



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS CAMPUS PALMAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

PAOLA DE MARQUE DE BORTOLI

**UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS *LEAN* COM INTUITO DE MELHORIA DOS
PROCESSOS EM UMA EMPRESA DE MANUFATURA DE ROCHAS
ORNAMENTAIS PARA ACABAMENTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL
EM PALMAS-TO: UM ESTUDO DE CASO**

**Palmas
2019**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS CAMPUS PALMAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

PAOLA DE MARQUE DE BORTOLI

**UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS *LEAN* COM INTUITO DE MELHORIA DOS
PROCESSOS EM UMA EMPRESA DE MANUFATURA DE ROCHAS
ORNAMENTAIS PARA ACABAMENTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM
PALMAS-TO: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel no Curso Superior de Engenharia Civil
do Instituto Federal do Tocantins, Campus
Palmas.

Orientador: Prof. Virley Lemos

**Palmas
2019**

BORTOLI, PAOLA DE MARQUE DE

Utilização de técnicas *Lean* com intuito de melhoria dos processos em uma empresa de manufatura de rochas ornamentais para acabamentos na construção civil em Palmas-TO: um estudo de caso / Paola De Marque De Bortoli. – Palmas, 2019.
85 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação do Tocantins, *Campus* Palmas, 2019.

Orientador: Prof. Virley Lemos de Souza

1. *Lean* 2. Rochas Ornamentais 3. Produção

I. Utilização de técnicas *Lean* com intuito de melhoria dos processos em uma empresa de manufatura de rochas ornamentais para acabamentos na construção civil em Palmas-TO: um estudo de caso

DEDICATÓRIA

A Deus,

Aos meus pais, José e Luciane

A vocês dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e oportunidade de realizar este sonho.

Aos meus pais, por todo o amor e incentivos necessários para que eu chegasse até aqui. Amo vocês!

À minha família e amigos, pelo carinho e motivação.

Ao meu professor orientador Virley, por todo o crescimento pessoal e profissional ao qual me proporcionou. Obrigada por toda a dedicação e confiança em meu trabalho, você tem minha eterna admiração!

À minha banca avaliadora, Andrea e Monnyelle, por todos os conselhos e contribuições ao meu trabalho.

Ao Gabriel, pelo apoio incondicional na busca pelos meus sonhos.

À Bárbara, por toda ajuda e pelos muitos anos de amizade.

Aos meus amigos Artur, Luana, Natália e Rafaella, pela amizade durante esses anos de faculdade.

Aos professores do Instituto Federal do Tocantins - *Campus* Palmas, por todas as experiências vividas e ensinamentos dispensados a mim durante o curso.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

“Você pode sonhar, criar, desenhar e construir o lugar mais maravilhoso do mundo. Mas é necessário ter pessoas para transformar seu sonho em realidade.”

Walt Disney

RESUMO

A indústria da construção civil tem exigido, cada vez mais, maior qualidade e rapidez das empresas que a fornecem materiais e prestam serviços. Tendo em vista essa necessidade, se torna essencial que as gestões dessas empresas busquem constantemente melhorar seus processos produtivos para mantê-las competitivas no mercado. Para auxiliar nessas ações existem variados métodos e ferramentas facilitadoras que possibilitam a geração de resultados efetivos. O presente trabalho tem como objetivo propor a implementação da metodologia *Lean* em uma empresa manufatureira de rochas ornamentais em Palmas-TO. Para isso, foi feita uma análise dos processos produtivos e seus gargalos e a partir de referências bibliográficas foram selecionadas ferramentas convergentes à realidade da empresa, que podem auxiliar na melhoria da qualidade do produto final e na redução de custos.

Palavras-chave: *Lean*. Rochas Ornamentais. Produção.

ABSTRACT

The construction industry has increasingly demanded more quality and speed from the companies that supply it with materials and services. In view of this need, it is essential that the management of these companies constantly seek to improve their production processes to keep them competitive in the market. To assist in these actions there are various methods and facilitating tools that enable the generation of effective results. The present work aims to propose the implementation of the Lean methodology in a manufacturing company of ornamental rocks in Palmas-TO. For this, an analysis of the productive processes and their difficulties was made and from bibliographical references converged to the company's reality, which can help improving the quality of the final product and reducing costs.

