application the Lean Tools by the responding companies. It also became clear, by means of this work: the strong influence of the concepts of "Flow", of "Continuous Improvement" and of" methods of prevention and resolutions of problems" on the overall companies performance.

KEYWORDS: Lean Production; Lean Construction; Civil construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Empregados na construção civil paulista.....	16
Figura 2 - Estrutura geral da Produção Enxuta.....	20
Figura 3 – Estrutura da Casa da Produção Enxuta	30
Figura 4 – Modelo Estrutural inicial.....	53
Figura 5 – Modelo Estrutural Ajustado	62
Figura 6 – Coeficientes de caminho dos construtos para os critérios competitivos e para o desempenho empresarial	67
Figura 7 – Grau de Aplicação das Ferramentas da Construção Enxuta	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Critério de porte das empresas.....	56
Tabela 2 – Porte das empresas respondentes.....	56
Tabela 3 – Setor de atividade das empresas respondentes	57
Tabela 4 – Ano de Fundação das empresas respondentes	57
Tabela 5 – Certificações das empresas respondentes	57
Tabela 6 – Média e Desvio Padrão referente às afirmativas Q1 a Q22	58
Tabela 7 – Média e Desvio Padrão referente às afirmativas Q23 a Q31	59
Tabela 8 – Média das respostas às afirmativas dos construtos exógenos.....	54
Tabela 9 – VEM do Modelo Estrutural Inicial	55
Tabela 10 – VEM do Modelo Estrutural ajustado	61
Tabela 11 – AC do Modelo Estrutural ajustado	62
Tabela 12 – CC do Modelo Estrutural Ajustado	63
Tabela 13 – Raiz quadrada de VEM x Correlações de Pearson entre Construtos.....	64
Tabela 14 – Q ² dos construtos endógenos no Modelo Estrutural Ajustado	65
Tabela 15 – Coeficientes de Caminho (I) do Modelo Estrutural Ajustado	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Requisitos do sistema de gestão de qualidade do PBQP-H.....	42
Quadro 2 - Requisitos para adesão ao QUALIHAB	44
Quadro 3 – Afirmativas do questionário e o respectivo conceito abordado.....	51
Quadro 4 – Afirmativas relacionadas aos Critérios Competitivos e Desempenho Empresarial	52
Quadro 5 – Cargas fatoriais das variáveis dos construtos ajustados	61
Quadro 6 – R^2 do Modelo Estrutural Ajustado.....	64
Quadro 7 – f^2 do Modelo Estrutural Ajustado	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Alfa de Cronbach
AV	Agrega valor
CC	Confiabilidade Composta
CGCRE	Coordenação Geral de Acreditação do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
CN	Comissão Nacional
CTECH	Comitê Nacional de Desenvolvimento Tecnológico da Habitação
IAF	International Accreditation Forum
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO	International Organization for Standardization
JIT	Just in Time
NAV	Não Agrega Valor
NNAV	Necessária, mas que não agrega valor
OAC	Organismo de Avaliação da Conformidade
OHSAS	Occupational Health and Safety Assessments Series
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PCMAT	Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção Civil
PDCA	Plan, Do, Check, Act
PIB	Produto Interno Bruto
QUALIHAB	Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo
SiAC	Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras
SiMaC	Sistema de Qualificação de Empresas de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos
SINMETRO	Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
SINAT	Sistema Nacional de Avaliação Técnica
TPM	Total Productive Maintenance
VD	Validade Discriminante
VSM	Value Stream Mapping
VEM	Variância Extraída Média

LISTA DE SÍMBOLOS

e	Margem de erro máxima
f^2	Tamanho do efeito
I	Coeficiente de Caminho
n	Tamanho da amostra mínima necessária
N	Tamanho total da população
p	Porcentagem esperada de resposta da variável
Q^2	Validade Preditiva
R^2	Coeficiente de determinação de Pearson
t_α	Valor da curva normal associada ao nível de confiança desejado

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVO	15
1.2	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	15
1.3	JUSTIFICATIVA	15
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	PRODUÇÃO ENXUTA (<i>LEAN MANUFACTURING</i>)	18
2.1.1	Ferramentas e métodos da Produção Enxuta	20
2.1.2	Benefícios e Dificuldades sobre a implementação da Produção Enxuta	31
2.2	CONSTRUÇÃO ENXUTA (<i>LEAN CONSTRUCTION</i>)	32
2.2.1	Ferramentas e métodos da Construção Enxuta	33
2.2.2	Benefícios e dificuldades sobre a implementação da Construção Enxuta	36
2.3	PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE DE PRODUTIVIDADE DO HABITAT - PBQP-H	38
2.4	PROGRAMA DA QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO HABITACIONAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – QUALIHAB	43
3.	MÉTODO DE PESQUISA	46
3.1	ESTABELECIMENTO DAS HIPÓTESES	47
3.2	TAMANHO E DELIMITAÇÃO DA AMOSTRAGEM	48
3.3	ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	49
3.4	ELABORAÇÃO E AJUSTE DO MODELO ESTRUTURAL E ANÁLISE CONFIRMATÓRIA	52
4.	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	56
4.1	RESULTADOS DA ANÁLISE DAS EMPRESAS RESPONDENTES E DO TAMANHO DA AMOSTRAGEM	56
4.2	RESULTADOS DAS PERGUNTAS RELACIONADAS À CONSTRUÇÃO ENXUTA E SEUS BENEFÍCIOS	58
4.3	RESULTADOS REFERENTES AO MODELO ESTRUTURAL E SUA ANÁLISE CONFIRMATÓRIA	60
4.4	DISCUSSÃO	66
5.	CONCLUSÃO	70
	REFERÊNCIAS	71
	GLOSSÁRIO	77
	APÊNDICE A – Questionário enviado às construtoras	78
	APÊNDICE B – Distribuição das respostas ao questionário	82

1. INTRODUÇÃO

Gerenciamento e tecnologia são dois fatores chave que influenciam o desenvolvimento da indústria da construção. Apesar de diversos esforços e avanços da tecnologia aplicada aos projetos de construção, a eficiência dessa indústria permanece baixo (AZIZ; HAFEZ, 2013).

Para sobreviver ao mercado competitivo, se tornou imperativa a necessidade das construtoras melhorarem a qualidade do trabalho e sua eficácia, reduzir desperdícios e custos e aumentar o lucro. A maioria dos gestores concorda que a indústria da construção civil é suscetível a gastos desnecessários, atrasos, erros e projetos ineficientes. Em relação aos projetos, estes raramente terminam a tempo, dentro do orçamento ou em um nível de qualidade aceitável pelo cliente. Assim, várias abordagens de gerenciamento surgiram para melhorar o desempenho da construção, entre estas, a Construção Enxuta, caracterizada como um sistema baseado nos conceitos da Produção Enxuta (AL-AOMAR, 2012; GOULDING; OGUNBIYI; OLADAPO, 2013).

É preciso uma mudança nas práticas da construção, sendo necessária não só adoção de novas ferramentas e tecnologias, como também uma mudança no modo que a indústria opera fundamentalmente, focando, invariavelmente, no gerenciamento do processo de construção inteiro (ALVES; MILBERG; WALSH, 2012).

A indústria da construção é baseada em características únicas. Qualidade, tempo e custo são os três pilares de sucesso em um projeto de construção. No sentido do Pensamento Enxuto, o objetivo é alcançar o maior nível de qualidade com o menor tempo e o menor custo possível. O pensamento tradicional da construção, entretanto, foca na conversão das atividades e ignora considerações de fluxo e de valor. Assim, desperdícios são associados, de modo geral, a desperdícios de materiais enquanto atividades como deslocamento de materiais, atrasos, entre outros, não costumam ser considerados desperdícios (AL-AOMAR, 2012).

Neste cenário a Construção Enxuta se apresenta como uma opção de melhoria e, segundo Aziz e Hafez (2013), diversas experiências de sucesso em sua implementação foram alcançadas. É importante ressaltar, também, que alguns avanços foram alcançados no Brasil com a criação de entidades que certificam a qualidade dos materiais, processos e gestão das empresas da indústria da construção civil, entre as quais estão o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) e o Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo (QUALIHAB). Ambos contribuem para a aplicação de novos processos que visam garantir uma racionalização dos recursos e da qualidade dos produtos (PBQP-H, 2015; QUALIHAB, 2015).

Tendo em vista os desafios e a necessidade de melhorias na indústria da construção civil e o papel da Construção Enxuta como uma alternativa às empresas, tem-se a seguinte questão de pesquisa que norteará este trabalho: Qual a distância entre as teorias da Construção Enxuta e sua adoção por construtoras que prezam por qualidade?

1.1 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo analisar e identificar a utilização dos conceitos, princípios, metodologias e ferramentas da Construção Enxuta por construtoras do Estado de São Paulo certificadas pelo PBQP-H e pelo QUALIHAB por meio de levantamento de dados estatísticos (*survey*). Serão analisados quais desses conceitos já estão incorporados nestas empresas, o respectivo grau de utilização e o impacto que a utilização dos princípios da Construção Enxuta possui para o desempenho e competitividade das construtoras.

1.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa foi delimitada às construtoras do Estado de São Paulo que possuem ao menos uma certificação fornecida pelos seguintes programas: Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) e Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo (QUALIHAB). Forma-se, então, um universo estatístico de 473 empresas construtoras, das quais 463 possuem certificado do PBQP-H e 10 possuem ambos os certificados do QUALIHAB e do PBQP-H.

1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo dados do Sinduscon-SP (2015), o setor da construção empregou, em março de 2015, 3,254 milhões de trabalhadores com carteira no Brasil, destes, 838 mil empregos foram no Estado de São Paulo. Ou seja, aproximadamente 25% dos empregos relacionados à construção se deram no Estado de São Paulo.

Em outro levantamento de dados, apresentados na Pesquisa Anual da Construção Civil - PAIC - realizada pelo IBGE (2013), foi constatado também que, em 2012, no Brasil, as

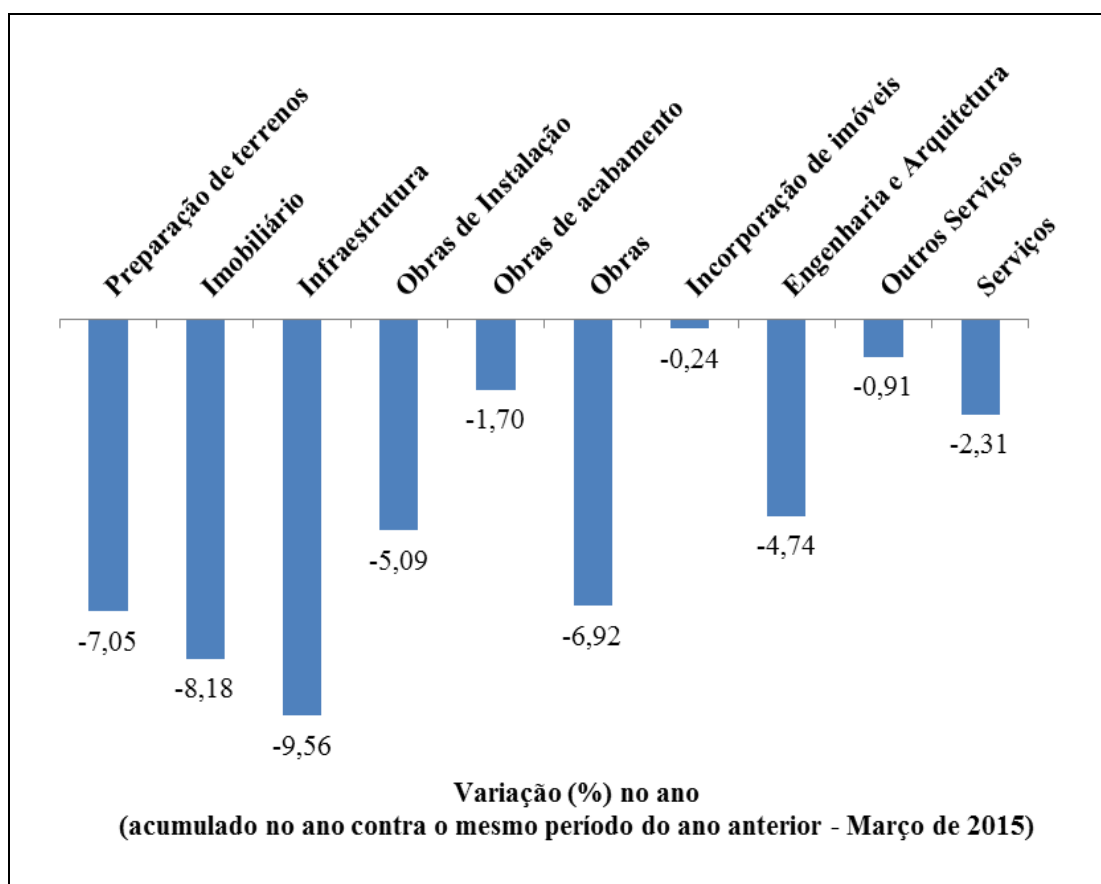
empresas de construção realizaram incorporações, obras e serviços no valor de R\$ 336,6 bilhões e que obras públicas representaram 35% do total das construções.

Com relação à participação no valor adicionado a preços básicos, o qual corresponde ao Produto Interno Bruto (PIB) menos impostos sobre produtos, o valor adicionado pela construção civil em 2013 correspondeu a 5,4% do total e neste mesmo ano a construção civil correspondeu a 41,8% da Formação Bruta de Capital Fixo (FIESP, 2014).

Apesar dos números expressivos, o número de empregados no Brasil fechou o primeiro trimestre de 2015 com retração de 7,46% em comparação ao mesmo período de 2014. Além disso, entre dezembro de 2014 e maio de 2015, as empresas da indústria da construção demitiram cerca de 65 mil trabalhadores em todo o país (SINDUSCON-SP, 2015).

Para retratar a situação, focando o Estado de São Paulo, o gráfico da Figura 1 mostra a variação do número de empregados na construção civil paulista nos diferentes setores entre março de 2014 e março de 2015. Ainda sobre a crise, a forte queda no emprego nos primeiros meses de 2015 traduziu a paralização de obras nas várias esferas de governo (SINDUSCON-SP, 2015).

Figura 1 - Empregados na construção civil paulista



Fonte: (Adaptado de SindusCon-SP, 2015).

Pode-se perceber pelos dados relatados a importância da indústria da construção civil, que gera milhões de empregos, além da importância do Estado de São Paulo para essa indústria. É constatado porém, pelo relatório da Sinduscon-SP (2015), o momento de crise pelo qual essa indústria está passando.

É dentro desse contexto de crise financeira e recessão econômica, entretanto, que a pressão para se conseguir qualidade no trabalho, eficiência e reduzir desperdícios e custos são ainda maiores. Assim, uma das possíveis abordagens para melhorar o desempenho da construção civil é a Construção Enxuta (AL-AOMAR, 2012). Também deve ser considerada ainda a grande importância de instrumentos governamentais de avaliação como o PBQP-H e o QUALIHAB para a melhoria dos processos e produtos da construção civil, principalmente em obras públicas, as quais representam grande parcela das construções realizadas no Brasil.

Diante dessa conjuntura, é importante um estudo direcionado à verificação da aplicação de Conceitos Enxutos que permita identificar se há realmente uma preocupação com a aplicação desses conceitos pelas construtoras e o retorno obtido por essas práticas, tendo em vista a importância da indústria da Construção Civil para o Estado de São Paulo e para o Brasil.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PRODUÇÃO ENXUTA (*LEAN MANUFACTURING*)

A Produção Enxuta possui sua origem no sistema Toyota de produção, o qual era inicialmente tratado como “*Just In Time*” (JIT) e sendo posteriormente caracterizado com o atual termo, *Lean Manufacturing*. O conceito de Produção Enxuta pode ser genericamente definido como um sistema de gestão complexo e integrado que abrange toda a empresa onde todas as pessoas de todos os níveis precisam buscar se envolver e se comprometer com uma melhoria contínua (FULLERTON; KENNEDY; WIDENER, 2014).

Há cinco princípios fundamentais do Pensamento Enxuto, que devem ser seguidos para se atingir o máximo de benefício da Produção Enxuta (AZIZ; HAFEZ, 2013):

- Valor: é específico da perspectiva do cliente. São tomados critérios e necessidades do cliente para identificar o valor que cada atividade gera ao produto final;
- Fluxo de valor: identificação e mapeamento do fluxo de valor eliminando tudo aquilo que não agrega valor (desperdícios) ao produto final;
- Fluxo: relaciona-se ao fluxo contínuo em que o foco é o processo e sua cadeia de suprimentos;
- Produção puxada: é estabelecida conforme demanda do cliente. Significa produzir exatamente aquilo que o cliente quer no tempo em que precisa e estar preparado para mudanças requeridas pelo cliente. A ideia é reduzir a produção desnecessária;
- Perfeição: Procura-se, por meio da melhoria contínua, conseguir um produto que atenda as necessidades e expectativas do cliente sem erros e sem defeitos. Para tanto, é necessário um processo de melhoria contínua e uma comunicação estreita entre gerentes e funcionários e o cliente.

Também são constituídos quatorze princípios do Gerenciamento Enxuto, descritos a seguir (AZIZ; HAFEZ, 2013):

- Filosofia baseada em decisões em longo prazo, mesmo em detrimento dos objetivos financeiros a curto prazo;
- Criar um processo de fluxo contínuo para identificar problemas;
- Processo de sistema puxado para evitar excesso de produção;
- Nivelar a carga de trabalho;

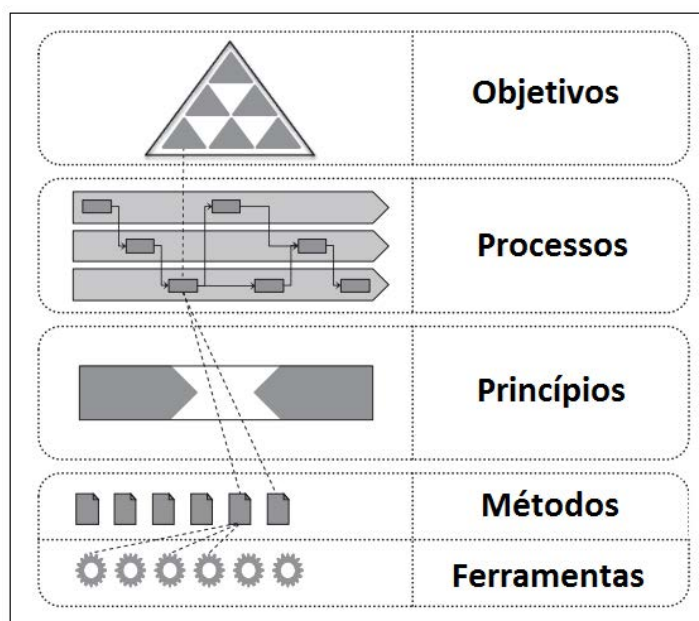
- Construir uma cultura de atingir a qualidade na primeira tentativa para evitar processos de concertos e ajustes;
- Padronizar tarefas como meio fundamental de se aplicar a melhoria continua e capacitação dos funcionários;
- Controle Visual para evitar problemas ocultos;
- Usar apenas tecnologias testadas e confiáveis para servir os trabalhadores e os processos;
- Desenvolver líderes que entendam ao máximo o trabalho, vivam a filosofia Enxuta e que ensinem as outras pessoas;
- Desenvolver equipes e pessoas que sigam a filosofia da empresa;
- Respeito à rede externa de parceiros e fornecedores, desafiando-os e ajudando-os a melhorar;
- Verificação de situações pessoalmente (ver por si mesmo);
- Tomar decisões sem pressa e por consenso, considerando todas as opções e implementá-las rapidamente;
- Tornar-se uma organização de aprendizagem através de reflexões e melhoria contínua.

O conceito de Produção Enxuta vem sendo constantemente revisado e englobam diversas dimensões da produção em conjunto com uma variedade de ferramentas e práticas gerenciais que buscam racionalizar a produção, considerando o sistema como um conjunto, em detrimento de se analisar as atividades separadamente. Cria-se, portanto um balanceamento da produção procurando fazer com que tudo aquilo que é processado em uma fase já seja prontamente utilizado no estágio seguinte. Neste processo também se procura diminuir a quantidade e o custo do material na entrada e se tenta maximizar a quantidade e qualidade do produto na saída do sistema agregando valor final ao cliente (MUKHTAR; SULAIMAN; WAHAB, 2013; COSTANTINO *et al.* 2014; FULLERTON; KENNEDY; WIDENER, 2015; BÜYÜKÖZKAN; KAYAKUTLU; KARAKADILAR 2015; HOU *et al.*, 2015).

O sistema da Produção Enxuta pode ser resumido em 4 níveis: objetivos, processo, princípios, métodos e ferramentas.

Conforme a Figura 2, os objetivos gerais do empreendimento (nível 1) são divididos em objetivos específicos para cada processo (nível 2) e, para atingir esses objetivos, métodos e ferramentas (nível 4) são aplicados seguindo certos princípios (nível 3) (INTRA; ZAHN, 2014).

Figura 2 - Estrutura geral da Produção Enxuta.



Fonte:(Assoziation of German Engineers¹, 2012 *apud* INTRA; ZAHN, 2014).

2.1.1 Ferramentas e métodos da Produção Enxuta

Existem diversas ferramentas, metodologias, filosofias e conceitos que auxiliam, sustentam e permeiam a implantação e o funcionamento da Produção Enxuta. Algumas dessas práticas estão reproduzidas a seguir (FOUND, 2008; COSTANTINO *et al* 2014; DOMÍNGUEZ *et al.*, 2015; LOW; NG; SONG, 2015):

¹

Assoziation of German Engineers – **Guideline 2870 – Part 1: Lean Production Systems** - Berlin, 2012 *apud* INTRA, C.; ZAHN, T. Transformation-Waves – A Brick for a Powerful and Holistic Continuous Improvement Process of a Lean Production System. **Procedia CIRP**, v. 14, p. 582-587, 2014.

