

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE CONSTRUÇÃO CIVIL - DACOC
I CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÃO ENXUTA**

JOÃO MARTINS PORTELINHA NETO

**ANÁLISE DA CORRELAÇÃO ENTRE O DESEMPENHO DOS
PROCESSOS E DO DESEMPENHO EM MEIO AMBIENTE, SAÚDE E
SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO CIVIL.**

MONOGRAFIA

CURITIBA

2015

JOÃO MARTINS PORTELINHA NETO

**ANÁLISE DA CORRELAÇÃO ENTRE O DESEMPENHO DOS PROCESSOS E DO
DESEMPENHO EM MEIO AMBIENTE, SAÚDE E SEGURANÇA NA
CONSTRUÇÃO CIVIL.**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Construção Enxuta, do Departamento de Construção Civil - DACOC, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Iarozinski Neto

CURITIBA

2015



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Curitiba

Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação - DIRPPG
Departamento de Construção Civil - DACOC
Especialização em Construção Enxuta



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DA CORRELAÇÃO ENTRE O DESEMPENHO DOS PROCESSOS E DO DESEMPENHO EM MEIO AMBIENTE, SAÚDE E SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO CIVIL.

por

JOÃO MARTINS PORTELINHA NETO

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Construção Enxuta, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

Prof. Dr. Alfredo Iarozinski Neto (orientador)
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Campus Curitiba.

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Campus Curitiba.

Profa. Dra. Clarice Farian de Lemos
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Campus Curitiba.

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso

AGRADECIMENTOS

Ser capaz de passar por esta fase importante de minha vida só foi possível com o apoio que recebi. Desde já peço desculpa àqueles que não estão aqui presentes, mas garanto que fazem parte do meu pensamento e têm minha gratidão.

Agradeço ao meu orientador, o Prof. Dr. Alfredo Iarozinski Neto, por todo o apoio e conhecimento.

Aos meus colegas de sala.

À minha família também gostaria de registrar o meu reconhecimento, pois sem o seu apoio muito dificilmente eu teria vencido este desafio.

RESUMO

PORTELINHA NETO, João Martins. Análise da correlação entre o desempenho dos processos e do desempenho em meio ambiente, saúde e segurança na Construção Civil. 2015. 33. Monografia (Especialização em Construção Enxuta) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

Duas questões de relevância são frequentemente abordadas quando se busca estudar a construção civil: a sustentabilidade; e a necessidade de se aumentar a produtividade no setor. No entanto, poucos são os estudos que buscam associá-las. A questão da sustentabilidade é relevante para o setor, uma vez que este é o que mais consome recursos naturais no mundo, é também o que mais gera resíduos, e conseqüentemente é um dos que mais gera impactos ao meio ambiente e às pessoas. No que se refere à produtividade, a baixa eficiência do setor quando comparado à outros setores da indústria também chama a atenção. O elevado nível de desperdício é consequência disto. Portanto, ao buscar o aumento da produtividade na construção civil, como consequência, outros impactos serão sentidos, uma vez que a redução dos desperdícios resultará na redução do consumo de recursos naturais, bem como na redução da geração de resíduos. Dentro do tema do aumento da produtividade e redução de desperdícios na construção civil destaca-se filosofia surgida na indústria automobilística japonesa e adaptada para o setor, conhecida como Lean Construction, ou Construção Enxuta. Este trabalho tem por objetivo avaliar se há correlação entre empresas que investem em meio ambiente, saúde e segurança, e empresas que possuem elevado nível de desenvolvimento de seus processos de acordo com a filosofia do Pensamento Enxuto. Para tanto foi avaliado o resultado de um questionário aplicado à pessoas que atuam em empresas da construção civil, ou que prestam serviço à empresas do ramo, avaliando a correlação de duas questões que abordam meio ambiente, saúde e segurança com questões que avaliam o nível de desenvolvimento dos processos na empresa. De acordo com o resultado, entre as empresas analisadas, as que mais investem em meio ambiente, saúde e segurança tiveram uma correlação de moderada à alta em 94% das questões em que o desempenho dos processos também foi elevado.

Palavras-chave: Construção civil. *Lean Construction*. Construção Enxuta. Sustentabilidade.

ABSTRACT

PORTELINHA NETO, João Martins. **Correlation analysis between the processes performance and environment, health and safety performance on the construction industry.** 2015. 33. Monografia (Especialização em Construção Enxuta) - Federal Technology University - Parana. Curitiba, 2015.

Two relevant issues are frequently addressed when it comes to studying the construction industry: sustainability, and the necessity of enhancing the productivity. However, few studies associate both issues. The matter of sustainability is important when it comes to the construction industry because it is the main consumer of natural resources, it is also the main generator of waste, and therefore one of the human activities that most impacts the environment and the people's life. On the matter of productivity, the low efficiency of the sector when compared to other industry sectors is also relevant. And the high level of waste is a consequence of the low efficiency. Thus, on the quest for higher productivity levels, other impacts may be felt, such as the decrease of waste production, and the reduction on the consumption of natural resources, which may reduce the pressures on the environment. Within the improvement of the productivity and reduction of waste by the construction industry, the philosophy of Lean Construction emerges. This work aims to analyze the correlation between the results on the theme of Environment, Health and Safety (EHS) and the high development levels on the processes of the construction industry within the companies analyzed. Therefore, the results of a survey applied to people who work on the construction industry, or companies that work for this industry sector, were assayed, analyzing the correlation of two questions related to EHS and questions related to the development level of the company processes. According to the results, among the companies analyzed, 94% of the questions have a moderate or high correlation on investing on EHS and high development of processes..

Keywords: Construction industry. Lean Construction. Sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 - Questões classificadas de acordo com os 5 Princípios do Pensamento Enxuto.	22
Gráfico 2 - Quantidade de correlações (se pequena, moderada ou alta) com a questão 86 "Avaliação dos Impactos Ambientais".....	26
Gráfico 3 - Quantidade de correções (se pequena, moderada ou alta) com a questão 87 "Desenvolvimento de Programa de Saúde e Meio Ambiente.....	27
Gráfico 4 – Porcentagem das questões separadas por Princípio da Mentalidade Enxuta que estão correlacionadas com a questão 86 "Avaliação dos Impactos Ambientais".	28
Gráfico 5 - Porcentagem das questões separadas por Princípio da Mentalidade Enxuta que estão correlacionadas com a questão 87 "Desenvolvimento de Programa de Saúde e Meio Ambiente".....	28
Quadro 1 - Os cinco princípios do pensamento enxuto.....	14
Quadro 2 - Técnicas de amostragem	19
Quadro 3 - Escala de classificação da efetividade dos processos utilizada no questionário.....	20

LISTA SIGLAS

CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PCF	<i>Process Classification Framework</i>
PIB	Produto Interno Bruto
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	18
4 RESULTADOS	22
5 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

A discussão quanto aos impactos no ambiente causados pelo setor da construção civil no Brasil e no mundo é justificada pelos números levantados por diversos estudos que colocam o setor como o maior consumidor de recursos naturais, e também como maior gerador de resíduos do mundo.