Keywords: Lean. Ornamental Rocks. Production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os 5 princípios da mentalidade enxuta	20
Figura 2 – O Sistema Toyota de Produção	25
Figura 3 – Fluxo Tradicional x Fluxo Contínuo	26
Figura 4 – Os Sete Desperdícios na Produção	29
Figura 5 – Significado do 5S	33
Figura 6 - Células de Produção	34
Figura 8 - Estrutura de Comercialização de Rochas Ornamentais no Brasil.....	40
Figura 9 - Evolução da produção mundial de rochas ornamentais (milhões de toneladas/ano).....	41
Figura 10 - Participação dos principais países na produção mundial de rochas ornamentais.....	42
Figura 11 - Fluxo de Pesquisa.....	47
Figura 12 - Fluxograma atual da produção.....	55
Figura 13 - Modelagem 3D da estrutura da empresa	56
Figura 14 - Mapa do fluxo de produção atual	57
Figura 15 – Fluxo proposto.....	59
Figura 16 – Gestão dos resíduos gerados na produção.....	62
Figura 17 – Prateleiras para armazenamento de retalhos.....	65
Figura 18 – Definição dos locais de armazenamento.....	66
Figura 19 – Situação atual da doca de recebimento das placas/ máquina de corte..	67
Figura 20 – Estocagem das placas de rocha	68
Figura 21 – Situação atual e proposta do pátio de estoque e entrada de veículos ...	69
Figura 22 – Organização do pátio de estocagem (classificação ABC)	70
Figura 23 - Máquinas de Corte	71
Figura 24 - Área de acabamentos	72
Figura 25 - Contêiner de descarte	73
Figura 26 – Área de divulgação de promoções	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais países produtores de matéria-prima, fabricantes de produtos beneficiados e consumidores de rochas ornamentais (2015)	43
Tabela 2 - Número de empregos formais no setor de rochas ornamentais do Brasil – 31/07/2017	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	PROBLEMA DE PESQUISA.....	15
3	JUSTIFICATIVA.....	16
4	OBJETIVOS.....	17
4.1	Objetivo Geral.....	17
4.2	Objetivos Específicos.....	17
5	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
5.1	O Conceito <i>Lean</i>	17
5.1.1	As Raízes do Conceito <i>Lean</i>	17
5.1.2	<i>Lean Thinking</i>	19
5.1.3	<i>Lean Manufacturing</i>	22
5.1.4	<i>Lean Construction</i>	23
5.1.5	<i>Lean Office</i>	23
5.2	<i>Lean Manufacturing</i> – Produção Enxuta.....	24
5.2.1	O Conceito	24
5.2.2	Os Sete Desperdícios	27
5.3	Ferramentas	31
5.3.1	VSM (<i>Value Stream Map</i>):Mapa de Fluxo de Valor	32
5.3.2	5S	32
5.3.3	Fluxo Contínuo.....	34
5.3.4	<i>Kaizen</i>	35
5.3.5	Ciclo PDCA	37
5.3.6	Diagrama Causa e Efeito	37
5.4	A Indústria de Rochas Ornamentais como Parte da Cadeia Produtiva da Construção Civil	38
5.4.1	Panorama Mundial.....	40
5.4.2	O Setor de Rochas Ornamentais no Brasil	44
5.4.3	O Setor de Rochas Ornamentais em Palmas	45
6	METODOLOGIA DE PESQUISA.....	47

6.1	Caracterização da Pesquisa	48
6.2	Primeira Etapa	48
6.2.1	Visita à Empresa para Definição do Problema de Pesquisa	48
6.2.2	Definição do Tema.....	49
6.2.3	Levantamento Bibliográfico.....	49
6.2.4	Estruturação do Trabalho para a Primeira Fase	49
6.3	Segunda Etapa	50
6.3.1	Visita à Linha de Produção para Visualização do Sistema Produtivo	50
6.3.2	Análise dos Dados Coletados em Visita	50
6.3.3	Busca por Ferramentas Lean que Possam ser Implantadas para Melhoria dos Processos	50
6.3.4	Análise das Ferramentas Buscadas	51
6.3.5	Proposta de Aplicação de Ferramentas Lean nos Processos da Empresa	
6.3.6	Conclusão da Pesquisa	51
6.3.7	Defesa do TCC II	51
7	RESULTADOS	52
7.1	A Empresa.....	52
7.2	Proposta de Aplicação de Ferramentas <i>Lean</i> na Produção.....	53
7.2.1	O Fluxo Produtivo	54
7.2.2	Organização Física da Empresa.....	63
8	CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	74
8.1	Conclusão.....	74
8.2	Sugestões para Pesquisas Futuras	76
9	REFERÊNCIAS	77
	ANEXO A	85

1 INTRODUÇÃO

As marmorarias representam a ponta da cadeia produtiva da indústria de rochas ornamentais. Estas empresas são responsáveis pela parte de acabamento e elaboração dos produtos finais e, grande parte das vezes, assumem o papel da prestação de serviços de instalação dos produtos na construção civil, executando atividades como: aplicação de revestimentos, pavimentações e a colocação de peças especiais de mármore e granito em geral (JUNIOR, 2003).

Em paralelo a isso, este setor dispõe de serviços geradores de grandes impactos ambientais e a administração de seus resíduos tem sido dificultosa. De acordo com uma pesquisa feita por Lima (2016), em Palmas-TO “chega-se a um montante de 17 contêineres, com 5m³ cada, descartados por mês. Isso anualmente resulta num total de 1020 m³ de material nobre levado ao lixo”.

Segundo Gerolla (2016) os acabamentos externos e internos de uma obra podem custar de 20 a 38% do seu valor total. Neste contexto os granitos se sobressaem por serem as rochas ornamentais comercialmente mais importantes, graças à sua estética, resistência e durabilidade. Cerca de 80% do volume total de granito é utilizado na construção civil, para revestimento de pisos, paredes e fachadas, além de tampos de pias, mesas e balcões (CHIODI, 2014).

O maior volume de produtos e movimentação de dinheiro do setor provém da arquitetura e da construção civil, construção e revestimento de elementos urbanos, decoração e também arte funerária. (CHIODI, 2014)

O mercado competitivo tem sofrido uma expressiva alteração, de forma a pressionar as empresas a considerar, com maior seriedade e comprometimento, o impacto de suas operações sobre o meio ambiente (SANTIAGO et. al., 2011).

Ainda de acordo com Júnior (2003), a falta de gerenciamento e controle da matéria-prima causa o desconhecimento, por parte das empresas desse setor, sobre o impacto e importância que as sobras de suas produções possuem.

Com este cenário, se torna primordial que as empresas do ramo busquem modos de aliar a redução de perdas (e conseqüentemente a geração de resíduos) com o aumento da qualidade do produto final de forma a torná-los competitivos e produtivos.

Neste sentido a Produção Enxuta (*Lean Production*) surge como um modelo promissor e gerador de resultados efetivos. É uma filosofia de gerenciamento fundamental para qualquer processo empresarial e atua na edificação e eliminação das perdas do processo produtivo de maneira simples e contínua, bem como a busca incessante por melhor qualidade, custos mais baixos e maior flexibilidade (GHINATO, 2000). Em paralelo a isso, o modelo de manufatura enxuta disponibiliza uma série de ferramentas para que esses objetivos sejam alcançados, cabendo a cada empresa escolher e adaptar aquelas que lhe trarão os melhores benefícios.