- 5S

O 5S é um sistema de organização baseado em 5 pilares: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke* (palavras em japonês que significam, respectivamente, organização, ordenação, limpeza, normalizar e disciplina), descritos a seguir (BELL; KNECHTGES; NAGY, 2013; DOMÍNGUEZ *et al.*, 2015):

- *Seiri* (organização): recomenda a remoção de todas as ferramentas e materiais desnecessários da área de trabalho, mantendo apenas os itens essenciais. Deste modo, consegue-se aumento da produtividade. Para desenvolver um ambiente *Seiri*, se inspeciona cada item da área de trabalho e se considera as últimas vezes em que a ferramenta em questão foi utilizada e para qual propósito. Deve-se deixar os itens de uso comum em locais de fácil visualização e acesso;

- *Seiton* (ordenação): é a manutenção do *layout* físico da área de trabalho, aplicando princípios de economia de deslocamentos. Deve-se criar uma ordem de fluxo, dispondo trabalho, operários, equipamentos, peças e instruções de modo que o fluxo de trabalho fique livre de ineficiências por todas as atividades que agregam valor;

- *Seiso* (limpeza): refere-se à limpeza da área de trabalho e equipamentos, deixando a área limpa para o próximo usuário do local;

- *Seiketsu* (normalizar): a área de trabalho deve estar normalizada, existindo locais fixos para todos os itens da área de trabalho. Esta especificação dos locais geralmente é feita por “quadros-sombra”. Aconselha-se, por exemplo, dispor os itens de maneira anti-horária dependendo da frequência de uso, como um sentido mais natural para indivíduos destros. Aplicam-se, também, procedimentos padrões por todas as operações de modo a promover facilidade de troca de usuários e operários na área de trabalho;

- *Shitsuke* (disciplina): é a aplicação da filosofia do 5S pelos funcionários. É o item relacionado ao comprometimento do indivíduo com a filosofia do 5S. Deve-se garantir disciplina e incorporação das regras e procedimentos, os quais devem ser seguidos de modo contínuo e não somente antes de inspeções.

Há ainda a adição de um sexto ‘S’, frequentemente mencionado referente à *Safety* (segurança), de modo a incluir a segurança, saúde e ergonomia. Há nesse caso a tentativa de utilizar melhor os recursos físicos do usuário com instalações de pedais, comandos de voz, entre outros, que liberem o uso das mãos, como forma de reduzir desperdícios de deslocamentos e de movimentos e evitar fadigas, estresse e doenças causadas por atividades repetitivas (BELL; KNECHTGES; NAGY, 2013).

- Ferramentas de resolução de problemas

Três importantes ferramentas desse tipo são o 5W1H, 5 porquês e a *Ishikawa* (Espinha de peixe):

- O 5W1H analisa o problema por meio de seis questionamentos: *What?* (o que?), *Why?* (por quê?), *Who?* (quem?), *Where?* (onde?), *When?* (quando?) e *How?* (como?), para compreender de modo mais profundo a situação (LOPES; SOUSA; TEIXERA, 2015);

- Os “5 porquês” levanta ainda outros questionamentos descritos a seguir: “Por que isso pode ser importante?”; “Por que isso pode não ser suprimido?”; “Por que isso pode acontecer?”; “Por que isso pode não ser corrigido?”; “Por que isso pode não ser prevenido?” (MYSZEWSKI, 2013);

- O *Ishikawa* verifica e identifica os fatores que influenciam o problema e são divididos em: homem, máquina, material, método e meio ambiente (KAMHAWI, 2012).

- *Gemba*

De modo genérico, a *Gemba* é uma filosofia que foca na identificação de desperdícios e sua consequente eliminação recomendando maior proximidade dos gerentes e gestores com o “chão de fábrica” (COSTANTINO *et al* 2014).

A palavra *Gemba* tem origem japonesa e no contexto da indústria, pode ser traduzido como “chão de fábrica”, sendo o local onde a empresa agrega valor. Ainda pode-se referir à ferramenta como “*gemba walk*” que se refere à atividade em que o gestor vai para o chão de fábrica para identificar os desperdícios e apoiar melhorias. Essa abordagem recomenda a vistoria pessoal do gestor à produção como forma para se obter total entendimento do que está ocorrendo nos processos e só então fazer intervenções. Esta ferramenta serve para áreas isoladas e também para a visualização de todo o fluxo de valor (COOPER; LIEBENGGOOD; NAGY, 2013).

Esta técnica aconselha evitar suposições e indica a vistoria como forma de solução e aprendizagem. Para tanto, é necessário achar o objeto relevante do problema, verificar a causa raiz (investir na solução do problema principal em detrimento de reparos que alcançam apenas os sintomas) e aplicar medidas de combate no local. Após a resolução do problema, deve-se fazer a formalização do problema e da solução, criando uma solução permanente (COSTANTINO *et al* 2014; COOPER; LIEBENGGOOD; NAGY, 2013).

A *Gemba* promove um melhor entendimento do fluxo de valor entre a alta gerência e permite a identificação de sistemas inadequados. Também permite uma promoção da cultura Enxuta, incentivando e engajando os trabalhadores da linha de frente. Deste modo, os trabalhadores também se beneficiam com uma interação mais direta com o gestor, de modo a quebrar uma possível rígida hierarquização e pode criar um sentimento de respeito, pertencimento e orgulho entre os trabalhadores de todos os níveis (COOPER; LIEBENGOD; NAGY, 2013).

- Gerenciamento A3

O Gerenciamento A3 possui esse nome devido à nomenclatura de tamanho de papel A3. Relaciona-se com a divulgação e documentação de informações de modo fácil, visual e conciso, sendo uma ferramenta de comunicação (KIMSEY, 2010).

A implantação do Gerenciamento A3 é realizada por meio de uma formação de consenso e deve-se seguir uma estrutura lógica padronizada. De modo semelhante a um mapa, essa ferramenta mostra onde o indivíduo está e qual o caminho está percorrendo. O Gerenciamento A3 pode ser aplicado por uma equipe para traçar um plano inteiro em uma folha A3 de modo visual e conciso de modo que qualquer funcionário possa entender. Uma de suas utilizações é para a representação de ciclos PDCA (KIMSEY, 2010).

Os componentes que devem estar apresentados na folha A3 são: razões para ação; estágio inicial; estágio desejado; análise de *gap* (distância entre inicial e desejado); abordagem da solução; experimentos rápidos (testes de ações); execução do plano e análise de resultados (KIMSEY, 2010).

- Gestão Visual

A Gestão Visual é a utilização de indicadores visuais, gráficos sobre toda a produção que facilite a compreensão e a comunicação da informação relativa à empresa. Essa ferramenta é aplicada à manufatura como um sistema holístico que proporciona a visualização de informações e ajuda indivíduos e equipes a terem uma melhor compreensão do seu papel e da sua contribuição em relação à estrutura do processo como um todo (BOSCH-SIJTSEMA; TJELL, 2015).

Para utilizar essa ferramenta, a informação não deve ser apreciada como uma posse, mas como um elemento que deve ser disponibilizado para todos os funcionários. Cria-se, assim, maior transparência e motivação entre os funcionários, porque se evita o uso de razões falsas na atribuição de atividades (BOSCH-SIJTSEMA; TJELL, 2015).

Algumas de suas aplicações são a identificação dos materiais e a construção de gráficos de progresso e de cronogramas que podem propiciar uma maior motivação e dedicação dos funcionários para a execução e conclusão de tarefas (AZIZ; HAFEZ, 2013).

- Indicadores de Desempenho

A criação de indicadores e métricas nas empresas tem o objetivo de monitorar e controlar as atividades e rastrear problemas para, então, se procurar soluções. Está correlacionado à Melhoria Contínua (COSTANTINO *et al* 2014).

- *Jidoka*

Foi verificado que a automação total do processo produtivo é, geralmente, muito mais cara que a automação parcial. Portanto, a *Jidoka* que recomenda a automação parcial do processo produtivo e paralisação do mesmo quando encontrado algum defeito nos produtos (COSTANTINO *et al* 2014).

A *Jidoka* se relaciona com a filosofia *Gemba* e sua prática é realizada por passos básicos (também incluídos na *Gemba*): detectar o problema; parar o processo; restaurar o processo para seu funcionamento adequado; investigar a causa-raiz e aplicar medidas de combate. Nesta filosofia todos os trabalhadores devem ser empoderados para interromper a linha de montagem. Além do uso dos trabalhadores, também se pode criar um sistema que permita a paralisação utilizando máquinas que interrompam o processo por meio de sensores (GROUT; TOUSSAINT, 2010).

Apesar do alto custo das interrupções e de ser uma prática geralmente evitada pelas empresas, a paralisação da linha de montagem gera melhor desempenho dos processos em longo prazo. Inicialmente, linhas das quais trabalhadores podem parar o processo apresentarão baixo *output* (saída de material convertido). À medida que as paradas levem à solução de problemas, a linha de produção sofrerá menos interrupções e terá melhor qualidade de

processamento comparada a linhas nas quais os operários não são empoderados para fazer paralisações (GROUT; TOUSSAINT, 2010).

- *Just-in-Time* (JIT), Produção Puxada e Tempo *Takt*

A Produção Puxada baseia-se na demanda do cliente. Para utilizar este sistema, não se deve basear a produção por *forecasts* (previsões de demanda). Sua aplicação é mais viável em sistemas estáveis (FOUND, 2008).

Uma das principais metas abordadas por este conceito é o elevado grau de produção, seja em termos de volume e diversidade, além da eliminação do excesso de produção. Neste contexto, o excesso de produção significa produzir mais do que o necessário e antecipadamente. Este excesso de produção pode causar trabalho desnecessário na logística e elevação dos custos de estoque (DEIF; ELMARAGHY, 2014).

É indicado controlar o nível de produção de modo a se criar uma sincronização de toda a cadeia produtiva e combinando-a com a demanda do cliente. Aconselha-se executar os processos de acordo com o Tempo *Takt* para atingir o nível de produção ideal. O Tempo *Takt* refere-se à frequência que se deve produzir para atender aos pedidos dos clientes, sendo possível então sincronizar o ritmo da produção com o ritmo da demanda (DEIF; ELMARAGHY, 2014).

- *Kaizen* (Melhoria Contínua)

A palavra *Kaizen* tem origem japonesa e significa “mudança” (*kai*) e “melhorar” (*zen*). No contexto da Produção Enxuta, pode ser definida como um conjunto de práticas que foca na melhoria contínua da qualidade (PHENG; SHANG, 2013; COSTANTINO *et al* 2014).

Define-se a *Kaizen* por três características básicas: é contínua, incremental e participativa. Deste modo, a *Kaizen* pode ser vista como um processo sem fim, em busca de qualidade e eficiência, sempre havendo oportunidades de melhoria. Neste sentido, é necessário envolvimento e a inteligência de todos os trabalhadores, incluindo alta gerência, gestores e operários (PHENG; SHANG, 2013).

Há dois tipos de *Kaizen*: de manutenção e de melhoria. A *Kaizen* de manutenção envolve correções relacionadas à erros inesperados ou inevitáveis trazendo o sistema de volta ao padrão. Já a *Kaizen* de melhoria envolve aperfeiçoamento dos processos. É necessário,

portanto, cultivar a ideia, em todos os funcionários, de que todos os processos sempre podem ser melhorados e que a meta é a perfeição (PHENG; SHANG, 2013).

A *Kaizen* ainda pode ser analisada em três níveis de ações: *Gemba-Kaizen*, *Jishuken* e *Kaikaku*. *Gemba-Kaizen* é a melhoria por meio dos próprios funcionários que operam o processo no chão de fábrica e envolve implementação de pequenas melhorias de baixo custo mantendo a plataforma em constante melhoria. O *Jishuken* refere-se à introdução de novos pontos de vista e envolve, normalmente, pessoal de outras áreas que se unem para identificar oportunidades de melhoria que ficam ocultas devido à proximidade e familiaridade dos trabalhadores e gestores que estão envolvidos diretamente com o processo em análise. O terceiro nível é o *Kaikaku*, abordagem na qual se faz um redesenho radical do chão de fábrica, necessário quando os métodos em utilização são descartados devido à introdução de novos conceitos fundamentais na produção (PHENG; SHANG, 2013).

Existem alguns pré-requisitos para a implantação da *Kaizen*. Uma cultura que valoriza pequenas inovações e melhorias e que introduz a ideia de que todos os funcionários possuem potencial criativo forma um ambiente propício para a *Kaizen*. Além disso, é necessária a auto-avaliação da empresa para reconhecer erros e problemas e percebê-los como uma oportunidade de melhoria (PHENG; SHANG, 2013).

Todos esses pré-requisitos ainda dependem do apoio da alta gerência e do nível de padronização da empresa para a aplicação da *Kaizen*. Deste modo que cada melhoria deve ser normalizada de forma a obter um novo grau de consciência entre todos os funcionários. Em indústrias onde produtos e processos são altamente normalizados, o papel essencial da *Kaizen* é assegurar que os processos fiquem dentro das tolerâncias prescritas. Já em indústrias que os processos de trabalho não são padronizados, a melhoria contínua tende a ser organizada como parte de um trabalho usual de uma equipe de operários qualificados. Nessas situações, a *Kaizen* deve levar à melhoria nas áreas de comunicação e tratamento de informações, além de melhoria nas ferramentas de diagnósticos e implantação de listas de verificação (*check-lists*) (PHENG; SHANG, 2013).

- *Kanban*

O *Kanban* é um mecanismo de controle de fluxo de modo a se produzir a quantidade adequada no tempo adequado. De maneira mais limitada, refere-se à *Kanban* como a utilização de cartões, que podem ser aplicados na ordenação da produção, agendas, lista de

materiais e na estrutura dos produtos. Há diversas variações do sistema *Kanban* (FILHO; JUNIOR, 2010).

O Sistema *Kanban* original utiliza de uma combinação por meio de dois sinais (sistema de cartão *Kanban* dual): autorização do processo para produzir uma certa quantidade de produto (sinal de produção) e autorização de transporte de produto para a sequência do processo (sinal de transporte). Outra característica deste processo é a produção puxada e limitada, baseada no nível do inventário ou na programação prevista na estação de trabalho. O controle do fluxo de produção é descentralizado e realizado por empregados de cada setor do processo de produção (FILHO; JUNIOR, 2010).

Algumas variações do sistema *Kanban* podem ocorrer devido às diferentes necessidades e particularidades de cada empresa. Podem ser utilizados sistemas nos quais o nível de inventário máximo permitido pode variar durante um mesmo período de produção, por exemplo. Também pode ocorrer a mudança de conceito dos sinais (deixando de significar produção e transporte) e mudança no tipo de sinal (trocando o uso de cartões por outros tipos de sinais) (FILHO; JUNIOR, 2010).

- *Muda*

A *Muda* é uma filosofia que busca a identificação e eliminação de processos e atividades que não agregam valor ao produto da perspectiva do cliente (COSTANTINO *et al* 2014).

- PDCA

A sigla em inglês, que define os estágios - *Plan*, *Do*, *Check*, *Act* (planejar, fazer, checar, atuar) – se refere a uma metodologia iterativa que busca proporcionar uma melhoria contínua por meio de um ciclo de atividades (COSTANTINO *et al* 2014).

O estágio *Plan* é dedicado, normalmente, para estratégias e definição dos objetivos. É o momento para estudar a situação e analisar alternativas de mudanças para melhorias. O estágio *Do* é considerada a fase de implantação a partir da necessidade do cliente até a entrega do produto final. Pode ainda ser adicionado na fase *Do*, treinamentos e educação dos funcionários. Após os dois primeiros estágios, é feita a avaliação (*Check*) das ações verificando se estão em conformidade com aquilo que foi planejado e se o resultado esperado

foi atingido. Finalmente, portanto, se atua (*Act*) sobre aquilo que foi incorporado no processo e se padroniza esse novo processo ou abandona-se a mudança realizada e, então, se reinicia o ciclo (DEYONG; WATSON, 2010; CHIARINI, 2011; SINGH; SINGH, 2012).

- *Poka-Yoke*

O *Poka-Yoke* é um dispositivo que previne a ocorrência de defeitos. Esta ferramenta também visa evitar a ocorrência de anomalias durante a execução de um processo e assegurar a saúde e segurança dos trabalhadores. É visto como uma ferramenta relacionada a *fool-proofing* (à prova de erros), que evita erros de manuseio pelo usuário (DEVADASAN *et al* 2015).

Os dispositivos *Poka-Yoke* podem ser manuais ou automáticos. Entre os elementos manuais incluem-se dispositivos simples incorporados ao design dos produtos, o uso de gabaritos, dispositivos de alerta entre outros acessórios. Já entre os dispositivos automáticos, tem-se, por exemplo, o uso de controladores lógicos programáveis e robôs (DEVADASAN *et al* 2015).

- Processo Robusto

O Processo Robusto é uma metodologia que visa ajustar o processo antes da produção iniciar. Assim são necessários menos manutenções e ajustes durante a execução do processo (ELLEKJÆR *et al.*, 2001).

- *Total Productive Maintenance* (TPM)

A TPM (traduzido como Manutenção Produtiva Total) é uma abordagem utilizada para otimizar a efetividade dos equipamentos, eliminar avarias e interrupções e promover uma manutenção autônoma envolvendo todos os operários. Os objetivos do TPM é alcançar zero defeitos, zero acidentes e zero avarias. Os princípios gerais para aplicação do TPM são: envolvimento total dos funcionários, manutenção autônoma pelos operários da máquina, atividades em grupos pequenos para melhorar a segurança e confiabilidade dos equipamentos, sustentabilidade, produtividade e melhoria contínua (*Kaizen*) Além desses princípios ainda é muito importante a comunicação entre operadores, pessoal de manutenção e engenheiros,

sendo essencial para o estabelecimento de uma equipe de manutenção autônoma (BHATTI; JAIN; SINGH, 2015).

Há ainda a inclusão de oito pilares para implantação do TPM: manutenção autônoma; manutenção focada; manutenção planejada; manutenção da qualidade; educação e treinamento; TPM de escritório; gestão de desenvolvimento e o tripé formado pela gestão do desenvolvimento, saúde e segurança (BHATTI; JAIN; SINGH, 2015).

- *Value stream mapping (VSM)*

Esta ferramenta busca verificar oportunidades de melhorias através de uma ferramenta para mapear visualmente o fluxo de produção e seu estágio atual e futuro (COSTANTINO *et al* 2014).

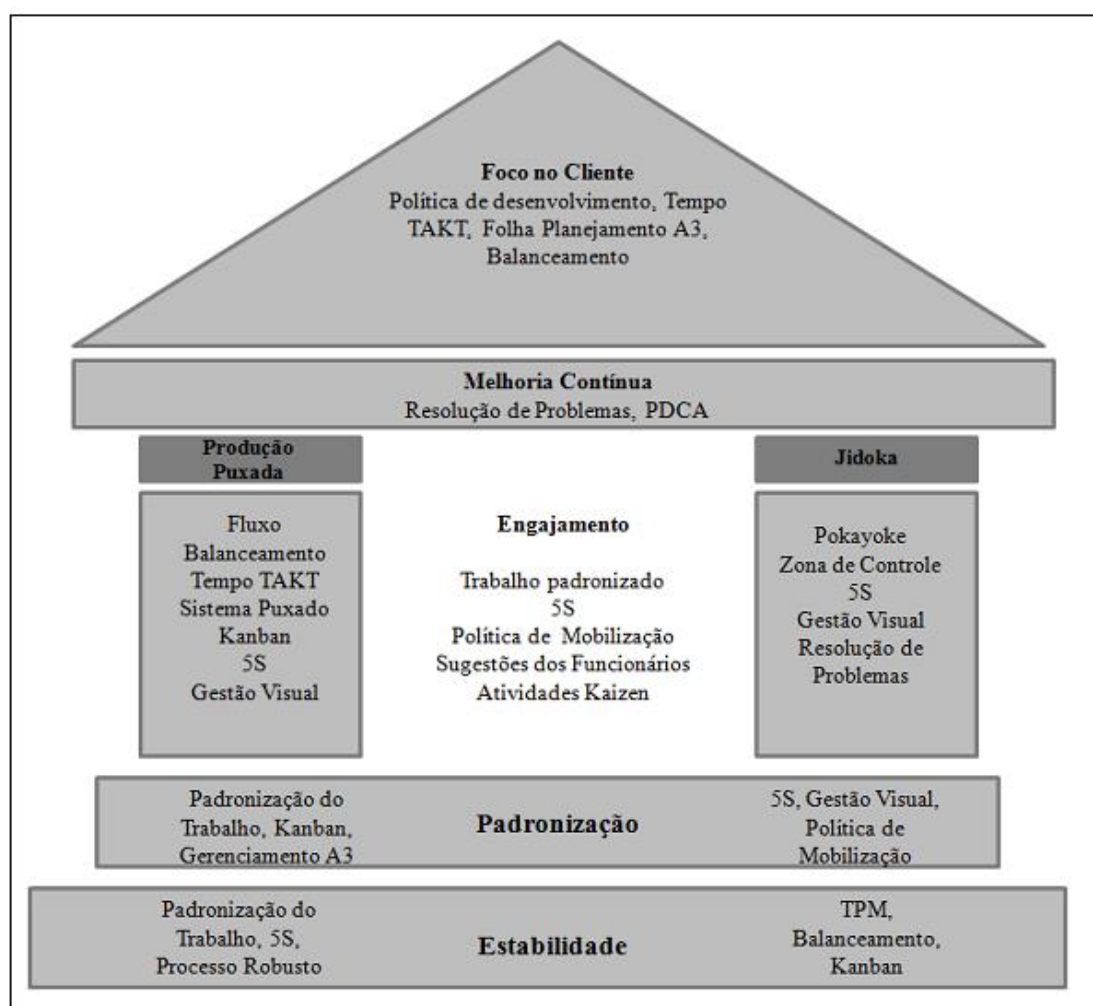
Por meio dessa ferramenta, se classifica e se identifica três tipos de atividades: que “não agregam valor” (NAV), “necessária, mas que não agrega valor” (NNAV) e que “agregam valor” (AV) (JASTI, 2014).

As atividades NAV são aquelas sem valor para ambos: cliente e empresa. São considerados desperdícios totais e precisam ser eliminados. Incluem-se neste tipo manuseio de materiais desnecessários, retrabalhos, tempo de espera e outros. Aquelas consideradas atividades NNAV, são desperdícios da perspectiva do cliente mas são necessárias para a empresa concluir suas rotinas operacionais. É difícil eliminar estas atividades em curto prazo por serem requeridos, na maioria das vezes, grandes alterações nas operações de produção existente, na qual pode-se citar as grandes distâncias percorridas de peças em processamento e desembalar inventários. Por outro lado, as atividades VA são referentes às operações de conversão dos materiais de entrada em produtos (JASTI, 2014).