Apesar de os programas de melhoria da qualidade terem sido amplamente difundidos nas empresas do setor da construção civil (Maldaner, 2003), o setor é caracterizado por um elevado índice de desperdícios de material e de mão de obra, além da baixa produtividade (BERNARDES, et. al., 1998; COSTA, 2003; ABIKO et. al., 2005, apud MORGAN; RAMOS, 2008, p. 58). Rosenblum et. al (2008) citam as dificuldades de contratação de mão de obra qualificada, falhas de planejamento, controle inadequado de qualidade aplicado à construção, ou até mesmo a combinação destes fatores como motivos para a baixa produtividade na gestão predial em centros urbanos no Brasil.

No entanto, ganhos com produtividade e redução de desperdício podem ser atingidos por meio da adoção dos conceitos da construção enxuta, como a produção puxada, ou Just-in-time (JIT) (TOMMELEIN, 1998 apud TOMMELEIN; WEISSENBERGER, 1999).

Partindo deste raciocínio, o estudo propõe analisar, por meio de um questionário estruturado aplicado em uma amostra não probabilística de pessoas que atuam em empresas do ramo da construção civil ou empresas que prestam serviço às empresas deste ramo, qual a correlação existente entre as empresas que investem em meio ambiente e saúde e segurança com as demais características pesquisadas que abordam o desempenho nos processos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O setor da construção civil possui importância real na economia brasileira. A recente revisão das contas nacionais realizada pelo IBGE mostrou que no acumulado 2007-2011, o setor cresceu 50%, representando uma contribuição decisiva em um período entremeado por uma crise financeira de proporções mundiais (SINDUSCON-SP, 2015, p.3).

No entanto, em 2014 o cenário mudou com a progressiva deterioração das condições econômicas e do ambiente de negócios (SINDUSCON-SP, 2015, p. 3). Depois de anos consecutivos de crescimento, a indústria da construção civil apresentou uma queda de 2,6% no ano de 2014 em relação ao ano anterior (IBGE, 2015). Ainda assim, a participação no valor adicionado bruto da construção civil na economia brasileira permaneceu estável, em 6,5%, e a PNAD registrou quase 9 milhões de pessoas ocupadas no setor, o correspondente à 9% do total de pessoas ocupadas no país (CANTISANI; CASTELO, 2015, p.10), o que demonstra a importância deste setor para a economia nacional.

Apesar do impacto positivo para a economia brasileira, a construção civil ganha destaque também quando se trata do seu impacto ao meio ambiente. Estima-se que a cadeia da construção civil utilize em torno de 20 a 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade, consolidando-se como um dos setores que mais consome matérias primas naturais (CARNEIRO et. al, 2001, apud MOURA; DE SÁ, 2013, p. 67). Há autores que citam um consumo ainda maior pelo setor, de até 75% dos recursos naturais (JOHN, 2000; LEVY, 1997; PINTO, 1999, apud ÂNGULO; ZORDAN; JOHN, 2001, p. 1). Este elevado consumo está diretamente ligado ao elevado índice de desperdício na construção. De acordo com Novaes e Mourão (2008, p. 32), “os resíduos resultantes da construção, manutenção e demolição de casas e edifícios representam de 40 a 60% em massa do resíduo sólido urbano das grandes cidades”. O que coloca o setor como um dos mais impactantes ao meio ambiente, afetando-o em toda a sua cadeia de produção, desde a extração dos recursos naturais até o seu descarte, que frequentemente no Brasil ocorre de maneira irregular.

Portanto fica evidente que os principais danos ao meio ambiente causados pela construção civil poderiam ser minimizados através do aumento da eficiência, representando um passo importante para tornar o setor mais sustentável.

A definição mais difundida de desenvolvimento sustentável foi a apresentada no documento *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum) publicado em 1987 pela Organização das Nações Unidas - ONU, também conhecido como Relatório de Brundtland, em referência à Gro Harlem Brundtland, primeira ministra da Noruega indicada pela entidade para chefiar a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento: "(...) desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades".

Fritjof Capra (1996, p.2), afirma que o conceito de sustentabilidade adquiriu importância chave no movimento ecológico, e é realmente fundamental. O autor cita a definição de Lester Brown (BROWN, 1991 apud CAPRA, 1996, pg. 2), que considera simples, clara e bela: "Uma sociedade sustentável é aquela que satisfaz suas necessidades sem diminuir as perspectivas das gerações futuras".

No ano de 1994, John Elkington (ELKINGTON, 2004, p. 1) cunhou o termo *triple bottom line* - conhecido no Brasil como "tripé da sustentabilidade" - por sentir que as dimensões social e econômica deveriam ser utilizadas de forma mais integrada ao meio ambiente - como já sinalizava o Relatório Brundtland. O que vai de encontro com o esforço da Cúpula Mundial do Desenvolvimento Sustentável, a Rio+10, realizada em 2002, em Johannesburgo, na África do Sul, que conseguiu encontrar um caminho ao dizer que o Desenvolvimento Sustentável tem uma base formada por três pilares - o econômico, o social e o ambiental - e um objetivo fundamental que é a erradicação da pobreza (OLIVEIRA FILHO, 2004, p. 3).

Desde meados dos anos 1990 diversos pesquisadores e especialistas em meio ambiente vêm apontando uma forte compatibilidade entre Lean e melhorias ambientais, baseados principalmente em estudos de casos (LARSON; GREENWOOD, 2004, apud GORT, 2008, p. 29).

O termo *Lean Production* – traduzido para o português como *Produção Enxuta* - é fruto do estudo desenvolvido por Womack, Jones e Roos (1990) apresentado no livro sobre a indústria automobilística "A máquina que mudou o mundo", que compara fabricas do setor em todo o mundo. Neste estudo os autores utilizam o termo para expressar os conceitos e princípios do Sistema Toyota de

Produção (STP), que é apontado por eles como substituto da produção em massa. Segundo os autores, o novo sistema requer “metade do esforço dos operários em fábrica, metade do espaço de fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo” (WOMACK; JONES; ROOS, 1992, p.3, apud PICCHI, 2001, p. 2). Segundo os autores, o sistema requer ainda bem menos da metade dos estoques atuais de fabricação e resultam em bem menos defeitos, além de ser capaz de produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos (WOMACK; JONES; ROOS, 1992, p.3, apud PICCHI, 2001, p. 2).

Taiichi Ohno, tido como o responsável pelo sucesso do Sistema Toyota de Produção (STP), afirma que o objetivo de duplicar a produtividade eliminando o desperdício foi a ideia que marcou o início deste sistema (OHNO, 1997, p. 3). Diante desse desafio, aliado às necessidades do mercado japonês de produzir pequenas quantidades de uma grande variedade de modelos de produtos em uma realidade que se caracterizava pela escassez de recursos (materiais, financeiros, humanos e de espaço físico) Ohno estudou os sistemas de produção de Taylor e Ford e aplicou novas abordagens para a produção industrial (CORIAT, 1994 apud HIROTA; FORMOSO, 2001, p. 3).