Este trabalho consiste em sugerir mudanças à gestão da produção de uma marmoraria local, a partir de uma revisão da literatura e análise dos processos de aplicação dos conceitos do *Lean Manufacturing*.

2 PROBLEMA DE PESQUISA

Como melhorar a produtividade e aumentar a qualidade dos processos no beneficiamento de materiais nobres, a partir da utilização de ferramentas *Lean*?

3 JUSTIFICATIVA

De acordo com um levantamento feito em 2016 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o Brasil, por três anos consecutivos (2014, 2015 e 2016), fechou mais empresas do que abriu. A pesquisa ainda mostra que o ano de 2016 obteve o menor número de empresas abertas desde o início dos levantamentos, em 2008 (SILVEIRA, 2018).

Hoje, grande parte do gerenciamento de empresas de pequeno porte é feita de forma intuitiva e improvisada, resultando em baixa produtividade, menor qualidade nos processos, elevados custos de produção, altos índices de desperdícios e insatisfação dos clientes e/ou proprietários, facilitando o fechamento destas (CABETTE; SOUZA, 2014).

Na indústria da construção civil é fundamental a contratação de fornecedores que disponham de produtos de qualidade e compromisso com os prazos, juntamente a preços justos, porém encontrar empresas com esse perfil tem sido uma das maiores dificuldades desse setor.

Com o aumento da produtividade, melhor organização da empresa e aproveitamento do tempo, maior conscientização dos funcionários e, conseqüentemente redução nos custos, as empresas se tornam muito mais competitivas e fortes no mercado e, em conjunto a isso, a prestação de serviços à construção civil se torna de maior qualidade e com menor custo, evitando atrasos na entrega do produto.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo elaborar um estudo do sistema produtivo de uma indústria beneficiadora de rochas ornamentais com a finalidade de propor melhorias na linha de produção, por meio de ferramentas baseadas na filosofia *Lean*.

4.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar os problemas existentes na linha de produção que interferem na eficácia da indústria;
- b) Definir ferramentas, que tenham foco *Lean*, convergentes com o objetivo do estudo;
- c) Propor soluções aos problemas constatados a partir do uso das ferramentas estabelecidas.

5 REVISÃO DE LITERATURA

5.1 O Conceito *Lean*

5.1.1 As Raízes do Conceito *Lean*

A origem industrial do processo de pensamento *Lean*, conhecido como Sistema Toyota de Produção, tem o Japão como cenário. Em 1902, o fundador do Grupo Toyota, Sakichi Toyoda, criou um tear com interrupção imediata e automática, que parava de funcionar se algum dos filamentos se rompesse. Foi uma invenção revolucionária por viabilizar a automação do trabalho dos teares de tal forma que um único operador conseguia comandar, ao mesmo tempo, dezenas dessas máquinas (JOINT COMMISSION RESOURCES, 2016).

Com essa invenção, Toyoda possibilitou a mitigação de defeitos, aumento da produção e economia de dinheiro, pois com ela o tear parava de produzir tecido com defeito e, conseqüentemente, de consumir os filamentos depois da ocorrência de um problema. Assim, surgiu o princípio de interromper imediatamente a produção sempre que um problema fosse detectado para eliminar a perda de tempo, reduzir o número de produtos com defeito e manter o fluxo contínuo de produção. Esse princípio se tornou um dos fundamentos cruciais do pensamento *Lean* para a melhoria do desempenho (*JOINT COMMISSION RESOURCES*, 2016).

Após a Segunda Guerra Mundial o Japão passava por uma forte crise. Sob intervenção americana, o país passou por reformas políticas e iniciou a recuperação de sua economia. A sociedade nipônica após a guerra tinha como objetivo recuperar a soberania e restaurar o orgulho ferido, e para isso começaram os investimentos no aprimoramento da qualidade das atividades prestadas. (CORREA, 2007).

Com a intenção de buscar meios para que a produção pudesse ser realizada com menos estoques em processo, menor quantidade de recursos humanos, de investimentos, e eliminação de defeitos, Eiji Toyoda (um dos executivos e membro da família fundadora da Toyota Motors) e Taiichi Ohno (chefe de engenharia da empresa), reinventaram o processo produtivo da Toyota, denominando Sistema Toyota de Produção, após uma visita a indústria automobilística de Henry Ford, nos Estados Unidos, em 1950. Este revolucionário sistema conquistou o mundo na década de 1970 pelos méritos dos resultados obtidos através de uma eficiente gestão (CORREA, 2007).

Segundo a organização global *Joint Commission Resources*, este novo sistema funcionava de forma a fornecer aos trabalhadores, nos diferentes processos de montagem, exclusivamente os tipos e as quantidades de itens indispensáveis, somente quando se tratasse de uma necessidade comprovada. Cada passo do

processo deveria produzir apenas os tipos e as quantidades de produtos/peças que o processo seguinte necessitasse.

Somente na década de 80 o termo “enxuta”, do inglês “*lean*”, foi criado por John Krafcik, integrante do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), onde em um de seus artigos falava sobre as técnicas do sistema de produção desenvolvidas pela Toyota. Após observar que o sistema prezava pela redução de quantidade, custos e tempo, menor esforço dos funcionários, menores espaços para fabricação, menos investimentos em ferramentas, menor tempo em planejamento, menores estoques, menos fornecedores, e unindo isso à redução de defeitos com uma maior variedade de produtos, Krafcik utilizou da expressão enxuta para descrevê-lo (VARGAS, 2009).