Identificando as atividades envolvidas, pode-se fazer o desenho do mapa de fluxo de valor, utilizando símbolos que representam diversas atividades e elementos da fábrica. Entre algumas das atividades e elementos representados, pode-se citar: processo de produção, cadeia de suprimentos, movimento de produtos acabados, entregas, estoque, retirada de material, fluxo de informação manual e eletrônica, entre outros (JASTI, 2014).

A estruturação da Produção Enxuta pode ainda ser explicada como uma casa (Figura 3), compreendendo dois pilares: Produção Puxada e *Jidoka*. A casa é suportada por fundações sólidas representadas pela estabilidade e padronização, as quais oferecem suporte para a Melhoria Contínua (*Kaizen*), seguindo o PDCA. No centro do sistema estão as pessoas, que precisam ser flexíveis e motivadas, buscando sempre a perfeição. Todos os elementos casa têm como objetivo final o apoio às necessidades do cliente (FOUND, 2008).

Figura 3 – Estrutura da Casa da Produção Enxuta



Fonte: (FOUND, 2008).

2.1.2 Benefícios e dificuldades sobre a implementação da Produção Enxuta

A aplicação da Produção Enxuta implica em redução de custos e desperdícios, diminuição de atividades que não agregam valor e melhoria dos processos que agregam. Há, portanto, reforço na qualidade do produto, redução de prazos de entrega e aumento da produtividade (MUKHTAR; SULAIMAN; WAHAB, 2013; HOU *et al.*, 2015). Promove-se também maior qualidade e flexibilidade dos processos produtivos e maior eficiência e eficácia operacional, impactando positivamente no desempenho da empresa (FULLERTON; KENNEDY; WIDENER, 2014).

Esse sistema auxilia na diminuição de desperdícios relacionados a todos os processos da produção, que podem se originar das seguintes causas (COSTANTINO *et al.*, 2014):

- Deslocamento;
- Resíduos;
- Excesso de processamento;
- Estoque;
- Tempos de espera;
- Transporte;
- Excesso de produção; e
- Trabalhadores subutilizados.

Em geral, a Produção Enxuta é reconhecida apenas como um sistema de produção, porém, segundo Fullerton, Kennedy e Widener (2014), muitos pesquisadores argumentam que o sucesso de sua implementação depende do comprometimento de toda empresa atuando não só na produção, mas também na gestão e administração de modo integrado.

A aplicação da produção enxuta ainda varia muito entre as diferentes indústrias e seus contextos. Localização, tamanho, conhecimento sobre o conceito, a cultura e as práticas comuns da firma e da região na qual está inserida e outros fatores afetam o grau de aplicação da filosofia enxuta e podem fazer com que empresas desistam de segui-la (MUKHTAR; SULAIMAN; WAHAB, 2013).

Em relação ao tamanho das firmas, tem-se que a maioria das pequenas e médias empresas ainda tem receio de que a implementação da Produção Enxuta não apresente resultados e benefícios por acreditarem que seja um processo muito caro e que demanda muito tempo (MATT; RAUCH, 2013).

Outro ponto a ser considerado no momento da implementação e na verificação dos resultados é o tipo de indústria em que a Produção Enxuta foi aplicada: a utilização desse conceito em ambientes com maior demanda de variabilidade de produtos mostram resultados menos efetivos em relação a indústrias com menor variabilidade de produtos (AZADEGAN *et al.*, 2013).

Em decorrência desses diversos fatores que influenciam a implementação do sistema de Produção Enxuta, muitas empresas criam modelos próprios derivados desse sistema dificultando a análise e comparação de resultados entre diferentes indústrias (MUKHTAR; SULAIMAN; WAHAB, 2013).

2.2 CONSTRUÇÃO ENXUTA (*LEAN CONSTRUCTION*)

Construção enxuta é um sistema baseado em gestão da produção, aplicado desde a concepção dos projetos até a sua entrega e se estende desde os objetivos da Produção Enxuta, entre as quais maximizar o valor e minimizar o desperdício, até técnicas específicas aplicadas a todo processo (LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE, 2015).

A formação da Construção Enxuta é composta por cinco princípios básicos (que também formam a base da Produção Enxuta), aplicáveis tanto nos processos e sub-processos da indústria da construção civil. São eles (BARI *et al.*, 2013):

- Valor;
- Fluxo de valor;
- Fluxo;
- Produção puxada;
- Perfeição.

A implementação da Construção Enxuta em uma empresa pode ser dividida em três diferentes estágios com gradual aumento de complexidade (GOULDING; OGUNBIYI; OLADAPO, 2013):

- 1º Estágio: é atingido por meio da redução do desperdício em uma perspectiva técnica e operacional;
- 2º Estágio: possui um campo mais abrangente, levando em consideração relações entre empresas e buscando parcerias. Foca na eliminação de relações conflituosas com agentes externos e reforça laços positivos de cooperação e de trabalho em equipe entre

os atores da cadeia de suprimentos. Este estágio é alcançado através de relações e contratos de longo prazo, troca de facilidades e ferramentas de colaboração;

- 3º Estágio: é o mais complexo, envolvendo uma mudança estrutural no modelo de gestão. Seus fatores essenciais estão relacionados à tecnologia da informação, pré-fabricação, atividades de baixo para cima, ênfase no individual, reflexão sobre a concepção de projeto e construção, diminuição de forças competitivas, treinamento de funcionários de todos os níveis e perspectiva de processo e produto.

2.2.1 Ferramentas e métodos da Construção Enxuta

Além das ferramentas incorporadas na “Casa da Produção Enxuta” (FOUND, 2008) (Figura 3) as quais podem ser utilizadas pelas construtoras, existem diversas outras ferramentas e conceitos relacionados à Construção Enxuta e sua implementação que podem ser adotadas. É preciso, portanto, entender os conceitos da Construção Enxuta de modo a se aplicar a ferramenta correta no momento correto. Alguns exemplos das principais técnicas e conceitos estão elencadas a seguir (BARI *et al.*, 2013; GENAIDY *et al.*, 2005):

- *Benchmarking*

O *Benchmarking* é o contínuo processo de avaliação comparativa dos produtos, serviços e práticas de uma empresa em relação aos seus concorrentes e em relação às empresas líderes de mercado, de modo a promover a melhoria desses elementos. Por meio da avaliação comparativa, identifica-se as boas práticas de outras organizações para compreendê-las e adaptá-las à própria empresa (HONG *et al.*, 2012).

Há quatro tipos de Benchmarking que se referem a diferentes aplicações. *Bechmarking* Organizacional, Operacional, Técnico e de Nível Macro: (HONG *et al.*, 2012).

- *Benchmarking* Organizacional: foca nos fatores da organização das empresas, entre os quais: estratégias, cultura e estilos de liderança. Estuda-se nesse ponto também diversas práticas como práticas de manufatura, Seis Sigma e certificações ISO;

- *Benchmarking* Operacional: é a análise de práticas de motivação de funcionários, terceirizações, desenvolvimento da qualidade e outros. São medidas em termos de custo, qualidade, integração e inovação;

- *Benchmarking* Técnico: é associada ao uso de técnicas específicas. São utilizadas nos projetos, nas técnicas de compra ou transação e técnicas baseadas na *expertise*;

- *Benchmarking* Macro: refere-se à análise comparativa em escala global. Deste modo, o *Benchmarking* não fica restrito a empresas da concorrência nacional.

- Engenharia Simultânea

Engenharia Simultânea (*Concurrent Engineering*) é um método sistemático de se projetar simultaneamente o produto e seus processos, além da execução paralela de diversas atividades multidisciplinares com o objetivo de obter o produto mais favorável conciliando funcionalidade, qualidade e produtividade. Para tanto, se pode utilizar ferramentas de análise em rede para se construir cronogramas e ajustar atividades paralelas (AZIZ; HAFEZ, 2013; JOHANSEN *et al.*, 2015).

Há três elementos básicos da Engenharia Simultânea (fluxo de trabalho simultâneo; envolvimento prévio de todos os participantes e grupos para contribuição no desenvolvimento do produto; trabalho em equipe), detalhados a seguir (VALLE, 2009):

- Fluxo de trabalho simultâneo: planos de *design* do produto e do processo podem ser realizados simultaneamente e o controle e plano do produto podem ser iniciados antes do conceito ser finalizado. Deve haver troca de informações entre as partes envolvidas no processo para que atividades que normalmente ocorrem no final do processo se beneficiem das informações geradas nas primeiras atividades. É necessário um gerenciamento eficiente que defina, por exemplo, atividades que devem ser agendadas de modo simultâneo e em que medida. Um entendimento explícito de como a sobreposição de tarefas funcionará e como os diferentes fatores estão relacionados é essencial (VALLE, 2009).

- Envolvimento prévio dos participantes: o envolvimento de todos os grupos relacionados ao produto de modo prévio permite que os diferentes interesses de cada grupo expressem suas opiniões e providencia a introdução de suas informações logo no início do processo. Esse envolvimento deve acontecer pelos agentes internos (manufatura, compras, marketing) e agentes externos (fornecedores e clientes) (VALLE, 2009).

- Trabalho em equipe: os funcionários devem trabalhar de modo próximo entre eles visando objetivos em comum. É caracterizado por interesses em comum, alto grau de transparência, compartilhamento de riscos e sinergias múltiplas criando equipes multifuncionais (VALLE, 2009).

- Gerenciamento da qualidade

A inclusão de ferramentas de gerenciamento da qualidade na Construção Enxuta foi feita por meio da mudança entre conformidade baseada na qualidade para fontes de insumos de qualidade. Avalia-se também a execução dos planos de controle e fornece apoio aos trabalhadores para seguir esses planos (AZIZ; HAFEZ, 2013).

- *Last Planner System*

O *Last Planner System* foca, entre outros itens, nos planos de produção diária, análise de restrições e planejamento de agenda através do sistema puxado o qual molda o fluxo de trabalho. Combina-se, portanto, a progressão e a taxa de trabalho, dividindo o cronograma principal em diversos "pacotes de serviço", especificando as técnicas para seleção e execução dos mesmos (AZIZ; HAFEZ, 2013; ISSA, 2013).

De modo mais específico, o *Last Planner* é a pessoa ou grupo responsável por uma unidade de controle de produção, isto é, a realização de tarefas individuais em nível operacional. Para aplicar o *Last Planner System* são necessários: controle do fluxo de trabalho e informar-se do mapeamento do fluxo de suprimentos, projetos e instalações durante todas as unidades de produção. Estas necessidades são supridas por meio de uma agenda planejada que determine a progressão e a taxa de trabalho. Esta agenda divide a programação principal em vários pacotes de trabalho e especifica as técnicas de avaliação, execução, além de estabelecer as frentes de trabalho. O escopo desta agenda planejada varia entre duas a seis semanas e deve ser ordenada por equipes de trabalho (AZIZ; HAFEZ, 2013).

- OHSAS 18001

A inclusão da OHSAS 18001 entre as ferramentas da Construção Enxuta foi sugerida por Bari *et al.* (2013).

A OHSAS 18001 é uma norma desenvolvida a partir do ciclo PDCA. Esta norma apresenta requisitos para o gerenciamento da segurança e saúde ocupacional na organização. Foi construída por meio de organismos de comércio, normas internacionais e organismos de certificação para suprir a necessidade de uma norma internacional de segurança e saúde

ocupacional. Embora o OHSAS 18001 não seja uma exigência legal, é um sistema reconhecido e comprovado internacionalmente (KAUSEK, 2007; BARI *et al.*, 2013).

De modo geral, a norma estabelece a necessidade do desenvolvimento de uma política de segurança e saúde ocupacional, a análise dos perigos e verificação dos riscos do ambiente de trabalho, sendo possível, então, planejar melhorias por meio de metas e objetivos específicos. Após esta primeira fase é realizada o controle e as medidas preventivas para combater os riscos identificados, além do treinamento dos funcionários visando sempre à segurança e a saúde dos mesmos. Por último, é realizado o monitoramento da situação e verifica-se o desempenho da empresa. A partir do monitoramento é possível realizar uma análise crítica pelos gestores a fim de gerar ações de melhorias (KAUSEK, 2007).

- PCMAT (*Plan Conditions and Work Environment in the Construction Industry*)

O PCMAT é uma norma e sua proposta é introduzir um plano de saúde e segurança nos processos da indústria da construção. Todas as práticas de segurança são, portanto, reunidas no planejamento de curto prazo e pode ser analisado através de um *feedback* diário (AZIZ; HAFEZ, 2013).

- Reuniões diárias

Reuniões diárias propiciam uma plataforma para os membros das equipes de trabalho compartilharem aquilo que foi alcançado e discutir problemas que estão enfrentando durante o processo de execução. Estas reuniões podem ser realizadas de modo informal (AZIZ; HAFEZ, 2013).

2.2.2 Benefícios e dificuldades sobre a implementação da Construção Enxuta

O desperdício na indústria da construção representa uma porcentagem relativamente grande dos gastos relacionados à produção e a Construção Enxuta permite a diminuição dessa porcentagem. Neste sentido, a Construção Enxuta considera sete fontes primárias de desperdício que já constavam na filosofia da Produção Enxuta: deslocamento, resíduos, excesso de processamento, estoque, tempos de espera, transporte, excesso de produção. Adotando os Princípios Enxutos, a Construção Enxuta cria um novo modelo de se gerenciar

projetos e construções. A Construção Enxuta promove ainda a redução do custo total da construção além de diminuir o período da obra por meio de um planejamento estratégico adequado (AL-AOMAR, 2012; BARI; JAAPAR; MARHANI, 2012; AZIZ; HAFEZ, 2013; LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE, 215).

Martínez-Jurado e Moyano-Fuentes (2014) mostram ainda outros benefícios em um trabalho de revisão na literatura. Existem diversos benefícios e sinergias entre o Gerenciamento Enxuto e a sustentabilidade, apesar de apontarem alguns possíveis conflitos entre essas duas áreas.

É possível resumir as fontes de dificuldades para a implementação da Construção Enxuta em sete itens principais: gerenciamento, técnica, atitude humana, processos, educação, governo e fatores financeiros. Há dificuldades de aplicação do Sistema Enxuto devido à falta de compromisso da alta gerência, não havendo ações de apoio e suporte dos gerentes ao resto da organização, e também há falhas de comunicação entre os *stakeholders* no momento da construção de projeto o que leva à ineficácia de todo o processo e do sistema de coordenação. Sem um suporte contínuo da alta gerência, os *stakeholders* enfrentam várias dificuldades para adotar o conceito de Construção Enxuta (BARI *et al.*, 2013).

Destaca-se também a necessidade de mudanças no comportamento e na cultura da empresa em nível organizacional. Deste modo, é preciso novas abordagens para a produção e para servir os clientes e um alto grau de treinamento para empregados desde a alta gerência até o canteiro de obras. Caso contrário haverá maior resistência à mudança, pois as pessoas não entenderão claramente as razões pelas quais suas atividades precisam ser modificadas. Foi constatado também que, em países emergentes, as empresas de construção não enfatizam iniciativas de produtividade e de qualidade, faltando uma mentalidade de melhoria contínua (PHENG; SHANG, 2014).

Alves *et al.* (2012) identificou ainda três desafios enfrentados por praticantes da Construção Enxuta e seus pesquisadores:

- O Conceito Enxuto possui muitos significados quando aplicados na construção civil: a definição do conceito a se seguir deve ser bem analisada pela empresa;
- A implementação da Construção Enxuta carece do uso sistemático de conceitos e de sistemas: implica na necessidade de criação de projetos muito complexos e únicos para aplicação na construtora;
- A falta de um esforço para engajar as pessoas a aprenderem e buscarem experiências relacionadas ao Conceito Enxuto: criação de uma base de conhecimento sólida da Construção Enxuta para implementação da mesma.

2.3 PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE DE PRODUTIVIDADE DO HABITAT - PBQP-H

O PBQP-H, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat visa organizar o setor da construção civil de modo a estimular a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva. Trata-se de um instrumento do Governo Federal para realização dos compromissos firmados pelo Brasil no momento da assinatura da Carta de Istambul (Conferência do Habitat II/1996) (PBQP-H, 2015).

São necessárias diversas ações para atingir esses objetivos, entre os quais: verificação da conformidade de empresas de serviços e obras, formação e requalificação de trabalhadores, análise de tecnologias inovadoras, normalização técnica, melhora da qualidade de materiais, capacitação de laboratórios, informação ao consumidor e promoção da comunicação entre os setores envolvidos. Ambiciona-se, com o PBQP-H, a melhoria da qualidade de produtos e serviços, acréscimo da competitividade no setor, a diminuição de custos e a racionalização do uso dos recursos públicos. Espera-se também, a longo prazo, criar um ambiente de isonomia competitiva que gere soluções de melhor qualidade e mais baratas, reduzindo o déficit habitacional no Brasil e atendendo, em especial, a produção habitacional de interesse social (PBQP-H, 2015).

O benefício gerado pelo PBPQ-H se dá pela geração e estruturação de um ambiente tecnológico e de gestão para o setor da construção civil. Neste ambiente, gestores podem basear suas ações buscando modernização, tanto no aspecto de novas tecnologias, quanto no aspecto organizacional (incluindo métodos e ferramentas de gestão). Deste modo, estimula-se diversos setores relacionados à construção: o desenvolvimento de processos de produção e execução; procedimentos de controle; desenvolvimento e uso de componentes industrializados; gestão e organização de recursos humanos; gestão da qualidade; gestão de projetos; gestão das informações e dos fluxos de produção; gestão de suprimentos, entre outros (PBQP-H, 2015).

Pode-se resumir, portanto, os objetivos específicos relevantes para esta pesquisa, entre os quais se incluem (PBQP-H, 2015):

- Promover o desenvolvimento e a aplicação de ferramentas e mecanismos de garantia da qualidade de projetos e obras;
- Fomentar a garantia da qualidade de materiais, componentes e sistemas construtivos e estimular o relacionamento entre os *stakeholders*;

- Enfrentar a não conformidade técnica intencional de materiais, componentes e sistemas construtivos;
- Realizar a estruturação e apoiar a criação de programas específicos que buscam uma melhor formação e requalificação de mão-de-obra em todos os níveis;
- Estimular a introdução de inovações tecnológicas;
- Promover a melhoria da qualidade de gestão nas diversas formas de projetos e obras habitacionais.

De modo a atender as diversas demandas e áreas envolvidas na indústria da construção civil e para criar uma análise mais específica dessas áreas, o PBQP-H possui três diferentes sistemas de avaliação. Cada sistema é referente a um tipo de certificado, se dividindo em: conformidade de empresas de serviços e obras; qualificação de materiais; e novas tecnologias. A seguir uma breve descrição da atuação dos sistemas (PBQP-H, 2015):

- SiAC - Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras: Atua na certificação de construtoras analisando, principalmente sua gestão;
- SiMaC - Sistema de Qualificação de Empresas de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos: analisa os processos e a qualidade dos produtos de indústrias relacionadas à fabricação de materiais para a construção;
- SINAT - Sistema Nacional de Avaliação Técnica: compreende a verificação de novos materiais e novas tecnologias a serem introduzidos na indústria da construção civil.

Neste trabalho, será focado apenas o SiAC, que se refere a gestão da qualidade de empresas de serviços e obras.

O SiAC baseia-se na série de normas ISO 9000 e visa analisar a conformidade do sistema de gestão da qualidade das empresas de serviços e obras. Considera-se, entretanto, as características específicas relacionadas à atuação dessas empresas no setor da construção civil (PBQP-H, 2015).

Este sistema procurar estimular a evolução dos níveis de qualidade do setor (incluindo elaboração de projetos, especialidades técnicas de execução de obras, gerenciamento de obras e de empreendimentos, serviços especializados de execução de obras) (PBQP-H, 2015).

Alguns princípios descritos pelo regimento do PBQP-H (2012), de interesse para este trabalho são:

- Caráter nacional único, definido por regimentos gerais e específicos e referenciais normativos adaptados para os diversos subsetores da construção civil e suas

especialidades técnicas, envolvidos na produção do habitat, e que cumprem os requisitos dos sistemas de gestão da qualidade;

- Caráter evolutivo, que apresenta níveis progressivos de avaliação de conformidade possibilitando diferentes avaliações e certificados;
- Caráter proativo, que propicia a criação de um ambiente de suporte que guie da melhor forma as empresas de forma a obterem o estágio de avaliação desejado;
- Flexibilidade, de modo a permitir sua conformidade aos diferentes subsetores e especialidades técnicas, além das empresas de diferentes regiões e às tecnologias e modelos de gestão que distinguem os diferentes tipos de escopo de atuação;
- Harmonia com o SINMETRO - Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. É garantida a execução da avaliação por um Organismo de Avaliação da Conformidade (OAC), de toda certificação emitida pelo SiAC e acreditado pela Coordenação Geral de Acreditação do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - CGCRE, em conformidade com os requisitos internacionais do Fórum Internacional de Acreditação - *International Accreditation Forum* (IAF);
- Disposição com os princípios da sustentabilidade ambiental, social e econômica de maneira a apoiar sua implementação nas empresas e em seus produtos.

Em relação ao tipo de empresas que podem ser cobertas pelo PBQP-H, suas especialidades técnicas podem ser de (PBQP-H, 2012):

- Execução de obras;
- Execução especializada de serviços de obras;
- Gerenciamento de empreendimentos;
- Elaboração de projetos;
- Outras especialidades técnicas definidas pela Comissão Nacional (CN - instância do SiAC constituída por representantes de contratantes, fornecedores e entidades de apoio técnico). e apreciadas pelo Comitê Nacional de Desenvolvimento Tecnológico da Habitação (CTECH, Órgão colegiado).

Em relação ao foco deste trabalho, serão explicitados os requisitos necessários para adesão ao certificado PBQP-H da especialidade técnica de Execução de Obras. Esta adesão pode ser de nível “A” ou “B” (PBQP-H, 2012).