Para Ohno (1997, p. 3) a base do STP é a absoluta eliminação do desperdício, e os dois pilares necessários à sustentação do sistema são:

- Just-in-time; e
- Automação, ou automação com um toque humano.

De acordo com Ohno (1997, p3.) “Just-in-time significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessários e somente na quantidade necessária”. Para o autor o estoque zero pode ser atingido ao estabelecer este fluxo integralmente. No entanto reconhece a dificuldade de se aplicar o just-in-time em um produto com milhares de componentes como o automóvel, onde o número de processos envolvidos é enorme.

Ohno (1997, p. 17) considera que para aumentar a produtividade sete desperdícios devem ser eliminados:

- Desperdício de superprodução;
- Desperdício de tempo disponível (espera);

- Desperdício em transporte;
- Desperdício do processamento em si;
- Desperdício de estoque disponível (estoque);
- Desperdício de movimento; e
- Desperdício de produzir produtos defeituosos.

Já Womack, Jones e Roos (1992, apud PICCI, 2001, p.4 e PICCI, 2003, p. 10) em seus estudos estabeleceram as bases da Mentalidade Enxuta em 5 princípios (Quadro 1):

Valor	Especifique e melhore o valor. A grande ênfase neste princípio é que valor deve ser identificado a partir da ótica do cliente. Embora pareça óbvio, são inúmeros os exemplos de empresas que projetam seus produtos e determinam a forma como serviços serão prestados negligenciando aspectos fundamentais para os clientes.
Fluxo de Valor	Identifique a cadeia de valor e remova os desperdícios. Se acompanharmos a realização de um produto, desde a matéria prima até sua entrega ao consumidor final, observaremos inúmeras atividades que não agregam valor, do ponto de vista do cliente, via de regra repetidas inúmeras vezes: transportes, estoques, re-trabalhos, etc. Em geral diversas empresas participam desta cadeia de valor, com visão restrita a suas atividades, não enxergando os enormes desperdícios que ocorrem, considerando-se a cadeia como um todo.
Fluxo	Faça o produto fluir. A produção ideal, do ponto de vista da Mentalidade Enxuta, é um fluxo contínuo, peça a peça, sem estoques intermediários nem paradas. Isto traz inúmeros benefícios, dentre os quais: menores lead times (tempos de produção), obrigatoriedade de qualidade 100% e eliminação de vários tipos de desperdícios, tais como movimentos e transportes desnecessários.
Puxar	Deixe o cliente puxar. Para a Mentalidade Enxuta, produzir mais que o necessário, criando estoques (superprodução), é a forma de desperdício mais combatida, inclusive por ser esta uma cultura largamente difundida pela produção em massa. Produção enxuta significa na quantidade certa, na hora certa, somente para atender a demanda.
Perfeição	Gerencie em direção à perfeição. Melhoria contínua, com participação dos níveis operacionais, identificando as causas dos problemas, faz parte da Mentalidade Enxuta e conta com métodos específicos, baseados em "5 por quês", ferramentas da qualidade, etc.

Quadro 1 - Os cinco princípios do pensamento enxuto
Fonte: PICCI, 2001, p.4 e PICCI, 2003, p. 10.

Neste sentido, com o objetivo de minimizar o consumo de recursos naturais, geração de resíduos e os impactos advindos destes aspectos, a Produção Enxuta aplicada à construção civil seria uma alternativa para combater os problemas da baixa produtividade. No entanto, apesar da grande adesão por parte dos diversos setores industriais a esta filosofia, o setor da construção não acompanhou esta expansão. Apenas em 1992, o Engenheiro e Professor Lauri Koskela desafiou a Comunidade da Construção a implementar as técnicas e princípios da mentalidade

enxuta, desenvolvendo assim as bases de uma nova filosofia designada de Lean Construction ou Construção Enxuta (VIEIRA, 2011, p. 5).

Para Koskela (2000), apud Koskela, Owen e Dave (2010, p.2) a Produção Enxuta, e conseqüentemente a Construção Enxuta são baseados em dois sistemas de produção: fluxo e geração de valor.

Em um exemplo dos benefícios advindos da aplicação do pensamento enxuto, Tommelein (1998) apud Tommelein e Weissenberger, (1999, p. 111) fez uma comparação entre o sistema puxado - que vem do pensamento enxuto - e o sistema empurrado na instalação de canos em uma construção, e constatou que o sistema empurrado tende a gerar uma quantidade maior de resíduo em comparação ao sistema puxado.

Também Novak (2012) apud Emuze e Smallwood (2013, p.859) explorou a sinergia existente entre a construção enxuta e a sustentabilidade. Usando dados, tanto quantitativos quanto qualitativos, coletados de projetos enxutos exemplares o autor foi capaz de demonstrar uma forte correlação existente entre o pensamento enxuto e o nível de colaboração na entrega de valores sustentáveis.

Dessa forma, a construção enxuta é apontada como uma forte alternativa na gestão da produção, acarretando em vários benefícios que podem ser observados no gamba (chão de fábrica/canteiro de obra), que a levam a uma trajetória de sucesso na busca pela sustentabilidade. Já existem alguns pesquisadores adeptos da corrente Lean e Green, corrente que visa obter uma integração das filosofias na busca, não somente pela eficácia dos métodos de produção, mas também na utilização sustentável dos recursos naturais e energéticos, procurando reduzir ou eliminar as falhas, tanto no processo de produção, quanto no consumo e descarte de recursos e energia para a edificação, unindo as expressões 'desperdício zero na produção' a 'construção ecológica', na obtenção da análise sistêmica completa do ciclo de vida do produto edificação, 'do nascimento ao descarte' (LANES; FARIAS 2004, apud MOURA; DE SÁ, 2014, p. 74).

Koskela, Owen e Dave (2010, p.4) em um estudo em que analisam as relações e sinergias existentes entre a Construção Enxuta e a Sustentabilidade concluíram que a contribuição entre as duas ocorre de três formas. Em primeiro lugar, através do foco na redução de desperdício a construção enxuta irá reduzir o desperdício de materiais e de energia durante a etapa de construção e de manutenção. (KISKELA; TOMMELEIN, 2009 apud Koskela, Owen e Dave, 2010,

p.4). Segundo, a maior confiabilidade, tanto na operação quanto no produto, alcançados através do processo enxuto, irá reduzir a quantidade de emissões perigosas (KING; LENOX, 2001, apud Koskela, Owen e Dave, 2010, p.4). Por fim, a ênfase na geração de valor torna mais fácil atingir as metas de sustentabilidade (LAPINSKI et al. 2006, apud Koskela, Owen e Dave, 2010, p.4).

Emuze e Smallwood (2013, p 853) em uma pesquisa de revisão bibliográfica sugerem que a otimização da saúde e segurança do trabalho contribui com melhorias nos custos, meio ambiente, qualidade e performance, redução geral de resíduos, além de uma percepção mais ampla da sustentabilidade. Além disso, os resultados de um estudo analisado conclui que as taxas de acidentes são reduzidas com a implementação da construção enxuta uma vez que os dados analisados indicaram que programas de melhoria contínua estão associados com taxas significativamente inferiores de incidência de acidentes (EMUZE; SMALLWOOD, 2013, p 857). Destacam que as observações de Court et al. (2009) apud Emuze e Smallwood (2013, p 857) argumentam que a aplicação da construção enxuta pode reduzir/eliminar lesões e acidentes ligados a saúde e segurança do trabalho.