5.1.2 *Lean Thinking*

Com o intuito de divulgar a ideia do sistema de produção japonês, os pesquisadores definem o *Lean Thinking* como: a identificação, redução e eliminação das atividades que não agregam valor ao processo, ou seja, eliminar ou mitigar os desperdícios, baseando-se em cinco princípios *Lean* (Valor; Fluxo de valor; Fluxo contínuo; Produção puxada; Perfeição) (AVELAR et. al. apud FERREIRA, 2018).

Figura 1 - Os 5 princípios da mentalidade enxuta



Fonte: Coutinho (2017)

a) Valor

O valor é o ponto de partida do pensamento *Lean*. Quem especifica o valor é o cliente final. De acordo com Womack e Jones (2004), o cliente quem determina o que ele quer, quando quer, e quais as características do produto/serviço que são importantes. Nenhuma produção tem sentido se não houver a satisfação do cliente. Segundo Gallardo (2007) muitos produtores cometem o erro de tentar definir o que é valor para o cliente sem considerar o que realmente ele quer do produto. Resumindo: é necessário especificar o valor a partir da perspectiva do cliente, criando valor para ele, de forma a cumprir ao máximo suas expectativas (PICCHI, 2000; HOWELL, 1998).

b) Fluxo de Valor:

O fluxo de valor são todos os processos necessários para que a matéria-prima se transforme em um produto final, com foco em identificar qualquer tipo de desperdício durante seu andamento, mas também aquilo que crie ou

represente valor para o cliente. Quando é feita uma análise do fluxo de valor de um produto, é possível encontrar uma grande quantidade de desperdícios e atividades que não agregam valor ao produto final (WOMACK; JONES apud GALLARDO, 2007). Esta análise do fluxo de valor identifica três tipos de atividades: aquelas que agregam valor ao produto; aquelas que não agregam valor, mas são necessárias para a produção e aquelas que não agregam valor e não são necessárias, que são aqueles que devem ser eliminados (KOSKELA, 1997).

c) Fluxo Contínuo

O fluxo contínuo consiste na produção de uma peça de cada vez, sendo que cada item deve passar de um processo ao outro de modo ininterrupto (WOMACK; JONES, 2004). De acordo com Gallardo (2007) a produção deve ser contínua, sem estoques intermediários e paradas durante o processo, minimizando o tempo de produção, gerando produtos de maior qualidade e eliminando desperdícios. O *Lean Thinking* traz consigo a proposta de redefinir os trabalhos de cada função, departamento e até mesmo a empresa, de modo a possibilitar um reforço favorável na criação de valor e atingir as verdadeiras necessidades do cliente nas etapas do processo, fazendo, consequentemente, o valor fluir (SHINGO, 1996).

d) Produção Puxada

A produção puxada tem como foco produzir na quantidade certa e na hora certa, para atender a uma demanda. Dessa forma, deve-se produzir somente quando demandado pelo cliente. Este modelo de produção exclui suposições de demanda e estoques, e ainda possibilita um maior contato da empresa com seus clientes, identificando suas necessidades antes de iniciar a produção. Reduzindo o tempo de resposta às necessidades do cliente eleva-se o aumento da confiabilidade do processo e do cliente, criando uma fidelidade do cliente ao saber que se pode obter o produto com mais rapidez

e com a qualidade esperada. Cria-se assim um processo puxado pelo cliente e não empurrado pelo produtor (WOMACK; JONES, 2004). Segundo o *Lean Enterprise Institute*, a produção puxada é aquela “em que as atividades fluxo abaixo avisam as atividades fluxo acima sobre suas necessidades”.

e) Perfeição

A busca pela perfeição é um processo permanente. Não existe um fim no processo de redução de esforços, tempo, espaço, custos e erros. A melhoria contínua é um princípio primordial da mentalidade enxuta, onde se busca sempre atender às exigências dos clientes em termos de variedade, qualidade, tempo e preço (WOMACK; JONES, 2004). Conclui-se então que a interação com os outros princípios é de extrema importância, pois conforme o valor flui mais rapidamente, os desperdícios surgem e, com o intuito de atingir a melhoria, continua-se eliminando os mesmos (LIKER, 2005).

5.1.3 *Lean Manufacturing*

Com o fim da Segunda Guerra Mundial o Japão se viu em uma forte crise e necessitava de atitudes urgentes para superar essa fase. A busca por essas mudanças acabaram por provocar o surgimento do *Lean Manufacturing*, que é um modelo de gestão que foca na criação de fluxo de produção limpa, sem desperdícios, reduzindo o tempo entre o pedido e a entrega do produto ao cliente. (MANFREDINI & SUSKI, 2010).

A base da Produção Enxuta é a combinação de técnicas gerenciais com as máquinas a fim de produzir mais, com menos recursos e menos mão de obra (RIANI, 2006), promovendo a identificação do que agrega valor (e do que não agrega) de acordo com a perspectiva do cliente. É importante a interligação das etapas necessárias à produção de bens no fluxo do valor, de modo que este progrida sem interrupções, desvios, retornos, esperas ou refugos, e a operação

deste fluxo seja puxada pela demanda (SILVA et. al., 2011).

5.1.4 *Lean Construction*

Segundo Isatto et al. (2000), com o pensamento de difundir os conceitos do Sistema Toyota de Produção, Lauri Koskela, em 1992, publicou seu trabalho “*Application of the new production philosophy in the construction industry*”. Nesse estudo, Koskela ajustou os conceitos do Pensamento Enxuto ao âmbito da construção civil, surgindo assim uma nova linha de pesquisa nominada de *Lean Construction*.

A Produção Enxuta vem para combater o aumento de desperdícios e a quebra do fluxo de trabalho, elementos que causam atrasos na entrega do produto final ao cliente, com uma qualidade insatisfatória. Rosenblum et al. (2007) diz que a *Lean Construction* tem como pontos fortes: a diminuição dos retrabalhos, menores prazos de entrega, menor desperdício dos materiais utilizados e redução do entulho gerado na obra. Ou seja, a utilização dessa metodologia permite obras mais limpas, com menor capital em um curto prazo de entrega.