O certificado possui uma abordagem no processo para o desenvolvimento, implementação e melhoria da eficácia do Sistema de Gestão da Qualidade da empresa construtora e procura seguir os princípios da metodologia PDCA. Empresas com adesão ao nível A, podem ainda solicitar certificação simultânea à NBR ISO 9001 atendendo integralmente a suas exigências (PBQP-H, 2012). O Quadro 1, retirado do Referencial Normativo Nível “A” do SiAC, mostra os requisitos exigíveis (marcados com um “X”) para a adesão ao nível A e B. Há ainda requisitos complementares para os diferentes subsetores da especialidade técnica de execução de obras, não abordados neste trabalho, divididos em “Edificações”, “Saneamento Básico” e “Execução de Obras Viárias e Obras de Arte Especiais”.

Quadro 1 – Requisitos do sistema de gestão de qualidade do PBQP-H

SIAC - Execução de Obras			Níveis	
SEÇÃO	REQUISITO		B	A
4 Sistema de Gestão da Qualidade	4.1 Requisitos gerais		X	X
	4.2. Requisitos de documentação	4.2.1. Generalidades	X	X
		4.2.2. Manual da Qualidade	X	X
		4.2.3. Controle de documentos	X	X
		4.2.4. Controle de registros	X	X
5 Responsabilidade da direção da empresa	5.1. Comprometimento da direção da empresa		X	X
	5.2. Foco no cliente		X	X
	5.3. Política da qualidade		X	X
	5.4. Planejamento	5.4.1. Objetivos da qualidade	X	X
		5.4.2. Planejamento do Sistema de Gestão da Qualidade	X	X
	5.5. Responsabilidade, Autoridade e Comunicação	5.5.1. Responsabilidade e autoridade	X	X
		5.5.2. Representante da direção da empresa	X	X
		5.5.3. Comunicação interna		X
	5.6. Análise crítica pela direção	5.6.1. Generalidades	X	X
		5.6.2. Entradas para a análise crítica	X	X
		5.6.3. Saídas da análise crítica	X	X
6 Gestão de recursos	6.1. Provisão de recursos		X	X
	6.2. Recursos humanos	6.2.1. Designação de pessoal	X	X
		6.2.2. Treinamento, conscientização e competência	X	X
	6.3. Infraestrutura		X	X
	6.4. Ambiente de trabalho			X
7 Execução da obra	7.1. Planejamento da Obra	7.1.1. Plano da Qualidade da Obra	X	X
		7.1.2. Planejamento da execução da obra	X	X
	7.2. Processos relacionados ao cliente	7.2.1. Identificação de requisitos relacionados à obra	X	X
		7.2.2. Análise crítica dos requisitos relacionados à obra	X	X
		7.2.3. Comunicação com o cliente		X
	7.3. Projeto	7.3.1. Planejamento da elaboração do projeto		X
		7.3.2. Entradas de projeto		X
		7.3.3. Saídas de projeto		X
		7.3.4. Análise crítica de projeto		X
		7.3.5. Verificação de projeto		X
		7.3.6. Validação de projeto		X
		7.3.7. Controle de alterações de projeto		X
		7.3.8. Análise crítica de projetos fornecidos pelo cliente	X	X
	7.4. Aquisição	7.4.1. Processo de aquisição	X	X
		7.4.2. Informações para aquisição	X	X
		7.4.3. Verificação do produto adquirido	X	X
	7.5. Operações de produção e fornecimento de serviço	7.5.1. Controle de operações	X	X
		7.5.2. Validação de processos		X
		7.5.3. Identificação e rastreabilidade	X	X
		7.5.4. Propriedade do cliente		X
		7.5.5. Preservação de produto	X	X
	7.6. Controle de dispositivos de medição e monitoramento		X	X
8 Medição, análise e melhoria	8.1. Generalidades		X	X
	8.2. Medição e monitoramento	8.2.1. Satisfação do cliente	X	X
		8.2.2. Auditoria interna	X	X
		8.2.3. Medição e monitoramento de processos		X
		8.2.4. Inspeção e monitoramento de materiais e serviços de execução controlados e da obra	X	X
	8.3. Controle de materiais e de serviços de execução controlados e da obra não-conformes		X	X
	8.4. Análise de dados		X	X
	8.5. Melhoria	8.5.1. Melhoria contínua	X	X
		8.5.2. Ação corretiva	X	X
		8.5.3. Ação preventiva		X

Fonte: (PBPQ-H, 2012).

2.4 PROGRAMA DA QUALIDADE DA CONSTRUÇÃO HABITACIONAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – QUALIHAB

O Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo – QUALIHAB – é um instrumento do Governo Estadual de São Paulo que pretende garantir, principalmente, a racionalização e a qualidade das habitações construídas pelo Estado. Deste modo, este programa envolve uma parceria com o meio produtivo, visando projetos e obras e incluindo materiais e componentes empregados e introduz acordos setoriais que têm os seguintes objetivos (QUALIHAB, 2015):

- Promover o aumento da relação benefício/custo;
- A implementação de programas setoriais de qualidade;
- A agregação de valores sociais que satisfaça o usuário.

O QUALIHAB ainda tem como finalidade racionalizar o gasto com recursos humanos, energéticos e materiais na construção de habitações e preservar o meio ambiente (QUALIHAB, 2015).

Para atingir seus objetivos, o QUALIHAB procura apoiar a relação da cadeia produtiva de modo a buscar padronização e produtividade, com foco nos processos de execução e nos recursos humanos. Assim, busca-se transformar a ação de construir uma habitação em operações de montagem de componentes racionalizados (QUALIHAB, 2015).

Sobre a questão da qualidade, o QUALIHAB define quatro diferentes abordagens sobre as quais o programa atua (QUALIHAB, 2015):

- Qualidade Social: considera o desempenho da moradia ao longo da vida útil;
- Qualidade Sistêmica: é definida pela interação entre as diversas áreas da construção civil em todos os ciclos da realização do empreendimento habitacional;
- Qualidade Praticada: se refere ao exercício do poder de compra do Estado;
- Qualidade Evolutiva: é o contínuo aumento do nível de desempenho das empresas.

O programa do QUALIHAB tem a expectativa, a médio e longo prazo, trazer diversos benefícios e resultados. Por meio desse instrumento, pode ser possível uma evolução tecnológica dos processos produtivos e dos materiais, agregando valor. Também propicia a mudança do perfil dos profissionais da construção civil, surgindo novas atribuições que fixem os trabalhadores nessa indústria.

Pretende-se ainda, com o QUALIHAB, transformar as construtoras em montadoras que integrem serviços e produtos e aumentar a competitividade dessas construtoras e de

serviços de construção habitacional no contexto da globalização da economia e da competitividade dentro de padrões internacionais.

Indiretamente, o QUALIHAB, também aspira estender o resultado de suas ações a outros segmentos como escolas e hospitais, por exemplo, e ao mercado como um todo. Além disso, o programa também pode beneficiar o cidadão atendido por lojas de materiais de construção, que representam 60% da distribuição de produtos para a construção civil.

O QUALIHAB possui certificados para Materiais Componentes e Sistemas Construtivos e outro para Projetos e Obras. Em relação ao certificado de Projetos e Obras, se tem os requisitos para cada nível de adesão ao QUALIHAB estão descritos no Quadro 2 (QUALIHAB, 2003).

Quadro 2 - Requisitos para adesão ao QUALIHAB

	Nível de Adesão			
	D	C	B	A
1 - RESPONSABILIDADE DA DIREÇÃO				
1.1 Engajamento da empresa	x	x	x	x
1.2 Estruturação da Coordenação da Qualidade e designação do responsável pela qualidade	x	x	x	x
1.3 Política de Qualidade	x	x	x	x
1.4 Responsabilidade, Autoridade e Recursos		x	x	x
1.5 Análise Crítica da Direção				x
2 - SISTEMAS DA QUALIDADE				
2.1 Diagnóstico da empresa em relação à qualidade	x	x	x	x
2.2 Plano de Ação para Desenvolvimento e Implantação do Sistema	x	x	x	x
2.3 Plano da Qualidade de Obras				x
2.4 Manual da Qualidade				x
3.CONTROLE DE DOCUMENTOS				
3.1 Emissão e Controle de Documentos e Dados			x	x
3.2 Controle de Registros da Qualidade			x	x
3.3 Rastreabilidade				x
4. ANÁLISE DE PROJETO E CONTRATO				
4.1 Análise Crítica de Projeto			x	x
4.2 Análise Crítica de Contrato			x	x
5. ESPECIFICAÇÕES E CONTROLE DE MATERIAIS E PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DE CONTROLES DE SERVIÇO				
5.1 Materiais Controlados		x	x	x
5.2 Serviços de Execução Controlados		x	x	x
6.SUPRIMENTOS				
6.1 Procedimentos de Compra e de Contratação			x	x
6.2 Avaliação de Fornecedores			x	x

Quadro 2 - Requisitos para adesão ao QUALIHAB (continuação)

	Nível de Adesão			
	D	C	B	A
7. SITUAÇÃO DE INSPEÇÃO E ENSAIOS				
7.1 Elaboração, manutenção e aplicação de procedimentos de garantia			x	x
7.2 Situação de inspeção			x	x
8. PROTEÇÃO E ENTREGA				
8.1 Controle do Manuseio e Armazenamento de Materiais			x	x
8.2 Proteção dos serviços concluídos			x	x
8.3 Inspeção Final da Obra			x	x
8.4 Entrega da Obra e Manual do Proprietário				x
9. TRATAMENTO DE NÃO-CONFORMIDADES E AÇÃO CORRETIVA				
9.1 Tratamento de não-conformidades				x
9.2 Ação Corretiva				x
10. AUDITORIAS INTERNAS DA QUALIDADE				x
11. QUALIFICAÇÃO E TREINAMENTO DE PESSOAL			x	x

Fonte: (Adaptado de QUALIHAB, 2003).

3. MÉTODO DE PESQUISA

Este trabalho tem como objetivo mapear e analisar a utilização dos conceitos e ferramentas da Construção Enxuta por construtoras que possuam certificação do PBQP-H ou do QUALIHAB. Buscou-se ainda verificar possíveis benefícios da utilização da Construção Enxuta pelas empresas, visto a importância da construção civil para o país e para o Estado de São Paulo em conjunto com o cenário de crise econômica, que geram uma pressão para se reduzirem gastos e desperdícios. Foram também analisadas as possíveis relações desse Sistema Enxuto com os sistemas de certificação do PBQP-H e do QUALIHAB.

Primeiramente, foi feita uma revisão bibliográfica sobre a Produção Enxuta e a Construção Enxuta, de modo a se definir suas principais ferramentas e como estas são aplicadas na indústria da construção civil. Considerando a constante mudança nas ferramentas e metodologias aplicadas na Construção Enxuta, foi dada preferência para materiais publicados a partir do ano de 2012. Realizou-se o referencial teórico por meio de buscas, principalmente, em dois serviços eletrônicos de informação científica: *Emerald Insight* (www.emeraldinsight.com) e *Science Direct* (www.sciencedirect.com).

O trabalho é uma pesquisa aplicada, pois se busca a introdução de novos conhecimentos de utilização prática. Segundo seus objetivos gerais, esta pesquisa é definida como uma pesquisa exploratória-descritiva. Pesquisas exploratórias pretendem proporcionar maior familiaridade com um problema, com o objetivo de construir hipóteses e torná-lo mais explícito. Esta pesquisa é considerada ainda descritiva por descrever certas características do objeto de estudo de modo a revelar a presença ou ausência de certas propriedades relacionadas à Construção Enxuta sobre as construtoras (GIL, 2010).

Como meio de se realizar uma coleta sistemática de dados sobre uma população (construtoras) e verificar o grau de utilização das Ferramentas Enxutas, utilizou-se o método de levantamento de dados (*survey*) neste trabalho. Foram feitas análises estatísticas dos dados obtidos e analisadas ainda as possíveis relações dessas Ferramentas Enxutas com os certificados de qualidade (PBQP-H e QUALIHAB), o desempenho da empresa e seus diversos critérios competitivos (LAKATOS; MARCONI, 2008; GIL, 2010).

Para a análise estatística, utilizou-se o *software* SmartPLS. Este *software* utiliza o método de Mínimos Quadrados Parciais para a análise de uma modelagem de equações estruturais baseada em variância. A escolha deste tipo de análise é devida ao tipo de pesquisa (exploratória), ao reduzido tamanho de amostragem (conforme Item 3.1) e à complexidade do modelo (com muitos construtos e variáveis observadas) (BIDO; RINGLE; SILVA, 2014).

3.1 ESTABELECIMENTO DAS HIPÓTESES

Foram estabelecidas algumas hipóteses sobre a aplicação dos princípios da Construção Enxuta e sua relação com o desempenho e os critérios competitivos das empresas estudadas. Com o estabelecimento das hipóteses, foi possível definir os tópicos abordados no questionário para a elaboração dos caminhos do Modelo Estrutural (Figura 4).

Estas hipóteses (H) supõem relações entre grupos de ferramentas (indicados numericamente) com os critérios competitivos (item “a”) e o desempenho empresarial (item “b”), conforme a Figura 4. A seguir, uma breve descrição dessas hipóteses:

- H1a: A aplicação das ferramentas relacionadas à Estabilidade e Padronização da empresa têm fraca influência positiva sobre os critérios competitivos;
- H1b: A utilização de ferramentas relacionadas à Estabilidade e Padronização da empresa não afetam significativamente o desempenho empresarial;
- H2a: O uso ferramentas relacionadas ao Fluxo têm impacto positivo forte sobre os Critérios Competitivos;
- H2b: A aplicação das ferramentas relacionadas ao Fluxo têm forte influência sobre o Desempenho Empresarial;
- H3a: A prática da Melhoria Contínua tem fraca influência positiva sobre os critérios competitivos;
- H3b: A utilização da Melhoria Contínua tem forte influência positiva sobre o desempenho empresarial;
- H4a: A aplicação do Sistema da Informação e a Gestão Visual têm fraco impacto positivo sobre os critérios competitivos;
- H4b: O uso do Sistema da Informação e a Gestão Visual têm fraco impacto positivo sobre o desempenho empresarial;
- H5a: As práticas de prevenção e resolução de problemas têm forte influência positiva sobre os critérios competitivos;
- H5b: As práticas de prevenção e resolução de problemas têm forte impacto positivo sobre o desempenho empresarial;

3.2 TAMANHO E DELIMITAÇÃO DA AMOSTRAGEM

Delimitou-se a pesquisa às construtoras do Estado de São Paulo por conta da exequibilidade do trabalho. Entre essas construtoras, foram consideradas no universo estatístico apenas aquelas com certificação PBQP-H e QAULIHAB, por possuírem certificados que demonstram certa preocupação com a qualidade de suas obras e de seus processos. Formou-se, portanto, um universo estatístico de 473 empresas construtoras, das quais 463 possuem certificado do PBQP-H e 10 possuem ambos os certificados da QUALIHAB e do PBQP-H. A amostragem mínima pode ser obtida utilizando a Fórmula (1) para estudos descritivos, sugerida por Águila e Gonzáles-Ramires (2014):

$$n = \frac{t_{\alpha}^2 * p * q * N}{(N - 1) * e^2 + t_{\alpha}^2 * p * q} \quad (1)$$

Tem-se que:

n = tamanho da amostra mínima necessária;

$q = 1 - p$; onde p é a porcentagem esperada de resposta da variável (caso não exista valores de referência para p , considera-se o pior cenário, que corresponde a $p = 0,5$);

N = tamanho total da população estudada;

e = margem de erro máxima desejada pelo pesquisador;

t_{α} = valor da curva normal associada ao nível de confiança desejado. Valor de 1,64 para uma confiança de 90%;

Deste modo, foi calculado o tamanho da amostra mínima, por meio dos seguintes valores:

$$N = 473$$

$$p = 0,5$$

$$e = 10\%$$

$$t_{\alpha} = 1,645$$

Obteve-se, então, uma amostra mínima recomendada (n) de 60 empresas respondentes (conforme apresentado no Item 4.1, foram obtidas 53 respostas).

Após a coleta das respostas ao questionário, foi realizada uma análise das empresas respondentes conforme suas características (tamanho das empresas, áreas de atuação e quais certificados possuem).

3.3 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

O primeiro item abordado no questionário refere-se à caracterização das empresas e respondentes. Foram analisados: setor de atividade da empresa, ano de fundação, tamanho da empresa (estimado por meio do número de funcionários) e cargo do respondente. Também foram determinadas quais certificações (PBQP-H, QUALIHAB, ISO 9001) a empresa possui e qual o ano da primeira certificação. Posteriormente, os dados obtidos por meio do questionário foram utilizados para verificar quais desses itens avaliados pela caracterização podem influenciar as qualidades dessas respectivas empresas.

O questionário utilizado na pesquisa foi baseado no referencial teórico e construído a partir da consideração de cinco áreas de aplicação das Ferramentas Enxutas: Padronização/Estabilidade, Fluxo, Melhoria Contínua, Sistema da Informação/Gestão Visual e Prevenção e Resolução de Problemas. Foram incluídas ainda no questionário perguntas para avaliação do desempenho empresarial e dos critérios competitivos (custo, prazo, qualidade, flexibilidade, confiabilidade).

Utilizou-se como apoio para a elaboração do questionário a Estrutura da Casa da Produção Enxuta (Figura 3), porém foram necessárias diversas adaptações para ser possível a divisão das ferramentas e métodos relacionados à Construção Enxuta em diferentes áreas.

Devido à multidisciplinaridade e versatilidade de alguns métodos e conceitos, havia muitas ferramentas que se enquadravam em mais de uma área. Deste modo, foram analisadas as ferramentas que se encontravam nas diversas áreas da Produção Enxuta e, para evitar uma quantidade muito alta de perguntas e evitar perguntas muito similares, foram tomadas as seguintes adaptações.

As bases “Padronização” e “Estabilidade” foram consideradas de modo conjunto e neste tópico foram incluídas normas (OHSAS 18001 e PCMAT) que criam um padrão de qualidade para a saúde e segurança dos trabalhadores e que se relaciona com o item “padronização do trabalho” referido na Casa da Produção Enxuta (Figura 3).

Não foram incluídos de modo direto e separado os aspectos de “Engajamento” e “Foco no Cliente”, os quais foram avaliados dentro das outras áreas existentes: os itens “Política de Mobilização” e “Política de Desenvolvimento” foram incluídos em “Melhoria Contínua” (o *Feedback* foi considerado como uma ferramenta da “Política de Desenvolvimento”) e o item “Sugestão de Funcionários” foi adicionado à “Prevenção e Resolução de Problemas”.

Também foi modificado o pilar “Produção Puxada”, o qual foi redefinido como “Fluxo”. Incluiu-se no “Fluxo” o *Last Planner System*, ferramenta relacionada ao andamento

do trabalho no canteiro de obras. Também foi adicionada à questão do “Fluxo” a colaboração de fornecedores e terceirizados, os quais tem participação direta na execução das atividades conforme o cronograma de atividades estabelecido. O bom relacionamento com fornecedores e terceirizados podem evitar atrasos nas entregas de materiais e serviços, assegurando o prazo determinado e o fluxo correto das atividades.

Na formação dos fatores da melhoria contínua, considerou-se ferramentas e metodologias de planejamento e desenvolvimento de projetos (ciclo PDCA e Reuniões Diárias), além de políticas de mobilização e de verificação direta das atividades como forma de aperfeiçoar os processos (*Gemba*). Também foram consideradas a auto-avaliação e *feedbacks*, os quais são necessários para a *Kaizen*, vistas aqui como ferramentas da Política de Desenvolvimento.

Para maior facilidade de se analisar o peso da Gestão Visual e os Sistemas de Informação na Construção Enxuta, criou-se ainda um segmento envolvendo esses conceitos e cujas ferramentas e metodologias estavam distribuídas entre os diferentes setores da Casa da Produção Enxuta (Figura 3). Incluíram-se nesse setor o Gerenciamento A3, o mapeamento do fluxo (VSM), o Kanban e outros aspectos gerais da Gestão Visual.

O pilar “Jidoka” foi redefinido como “Prevenção e resolução de Problemas” na execução do questionário, de modo a abranger sistemas que previnem de modo direto problemas operacionais de máquinas e de operários (TPM e *Poka-Yoke*). A TPM, inicialmente visto como um conceito da “Estabilidade”, foi movida para o pilar de “Prevenção e Resolução de Problemas” por se tratar de um conceito que possui muitos pontos em comum com a Jidoka (correção de avarias, autonomia dos funcionários e a manutenção e concerto de máquinas e ferramentas).

No Quadro 3 apresenta-se os assuntos abordados nas afirmativas do questionário e a divisão realizada entre as diversas áreas da Construção Enxuta que formam os construtos. Estes diferentes assuntos formam os construtos exógenos (variáveis exógenas) do Modelo Estrutural.

Finalizou-se o questionário com questões de verificação dos diferentes critérios competitivos (custo, prazo, qualidade, flexibilidade, confiabilidade) e do desempenho empresarial (desempenho financeiro, participação e imagem no mercado e inovação). Por meio dessas perguntas, foi possível estabelecer a influência dos diferentes aspectos da Construção Enxuta na performance e na qualidade dos processos e produtos das construtoras. O Quadro 4 mostra as perguntas respectivas a cada aspecto do construto de critérios competitivos e do construto de desempenho empresarial. Como parte dos critérios

competitivos e do desempenho empresarial são explicados pelos aspectos da Construção Enxuta, esses são considerados construtos endógenos (variáveis endógenas).

Em relação ao tipo de perguntas realizadas, segundo classificação proposta por Lakatos e Marconi (2008), pode-se definir os termos utilizados no questionário referente a este trabalho como operacionais, pois se evitou a utilização de expressões técnicas referentes aos Conceitos Enxutos. Neste sentido, as perguntas foram baseadas em características, atividades e práticas das construtoras que evidenciem a utilização das metodologias e das Ferramentas Enxutas. O questionário encontra-se no Apêndice A.