O propositor da construção enxuta, Koskela (1992, p. 14), indica onze princípios em sua filosofia de produção na construção civil:

1. Reduzir as atividades que não agregam valor;
2. Aumentar o valor do produto através de considerações sistemáticas dos clientes;
3. Reduzir a variabilidade;
4. Reduzir o tempo de ciclo;
5. Simplificar através da minimização do número de passos e partes;
6. Aumentar a flexibilidade de saída;
7. Aumentar a transparência dos processos;
8. Manter o foco no processo como um todo;
9. Estabelecer melhorias contínuas no processo;
10. Melhorar o fluxo de balanço através da melhoria da conversão; e
11. Fazer benchmarking.

Demonstrada a importância da construção enxuta (ou lean construction) para se aproximar do desenvolvimento sustentável no setor da construção civil será apresentada a metodologia utilizada na pesquisa para identificar a correlação entre

as características das empresas do setor que mais investem em meio ambiente e saúde e segurança no trabalho.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

De acordo Arlene Fink (2003, p.1) “o método de pesquisa survey é um sistema para coletar informações das pessoas ou sobre estas para descrever, comparar, ou explicar o seu conhecimento, atitudes e comportamento”. Sendo o questionário o meio de pesquisa normalmente utilizado (TANUR apud FREITAS et. al, 2000, p.105).

Quanto ao propósito da pesquisa survey, os autores Pinsonneault e Kraemer (1993) apud Freitas et. al (2000, p.105) apresentam três classificações:

- explanatória - tem como objetivo testar uma teoria e relações causais, estabelece a existência de relações causais, mas também questiona porque a relação existe;
- exploratória - o objetivo é familiarizar-se com o tópico ou identificar conceitos iniciais sobre um tópico, dar ênfase na determinação de quais conceitos devem ser medidos e como devem ser medidos, buscar descobrir novas possibilidades e dimensões da população de interesse;
- descritiva - busca identificar quais situações, eventos, atitudes ou opiniões estão manifestas em uma população; descreve a distribuição de algum fenômeno na população ou entre subgrupos da população ou ainda faz uma comparação entre estas distribuições. Neste tipo de survey a hipótese não é causal, mas tem o propósito de verificar se a percepção dos fatos está ou não de acordo com a realidade.

A amostra probabilística é o fato de todos os elementos da população terem a mesma chance de ser escolhidos, resultando em uma amostra representativa (FREITAS et. al, 2000, p.105). Já a amostra não probabilística, segundo Freitas et. al (2000, p.106 e 107) “é obtida a partir de algum tipo de critério, e nem todos os elementos da população têm a mesma chance de ser selecionados, o que torna os resultados não generalizáveis”. Os autores citam as seguintes técnicas de amostragem probabilista e não probabilística:

Tipo de amostra	Técnicas de amostragem	
Probabilística	Aleatória simples	
	Sistemática	
	Por grupos, subgrupos ou etapas	
	Estratificada	Proporcional
		Não proporcional
Não estratificada		
Não probabilística	Por conveniência	
	Mais similares ou mais diferentes	
	Por quotas	
	Bola de neve	
	Casos críticos	
	Casos típicos	

Quadro 2 - Técnicas de amostragem
Adaptado de Freitas et. al (2000, p.106 e 107).

O questionário utilizado para diagnosticar o setor da construção civil é composto de quatro partes principais, sendo que a primeira compreende a identificação do perfil do entrevistado e da organização em que trabalha, a segunda aborda características do ambiente concorrencial, a terceira as características da organização, e por fim, a quarta aborda o nível de efetividade dos processos na empresa, sendo esta a parte do questionário utilizada neste estudo por apresentar características que podem se associadas à Filosofia Lean.

Com exceção da primeira parte, que contém perguntas abertas e de múltipla escolha, as demais são compostas de questões - também de múltipla escolha -, mas onde o respondente opta por um valor em uma escala que varia de 1 à 7(Likert), usada para definir o estágio em que se encontra a empresa.

Os pesquisados são pessoas que atuam em empresas da construção civil, ou empresas que prestam serviço às empresas do ramo, disponíveis.

Quanto ao propósito, a pesquisa se caracteriza por ser descritiva, uma vez que busca identificar as características das empresas que investem em meio ambiente e em saúde e segurança no trabalho, sendo que a amostra é não probabilística e por conveniência.

Este trabalho compreende parte do diagnóstico realizado, e que utiliza os resultados da aplicação do questionário respondido por 125 pessoas que atuam no ramo da construção civil.

Para o trabalho foram consideradas as questões da parte 4 (Nível de efetividade dos processos) do questionário que é composta de 34 questões abertas. Nela são apresentados os principais processos de gestão de uma organização empresarial, e o respondente os classifica de acordo com o nível de desenvolvimento em que se encontra atualmente a empresa em que atua por meio

de uma escala que vai de 1 à 7, conforme apresentado no **Erro! Fonte de referência não encontrada.**:

1	Processo inexistente
2	Processo minimamente desenvolvido (ou em fase de implantação)
3	Processo pouco desenvolvido (ou parcialmente utilizado)
4	Processo desenvolvido (implantado e funcionando)
5	Processo bem desenvolvido (implantado e funcionando plenamente)
6	Processo muito desenvolvido (funcionando plenamente e estabilizado)
7	Processo altamente desenvolvido (funcionando plenamente, estabilizado e sendo constantemente aperfeiçoado)

Quadro 3 - Escala de classificação da efetividade dos processos utilizada no questionário.

No questionário os respondentes apontam a sua percepção e conhecimento a respeito de questões relacionadas à empresa em que atuam.

A análise de correlação é usada neste trabalho com o objetivo de verificar a existência de relações entre questões que medem o nível de efetividade dos processos nas empresas através da escala de Likert com duas questões específicas que envolvem meio ambiente, saúde e segurança no trabalho, são elas:

- A empresa avalia os impactos ambientais resultantes da execução de seus empreendimentos, processos, produtos e/ou serviços? e
- A empresa avalia, desenvolve, e executa programas de saúde, segurança e meio ambiente?

Destaca-se que estas duas questões fazem parte das 34 questões cuja correlação é avaliada neste trabalho.

Com isso, busca-se determinar se há relação entre empresas que consideram estas duas questões e um bom desempenho no que se refere ao nível de efetividade dos processos.