5.1.5 *Lean Office*

A aplicação dos princípios do *Lean Thinking* às atividades não manufatureiras é chamada de *Lean Office*. Neste contexto, o fluxo de valor equivale ao fluxo de informações e de conhecimentos, e por isso requer maior dedicação para que seja definida sua trajetória de valor em comparação com os fluxos de materiais de fábricas (McMANUS, 2003).

Portanto, o foco principal do *Lean Office* é a adaptação e utilização das ferramentas *Lean* para se eliminar as variações e desperdícios nos processos administrativos das organizações (TAPPING e SHUKER, 2003), trazendo maior

competitividade ao possibilitar que o escritório atenda seus clientes de forma mais rápida, eficiente, com qualidade e baixo custo.

5.2 *Lean Manufacturing* – Produção Enxuta

5.2.1 Conceito

Baseado na necessidade de produzir pequenas quantidades de numerosos modelos de produtos surgiu a Produção Enxuta. Ohno realizou estudos dos modelos de sistemas de produção norte-americanos e adaptou esses conceitos a realidade japonesa (como citado no item 5.1.3 deste trabalho), caracterizada pela escassez de recursos materiais, humanos, financeiros e de espaço físico (CORIAT apud BORGES, 2018).

Ao analisar o modelo de produção em massa da Ford, Ohno se deparou com um sistema focado em produzir altas quantidades de poucos modelos de carros. Contrário a isso, a Toyota necessitava de um sistema que possibilitasse a fabricação de baixas quantidades de modelos diferentes utilizando de uma mesma linha de montagem, tendo em vista que a demanda do mercado era muito baixa para destinar a linha de montagem a um só automóvel (LIKER, 2005).

Com a execução desses novos conceitos nas indústrias japonesas consolidou o Sistema Toyota de Produção, também chamado de Produção com Estoque Zero (BORGES, 2018), que tem como base a total eliminação do desperdício, utilizando como pilares de sustentação o *Just-in-time* e a autonomação.

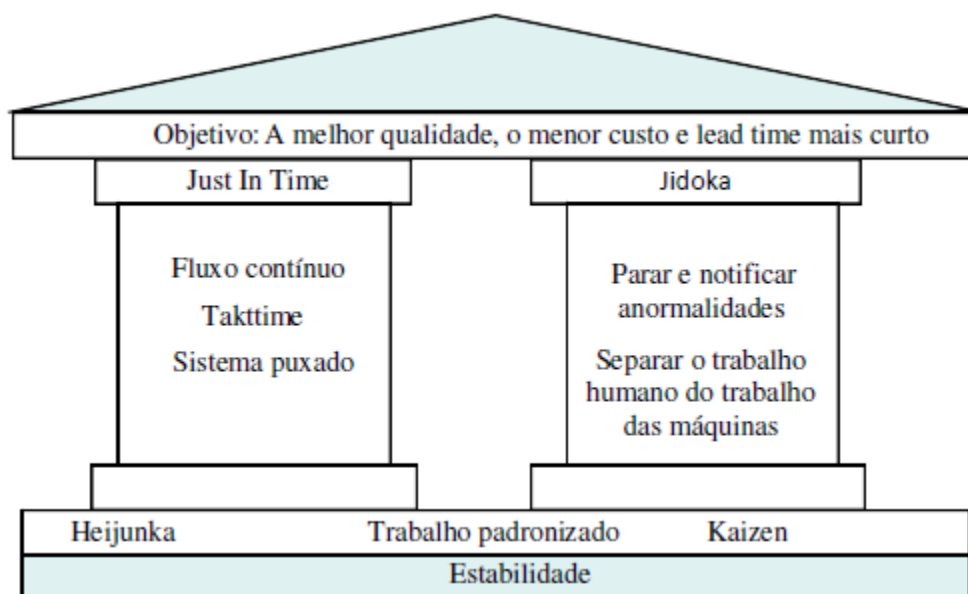
De acordo com Ohno (1997), conforme citado por Borges (2018), estes dois pilares são indispensáveis para a sustentação do sistema, e possuem as seguintes definições:

a) *Just-in-time*: é uma abordagem que preza para que os processos necessários na produção forneçam em quantidade, local e momento corretos, sempre utilizando o mínimo de recursos, com objetivo de aperfeiçoar a produtividade.

b) Automação: consiste na automação com participação do ser humano, ou seja, utilização de máquinas que possuam parada automática quando detectado algum defeito na produção, evitando assim, a propagação do erro e desperdícios posteriores.

Conforme Borges (2018), o Sistema de Produção Enxuta, além de apoiado nos dois pilares mencionados, é também fundamentado pela estabilidade e esta apoia outras atividades do sistema, conforme mostra a figura a seguir.