Quadro 3 – Afirmativas do questionário e o respectivo conceito abordado

Área de aplicação da Construção Enxuta (construtos exógenos)	Tópico abordado	Afirmativas relacionadas
Padronização / Estabilidade	5S	Q1/Q2
	OHSAS / PCMAT	Q3
	Processos Robustos	Q4
Fluxo	Produção Puxada	Q5
	<i>Last Planner System</i>	Q6
	Fluxo de Valor	Q7
	Colaboração de fornecedores e terceirizados	Q8
Melhoria Contínua	Ciclo PDCA	Q9
	Gemba / Política de Mobilização	Q10
	Reuniões Diárias	Q11
	<i>Feedback</i> / Política de Desenvolvimento	Q12
Sistema da Informação / Gestão Visual	Gestão Visual	Q13/Q14
	Gerenciamento A3	Q15
	VSM	Q16
	<i>Kanban</i>	Q17
Prevenção e Resolução de Problemas	TPM	Q18
	Sugestões de Funcionários	Q19
	<i>Jidoka</i>	Q20
	Ferramentas de Resolução de Problemas	Q21
	<i>Poka-Yoke</i>	Q22

Fonte: (o autor).

Quadro 4 – Afirmativas relacionadas aos Critérios Competitivos e Desempenho Empresarial

Tipo de abordagem (construtos endógenos)	Tópico abordado	Afirmativa relacionada
Critérios Competitivos	Custo	Q23
	Qualidade	Q24
	Tempo	Q25
	Flexibilidade	Q26
	Confiabilidade	Q27
Desempenho Empresarial	Financeiro	Q28
	Mercado	Q29
	Imagem	Q30
	Inovação	Q31

Fonte: (o autor).

Para cada atividade ou característica descrita no questionário, se realizou uma afirmativa para qual poderia ser atribuído um entre cinco graus de concordância: “discordo completamente”, “discordo parcialmente”, “indiferente”, “concordo parcialmente” e “concordo completamente” expressadas numericamente nos níveis 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente. Visto a expressão dessas afirmativas por meio de medidas numéricas, a pesquisa pode ser considerada quantitativa (LAKATOS; MARCONI, 2008).

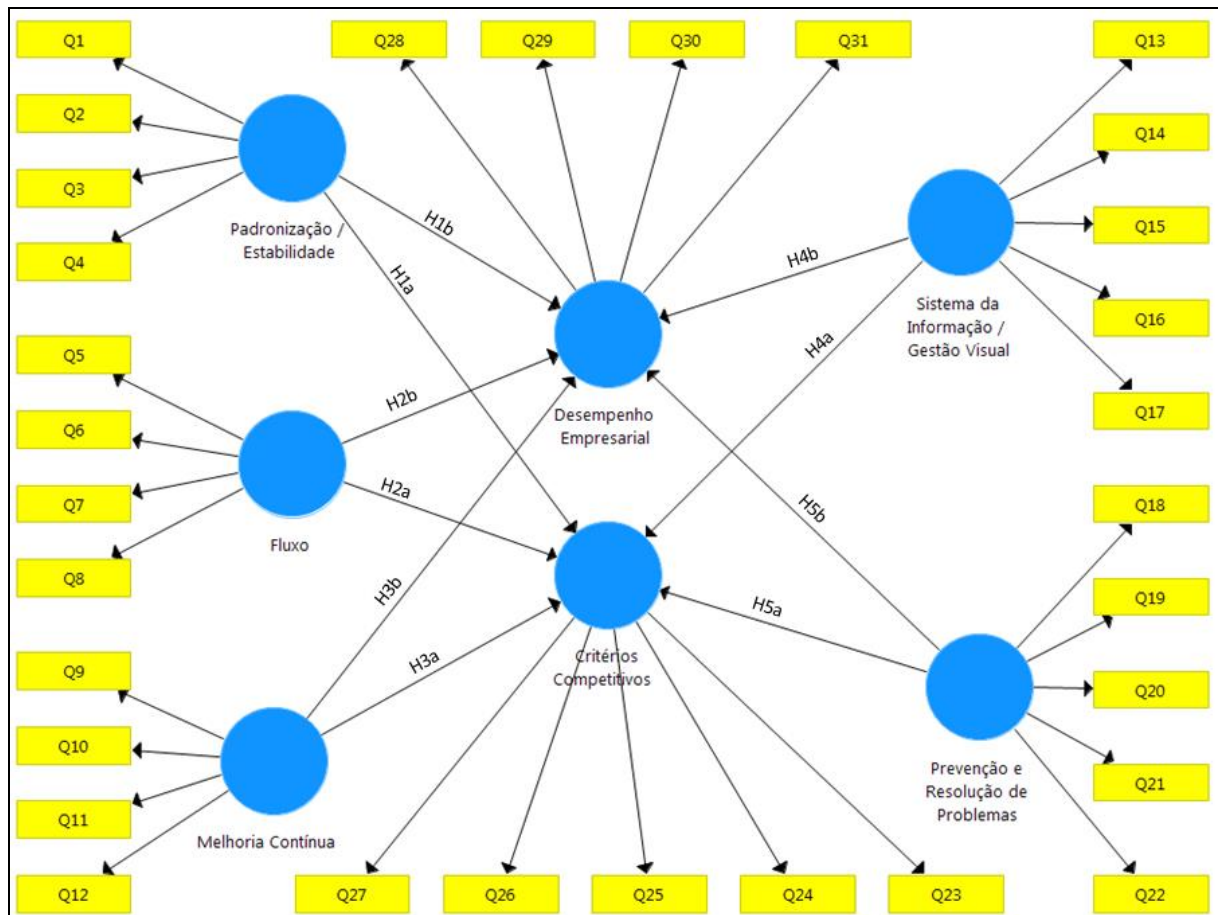
3.4 ELABORAÇÃO E AJUSTE DO MODELO ESTRUTURAL E ANÁLISE CONFIRMATÓRIA

Criou-se o Modelo Estrutural (Figura 4) com base no questionário e nas hipóteses, sendo que as questões levantadas no questionário formaram as variáveis observadas. Formulou-se cinco conjuntos de perguntas que se relacionavam com diferentes aspectos da Construção Enxuta, os quais formaram as variáveis latentes (construtos) exógenas. Outros dois conjuntos de perguntas do questionário refletiam os Critérios Competitivos e o Desempenho Empresarial. Estes dois últimos formaram os construtos exógenos, ou seja, aqueles construtos que são teoricamente influenciados pelas variáveis latentes exógenas (conforme hipóteses descritas no Item 3.1). Destaca-se ainda que Hair *et. al.* (2014) sugerem um mínimo de três variáveis observáveis para cada construto no Modelo Estrutural.

Por meio do Modelo Estrutural criado, foi possível então realizar uma nova verificação sobre o número de amostras necessárias para validação do modelo feito. Hair *et.*

al. (2014) recomendam que o tamanho da amostra seja no mínimo dez vezes maior que o maior número de caminhos direcionados a um construto em particular. Como visto na Figura 4, o maior número de caminhos direcionados a um construto em particular é 5; portanto, seriam necessárias ao menos 50 amostras segundo esse critério.

Figura 4 – Modelo Estrutural inicial



Fonte: (o autor).

Após a modelagem por meio do *smartPLS*, foram realizadas ainda duas avaliações: do modelo de mensuração dos dados e do modelo estrutural. Hair *et al.* (2014) recomendam que se utilize para a avaliação do modelo de mensuração os critérios da Variância Extraída Média (VEM), da Confiabilidade Composta (CC) e da Validade Discriminante (VD). Adicionalmente, foi verificado também, nesta análise, o Alfa de Cronbach (AC), conforme recomendação de Bido, Ringle e Silva (2014). No modelo estrutural, por sua vez, Hair *et al.* (2014) sugerem a avaliação do Coeficiente de Pearson (R^2), da Validade Preditiva (Q^2) e do Tamanho do Efeito (f^2). Todas estas as análises foram feitas utilizando o *smartPLS*. A seguir, uma breve explicação sobre cada um desses critérios:

- Variância Extraída Média (VEM)

A VEM é uma medida que determina a convergência dos dados (nas respectivas variáveis) com o seu construto ou Variável Latente. Admite-se que o modelo converge a um resultado satisfatório quando a $VEM > 0,5$. Assim, para $VEM < 0,5$, recomenda-se adequar o Modelo Estrutural excluindo as variáveis observadas com cargas fatoriais (correlações) de menor valor (BIDO; RINGLE; SILVA, 2014).

- Alfa de Cronbach (AC)

O Alfa de Cronbach (AC) é um valor baseado em intercorrelações das variáveis de cada construto e é um dos fatores que mede a confiabilidade do modelo de mensuração. Valores de AC acima de 0,60 são considerados adequados para pesquisas exploratórias (BIDO; RINGLE; SILVA, 2014).

- Confiabilidade Composta (CC)

Outra medida de confiabilidade do modelo de mensuração, a Confiabilidade Composta (CC) indica se a amostra está livre de vieses. Valores de CC acima de 0,70 são considerados satisfatórios (BIDO; RINGLE; SILVA, 2014).

- Validade Discriminante (VD)

A Validade Discriminante (VD) é um indicador de que os construtos ou variáveis latentes são independentes um dos outros. Para a avaliação da VD foi utilizado o critério de Fornell e Larcker. Esta abordagem sugere que a raiz quadrada do valor de VEM de cada construto devem ser maiores que as correlações de Pearson desse mesmo construto com as demais variáveis latentes (BIDO; RINGLE; SILVA, 2014).

- Coeficiente de determinação de Pearson (R^2)

O R^2 avalia a porção da variância das variáveis endógenas, que é explicada pelo modelo estrutural. Esse coeficiente indica a qualidade do modelo ajustado. Os valores de R^2 variam entre 0 e 1, sendo que valores mais próximos de 1 significa maior precisão da relação da variável endógena com o modelo ajustado. Admite-se que valores de R^2 de aproximadamente 0,75, 0,50 e 0,25 descrevam, respectivamente, uma precisão substancial, moderada e fraca das variáveis endógenas com o modelo estrutural (HAIR, *et. al.*, 2014).

- Validade Preditiva (Q^2)

A Validade Preditiva (Q^2) avalia a qualidade da predição do modelo. Caso os valores de Q^2 para os construtos endógenos sejam maiores que zero, o Modelo Estrutural pode ser aceito (HAIR, *et. al.*, 2014).

- Tamanho do efeito (f^2)

O Tamanho do efeito (f^2) indica a relevância de um construto exógeno para a explicação de um construto endógeno (os construtos exógenos são todas aquelas variáveis latentes que teoricamente afetam o construto endógeno). Valores de 0,02, 0,15 e 0,35 para f^2 representam, respectivamente, pequena, média e grande contribuições de um construto exógeno para um construto endógeno (HAIR, *et. al.*, 2014).

Finalizada a análise confirmatória, seguiram-se a análise e discussão dos resultados por meio de levantamentos estatísticos e pela interpretação dos Coeficientes de Caminho (T). Estes Coeficientes medem a influência dos construtos exógenos construtos endógenos. Os valores maiores representam maior influência de um construto em uma variável endógena. Quanto mais próximo de zero, menor a influência, e os valores negativos representam uma relação inversa entre os construtos.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DA ANÁLISE DAS EMPRESAS RESPONDENTES E DO TAMANHO DA AMOSTRAGEM

Foram obtidas 53 respostas ao questionário enviado às empresas. Deste modo, o número de amostras ficou um pouco abaixo daquele delimitado no Item 3.2 (“Tamanho e delimitação da amostragem”) que estimava ao menos 60 empresas respondentes. Por meio da fórmula (1), calculou-se um novo erro amostral de 10,7%. O erro amostral proposto para a pesquisa, porém, era de 10%. A amostragem alcançada satisfaz, entretanto, o critério de amostragem mínima sugerido por Hair *et. al.* (2014) e descrito no Item 3.4 (“Montagem e ajuste do Modelo Estrutural e Análise Confirmatória”), segundo o qual seria necessário um mínimo de 50 respondentes.

Após a verificação do tamanho da amostragem, foram feitas as análises das empresas respondentes. Por meio do critério do SEBRAE (2015) (Tabela 1), realizou-se a classificação das empresas respondentes conforme seu porte (Tabela 2). Para essa classificação, o número de funcionários da empresa foi considerado equivalente ao número de pessoas ocupadas na empresa.

Tabela 1 – Critério de porte das empresas

Porte da empresa	Número de pessoas ocupadas (setor da construção)
Microempresa	até 19
Pequena empresa	20 a 99
Média empresa	100 a 499
Grande empresa	500 ou mais

Fonte: Adaptado de SEBRAE (2015).

Tabela 2 – Porte das empresas respondentes

Porte da empresa	Quantidade de empresas	Porcentagem do total de empresas
Microempresa	14	26,42%
Pequena empresa	19	35,85%
Média empresa	18	33,96%
Grande empresa	2	3,77%

Fonte: (o autor).

O setor de atividade e o ano de fundação das empresas respondentes seguem respectivamente na Tabela 3 e na Tabela 4.

Tabela 3 – Setor de atividade das empresas respondentes

Setor de atividade da empresa	Quantidade de empresas	Porcentagem do total de empresas
Construção Leve (casas e edifícios);	21	39,62%
Construção Pesada (obras de infraestrutura);	2	3,77%
Construção Leve e Pesada	4	7,55%
Incorporadora;	2	3,77%
Construção Leve e Incorporadora;	24	45,28%

Fonte: (o autor).

Tabela 4 – Ano de Fundação das empresas respondentes

Ano de Fundação	Quantidade de empresas	Porcentagem do total de empresas
< 1970	3	5,66%
entre 1970 e 1979	5	9,43%
entre 1980 e 1989	7	13,21%
entre 1990 e 1999	14	26,42%
entre 2000 e 2009	20	37,74%
entre 2010 e 2015	4	7,55%

Fonte: (o autor).

A relação das certificações das empresas segue na Tabela 5.

Tabela 5 – Certificações das empresas respondentes

Certificações	Quantidade de empresas	Porcentagem do total de empresas
Apenas PBQP-H	11	20,75%
PBQP-H e QUALIHAB	1	1,89%
PBQP-H e ISO 9001	32	60,38%
PBQP-H, QUALIHAB e ISO 9001	9	16,98%

Fonte: (o autor).

4.2 RESULTADOS DAS PERGUNTAS RELACIONADAS À CONSTRUÇÃO ENXUTA E SEUS BENEFÍCIOS

A verificação do grau de aplicação de cada conceito da Construção Enxuta foi realizada por meio da expressão numérica das respostas obtidas às afirmativas Q1 a Q22 e os resultados, incluindo o desvio padrão relacionado a cada questão estão na Tabela 6.

Tabela 6 – Média e Desvio Padrão referente às afirmativas Q1 a Q22

Questão	Média	Desvio Padrão
Q1	4,49	0,66
Q2	4,57	0,57
Q3	4,72	0,45
Q4	4,60	0,71
Q5	3,92	0,99
Q6	4,32	0,82
Q7	4,36	0,75
Q8	4,60	0,56
Q9	4,57	0,57
Q10	4,62	0,62
Q11	4,23	0,69
Q12	3,92	1,16
Q13	4,09	1,00
Q14	4,57	0,60
Q15	3,96	1,20
Q16	3,79	1,05
Q17	4,62	0,62
Q18	4,64	0,70
Q19	4,23	0,79
Q20	3,87	1,13
Q21	3,87	1,26
Q22	4,15	0,86
Geral	4,30	0,80

Fonte: (o autor).

Analogamente à verificação do grau de aplicação dos Conceitos Enxutos, foi analisado o nível de qualidade da empresa quanto aos critérios competitivos e de desempenho (Q23 a Q31), conforme Tabela 7.

Tabela 7 – Média e Desvio Padrão referente às afirmativas Q23 a Q31

Questão	Média	Desvio Padrão
Q23	3,86	1,23
Q24	4,49	0,79
Q25	4,06	1,12
Q26	3,74	1,32
Q27	4,64	0,65
Q28	4,00	0,91
Q29	4,40	0,88
Q30	4,60	0,59
Q31	3,98	0,94

Fonte: (o autor).

Foram calculadas as médias referentes a cada construto das afirmativas Q1 a Q22 (construtos exógenos), apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 – Média das respostas às afirmativas dos construtos exógenos

Construto	Média
Fluxo	4,60
Melhoria Contínua	4,30
Padronização / Estabilidade	4,34
Prevenção e Resolução de Problemas	4,21
Sistema da Informação / Gestão Visual	4,15

Fonte: (o autor).

As tabulação dos dados levantados e demais análises realizadas sobre as respostas das afirmativas do questionário encontram-se no Apêndice B.

4.3 RESULTADOS REFERENTES AO MODELO ESTRUTURAL E SUA ANÁLISE CONFIRMATÓRIA

Após a montagem do Modelo Estrutural inicial, foi feita a Análise Confirmatória desse Modelo. A primeira verificação realizada foi sobre os valores da VEM, deste modelo. Os resultados obtidos utilizando o *SmartPLS* estão descrito na Tabela 9.

Tabela 9 – VEM do Modelo Estrutural Inicial

Construto	VEM (Modelo inicial)
Critérios Competitivos	0,489
Desempenho Empresarial	0,658
Fluxo	0,458
Melhoria Contínua	0,492
Padronização / Estabilidade	0,536
Prevenção e Resolução de Problemas	0,478
Sistema da Informação / Gestão Visual	0,536

Fonte: (o autor).

Para os construtos “Critérios Competitivos”, “Fluxo”, “Melhoria Contínua” e “Prevenção e Resolução de Problemas”, que possuem valores de VEM menores que 0,5, foram necessários ajustes. Para tanto, foram calculadas as cargas fatoriais de cada variável observada relacionada a estes construtos e excluídas as variáveis que apresentaram menor valor dentre aquelas que constavam no seu construto em particular. O Quadro 5 apresenta os construtos analisados neste ajuste com as respectivas cargas fatoriais de cada questão.

Conforme descrito no Quadro 5, as questões Q8, Q10, Q22 e Q23 correspondem às variáveis observadas com cargas fatoriais (correlações) de menor valor entre seus construtos e, portanto, foram excluídas do Modelo Estrutural.

Quadro 5 – Cargas fatoriais das variáveis dos construtos ajustados

Construto	Tópico abordado	Afirmativa relacionada	Carga Fatorial
Fluxo	Produção Puxada	Q5	0,487
	<i>Last Planner System</i>	Q6	0,812
	Fluxo de Valor	Q7	0,852
	Colaboração de fornecedores e terceirizados	Q8	0,458
Melhoria Contínua	Ciclo PDCA	Q9	0,669
	<i>Gemba</i>	Q10	0,537
	Reuniões Diárias	Q11	0,821
	<i>Feedback</i>	Q12	0,808
Prevenção e Resolução de Problemas	TPM	Q18	0,737
	Sugestões de Funcionários	Q19	0,642
	<i>Jidoka</i>	Q20	0,703
	Ferramentas de Resolução de Problemas	Q21	0,779
	<i>Poka-Yoke</i>	Q22	0,577
Critérios Competitivos	Custo	Q23	0,459
	Qualidade	Q24	0,781
	Tempo	Q25	0,780
	Flexibilidade	Q26	0,639
	Confiabilidade	Q27	0,781

Fonte: (o autor).

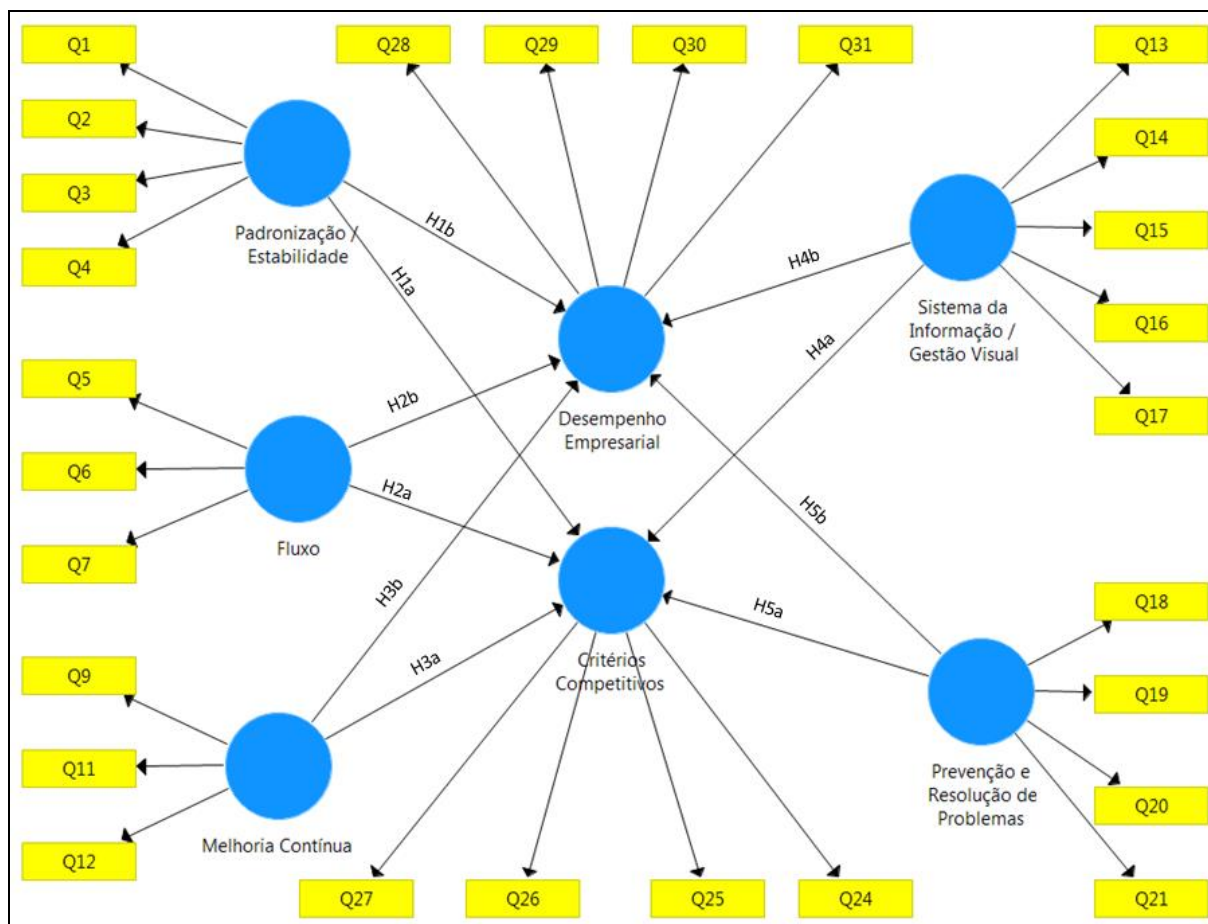
Com a eliminação dessas variáveis observadas se definiu um novo Modelo Estrutural, conforme a Figura 5. Nota-se ainda que, conforme recomendação de Hair *et. al.* (2014), cada construto ainda possui ao menos três variáveis observáveis relacionadas. Assim, foi realizado um novo cálculo da VEM, do qual se obtiveram os resultados apresentados na Tabela 10. Como todos os valores da VEM descritos na Tabela 10 ficaram acima de 0,50, o Modelo Estrutural Ajustado foi aceito.