Uma vez que as questões são respondidas com base em uma escala ordinal, o coeficiente de correlação de Spearman foi utilizado para avaliar o grau de relação entre as variáveis. “Este coeficiente é o mais antigo e também o mais conhecido para variáveis mensuradas em nível ordinal, chamado também de Coeficiente de Correlação por Postos de Spearman, designado “rho” e representado por ρ ” (LIRA, 2004, p. 101). Diferentemente do coeficiente de correlação de Pearson, comumente mais utilizado, a correlação de Spearman não requer a suposição inicial de que a relação entre as variáveis seja linear ou que a distribuição dos dados seja normal (ALMEIDA et. al, 2011, p. 12). Uma vez que o coeficiente de correlação está

isento de unidades e da ordem de grandeza das variáveis, este toma valores entre -1 e 1, sendo que o valor igual a 0 (zero) significa que não há correlação, enquanto que o valor igual a 1 significa que há uma relação perfeita positiva, e -1 uma relação perfeita negativa (GUIMARÃES, 2007, p. 171).

Este trabalho terá como base as recomendações para análise do valor dos coeficientes de correlação proposta por Hair et. al (2005), que utiliza os seguintes critérios:

1. Correlação de $\pm 0,01$ até $\pm 0,20$ – força de associação leve quase imperceptível (representada pela cor branca);
2. Correlação de $\pm 0,21$ até $\pm 0,40$ – força de associação pequena, porém definida (representada pela cor verde até $\pm 0,34$ e verde escuro acima deste valor);
3. Correlação de $\pm 0,41$ até $\pm 0,70$ – força de associação moderada (representada pela cor amarela e laranja para valores maiores que $\pm 0,5$);
4. Correlação de $\pm 0,71$ até $\pm 0,90$ – força de associação alta (representada pela cor vermelha).

A significância, medida através do teste t de Student, é o primeiro requisito para qualificar as correlações. Foram consideradas apenas as correlações com significância de $P \leq 0,05$ (5%).

As variáveis utilizadas na pesquisa, ou seja, as respostas dos questionários, foram adicionadas ao software SPSS para obter as correlações, bem como a sua significância.

Com base nestes critérios foram selecionadas as questões analisadas, a seguir.

4 RESULTADOS

Inicialmente, as questões foram classificadas conforme os 5 princípios do Pensamento Enxuto de Womack, Jones e Roos (1992, apud PICCI, 2001, p.4 e PICCI, 2003, p. 10). Com base nesta classificação é possível avaliar as questões consideradas neste trabalho, associando cada uma delas aos princípios do Pensamento Enxuto. O resultado é apresentado no Gráfico 1:

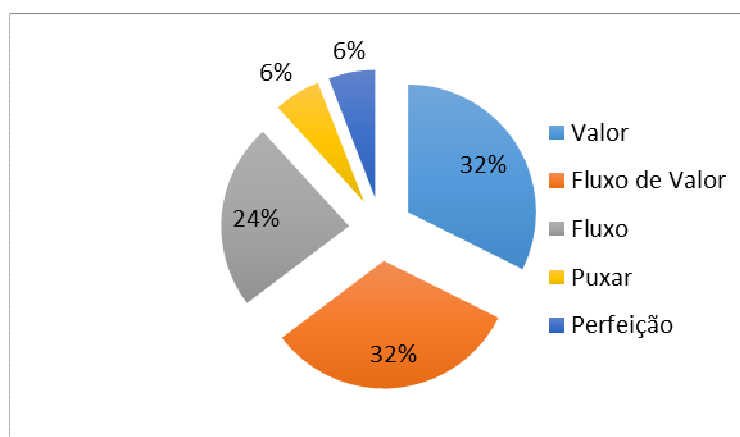


Gráfico 1 - Questões classificadas de acordo com os 5 Princípios do Pensamento Enxuto.

Conforme pode ser observado no Gráfico 1, das 34 questões consideradas neste trabalho, incluindo aí as duas questões de referência, 32% se referem ao princípio de Fluxo de Valor, ou seja, são questões que estão relacionadas à agregação de valor nos processos, eliminando aqueles que não agregam valor. Empatado, com 32% das questões, tem-se o princípio Valor, ou seja, são questões que abordam processos cujo objetivo é identificar o que o cliente valoriza, para ser capaz de oferecer aquilo o seu cliente - definido de acordo com a sua estratégia - busca. Com 24% do total das questões tem-se o princípio Fluxo, que engloba as questões que consideram a padronização e a redução de variabilidade para proporcionar um fluxo contínuo entre os processos. Com 6% das questões, o princípio Puxar está ligado ao Just-In-Time, ou seja, são questões que avaliam se os processos estão estruturados de forma que as exigências do mercado puxem a produção, eliminando desperdício, minimizando estoques, e no caso da construção civil, fazendo com que os recursos sejam mais flexíveis, permitindo maior flexibilidade de saída. Por fim, também com 6% das questões consideradas no trabalho, tem-se o princípio Perfeição, que está relacionado à melhoria contínua e ao

Benchmarking, ou seja, comparar os indicadores internos com indicadores de empresas que são referência no mercado ou com seus concorrentes.

Portanto, a maior parte das questões está relacionada ao Fluxo de Valor, Valor e Fluxo, e as duas características menos comuns entre as questões são as que envolvem o princípio Puxar e o Perfeição.

O resultado das correlações é apresentado no Quadro 5. Nele estão as 34 questões, incluindo as duas que serviram de referência, ou seja, com as quais as demais questões foram avaliadas quanto à existência ou não de relação entre estas.

A legenda do Quadro 5, é apresentada a seguir, no Quadro 4, e utiliza as recomendações de Hair et. al (2005) para analisar as correlações, além dos 5 Princípios do Pensamento Enxuto utilizados a fim de classificar as questões.

Correlação pequena	De 0,21 à 0,34
	De 0,35 à 0,40
Correlação moderada	De 0,41 à 0,50
	De 0,51 à 0,70
Correlação alta	De 0,71 à 0,90