Figura 2 – O Sistema Toyota de Produção



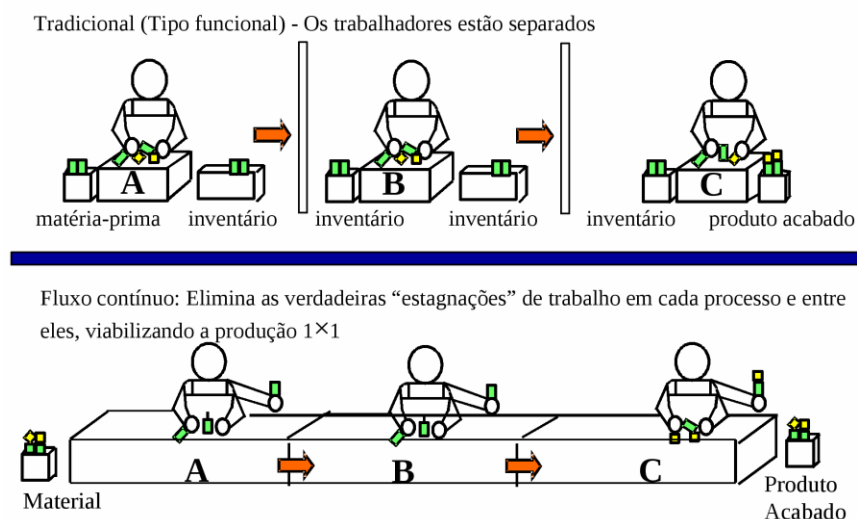
Fonte: Mota e Alves (2008)

Em resumo, a entrega com melhor qualidade, ao menor custo possível e em menor tempo para seus clientes, são os objetivos primordiais de um sistema

enxuto. Por esta razão, o sistema inteiro deve ser projetado para alcançar estas metas (MOTA; ALVES, 2008).

De acordo com Ghinato (2000), um dos primeiros pontos para a implantação da Produção Enxuta é a capacidade de implementação de um fluxo unitário e contínuo, com estoques intermediários completamente extintos, evitando perdas por espera, estoque e redução do *lead time* de produção.

Figura 3 – Fluxo Tradicional x Fluxo Contínuo



Fonte: Ghinato, 2000.

Assim como cita Rezende et.al. (2015), o conceito de Manufatura Enxuta foi mencionado por vários autores, com diferentes conceitos como:

“A eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a idéia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida (OHNO,1997).”

“A busca de uma tecnologia de produção que utilize a menor quantidade de equipamentos e mão-de-obra para produzir bens sem defeitos no menor tempo possível, com o mínimo de unidades intermediárias, entendendo como desperdício todo e qualquer elemento que não contribua para o atendimento da qualidade, preço ou prazo requerido pelo cliente. Eliminar todo desperdício através de esforços concentrados da administração, pesquisa e desenvolvimento, produção, distribuição e todos os departamentos da companhia (SHINOHARA,1988).”

“Há de conferir o máximo número de funções e responsabilidades a todos os trabalhadores que adicionam valor ao produto na linha, e a adotar um sistema de tratamento de defeitos imediatamente acionado a cada problema identificado, capaz de alcançar a sua causa raiz (WOMACK,1992).”

5.2.2 Os Sete Desperdícios

O Sistema Toyota de Produção possui o objetivo de reduzir custos através de uma sistemática identificação e eliminação de desperdícios, que é feita a partir da identificação do fluxo de valor, com foco na análise das operações e distinguindo as que agregam valor ou não (LOPES, 2011).

Segundo Hines e Taylor (2000), as atividades de um processo de produção podem ser distintas da seguinte forma:

a) Atividades que agregam valor

Aquelas que são importantes sob o olhar do cliente final, ou seja, que produzam as características ou funcionalidades que eles estejam dispostos a adquirir.

b) Atividades que não agregam valor, mas são necessárias

Aquelas que do ponto de vista do cliente final não tornam o produto ou serviço mais valioso, mas que são de extrema necessidade para atendê-lo com segurança e qualidade.

c) Atividades que não agregam valor e não são necessárias

São aquelas que, além de não serem importantes sob o ponto de vista do cliente, também não são essenciais para o processo. Estes são identificados como desperdícios da produção, e devem ser diminuídos ou eliminados rapidamente.

O sistema *Lean* possui como uma de suas bases a busca contínua pelos desperdícios que pode haver no cotidiano de uma empresa. Como dito anteriormente: desperdício é tudo que consome recursos, mas não agrega valor ao cliente (PICCHI, 2000).

Um dos grandes gargalos dos desperdícios é que eles, em sua grande parte, se encontram “camuflados” em meio aos processos produtivos, e encontrá-los, combatê-los e eliminá-los pode se tornar uma tarefa não tão simples, pois estes podem se disfarçar de diversas formas (PICCHI, 2000).

Figura 4 – Os Sete Desperdícios na Produção

Fonte: Pavani, 2017.

Os “7 tipos de desperdícios” foram criados por Taiichi Ohno (1912-1990), um dos principais executivos da trajetória da Toyota, e de acordo com o *Lean Institute* Brasil, são:

a) Produção em excesso

Quando a empresa produz mais do que precisa para atender o cliente. Em uma produção adequada, cada processo deve produzir exatamente, nem mais nem menos, o que o processo seguinte exige, de forma que a cadeia de valor atenda à demanda real. Esta é o desperdício principal, pois quando ocorre acaba por agravar todos os demais. A produção em quantidade ou ritmo maior do que o necessário utiliza recursos desnecessariamente, gerando estoques e deslocamentos em excesso e consumindo capacidade que poderia ser utilizada para produzir aquilo que agrega valor para o cliente.

b) Espera

O foco do sistema *Lean* é obter processos que ocorram em fluxo contínuo, possibilitando uma entrega rápida ao cliente e sem interrupção. Esse tipo de desperdício acontece quando alguém ou algum equipamento que deveria estar produzindo está parado. É comum presenciar nas empresas situações em que pessoas ficam paradas à espera de materiais, informações etc., e na maioria desses casos a causa principal é a falta de estabilidade entre as etapas.

c) Processamento desnecessário

São ações, feitas durante a produção, sem necessidade e não fariam falta se fossem eliminadas. Por exemplo, conferência de coisas que já foram conferidas anteriormente; processos que faziam sentido em situações passadas, mas já não possuem sentido; etc.

d) Estoque

As empresas possuem seu lucro através da venda de seus produtos, ou seja, os produtos devem ser consumidos para haver a remuneração. A partir do momento que aquilo que foi produzido não for consumido (pelo consumidor final ou pelo processo seguinte), geram-se estoques. Além do custo financeiro de capital parado e não vendido, no estoque encontra-se problemas com a retardação da detecção de defeitos, o que pode causar grandes retrabalhos.