Tabela 10 – VEM do Modelo Estrutural ajustado

Construto	VEM (Modelo ajustado)
Critérios Competitivos	0,560
Desempenho Empresarial	0,658
Fluxo	0,562
Melhoria Contínua	0,599
Padronização / Estabilidade	0,536
Prevenção e Resolução de Problemas	0,523
Sistema da Informação / Gestão Visual	0,536

Fonte: (o autor).

Figura 5 – Modelo Estrutural Ajustado.



Fonte: (o autor).

Seguido da análise da VEM, foi verificado o AC de cada construto no Modelo Estrutural Ajustado (Tabela 11). Apenas o AC referente ao construto “Fluxo” ficou abaixo de 0,6 (porém próximo do valor mínimo considerado adequado).

Tabela 11 – AC do Modelo Estrutural Ajustado

Construto	AC
Critérios Competitivos	0,736
Desempenho Empresarial	0,826
Fluxo	0,587
Melhoria Contínua	0,675
Padronização / Estabilidade	0,732
Prevenção e Resolução de Problemas	0,697
Sistema da Informação / Gestão Visual	0,792

Fonte: (o autor).

Em relação à CC, obteve-se um resultado satisfatório ($CC > 0,7$) em todos os construtos, conforme Tabela 12.

Tabela 12 – CC do Modelo Estrutural Ajustado

Construto	CC
Critérios Competitivos	0,834
Desempenho Empresarial	0,885
Fluxo	0,788
Melhoria Contínua	0,815
Padronização / Estabilidade	0,818
Prevenção e Resolução de Problemas	0,814
Sistema da Informação / Gestão Visual	0,850

Fonte: (o autor).

A última análise do modelo de mensuração dos dados foi a VD. Pela análise dos resultados apresentados na Tabela 13, foi verificado que as raízes quadradas dos valores de VEM de cada construto são maiores que as correlações de Pearson desse mesmo construto com as demais variáveis latentes do Modelo Ajustado.

Tabela 13 – Raiz quadrada de VEM x Correlações de Pearson entre Construtos

Construto	Critérios Competitivos	Desempenho Empresarial	Fluxo	Melhoria Contínua	Padronização / Estabilidade	Prevenção e Resolução de Problemas	Sistema da Informação / Gestão Visual
Critérios Competitivos	0,748	-	-	-	-	-	-
Desempenho Empresarial	0,736	0,811	-	-	-	-	-
Fluxo	0,619	0,596	0,750	-	-	-	-
Melhoria Contínua	0,507	0,654	0,718	0,774	-	-	-
Padronização / Estabilidade	0,475	0,450	0,596	0,557	0,734	-	-
Prevenção e Resolução de Problemas	0,647	0,639	0,626	0,674	0,487	0,723	-
Sistema da Informação / Gestão Visual	0,384	0,382	0,382	0,652	0,291	0,575	0,733

Fonte: (o autor).

A primeira análise do Modelo Estrutural foi realizada por meio do R^2 , conforme descrito no Quadro 6:

Quadro 6 – R^2 do Modelo Estrutural Ajustado

Construto endógeno	R^2	Precisão da variável endógena
Critérios Competitivos	0,506	Moderada
Desempenho Empresarial	0,523	Moderada

Fonte: (o autor).

O Modelo Estrutural Ajustado também foi aceito segundo o critério da Validade Preditiva, pois todas as variáveis endógenas apresentaram $Q^2 > 0$ (Tabela 14).

Tabela 14 – Q^2 dos construtos endógenos no Modelo Estrutural Ajustado

Construto Endógeno	Q^2
Critérios Competitivos	0,215
Desempenho Empresarial	0,294

Fonte: (o autor).

Finalizando a análise confirmatória, foi calculado o f^2 , cuja avaliação consta no Quadro 7.

Quadro 7 – f^2 do Modelo Estrutural Ajustado

Construto Exógeno	f^2	Contribuição do Construto Exógeno
Fluxo	0,160	Média
Melhoria Contínua	0,219	Média
Padronização / Estabilidade	0,231	Média
Prevenção e Resolução de Problemas	0,190	Média
Sistema da Informação / Gestão Visual	0,278	Média

Fonte: (o autor).

Realizada a Análise Confirmatória, calcularam-se os Coeficientes de Caminho do Modelo Estrutural Ajustado, apresentados na Tabela 15:

Tabela 15 – Coeficientes de Caminho (I) do Modelo Estrutural Ajustado

Construto Exógeno	Critérios Competitivos	Desempenho Empresarial
Fluxo	0,364	0,124
Melhoria Contínua	-0,143	0,406
Padronização / Estabilidade	0,113	0,016
Prevenção e Resolução de Problemas	0,429	0,363
Sistema da Informação / Gestão Visual	0,056	-0,145

Fonte: (o autor).

4.4 DISCUSSÃO

Esta seção é dedicada à discussão dos resultados obtidos no estudo. Serão analisados o tamanho da amostragem e os resultados da caracterização das empresas e das respostas ao questionário. Também serão avaliados os resultados das análises estatísticas obtidos por meio do Modelo Estrutural, de forma a verificar se as hipóteses formuladas no Item 3.1 (“Estabelecimento das Hipóteses”) podem ser aceitas.

O tamanho da amostragem alcançado (53 empresas) ficou abaixo do esperado (60 empresas). Deste modo, foram mantidos todos os parâmetros dos cálculos da amostragem com exceção do erro amostral, que teve seu percentual alterado para 10,7%. Como todos os demais parâmetros para o cálculo da amostragem (t_α , p , q) estão dentro dos valores sugeridos no artigo de Águila e Gonzáles-Ramires (2014) e o erro amostral se encontra próximo da faixa usual de 5 a 10% proposto nesta mesma publicação, o tamanho da amostragem foi aceito.

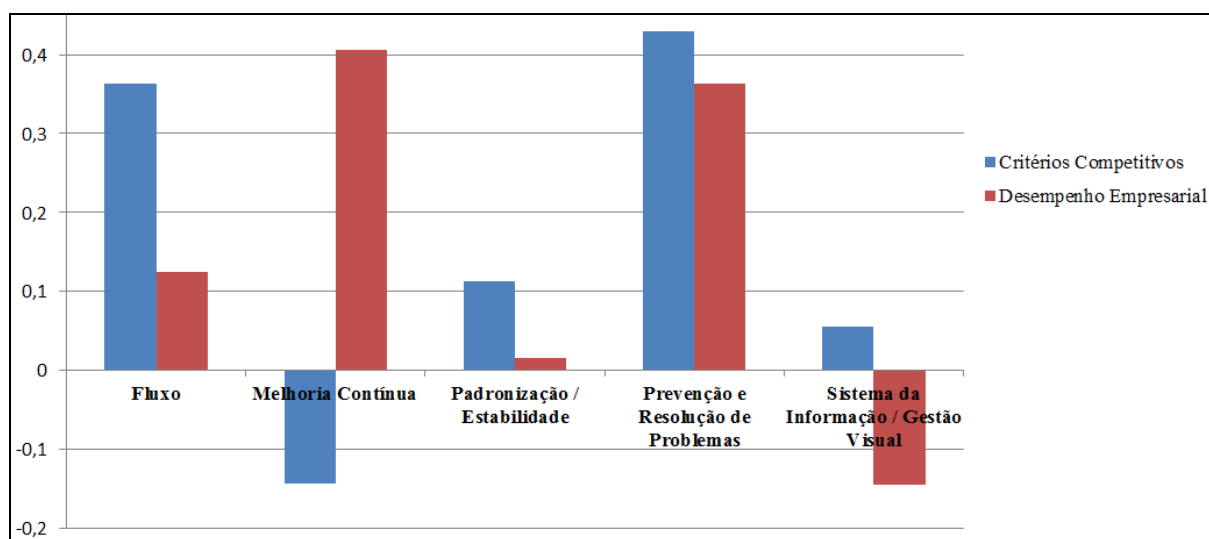
Em relação ao setor de atuação das empresas, por meio dos resultados apresentados no Item 4.1 (“Resultados da análise das empresas respondentes e do tamanho da amostragem”), pode-se constatar que a maior parte dos respondentes (aproximadamente 90%) atua em construção leve e incorporação. Este tipo de atuação das construtoras, que não exige necessariamente grande número de funcionários, explica, parcialmente, a caracterização do porte das empresas, composta principalmente por micro, pequena e média empresas.

Ainda sobre a caracterização dos respondentes, percebe-se uma crescente preocupação das construtoras mais novas em obter certificados da qualidade (com exceção do período entre 2010 a 2015), conforme mostra a Tabela 4. Fica evidente também a relação de facilidade entre a certificação do PBQP-H e da ISO 9001: 60,38% das empresas possuem ambos os certificados, as quais possivelmente aproveitam o processo de certificação do PBQP-H para solicitar simultaneamente o certificado da ISO 9001.

Para verificar as hipóteses estabelecidas na pesquisa utilizou-se a Tabela 15 e a Figura 6 e, como forma de se analisar o grau de aplicação das ferramentas da Construção Enxuta, foi montado o gráfico da Figura 7, com base nos valores da Tabela 6.

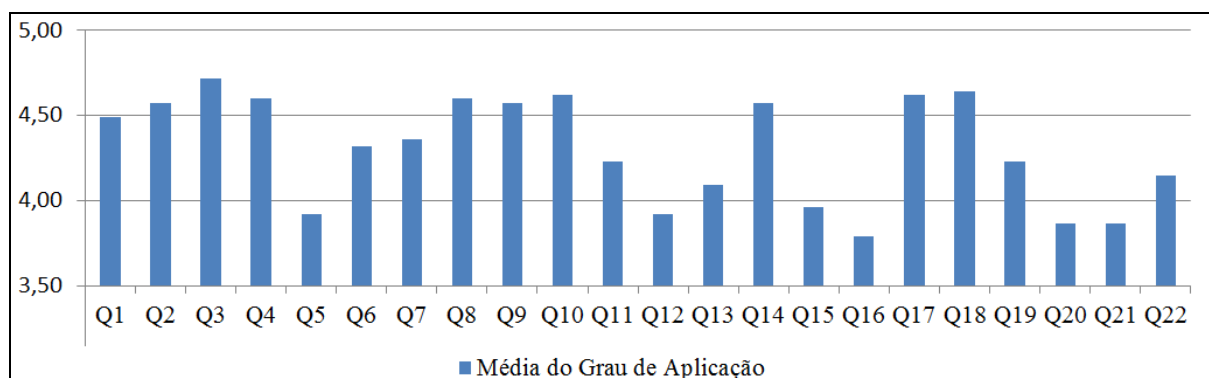
É importante ressaltar que, devido aos resultados da Análise Confirmatória, na verificação das hipóteses não foi considerado o fator “Custo” dentro dos “Critérios Competitivos” das empresas e também não houve conclusões sobre as seguintes ferramentas: “Colaboração de fornecedores e terceirizados”, “*Gemba*/Política de Mobilização” e “*Poka-Yoke*”.

Figura 6 – Coeficientes de caminho (T) dos construtos para os critérios competitivos e para o desempenho empresarial



Fonte: (o autor).

Figura 7 – Grau de Aplicação das Ferramentas da Construção Enxuta



Fonte: (o autor).

De modo geral, as empresas apresentaram uma alta média do grau de aplicação das Ferramentas Enxutas. Assumindo a escala de 1 a 5 proposta neste trabalho, observa-se na Figura 7 que a maioria dos valores das médias encontram-se acima de 4 (média de 4,30, conforme a Tabela 6). Um dos fatores que pode ter contribuído para esse alto grau de aplicação das Ferramentas Enxutas é o recorte de amostragem realizada na pesquisa que delimitou as respostas às empresas com ao menos uma certificação da Qualidade. Deste modo, muitas empresas já possuíam uma preocupação maior com seus processos e atividades, refletindo em maior grau de aplicação dos conceitos da Construção Enxuta.

O índice baixo da afirmativa Q5 (média de 3,92), referente à Produção Puxada pode ser explicado pela dificuldade da Construção Civil em implementar o conceito de Tempo *Takt*

e de *Just-in-Time*, os quais, segundo Found (2008), são mais viáveis em sistemas estáveis. Entretanto, apesar do baixo valor de Q5, o construto “Fluxo” (do qual a ferramenta “Produção Puxada” faz parte) apresentou a maior média do grau de aplicação (4,60) quando comparado aos outros construtos, conforme descrito na Tabela 8. Além disso, o “Fluxo” se mostra muito importante conforme demonstra a Figura 6 e a Tabela 15: os resultados obtidos (coeficientes de caminho de 0,364 e 0,124 do “Fluxo” para os critérios competitivos e para o desempenho empresarial, respectivamente) mostram grande contribuição positiva desse construto nos critérios competitivos (validou-se a hipótese H2a) e confirma, parcialmente, a hipótese H2b que previam forte impacto positivo sobre o desempenho empresarial.

Observa-se também que as variáveis observadas Q15 (Gerenciamento A3) e Q16 (VSM), que fazem parte do construto “Sistema da Informação/Gestão Visual” também possuem menor grau de aplicação (média de 3,96 e 3,79 para a Q15 e Q16, respectivamente) em relação às outras ferramentas. Este construto, entretanto, traz pouco benefício para a competitividade da empresa e atua de forma negativa para o desempenho empresarial. Confirma-se sobre o “Sistema da Informação/Gestão Visual”, apenas a hipótese H4a referente à sua baixa influência positiva sobre a competitividade ($I = 0,056$). Em relação ao Desempenho Empresarial, houve discordância entre o resultado dado pelo Modelo Estrutural Ajustado e a hipótese estabelecida (H4b): percebe-se um impacto negativo do construto em questão sobre o desempenho empresarial ($I = -0,145$).

Uma alternativa possível para se obter maiores benefícios do Sistema da Informação e da Gestão Visual e buscar eliminar o seu impacto negativo sobre o Desempenho Empresarial, é a utilização da ferramenta VSM. Como já foi observado, a VSM está incluída no próprio construto “Sistema da Informação/Gestão Visual” e apresenta um grau de aplicação baixo quando comparada com outras ferramentas. Entretanto, por meio da aplicação da VSM pode ser possível verificar quais as atividades desse construto que são realmente necessárias e quais agregam valor de modo a aperfeiçoar estas atividades e descartar atividades desnecessárias.

Outro construto que apresentou coeficiente de caminho negativo foi a “Melhoria Contínua” ($I = -0,143$): a competitividade da empresa é influenciada negativamente por este construto, rechaçando a hipótese H3a pré-estabelecida. A Hipótese H3b, porém, se demonstrou válida, pois a “Melhoria Contínua” apresentou um impacto positivo muito forte sobre o desempenho empresarial ($I = 0,406$). Destaca-se também que, entre as variáveis observadas deste construto, a afirmativa Q12, relacionada com a ferramenta *Feedback*, obteve um índice baixo de aplicação em relação às outras afirmativas (média de 3,92). O *Feedback*, entretanto, caso seja aplicado, promove a Melhoria Contínua e pode se tornar um diferencial

para o desempenho empresarial, visto que, dentre as ferramentas deste construto, esta é aquela menos explorada.

Finalizando a análise das hipóteses, verificou-se a validação de H1a e de H1b: a Padronização e Estabilidade apresenta baixa influência positiva sobre os Critérios Competitivos ($I = 0,113$) e praticamente não afeta o Desempenho Empresarial ($I = 0,016$). Este resultado pode ser explicado pelo tipo de indústria da Construção Civil. Segundo Azadegan *et al.* (2013), a variabilidade dos produtos de certa indústria tornam alguns Conceitos Enxutos menos efetivos.

É interessante observar ainda que as ferramentas relacionadas às afirmativas Q5, Q12, Q15, Q16 e Q20, que correspondem respectivamente à Produção Puxada, *Feedback*, Gerenciamento A3, VSM e *Jidoka* não são avaliadas diretamente na certificação do PBQP-H e nem na certificação do QUALIHAB. Este fato contribui para o menor aproveitamento dessas ferramentas em relação às outras analisadas. Verifica-se que essas ferramentas são as únicas, além da Q21, que possuem média do grau de aplicação menores que 4,00. Contudo, como foi ressaltado, a variável observada “Ferramentas de Resolução de Problemas” referenciada pela afirmativa Q21, também possui aplicação com média abaixo de 4,00 (média de 3,87), e a mesma é, teoricamente, verificada de modo mais contundente pelos programas do PBQP-H e QUALIHAB (essa ferramenta é avaliada pelos itens 8.5.2 e 8.5.3 do Quadro 1 e pelo item 9 do Quadro 2).

A baixa aplicação das Ferramentas de Resolução de Problemas, em relação às outras práticas demonstra que a simples presença de requisitos relacionados às ferramentas da Construção Enxuta nos programas de certificação do PBQP-H e da QUALIHAB não garantem, necessariamente, um alto grau de aplicação desses Conceitos Enxutos. Ressalta-se ainda que o item 8.5.3 do Quadro 1 e o item 9 do Quadro 2, relacionados com as Ferramentas de Resolução de Problemas, são pré-requisitos somente para o nível máximo de certificação do PBQP-H e do QUALIHAB, respectivamente. Isto explica, parcialmente, o resultado obtido na afirmativa Q21, que se apresenta abaixo da média.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho procurou identificar e verificar o nível de utilização das ferramentas da Construção Enxuta pelas construtoras paulistas certificadas. Por meio da discussão dos Conceitos Enxutos e posterior elaboração e aplicação do questionário às empresas, tais objetivos foram alcançados. De modo geral, foi visto um alto grau de aplicação das Ferramentas Enxutas pelas empresas respondentes e que, apesar de algumas exceções, a utilização dessas ferramentas promovem benefícios para o desempenho empresarial e para seus critérios competitivos.

Em relação às contribuições aplicadas deste trabalho, espera-se que essa pesquisa possa contribuir com as construtoras de forma que seja possível identificar, em geral, quais são as Práticas Enxutas que mais trazem benefícios, melhoram seu desempenho e contribuem com suas capacidades competitivas.

Na área acadêmica, houve uma contribuição para a discussão das ferramentas da Construção Enxuta, principalmente sobre a relação de tais ferramentas com o desempenho empresarial e a competitividade. Além disso, o levantamento de dados realizado proporciona evidências empíricas que podem ser utilizadas em futuros trabalhos nas áreas de estudo abordadas neste trabalho.

Apesar da validação das análises dos dados desta pesquisa, o trabalho apresenta algumas limitações. O número de respondentes se encontra no limite mínimo recomendado na literatura e os questionários foram aplicados apenas às construtoras paulistas certificadas, portanto os resultados têm significação restrita e não devem ser generalizados. É importante lembrar, como já foi destacado no referencial teórico desta pesquisa, que, segundo Mukhtar, Sulaiman e Wahab (2013), localização, tamanho e a cultura da região na qual está inserida, entre outros fatores influenciam o grau de aplicação da Filosofia Enxuta.

Recomenda-se, em relação ao método de análise, que trabalhos futuros utilizem outros métodos estatísticos ou outro tipo de modelagem para que as conclusões contidas neste trabalho fossem confirmadas. Também se sugere como trabalhos futuros a realização de novos levantamentos de dados em outras regiões do Brasil e que contemple um maior número de construtoras a fim de se obter resultados mais amplos e significativos da aplicação da Construção Enxuta nas construtoras brasileiras.

REFERÊNCIAS

- ÁGUILA, M.M.R.; GONZÁLEZ-RAMÍREZ, A.R. Sample Size Calculation. **Allergologia et immunopathologia: Sociedad Española de Inmunología Clínica, Alergología y Asma Pediátrica**, v. 42, n. 5, p. 485-492, 2014.
- AL-AOMAR, R.; A lean construction framework with Six Sigma rating, **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 3, p. 299 – 314, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/20401461211284761>>.
- ALVES, T. C. L.; MILBERG, C.; WALSH, K. D. Exploring lean construction practice, research, and education. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 19, p.512-525, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/09699981211259595>>.
- AZADEGAN, A.; LINDERMAN, K.; PATEL, P. C.; ZANGOUEINEZHAD, A. The effect of environmental complexity and environmental dynamism on lean practices. **Journal of Operations Management**, v. 31, p. 193-212, 2013. Disponível em: <[doi:10.1016/j.jom.2013.03.002](https://doi.org/10.1016/j.jom.2013.03.002)>.
- AZIZ, R. F.; HAFEZ, S. M. Applying lean thinking in construction and performance improvement. **Alexandria Engineering Journal**, v. 52, n. 4, p. 679-695, 2013. Disponível em: <[doi:10.1016/j.aej.2013.04.008](https://doi.org/10.1016/j.aej.2013.04.008)>.
- BARI, N. A. A.; JAAPAR, A.; MARHANI M. A. Lean Construction: Towards enhancing sustainable construction in Malaysia. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, Vol. 68, pp. 87-98, 2012. Disponível em: <[doi: 10.1016/j.sbspro.2012.12.209](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.12.209)>.
- BARI, N. A. A.; JAAPAR, A.; MARHANI M. A.; ZAWAWI, M. Sustainability Through Lean Construction Approach: A Literature Review. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 101, p. 90-99, 2013. Disponível em: <[doi:10.1016/j.sbspro.2013.07.182](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.07.182)>.
- BHATTI, R. S.; JAIN, A.; SINGH, H. OEE enhancement in SMEs through mobile maintenance: a TPM concept. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 32, n.5, p. 503-516, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/IJQRM-05-2013-0088>>
- BELL, C. J.; KNECHTGES, P.; NAGY, P. Utilizing the 5S Methodology for Radiology Workstation Design: Applying Lean Process Improvement Methods. **Journal of the American College of Radiology**, v.10, p. 633-634, 2013. Disponível em: <[doi:10.1016/j.jacr.2013.05.001](https://doi.org/10.1016/j.jacr.2013.05.001)>.