Valor	VL
Fluxo de Valor	FV
Fluxo	FL
Puxar	PX
Perfeição	P

Nº.	Questão	Class.	Avaliação dos Impactos Ambientais	Desenvolv. de Programa de Saúde e Meio Ambiente
58	A empresa faz sistematicamente a análise do ambiente em que atua (mercado, concorrentes e fornecedores) visando obter vantagens competitivas ?	VL	0,51	0,44
59	A empresa faz sistematicamente a análise das necessidades de seus clientes ?	VL	0,47	0,48
60	A empresa possui visão e posicionamento estratégicos bem definidos?	VL	0,58	0,52
61	A empresa faz sistematicamente a análise de seu desempenho interno com base em indicadores e/ou metas estratégicas?	FL	0,64	0,64
62	A empresa faz a gestão do seu portfólio, através da análise de desempenho dos seus produtos ou empreendimentos versus as oportunidades de mercado?	VL	0,43	0,51
63	Existe um processo formal de elaboração e desenvolvimento de novos empreendimentos, produtos ou projetos ?	VL	0,48	0,50
64	A empresa utiliza processos integrados de desenvolvimento de projetos ou produtos com tecnologia de informação (como o <i>BIM - Building Information Modeling</i>)?	FV	0,47	0,49
65	A empresa faz o planejamento e a gestão do cronograma físico-financeiro de cada empreendimento, projeto ou lote de produção?	FV?	0,49	0,48
66	A empresa possui um processo de marketing (Ex.: posicionamento de mercado, políticas de preço, desenvolvimento de marca, ações de comunicação, etc.)?	VL	0,33	0,37
67	A empresa possui um processo de vendas (Ex.: previsão de vendas, orçamento de vendas, gestão dos dados dos clientes, programas de relacionamento, etc.)?	VL – FV?	0,37	0,37
68	A empresa possui um plano formal de aquisição de materiais e serviços ?	FV	0,49	0,41
69	A empresa gerencia seus estoques de matéria-prima?	FL	0,53	0,47
70	Existe uma integração entre o planejamento dos setores comercial e de produção/execução visando melhorar os resultados da empresa?	FV	0,57	0,58
71	A empresa efetua o planejamento , a programação e o controle da produção/execução de empreendimentos, produtos ou serviços?	PX	0,55	0,56
72	Este planejamento leva em consideração a disponibilidade de recursos materiais e mão-de-obra ?	PX	0,59	0,56
73	A empresa estabelece procedimentos formais para a execução de serviços ou fabricação de produtos (Ex.: instruções para execução de reboco, produção de blocos de vedação)?	FL	0,55	0,51
74	A empresa define procedimentos de atendimento ao cliente ?	VL	0,50	0,43
75	A empresa estabelece níveis de serviço para o atendimento ao cliente?	VL	0,54	0,50
76	A empresa possui estratégias e políticas efetivas de gerenciamento de recursos humanos ?	FV	0,69	0,62
77	A empresa possui um programa de remuneração variável ?	FV	0,60	0,54
78	A empresa possui um sistema de gestão de informações compatível com a estratégia de seus negócios?	FL	0,65	0,65

79	A empresa utiliza a tecnologia de informação nas relações estabelecidas com seus fornecedores e clientes ?	FL	0,60	0,58
80	A empresa efetua o planejamento e o controle orçamentário (previsão de custos e receitas)?	FV	0,43	0,44
81	A empresa utiliza a contabilidade de custos (Ex.: custeio dos produtos, variações entre orçado e realizado) como fonte de informação para o planejamento e controle do seu negócio?	FL	0,49	0,57
82	A empresa gere sua performance financeira com base em dados confiáveis?	FV	0,46	0,50
83	A empresa possui uma estratégia de gerenciamento de seus bens imóveis (planejar, projetar, construir, adquirir e manter)?	FV	0,55	0,59
84	A empresa desenvolve políticas de manutenção contínua de seus ativos produtivos (veículos, máquinas, equipamentos, etc.)?	FL	0,59	0,66
85	A empresa faz análise e gestão dos riscos físicos associados à sua operação ?	FL	0,64	0,67
86	A empresa avalia os impactos ambientais resultantes da execução de seus empreendimentos, processos, produtos e/ou serviços?	FV?	-	0,84
87	A empresa avalia, desenvolve e executa programas de saúde, segurança e meio ambiente?	FV?	0,84	-
88	A empresa planeja, constrói e gere suas relações com os credores/investidores, analistas de mercado, acionistas, mídia, órgãos do governo, comunidade, grupos industriais ou de serviços?	VL?	0,71	0,69
89	A empresa faz a gestão das questões legais, éticas e jurídicas (Ex.: políticas de ética, governança corporativa, resolução de disputas e litígios, negociação de acordos e contratos, proteção de propriedade intelectual)?	VL?	0,57	0,67
90	A empresa gerencia sua estratégia de desempenho organizacional (Ex.: mensuração de produtividade, custo, eficiência) através de processos de avaliação de desempenho e benchmarking ?	P	0,57	0,64
91	A empresa possui um programa de gestão do conhecimento ?	P	0,57	0,55

Como se pode observar através do Quadro 5, a maior correlação existente entre duas questões diferentes se refere justamente às duas questões de referência, já que ambas abordam meio ambiente, saúde e segurança, obtendo como resultado uma correlação alta – com p maior ou igual a que 0,7. No entanto, a correlação entre as duas questões de referência não será utilizada nos resultados, já que o que importa é a correlação destas com as demais.

Além da relação entre estas duas questões há apenas uma correlação alta, que ocorreu na associação entre a “Avaliação dos Impactos Ambientais” na empresa com a questão 88, que avalia se “A empresa planeja, constrói e gere suas relações com os credores/investidores, analistas de mercado, acionistas, mídia, órgãos do governo, comunidade, grupos industriais ou de serviços”. Avaliando a correlação desta mesma questão com a que avalia o “Desenvolvimento de Programa de Saúde e Meio Ambiente” nota-se que, apesar de moderada, esta também é a segunda

correlação mais alta, atingindo um $\rho = 0,69$. Esta questão, cuja correlação é a maior identificada com as questões de referência, foi classificada com o princípio de Valor, pois está ligada com a relação da empresa com os seus stakeholders e, portanto, com a sua imagem perante a estes.

Quando se analisa as questões cuja correlação é pequena, ou seja, com ρ entre 0,21 e 0,4, as duas questões de referência novamente possuem resultado parecido, apresentando correlação pequena com as questões 66 e 67, que avaliam respectivamente se “A empresa possui um processo de marketing” e se “A empresa possui um processo de venda”. Nota-se que ambas as questões também estão associadas ao princípio de Valor, mais precisamente ao processo de marketing e vendas das empresas, o que pode indicar que dentre as empresas analisadas, as que mais valorizam estas questões possuem um baixo desempenho em meio ambiente e saúde e segurança.

Na análise das correlações é possível identificar que a grande maioria das questões consideradas possuem uma correlação moderada (com ρ entre 0,41 e 0,7) com as duas questões de referência, como pode ser observado no Gráfico 2 e Gráfico 3.:

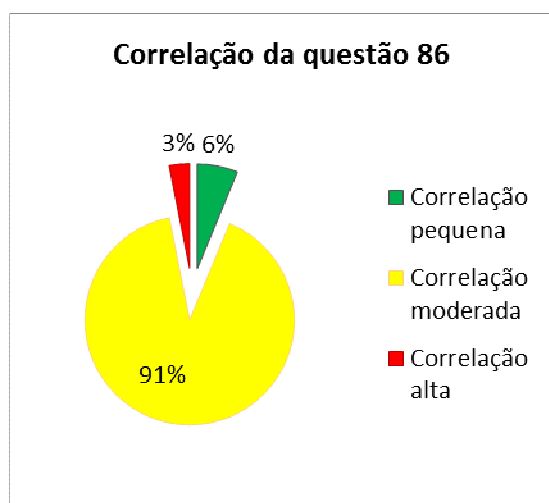


Gráfico 2 - Quantidade de correlações (se pequena, moderada ou alta) com a questão 86 "Avaliação dos Impactos Ambientais".