e) Transporte

A realização de qualquer tipo de transporte desnecessário é um desperdício. Como exemplo se tem a movimentação de matérias primas em uma fábrica desnecessariamente, resultantes de fluxos mal planejados, estoques intermediários e afastados do local de produção.

f) Movimentação

Do mesmo modo, o movimento de pessoas desnecessariamente também se configura como desperdício, pois consome tempo que poderia ser utilizado com processos que agregam valor. Como exemplo tem-se o gasto de tempo com procura por ferramentas, ou layouts que possuam grandes estoques entre as operações, causando longas distâncias entre postos de trabalho.

g) Correção

O último desperdício é um dos mais comuns nas empresas: gasto de tempo, pessoas e recursos para retrabalhar, corrigir ou refazer aquilo que foi feito erroneamente.

Segundo Womack e Jones (2004), um grande aliado ao combate dos desperdícios é a própria Produção Enxuta, pois é um método que auxilia na especificação do valor, na sequência das ações que geram valor e tudo isso sem interrupções e com eficiência.

5.3 Ferramentas

Para atingir os objetivos da Manufatura Enxuta, é necessária a aplicação de algumas ferramentas que auxiliarão na obtenção dos resultados. As ferramentas são instrumentos utilizados para implantação do sistema, que dão um direcionamento e auxiliam na conquista dos objetivos estabelecidos.

Existem variados tipos de ferramentas *Lean*, portanto iremos citar as consideradas fundamentais, conforme pesquisa na literatura.

5.3.1 VSM (*Value Stream Map*): Mapa de Fluxo de Valor

Conforme o *Lean Institute* Brasil, o Mapa de Fluxo de Valor é um diagrama simples com todas as etapas compreendidas nos fluxos de material e informação, que são necessárias para atender aos clientes desde o pedido à entrega. O intuito dos mapas de fluxo de valor é revelar as possibilidades de melhoria. Estes mapas podem ser feitos em variados momentos.

Para a determinação das condições imediatas, é feito um mapa do estado atual da produção desde o pedido até a entrega ao cliente final. Já o mapa do estado futuro (como mostrado no Anexo A – Mapa de fluxo de valor do estado futuro) processa as oportunidades de melhoria identificadas pelo mapa do estado atual de forma a criar um fluxo novo que melhore o desempenho em algum ponto no futuro.

Para que o fluxo de valor definido tenha sucesso, deve-se nomear um responsável por seu gerenciamento. O Gerente do fluxo de valor deverá identificar o valor de acordo com o ponto de vista do cliente e buscar um fluxo cada vez mais enxuto.

5.3.2 5 S

O programa 5S apresenta um processo contínuo de melhoria do ambiente de trabalho e consiste, basicamente, em cinco termos japoneses que começam com a letra “S”, que são as atividades necessárias para eliminar os desperdícios que contribuem para a geração dos erros, defeitos e acidentes de trabalho por meio do gerenciamento visual (LIKER, 2005; LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2003).

Figura 5 – Significado do 5S

	JAPONÊS	INGLÊS	PORTUGUÊS	
1ºS	<i>Seiri</i>	<i>Sorting</i>	Senso de	Utilização
				Arrumação
				Organização
				Seleção
2ºS	<i>Seiton</i>	<i>Systematizing</i>	Senso de	Ordenação
				Sistematização
				Classificação
3ºS	<i>Seisou</i>	<i>Sweeping</i>	Senso de	Limpeza
				Zelo
4ºS	<i>Seiketsu</i>	<i>Sanitizing</i>	Senso de	Asseio
				Higiene
				Saúde
				Integridade
5ºS	<i>Shitsuke</i>	<i>Self-Disciplining</i>	Senso de	Autodisciplina
				Educação
				Compromisso

Fonte: Lapa (1998)

1º S – *Seiri* (Senso de Utilização): classificação dos itens em necessários e desnecessários, e posterior descarte destes últimos;

2º S – *Seiton* (Senso de Organização): organizar os itens necessários – “um lugar para tudo e tudo no seu lugar”;

3º S – *Seiso* (Senso de Limpeza): este processo funciona muitas vezes como um sistema de inspeção, que ajuda a expor anomalias e falhas que possam causar problemas no futuro;

4º S – *Seiketsu* (Senso de Padronização): criar regras ou padrões baseados no bom desempenho dos três primeiros S, para mantê-los e monitorá-los;

5º S – *Shitsuke* (Senso de Autodisciplina): criar disciplina para manter em andamento os quatro primeiros S e manter um ambiente de trabalho estável e em constante melhoria.