BIDO, D. S.; RINGLE, C. M.; SILVA, D. Modelagem de Equações Estruturais com Utilização do SmartPLS. **Revista Brasileira de Marketing**, v.13, p. 56-73, 2014. Disponível em: <doi:10.5585/remark.v13i2.2717>.

BOSCH-SIJTSEMA, P. M.; TJELL, J. Visual Management in Mid-sized Construction Design Projects. **Procedia Economics and Finance**, v. 21, p. 193-200, 2015. Disponível em: <doi:10.1016/S2212-5671(15)00167-7>.

BÜYÜKÖZKAN G., KAYAKUTLU G., KARAKADILAR I. S. Assessment of lean manufacturing effect on business performance using Bayesian Belief Networks. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 19, p. 6539-6551, 2015. Disponível em: <http://doi:10.1016/j.eswa.2015.04.016>.

CHIARINI, A. Japanese total quality control, TQM, Deming's system of profound knowledge, BPR, Lean and Six Sigma. **International Journal of Lean Six Sigma**, v.2, n.4, p. 332-355, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1108/20401461111189425>

COOPER, M.; LIEBENGOD, S. M.; NAGY, P. Going to the Gemba: Identifying Opportunities for Improvement in Radiology. **Journal of the American College of Radiology**, v.10, p. 977-979. 2013. Disponível em: <http://doi:10.1016/j.jacr.2013.08.016>.

COSTANTINO, N.; DOTOLI, M.; EPICOCO, N.; FALAGARIO, M.; TURCHIANO, B. An integrated approach for warehouse analysis and optimization: A case study. **Computers in Industry**, v. 70, p. 56-69, 2014. Disponível em: <doi:10.1016/j.compind.2014.12.004>.

DEIF, A. M., ELMARAGHY, H. Cost performance dynamics in lean production leveling. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 33, n. 3, jun. 2014. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmsy.2014.05.010>.

DEVADASAN, S. R.; SUNIL, D. T.; THILAK, V. M. M.; VINOD, M. Six Sigma through Poka-Yoke: a navigation through literature arena. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, 2015. Disponível em: <doi:10.1007/s00170-015-7217-9>.

DEYONG, C. F.; WATSON, G. H. Design for Six Sigma: caveat emptor. **International Journal of Lean Six Sigma**, v.1, n.1 pp. 66-84, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1108/20401461011033176>

DOMÍNGUEZ, M.; ESPINOSA, M. M.; JIMÉNEZ, M.; ROMERO, L.; 5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. **Safety Science**, v. 78, p. 163-172, 2015. Disponível em: <doi:10.1016/j.ssci.2015.04.022>.

ELLEKJÆR, M.R.; FÆRGESTAD, E. M.; MEVIK, B-H.; NÆS, T. Using raw material measurements in robust process optimization. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, v. 55, p. 133-145, 2001. Disponível em: <doi:10.1016/S0169-7439(01)00100-9>.

FIESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Construção cresce menos do que a economia como um todo em 2013**, março de 2014. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/construcao-noticias/construcao-cresce-menos-do-que-a-economia-como-um-todo-em-2013/>>. Acesso em: 25 mai. 2015.

FILHO, M. G.; JUNIOR, M. L. Variations of the kanban system: Literature review and classification. **International Journal of Production Economics**, v.125, n.1, p.13-21, 2010. Disponível em: <doi:10.1016/j.ijpe.2010.01.009>

FOUND, P. et al. **Staying Lean**: thriving, not just surviving. 2008. 99 f. Artigo – Bussines Technology Center, Cardiff University, Cardiff, 2008. Disponível em: <http://www.leanenterprise.org.uk/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=94&Itemid=3>.

FULLERTON, R. R.; KENNEDY, F. A.; WIDENER, S. K. Lean manufacturing and firm performance: The incremental contribution of lean management accounting practices **Journal of Operations Management**, EUA, v. 32, p. 414-428, 2014. Disponível em: <<http://doi:10.1016/j.jom.2014.09.002>>.

GENAIDY, A.; PAEZ, O.; SALEM, S.; SOLOMON, J. Moving from lean manufacturing to lean construction: Toward a common sociotechnological framework. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries**, v. 15, p. 233-245, 2005. Disponível em: <doi:10.1002/hfm.20023>.

GIL, A. C. Como classificar as pesquisas? In: ____ **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010. p. 25-43.

GOULDING, J.; OGUNBIYI, O.; OLADAPO, A. An empirical study of the impact of lean construction techniques on sustainable construction in the UK. **Construction Innovation**, v. 14, p. 88-107, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/CI-08-2012-0045>>.

GROUT, J. R.; TOUSSAINT, J. S. Mistake-proofing healthcare: Why stopping processes may be a good start. **Business Horizons**, v. 53, n.2, p. 149-156, 2010. Disponível em: <doi:10.1016/j.bushor.2009.10.007>

HONG, P.; HONG, S. W.; PARK, K.; ROH, J. J. Evolving benchmarking practices: a review for research perspectives. **Benchmarking: An International Journal**, v.19, n.4/5, p.444-462, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/14635771211257945>>

HAIR JR, J. F.; HOPKINS, L.; KUPPELWIESER V. G.; SARSTEDT, M.; Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM), **European Business Review**, v. 26 n.2 p. 106 – 121, 2014. Disponível em <dx.doi.org/10.1108/EBR-10-2013-0128>

HOU, C-L.; KUO, Y.; YANG, T.; SU, C-T. Lean production system design for fishing net manufacturing using lean principles and simulation optimization **Journal of Manufacturing Systems**, v. 34 p. 66-73, 2015. Disponível em: <[doi:10.1016/j.jmsy.2014.11.010](https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2014.11.010)>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PAIC - Pesquisa anual da indústria da construção**, 2013. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=754>>. Acesso em: 25 de mai. 2015.

INTRA, C.; ZAHN, T. Transformation-Waves – A Brick for a Powerful and Holistic Continuous Improvement Process of a Lean Production System. **Procedia CIRP**, v. 14, p. 582-587, 2014. Disponível em: <[doi:10.1016/j.procir.2014.01.097](https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.097)>.

ISSA, U. H. Implementation of lean construction techniques for minimizing the risks effect on project construction time. **Alexandria Engineering Journal**, v. 52, p. 697-704, 2013. Disponível em: <[doi:10.1016/j.aej.2013.07.003](https://doi.org/10.1016/j.aej.2013.07.003)>.

JASTI, N. V.; SHARMA, A. Lean manufacturing implementation using value stream mapping as a tool. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 5, p. 89-116, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/IJLSS-04-2012-0002>>.

JOHANSEN, A.; RAALTE, V. S.; STORDAL, K. B.; ZIDANE, Y. J-T. Barriers and Challenges in Employing of Concurrent Engineering within the Norwegian Construction Projects. **Procedia Economics and Finance**, v. 21, p. 494-501, 2015. Disponível em: <[doi:10.1016/S2212-5671\(15\)00204-X](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00204-X)>.

KAMHAWI, E. M. Knowledge management fishbone: a standard framework of organizational enablers. **Journal of Knowledge Management**, v. 16, n. 5, p 808-828, 2012. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1108/13673271211262826>>.

KAUSEK, J. **OHSAS 18001 Designing and Implementing an Effective Health and Safety Management System**. Lanham: The Rowmanand Little eld Publishing Group, 2007. 162 p.

KIMSEY, D. B. Lean Methodology in Health Care. **AORN Journal**, v. 92, p. 53-60, 2010. Disponível em: <[doi:10.1016/j.aorn.2010.01.015](https://doi.org/10.1016/j.aorn.2010.01.015)>.

LAKATOS E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos da metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2008.

LCI - Lean Construction Institute. **What is Lean Design & Construction**, 2015. Disponível em: <<http://www.leanconstruction.org/about-us/what-is-lean-construction/>>. Acesso em 03 jun. 2015.

LOPES, I.; SOUZA, S.; TEIXEIRA, H. N. Prioritizing quality problems in SMEs: a methodology. *The TQM Journal*, Braga, v. 27, n. 1, p. 2-21, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/TQM-12-2012-0107>>

LOW, J. S. C.; NG, R.; SONG, B. Integrating and implementing Lean and Green practices based on proposition of Carbon-Value Efficiency metric. **Journal of Cleaner Production**, v. 95, p. 242-255, 2015. Disponível em: <[doi:10.1016/j.jclepro.2015.02.043](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.043)>.

MATT, D. T.; RAUCH, E. Implementation of Lean Production in Small Sized Enterprises. **Procedia CIRP**, Italia, v.12, p. 420-425, 2013. Disponível em: <[doi:10.1016/j.procir.2013.09.072](https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.09.072)>. Acesso em: 10 mai. 2015.

MUKHTAR, M.; SULAIMAN, R.; WAHAB, A. N. A. A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. **Procedia Technology**, v. 11, p. 1292-1298, 2013. Disponível em: <<http://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.327>>.

MYSZEWSKI, J. M. On improvement story by 5 whys. **The TQM Journal**, v. 25, n. 4, p. 371-383, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/17542731311314863>>.

PHENG, L. S.; SHANG, G. Understanding the application of Kaizen methods in construction firms in China. **Journal of Technology Management in China**, v.8, n.1, p. 18-33, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/JTMC-03-2013-0018>>.

PHENG, L. S.; SHANG, G. Barriers to lean implementation in the construction industry in China. **Journal of Technology Management in China**, v.9, p. 155-173, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/JTMC-12-2013-0043>>.

PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat. **Apresentação**. Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp_apresentacao.php>. Acesso em: 28 de abr. 2015.

PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat. **Regimento do SiAC - Especialidade Técnica Execução de Obras**. 2012. Disponível em: < http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_siacy.php>. Acesso em: 28 de abr. 2015.

PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat. **Referencial Normativo Nível “A” do SiAC Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil**. 2012. Disponível em: < http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_siacy.php>. Acesso em: 28 de abr. 2015.

QUALIHAB - Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo. **Apresentação**. Disponível em: <<http://www.cdhu.sp.gov.br/producao-new/qualihab-apresentacao.asp>>. Acesso em: 28 abr. 2015.

QUALIHAB - Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo. **Regimento de Qualificação de Sistemas do Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo**, 2003. Disponível em: <<http://www.cdhu.sp.gov.br/download/qualihab/regimento-qualificacao.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2015.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Anuário do trabalho na micro e pequena empresa 2014**, 2015. Disponível em: < <http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anuario-do%20trabalho-na%20micro-e-pequena%20empresa-2014.pdf>>

SINDUSCON-SP - Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo. **ConstruCarta**, n. 573, maio de 2015. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/downloads/economia/573_Nivel_Atividades.pdf>. Acesso em: 25 de mai. 2015.

SINGH, J.; SINGH, H. Continuous improvement approach: state-of-art review and future Implications. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 3, n. 2, p 88-111, 2012. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1108/20401461211243694>>

VALLE, S.; VÁZQUEZ-BUESTELO, D. Concurrent engineering performance: Incremental versus radical innovation. **International Journal of Production Economics**, v.119, n. 1, p. 136-148, 2009. Disponível em: <[doi:10.1016/j.ijpe.2009.02.002](https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.02.002)>

GLOSSÁRIO

Conceitos Enxutos. Todo e qualquer princípio, conceito e ideia que condiz com a Produção e Construção Enxuta.

Construto. É um conjunto de itens que determinam certo tópico abordado no Modelo Estrutural. É formada por diversas variáveis observáveis.

Ferramentas Enxutas. Refere-se aos sistemas, métodos, ferramentas e ações por meio das quais se aplicam os Conceitos Enxutos.

Gerenciamento Enxuto. Sistema de gestão baseado na Produção Enxuta.

Pensamento Enxuto. Toda ideia condizente aos Princípios Enxutos.

Princípios Enxutos. Ideias principais que moldam a Produção Enxuta.

Sistema Enxuto. Aplicação sistemática das Ferramentas Enxutas.

Variável observada. Variável medida diretamente em campo.

Variável Latente. É o construto do Modelo Estrutural e é medido indiretamente pelas variáveis observadas.

APÊNDICE A – Questionário enviado às construtoras

Prezado,

Solicitamos responder as questões abaixo com base na realidade da sua empresa no sentido de contribuir com uma pesquisa por mim coordenada. Todos os dados serão tratados agrupadamente. Garantimos o sigilo do respondente e da empresa.

Obrigado,

Prof. Otavio J. Oliveira e Graduando Leonardo Silva Arakawa – FEG/UNESP

Caracterização da empresa e do respondente

Cargo do respondente:

() CEO / Presidente; () Gerente; () Diretor; () Engenheiro (de obras ou de projetos);

Setor de atividade da empresa (selecione até duas opções que mais se aproximam da atividade principal da empresa):

() Construção Leve (casas e edifícios); () Construção Pesada (obras de infraestrutura);
() Gerenciamento e projetos; () Incorporadora;
() Manutenção; () Sistemas Prediais (Instalações elétricas, hidráulicas e outras);

Ano de Fundação: _____

Número de funcionários (mesmo que seja aproximado): _____

A empresa possui certificação PBQP-H?

() Não. () Sim. Ano da primeira certificação: _____

A empresa possui certificação QUALIHAB?

() Não. () Sim. Ano da primeira certificação: _____

A empresa possui certificação ISO 9001?

() Não. () Sim. Ano da primeira certificação: _____

Questões (favor assinalar o grau de concordância ou discordância das afirmações em relação à realidade da sua empresa)

1. A empresa tem um sistema estruturado, sistemático, ordenado e padronizado da manutenção da limpeza e organização dos canteiros de obras.
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente
2. A empresa tem um sistema estruturado, sistemático, ordenado e padronizado da manutenção da limpeza e organização nos escritórios.
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente
3. A empresa segue rigidamente alguma norma referente à segurança e saúde dos trabalhadores (por exemplo: NR-18 - PCMAT, OHSAS 18001).
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente
4. A empresa sempre realiza o planejamento do layout do canteiro, projetos executivos e cronogramas antes do início da obra.
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente
5. A empresa realiza seus projetos conforme a necessidade do cliente e seguindo a demanda existente (utilização de produção puxada, pull planning, produção ritmada e tempo TAKT).
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente
6. A empresa divide as atividades em diversas frentes (equipes) de trabalho e faz programações de curto prazo e listagem das metas diárias de produção.
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente
7. A empresa faz uma análise estruturada e periódica das atividades essenciais à construção e quais atividades podem ser descartadas ou modificadas para se obter um melhor desempenho.
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente
8. A empresa busca relações e contratos de longo prazo, troca de facilidades e colaboração com seus fornecedores e com empresas que lhe prestam serviços terceirizados.
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente
9. A empresa planeja, executa, avalia e ajusta o planejamento de suas atividades de modo sistemático e estruturado.
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente
10. A alta gerência, arquitetos e engenheiros projetistas possuem contato frequente e intenso com o canteiro de obras como forma de avaliar a execução das atividades, identificar problemas e desperdícios e motivar os operários (serventes, pedreiros, mestre de obras e outros).
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente

11. São realizadas reuniões periódicas (diárias ou semanais) em conjunto, incluindo arquitetos, projetistas, engenheiro de obra, fornecedores e demais funcionários (pedreiros, mestre de obras) envolvidos no empreendimento, no projeto e na obra como forma de discutir e solucionar problemas e de se realizar planejamentos.
- () Discordo totalmente () Discordo parcialmente () Indiferente () Concordo Parcialmente () Concordo totalmente
12. A empresa tem um sistema estruturado de auto-avaliação do seu desempenho e processos. Todos os funcionários são avaliados periodicamente por seus pares de trabalho, superiores e subordinados de modo estruturado.
- () Discordo totalmente () Discordo parcialmente () Indiferente () Concordo Parcialmente () Concordo totalmente
13. A empresa divulga informações operacionais das obras e projetos de modo fácil, acessível e transparente a todos os funcionários (incluindo pedreiros, serventes e mestre-de-obras) conforme a necessidade. Utilizam-se gráficos, tabelas, quadros e cronogramas.
- () Discordo totalmente () Discordo parcialmente () Indiferente () Concordo Parcialmente () Concordo totalmente
14. A empresa utiliza um sistema padronizado de identificação de materiais e ferramentas na obra.
- () Discordo totalmente () Discordo parcialmente () Indiferente () Concordo Parcialmente () Concordo totalmente
15. A empresa utiliza cartazes e folders dentro dos escritórios e das obras como forma de divulgar, de modo sucinto, os planejamentos, metas, resultados e responsabilidades de funcionários, engenheiros e gestores.
- () Discordo totalmente () Discordo parcialmente () Indiferente () Concordo Parcialmente () Concordo totalmente
16. A empresa faz representações visuais das diversas atividades futuras e dos processos de produção realizados (relacionados ao projeto e execução), identificando atividades essenciais, necessárias e aquelas que podem ser descartadas.
- () Discordo totalmente () Discordo parcialmente () Indiferente () Concordo Parcialmente () Concordo totalmente
17. As obras possuem sinalização sistemática, precisa e adequada que facilite a execução das atividades no canteiro de obras e previna acidentes.
- () Discordo totalmente () Discordo parcialmente () Indiferente () Concordo Parcialmente () Concordo totalmente
18. É realizada aferição das máquinas e ferramentas de trabalho de forma estruturada, periódica e planejada pela empresa, verificando se estão se tomando os cuidados necessários para sua armazenagem, locação, para seu correto funcionamento e para a utilização pelos trabalhadores.
- () Discordo totalmente () Discordo parcialmente () Indiferente () Concordo Parcialmente () Concordo totalmente
19. Os operários (pedreiros, serventes e mestre de obras) têm autonomia e são incentivados para sugerir ideias de melhorias.
- () Discordo totalmente () Discordo parcialmente () Indiferente () Concordo Parcialmente () Concordo totalmente
20. Os operários são treinados, têm autonomia e são incentivados para realizar manutenções e aferições de ferramentas e máquinas necessárias ao seu trabalho.
- () Discordo totalmente () Discordo parcialmente () Indiferente () Concordo Parcialmente () Concordo totalmente

21. A empresa tem um método sistêmico e estruturado para resolução de problemas gerais relacionados à obra (por exemplo: “método espinha de peixe” ou “Ishikawa”, “5W1H”, “5 porquês”) e posterior documentação das soluções e medidas tomadas.
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente
22. Os operários utilizam gabaritos, dispositivos de alerta e outros recursos que evitam erros de manuseio e de execução das atividades.
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente
23. A empresa concorre no mercado principalmente via custos (menores preços que seus concorrentes).
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente
24. A empresa concorre no mercado principalmente via qualidade (produtos e serviços melhores que os concorrentes).
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente
25. A empresa concorre no mercado principalmente via prazo (tempos menores de entrega que seus concorrentes).
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente
26. A empresa concorre no mercado principalmente via flexibilidade (facilidade para mudanças nos projetos e nos planejamento e/ou variações no prazo de entrega).
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente
27. A empresa concorre no mercado principalmente via confiabilidade de seus serviços, obras e empreendimentos.
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente
28. A empresa possui excelente desempenho financeiro se comparada com seus concorrentes.
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente
29. A empresa tem aumentado expressivamente sua participação no mercado nos últimos 5 anos.
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente
30. A empresa possui uma excelente imagem no mercado.
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente
31. A empresa é vista como inovadora se comparada com seus concorrentes.
(☐) Discordo totalmente (☐) Discordo parcialmente (☐) Indiferente (☐) Concordo Parcialmente (☐) Concordo totalmente

APÊNDICE B – Distribuição das respostas ao questionário

Nº do respondente	Setor de atividade da empresa	Ano de Fundação	Número de funcionários
1	Construção Leve; Incorporadora;	1993	5
2	Construção Leve; Incorporadora;	2009	30
3	Construção Leve; Incorporadora;	1989	15
4	Construção Leve;	1956	66
5	Construção Leve; Incorporadora;	1990	18
6	Construção Leve;	2009	250
7	Construção Leve;	2012	260
8	Construção Leve;	2006	120
9	Construção Leve; Incorporadora;	2008	50
10	Construção Leve; Incorporadora;	1993	120
11	Construção Leve; Incorporadora;	1976	10
12	Construção Leve; Incorporadora;	1985	100
13	Construção Leve;	1950	50
14	Construção Leve; Construção Pesada;	1991	60
15	Construção Leve;	1986	55
16	Construção Leve; Construção Pesada;	1997	48
17	Construção Pesada;	1992	1077
18	Incorporadora;	2001	150
19	Construção Leve;	1988	18
20	Construção Leve; Incorporadora;	2009	5
21	Construção Leve; Incorporadora;	1995	50
22	Construção Leve; Incorporadora;	2008	60
23	Construção Leve;	2009	50
24	Construção Leve;	2004	13
25	Construção Leve; Incorporadora;	1995	220
26	Construção Leve; Incorporadora;	2008	20
27	Construção Leve; Incorporadora;	1990	400
28	Construção Leve; Incorporadora;	2011	5
29	Construção Leve;	2003	50
30	Construção Leve;	2010	150
31	Construção Leve; Incorporadora;	1998	42
32	Construção Leve; Incorporadora;	2009	14
33	Construção Leve; Incorporadora;	2001	200
34	Construção Leve;	1991	396
35	Construção Leve;	1998	200
36	Construção Leve; Construção Pesada;	1976	120
37	Construção Leve;	1979	257
38	Incorporadora;	1983	53
39	Construção Pesada;	1988	200
40	Construção Leve;	2003	18
41	Construção Leve;	2005	6
42	Construção Leve; Incorporadora;	1976	60
43	Construção Leve;	2002	80
44	Construção Leve; Incorporadora;	1993	20
45	Construção Leve; Incorporadora;	2005	20
46	Construção Leve;	2008	5
47	Construção Leve; Incorporadora;	2005	18
48	Construção Leve;	1993	348
49	Construção Leve; Incorporadora;	2005	232
50	Construção Leve;	2011	40
51	Construção Leve; Incorporadora;	1977	7
52	Construção Leve; Construção Pesada;	1983	3000
53	Construção Leve;	1962	340