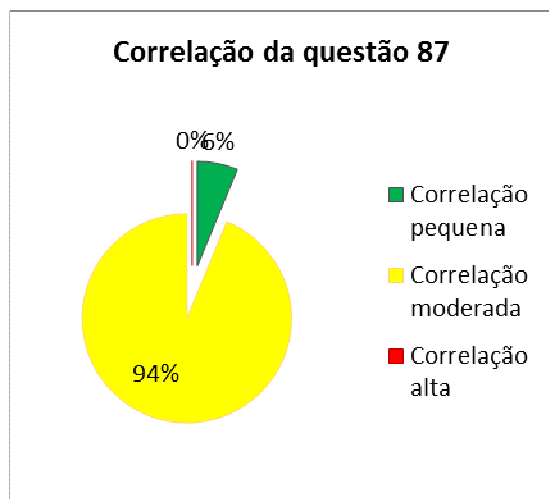


Gráfico 3 - Quantidade de correções (se pequena, moderada ou alta) com a questão 87 "Desenvolvimento de Programa de Saúde e Meio Ambiente"

Destaca-se que a correlação entre as duas questões de referência é considerada, e portanto o que pode-se observar é que a maioria das questões possui correlação moderada com as questões de referência, (91% com a questão 86 e 94% com a questão 87), sendo que 94% das questões analisadas apresentaram correlação de moderada a alta e apenas 6% apresentaram correlação baixa, sendo que nenhuma apresentou correlação fraca nula, o que pode ser um indício de que empresas que investem em meio ambiente, saúde e segurança no trabalho também investem no aprimoramento de seus processos conforme os princípios do Pensamento Enxuto.

Quando se compara a quantidade de questões classificadas de acordo com os 5 Princípios da Mentalidade Enxuta com a correlação (se baixa, moderada ou alta), nota-se uma distribuição homogênea em ambas as questões, conforme pode se observar no Gráfico 4 e Gráfico 5.

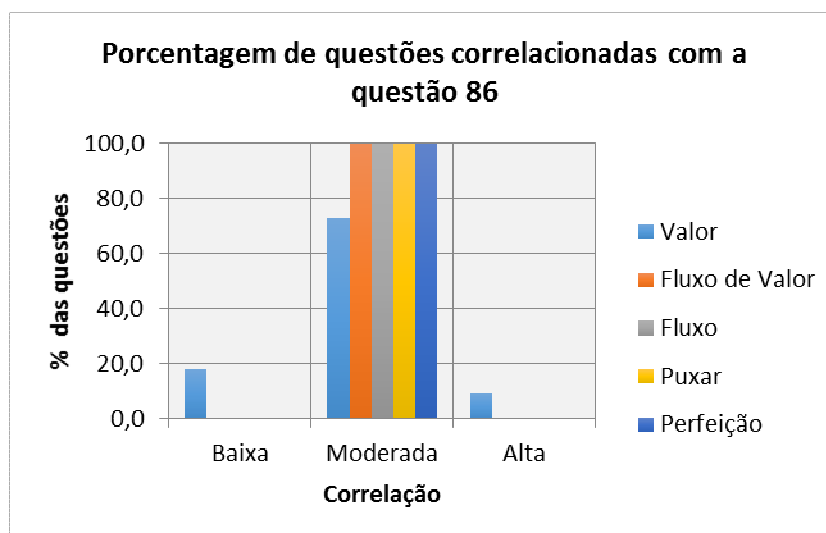


Gráfico 4 – Porcentagem das questões separadas por Princípio da Mentalidade Enxuta que estão correlacionadas com a questão 86 "Avaliação dos Impactos Ambientais".

No caso da questão 86 “Avaliação dos Impactos Ambientais”, todas as questões classificadas com os princípios de Fluxo de Valor, Fluxo, Puxar e Perfeição possuem correlação moderada com a questão 86, e apenas o princípio de Valor possui questões com correlação baixa, moderada e alta. No entanto, a maioria delas - em torno de 72% das questões – possui correlação moderada com a questão em análise.

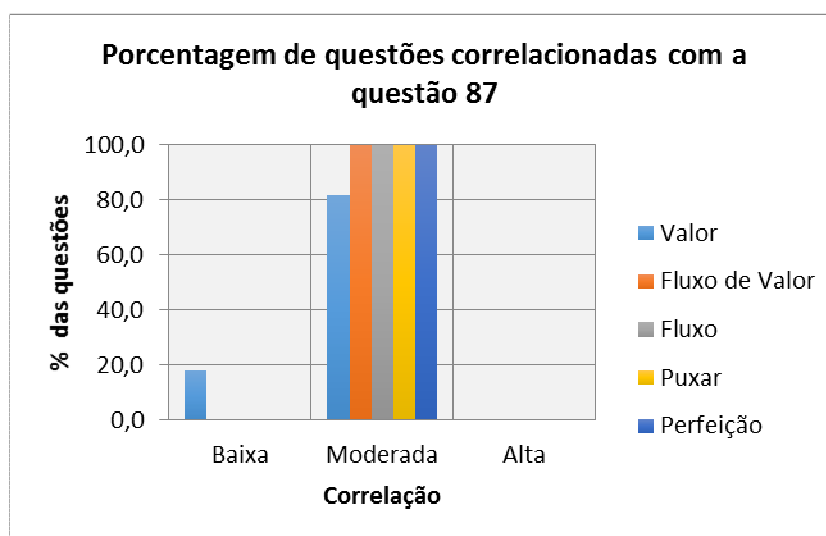


Gráfico 5 - Porcentagem das questões separadas por Princípio da Mentalidade Enxuta que estão correlacionadas com a questão 87 "Desenvolvimento de Programa de Saúde e Meio Ambiente".

No caso da questão 87 “Desenvolvimento de Programa de Saúde e Meio Ambiente”, a distribuição é ainda mais homogênea, já que apenas as questões classificadas com o princípio de Valor possuem correlação baixa. Todas as questões classificadas com os demais princípios possuem correlação moderada com a questão 87.

Ainda assim, a maior distribuição das questões classificadas como Valor pode estar associada ao fato de que este é o princípio que, juntamente com o princípio Fluxo de Valor, possui maior número de questões à ele associada.

5 CONCLUSÃO

Por meio do questionário aplicado a 127 profissionais que atuam na área da construção civil foi possível identificar o nível de efetividade dos processos nas empresas em que atuam, de acordo com as suas percepções.

Entre as 34 questões analisadas, duas medem a efetividade dos processos com relação a questões que envolvem o meio ambiente e a saúde e segurança no trabalho, tornando oportuna a avaliação da correlação entre estas duas questões e as demais, que estão associadas de alguma forma ao Pensamento Enxuto, tornado evidente por meio da classificação das questões de acordo com os cinco princípios da Produção Enxuta de Womack, Jones e Roos (1992), uma vez que a relação entre o Pensamento Enxuto e a Sustentabilidade é um tema que vem sendo amplamente abordado em estudos internacionais, mas que em nível nacional ainda apresenta poucos resultados.

A análise de correlações indicou que há uma relação que vai de moderada à forte entre as duas questões que abordam meio ambiente e saúde e segurança com 94% das demais questões avaliadas. Sendo que as questões restantes – que representam 6% do total - também apresentam correlação, porém fraca.

Entretanto, por se tratar de uma amostra não probabilística, escolhida por conveniência, ou seja, por disponibilidade dos respondentes, estes resultados não podem ser extrapolados para todo o universo de empresas do ramo da construção civil no país, por exemplo, estando restrito ao universo de empresas pesquisadas.