Nº do respondente	A empresa possui certificação PBQP-H?	Ano da primeira certificação PBQP-H	A empresa possui certificação QUALIHAB?	Ano da primeira certificação QUALIHAB	A empresa possui certificação ISO 9001?	Ano da primeira certificação ISO 9001:
1	Sim	2012	Sim	2012	Não	-
2	Sim	2012	Não	-	Sim	2013
3	Sim	2015	Não	-	Sim	2015
4	Sim	2001	Não	-	Sim	2006
5	Sim	2015	Não	-	Não	-
6	Sim	2011	Não	-	Sim	2011
7	Sim	2014	Não	-	Sim	2014
8	Sim	2014	Sim	2014	Sim	2014
9	Sim	2012	Não	-	Sim	2012
10	Sim	1999	Não	-	Sim	2010
11	Sim	1997	Sim	1997	Sim	1997
12	Sim	2001	Não	-	Sim	2001
13	Sim	2014	Não	-	Sim	2014
14	Sim	-	Não	-	Sim	-
15	Sim	2010	Sim	2010	Sim	2010
16	Sim	2015	Não	-	Não	-
17	Sim	2013	Não	-	Sim	2010
18	Sim	2006	Não	-	Sim	2006
19	Sim	2001	Não	-	Não	-
20	Sim	2015	Não	-	Sim	2015
21	Sim	-	Sim	-	Sim	-
22	Sim	2013	Não	-	Sim	2013
23	Sim	2015	Não	-	Sim	2015
24	Sim	2012	Não	-	Não	-
25	Sim	2003	Não	-	Sim	2003
26	Sim	2015	Não	-	Não	-
27	Sim	2001	Sim	2001	Sim	2001
28	Sim	2015	Não	-	Não	-
29	Sim	2010	Não	-	Sim	2010
30	Sim	2015	Não	-	Não	-
31	Sim	2011	Não	-	Não	-
32	Sim	2012	Não	-	Sim	2013
33	Sim	-	Sim	-	Sim	-
34	Sim	2009	Não	-	Sim	2009
35	Sim	2007	Não	-	Não	-
36	Sim	2008	Não	-	Sim	2008
37	Sim	2011	Não	-	Sim	2011
38	Sim	2002	Não	-	Não	-
39	Sim	2005	Não	-	Sim	2005
40	Sim	2010	Não	-	Sim	2012
41	Sim	2013	Não	-	Sim	2013
42	Sim	2009	Não	-	Sim	2009
43	Sim	2015	Não	-	Sim	2015
44	Sim	2015	Sim	2015	Sim	2015
45	Sim	2015	Não	-	Sim	2015
46	Sim	2014	Não	-	Não	-
47	Sim	2014	Não	-	Sim	2015
48	Sim	2010	Sim	2010	Sim	2010
49	Sim	2011	Não	-	Sim	2011
50	Sim	2014	Não	-	Sim	2014
51	Sim	2013	Não	-	Sim	2013
52	Sim	2007	Sim	2003	Sim	2007
53	Sim	2008	Não	-	Sim	2008

Nº do respondente	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28	Q29	Q30	Q31
1	4	4	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	5	4	5	5	4	4	5	4
2	5	4	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	2	4	4	4	2	2	2	1	4	3	5	4	3
3	4	4	5	5	2	3	3	5	4	4	4	2	5	4	1	3	5	5	3	2	1	4	5	4	4	4	5	4	5	4	2
4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	2	4	4	2	4	5	5	3	3	2	4	4	5	5	4	4	3	5	5	4
5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	3	4	3
6	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	3	3	5	4	4	5	5	4	5	3	3	2	5	4	3	5	5	5	5	5
7	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4
8	2	4	4	2	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5	5	2	5	4	5	2	5	4	5	5	5	4	4	4	4	5	5
9	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	1	4	2	2	5	5	1	5	4	5	5	5
10	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	1	1	5	2	3	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	4
11	4	3	5	4	4	3	4	3	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	3	4	5	3	5	5	5
12	4	4	5	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2	5	5	5	4	5	2	1	4	4	4	4	2	4	2	4	4	4	4
13	4	5	4	4	4	2	4	5	4	2	4	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5
14	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	3	5	4	5	5
15	3	4	4	2	4	4	3	4	3	4	4	2	3	4	2	2	4	4	5	2	4	2	4	2	4	2	4	1	4	4	3
16	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4	2	2	3	1	1	2	4	5	3	1	2	5	5	5	4	5	4	5	5	4
17	4	5	4	4	5	4	3	5	3	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	5	4	5	5	5	4	5	4
18	4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4	5	4	3	4	5	3	5	4	4	4	4	4	4	4	3
19	5	4	5	5	4	2	4	3	5	4	2	4	2	5	4	4	5	5	4	5	2	5	2	5	1	1	5	2	2	4	2
20	3	4	5	4	4	2	1	4	4	5	2	1	2	4	2	1	5	2	4	3	2	5	4	4	1	4	3	2	1	4	2
21	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	4
22	5	4	5	5	1	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	2	5	4	4	4	4	1	4	4	5	4	4
23	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	1	5	3	4	5	4	5	5	5
24	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	3	3	4	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	4	5	5	4
25	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4
26	4	4	5	5	3	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	4	5	4	2	4	4	5	5	4
27	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4
28	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
29	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
30	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4
31	5	5	5	4	3	4	4	5	5	5	4	4	4	5	3	3	5	5	5	5	5	5	4	5	4	3	5	5	5	5	5

(Continuação da Tabela da Página 72)

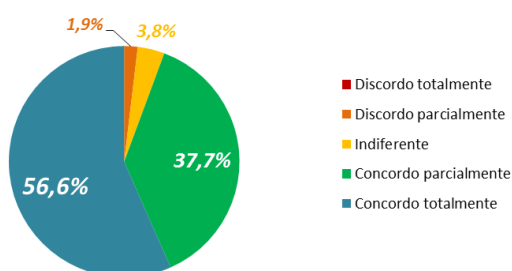
Nº do respondente	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24	Q25	Q26	Q27	Q28	Q29	Q30	Q31
32	5	5	5	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5
33	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3
34	5	5	5	5	3	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5
35	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
36	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5
37	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
38	5	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
39	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	4	5	3	5	4	4	5	3	5	5	3
40	4	5	4	3	1	4	4	5	4	4	5	4	4	5	1	1	4	4	4	3	2	3	5	4	5	2	5	5	3	5	5
41	5	5	5	5	3	5	4	5	5	5	4	3	5	4	5	5	5	5	4	3	3	5	1	5	1	2	5	4	4	5	4
42	4	3	4	5	4	5	4	4	5	5	4	3	5	5	5	4	5	5	3	5	4	4	2	5	5	1	5	4	3	5	2
43	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
44	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	1	5	4	5	5	4	4	5	5
45	4	4	5	5	4	5	4	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	2	4	3	2	4	3	3	4	3
46	4	4	4	5	4	3	4	5	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	1	3	3	4	3	4	4	3	4	3	3
47	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
48	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
49	4	4	4	4	2	4	4	5	4	4	4	2	4	4	5	4	4	2	4	2	1	3	4	2	2	4	4	2	4	3	2
50	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4	3	4	2	4	4	4	5	4	5	5	5
51	4	4	4	5	3	4	4	5	4	5	4	1	2	4	2	1	4	4	4	2	1	4	2	4	4	1	4	4	4	4	4
52	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4
53	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4	4	5	4	5	5	4	4	5	4

Legenda:

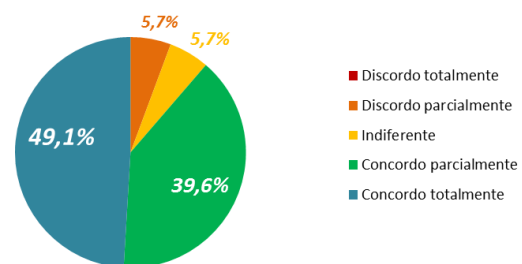
- 1-Discordo totalmente
- 2-Discordo parcialmente
- 3-Indiferente
- 4-Concordo Parcialmente
- 5-Concordo Totalmente

Distribuição gráfica das respostas às afirmativas Q1 a Q31

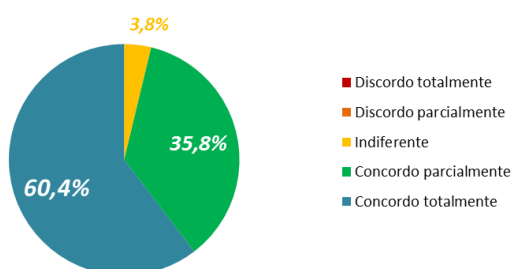
Q1 - Distribuição das Respostas



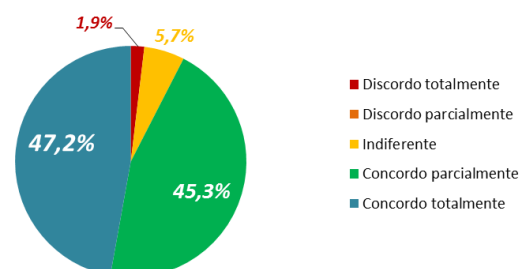
Q6 - Distribuição das Respostas



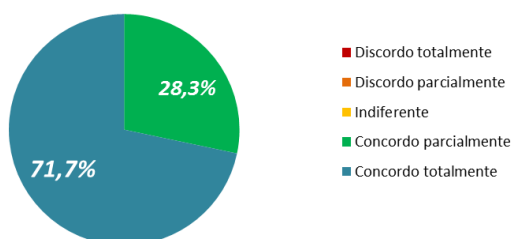
Q2 - Distribuição das Respostas



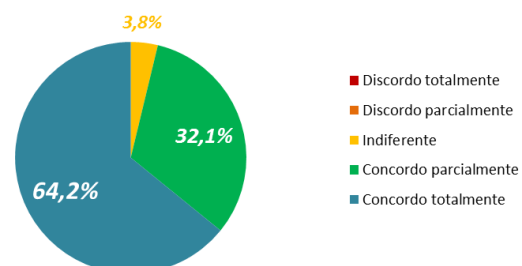
Q7 - Distribuição das Respostas



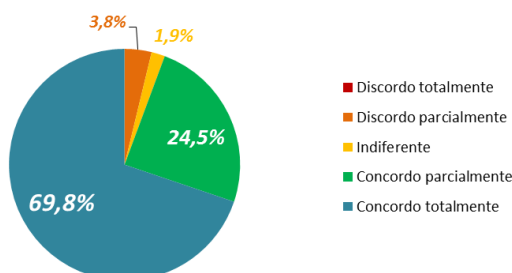
Q3 - Distribuição das Respostas



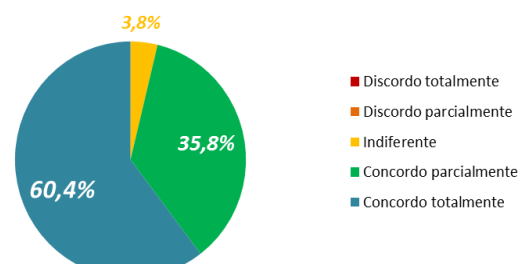
Q8 - Distribuição das Respostas



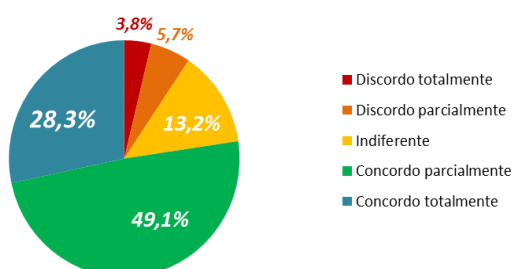
Q4 - Distribuição das Respostas



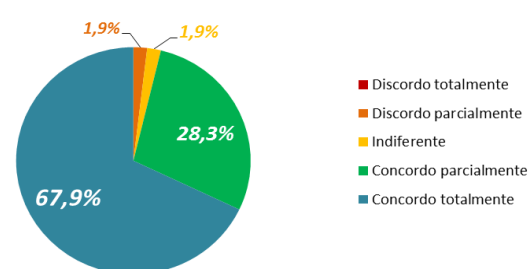
Q9 - Distribuição das Respostas



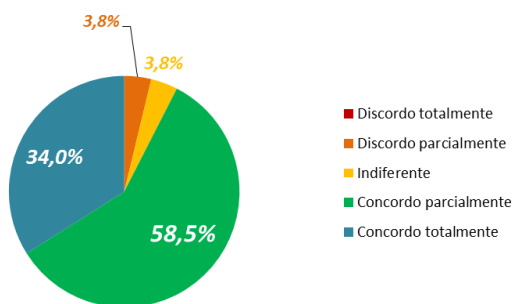
Q5 - Distribuição das Respostas



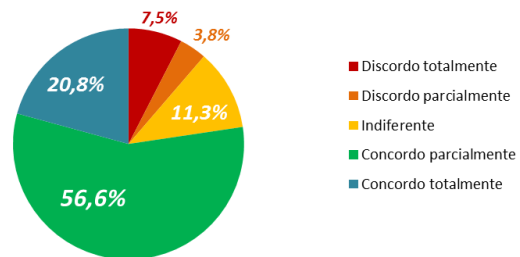
Q10 - Distribuição das Respostas



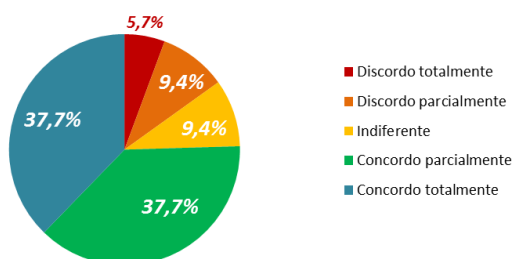
Q11 - Distribuição das Respostas



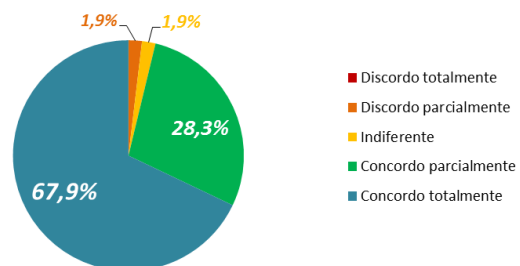
Q16 - Distribuição das Respostas



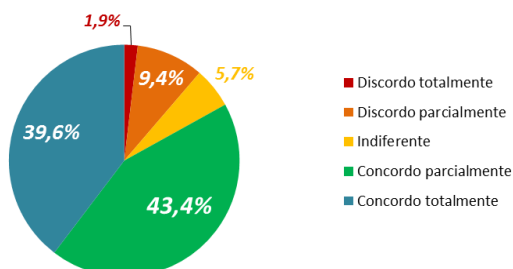
Q12 - Distribuição das Respostas



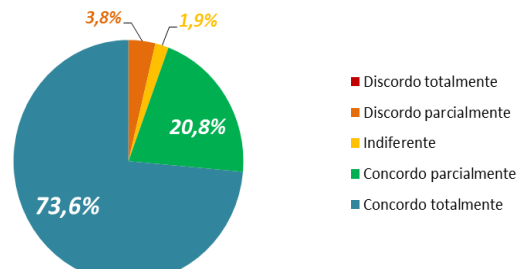
Q17 - Distribuição das Respostas



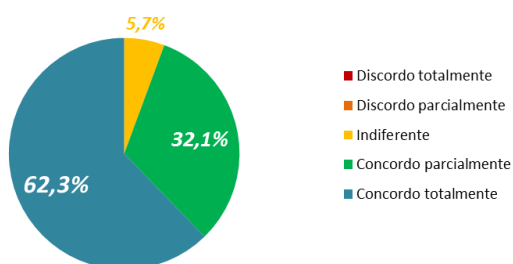
Q13 - Distribuição das Respostas



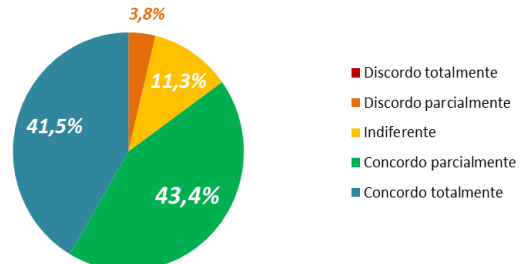
Q18 - Distribuição das Respostas



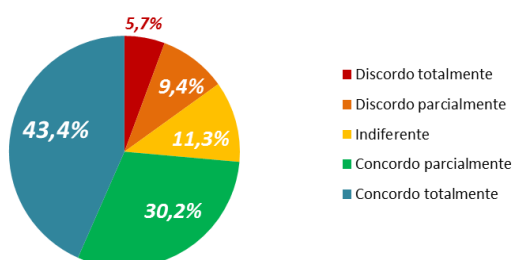
Q14 - Distribuição das Respostas



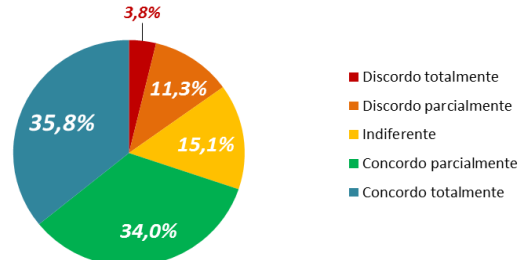
Q19 - Distribuição das Respostas



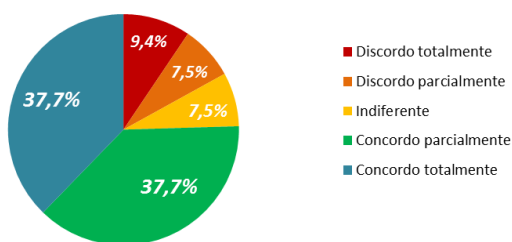
Q15 - Distribuição das Respostas



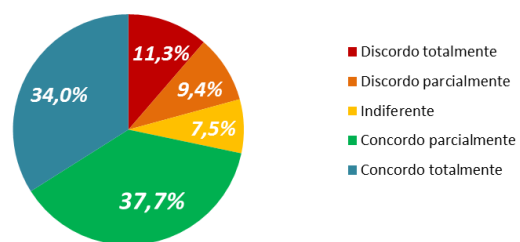
Q20 - Distribuição das Respostas



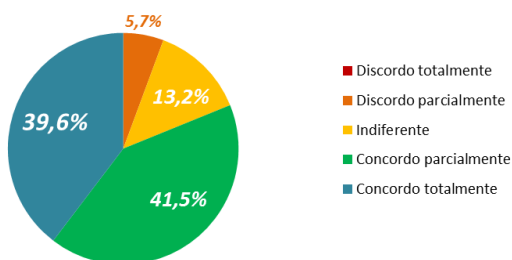
Q21 - Distribuição das Respostas



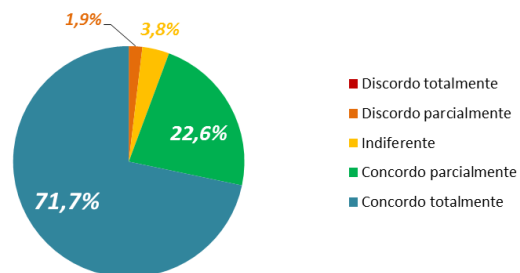
Q26 - Distribuição das Respostas



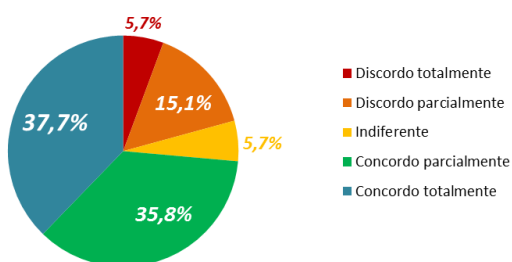
Q22 - Distribuição das Respostas



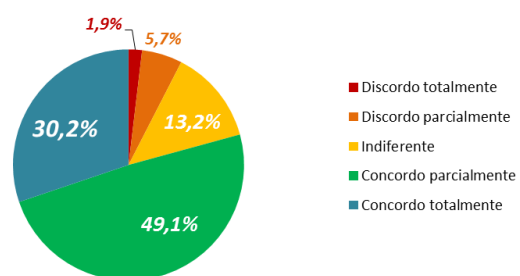
Q27 - Distribuição das Respostas



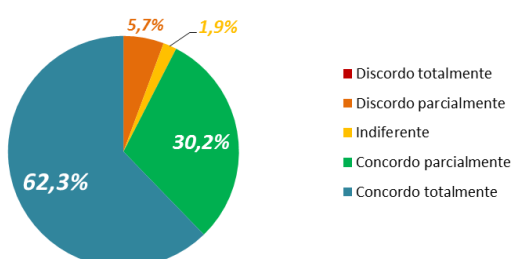
Q23 - Distribuição das Respostas



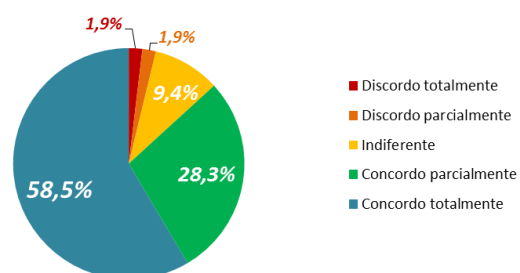
Q28 - Distribuição das Respostas



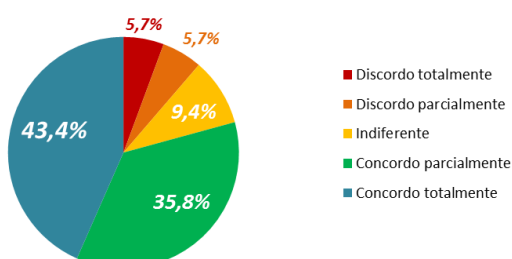
Q24 - Distribuição das Respostas



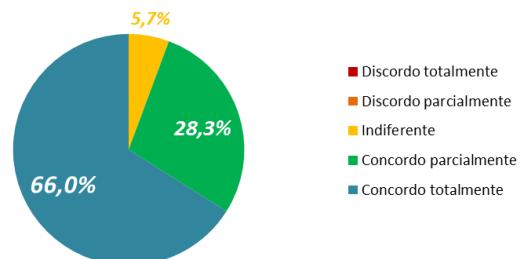
Q29 - Distribuição das Respostas



Q25 - Distribuição das Respostas



Q30 - Distribuição das Respostas



Q31 - Distribuição das Respostas