Ainda assim, a análise estatística evidencia que há correlação para afirmar que, entre as empresas analisadas, as que possuem um bom desempenho em meio ambiente e saúde e segurança, também possuem bom desempenho nas demais questões que avaliam a efetividade dos processos realizados na empresa. E conseqüentemente, as empresas pesquisadas que mais investem em meio ambiente e saúde e segurança são também as que mais se aproximam na prática do Pensamento Enxuto.

REFERÊNCIAS

ÂNGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHN, V. M. **Definindo o perfil de consumo consciente da população recifense: a identificação do papel do indivíduo por meio de suas atitudes e comportamentos.** In: XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 2011, Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_145_911_18263.pdf> Acesso em: 30 jun. 2015.

ÂNGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHN, V. M. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil.** PCC – São Paulo. 2001. 13 f. Departamento Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica. Disponível em: <<http://www.pedrasul.com.br/artigos/sustentabilidade.pdf>>. Acesso em: 29 mai. 2015.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Contagem Populacional - IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais.

CANTISANI, A. F; CASTELO, A. M. O perfil dos trabalhadores da construção civil. **Conjuntura da Construção Civil.** Sinduscon - São Paulo. Ano XIII, nº 1, p. 10-13, mar. 2015. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/downloads/imprensa/conjunturadaconstrucao/conjuntura_mar15.pdf> Acesso em: 29 mai. 2015.

CAPRA. Fritjof. **A teia da vida.** Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Editora Cultrix, 1996.

CONJUNTURA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. São Paulo. **Sinduscon-SP.** 2015. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/downloads/imprensa/conjunturadaconstrucao/conjuntura_mar15.pdf> Acesso em: 29 mai. 2015.

Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso Futuro Comum.** Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 8 p. 1998.

EMUZE, Fidelis; SMALLWOOD, John. **The integration of health and safety (H&S), lean and sustainability in construction: a literature review.** In: 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGCL 21), 2013, Fortaleza, pg. 853-862. Ago. 2013. Disponível em: <<http://iglc.net/Papers/Details/87>> Acesso em: 29 mai. 2015.

ELKINGTON, John. **Enter the Triple Bottom Line**. Ed.2004. Disponível em: <<http://kmhassociates.ca/resources/1/Triple%20Bottom%20Line%20a%20history%201961-2001.pdf>> Acesso em: 29 mai. 2015.

FINK, Arlene. **The survey handbook**. 2ª edição. Sage Publications, Inc. Thousand Oaks, California, Estados Unidos da América. 2003.

FREITAS, Henrique. O método de pesquisa survey. **Revista de Administração**, São Paulo, v.35, n.3, jul/set, 2000.

GORT, Rudolphus E. **Lean and Sustainability**. How Can They Reinforce Each Other?. 2008, 72 f. Management Project (Master in Business Administration) - TiasNimbas Business School. ____, 2008. Disponível em: <<http://www.leanvertaald.nl/wp-content/uploads/2013/06/LeanSustainabilityThesis20080909g.pdf>> Acesso em: 29 mai. 2015.

GUIMARÃES, Paulo Ricardo B. **Métodos Quantitativos Estatísticos**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2008. Disponível em: <http://people.ufpr.br/~prbg/public_html/ce003/livro%20prbg.pdf> Acesso em: 30 jun. 2015.

HAIR, Joseph, et al. **Fundamentos de Métodos de Pesquisa em Administração**. Porto Alegre, Bookman, 2005.

KOSKELA, Lauri. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford University, Center for Integrates Facility Engeneering (CIFE) Technical Report, 1992.

KOSKELA, Lauri; OWEN, Bob; DAVE, Bhargav. **Lean construction, building information modelling and sustainability**. ERACOBUILD WORKSHOP, April 15-16, 2010, Malmö, Sweden, 2010. Disponível em: <<http://usir.salford.ac.uk/23080/1/Koskela-Owen-Dave.pdf>> Acesso em: 29 mai. 2015.

LIRA, Sachiko A. **Análise de correlação: Abordagem teórica e de construção dos coeficientes com aplicações**. 2004. 209 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia dos Setores de Ciências Exatas e de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/dissertacao_sachiko.pdf> Acesso em: 30 jun. 2015.

MALDANER, S. M. **Procedimento para identificação de custos da não-qualidade na construção civil**. 2003. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/85802/196512.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 29 mai. 2015.

MOURA, Artur; de SÁ, Maria das V. Influência da racionalização e industrialização na construção sustentável. Revista **Tecnologia & Informação**. Natal, ano I, nº 1, Nov. 2013/Fev. 2014. Pg. 64-77. Disponível em:

<<https://repositorio.unp.br/index.php/tecinfo/article/download/665/407>> Acesso em: 29 mai. 2015.

MORGAN, Beatriz F.; RAMOS, Luciano R. Mensuração dos custos da qualidade nas empresas de construção civil. **Anais do 8º Congresso USP de Controladoria e Contabilidade**. São Paulo. Julho de 2008.

NOVAES, Marcos de V.; MOURÃO, Carlos A. M. do A. **Manual de Gestão Ambiental de Resíduos Sólidos na Construção Civil**. Cooperativa da Construção Civil do Estado do Ceará – Coopercon. Fortaleza, Ed. 1. 100 p. 2008. Disponível em: <http://www.coopercon.com.br/v01/manual_de_gestao_ambiental.pdf> Acesso em: 29 mai. 2015.

OLIVEIRA FILHO, Jaime E. Gestão ambiental e sustentabilidade: um novo paradigma eco-econômico para as organizações modernas. **Domus on line: Rev. Teor. Pol. soc. Cidad.**, Salvador, v. 1, n. 1, jan./jun. 2004. Disponível em: <http://www.fbb.br/media/Publica%C3%A7%C3%B5es/Domus%20N%C2%BA1%202004/domus_jaime.pdf> Acesso em: 29 mai. 2015.

ROSENBLUM, Anna; AZEVEDO, Vanessa da S.; BORGES JÚNIOR, Cyro A.; TAVARES Maria E. da N.. Avaliação da mentalidade enxuta (Lean Thinking) na construção civil – Uma visão estratégica de implantação. **Anais do SEGet – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**. Resende-RJ, 2008.

TOMMELEIN, I. D.; WEISSENBERGER, M.. More Just-in-Time: Location of Buffers in Structural Steel Supply and Construction Processes. In: **7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGCL 7)**, 1999, Berkeley, CA, Estados Unidos da América, pg. 109-120. 1999. Disponível em: <<http://iglc.net/Papers/Details/87>> Acesso em: 29 mai. 2015.

VIEIRA, Alexandra R. **A Lean Construction e a Sustentabilidade – Paradigmas Complementares Implementação de um Modelo de Otimização**. 2011. 119 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2011. Disponível em: <http://run.unl.pt/bitstream/10362/6193/1/Vieira_2011.pdf> Acesso em: 29 mai. 2015.

WOMACK, J.; JONES, D. e ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 1a edição. Rio de Janeiro, Ed. Campus, 1990, p.342.