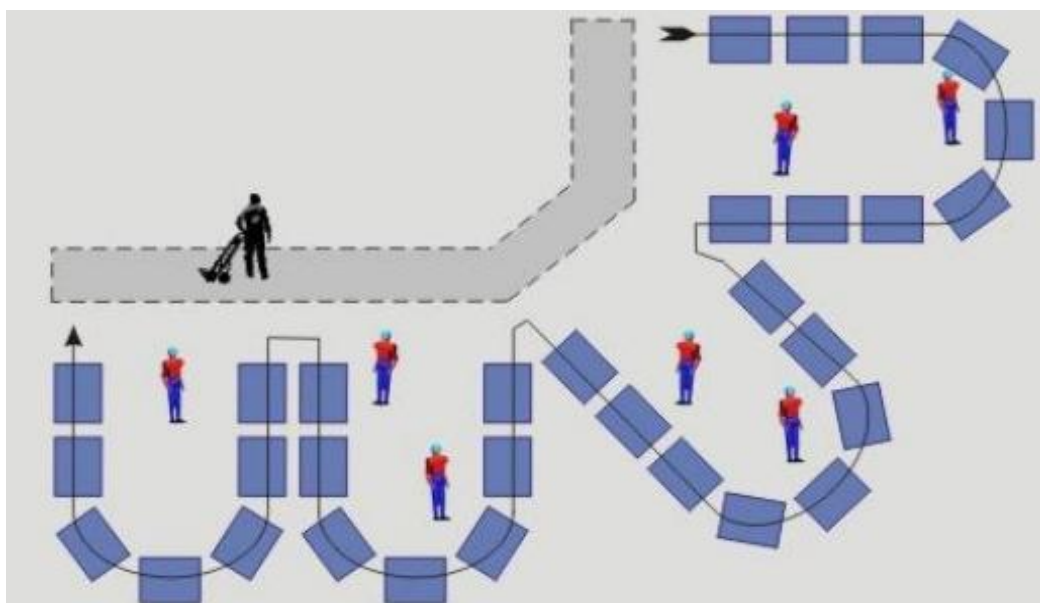
Os 5S devem ser implementados na sequência apresentada acima. Primeiro, deve-se eliminar aquilo que é desnecessário, depois, organizar os locais

de trabalho, extinguir as fontes de sujeira, criar procedimentos de limpeza, padronizar as formas de armazenagem dos recursos e por fim garantir a sustentabilidade com treinamentos e auditorias.

5.3.3 Fluxo Contínuo

A produção em fluxo contínuo consiste em processar e movimentar um item por vez no decorrer de uma série de etapas de processamento, sem interrupções, realizando em cada etapa apenas o que é exigido pela etapa seguinte (ROTHER & HARRIS, 2008). A Figura 6 ilustra uma situação em que o fluxo contínuo é utilizado.

Figura 6 - Células de Produção



Fonte: Freire (2008)

O fluxo contínuo trabalha de forma a permitir que cada peça percorra seu fluxo de fabricação sem paradas, evitando desperdícios como: esperas, estoques intermediários, superprodução e a movimentação e transporte desnecessários. Nesse modelo de produção procura-se colocar as máquinas mais próximas umas

das outras, para redução da área física, geralmente dispostas em forma de “U”, chamadas de células de produção.

De acordo com Rother & Harris (2008), as células são arranjos de pessoas, máquinas, materiais e métodos em que aos locais das etapas do processo estão próximas e acontecem sequencialmente, sempre seguindo um fluxo contínuo. O layout físico de uma célula em “U” é o mais conhecido, mas existem variadas formas possíveis.

A utilização de células em fluxo contínuo possui como vantagem a eliminação do estoque em processo e a melhoria da qualidade dos produtos, pois a percepção de defeitos se torna mais rápida, tendo em vista que a utilização das peças pelo processo seguinte é praticamente instantânea (SILVA, 2007).

5.3.4 Kaizen

Na intenção de se reerguerem economicamente, os japoneses passaram a implementar não só nas empresas, mas também em suas vidas, a filosofia do *Kaizen*, que possui o princípio de que nenhum dia deve passar sem que ocorra algum melhoramento (ESPÍNDOLA, 1997).

O *Kaizen* busca o melhoramento contínuo em todos os aspectos, proporcionando aumento de produtividade e da qualidade, com menor investimento.

Segundo Imai (1992), existem dez mandamentos a serem seguidos na metodologia *Kaizen*:

1. O desperdício deve ser eliminado;
2. Melhorias graduais devem ser feitas continuamente;

3. Todos os colaboradores devem estar envolvidos, sejam gestores ou operadores;
4. As melhorias devem ser feitas sem a necessidade de grandes investimentos. Deve-se usar a criatividade para a realização de mudanças simples que surtam grande efeito nos resultados;
5. Aplica-se em qualquer lugar, e não somente dentro da cultura japonesa;
6. Apóia-se numa gestão visual, numa total transparência de procedimentos, processos e valores. Torna os problemas e os desperdícios visíveis aos olhos de todos;
7. Foco no principal local onde se realmente cria valor, ou seja, chão de fábrica;
8. Orienta-se para os processos;
9. Prioriza as pessoas e acredita que o esforço principal de melhoria deve vir de uma nova mentalidade e do estilo de trabalho das pessoas (orientação pessoal para a qualidade, trabalho em equipe, cultivo da sabedoria, elevação da moral, autodisciplina, círculos de qualidade e prática de sugestões individuais ou de grupo);
10. O lema essencial da aprendizagem organizacional é “aprender fazendo”.

Perin (2005) diz que, geralmente, o efeito cumulativo de pequenas melhorias é maior que uma melhoria simples de grande escala. O *Kaizen* é encontrado principalmente nessas pequenas melhorias.

O Kaizen é identificado quando uma equipe de trabalho com foco e treinamento, realiza uma grande melhoria em um processo, através de um trabalho intenso e dedicado, em um curto intervalo de tempo. Após os treinamentos da equipe, é feita uma análise da situação atual e uma projeção para a situação futura. Por fim, toda a equipe possui o mesmo foco: trabalhar para sair da situação atual e atingir a situação desejada.

5.3.5 Ciclo PDCA

Também conhecido como Ciclo de *Deming* ou Ciclo de Shewhart, o Ciclo PDCA se caracteriza por ser uma ferramenta de gestão com foco em promover melhoria contínua a partir de quatro ações: planejar (*plan*), fazer (*do*), checar (*check*) e agir (*act*). Seu objetivo é identificar como surgiu o problema e como solucioná-lo, com foco nas causas e não em suas consequências. A partir da identificação da oportunidade de melhoria, coloca-se em ação atitudes para que sejam feitas as mudanças necessárias para que se atinja os resultados desejados com mais qualidade e eficiência. (JUNIOR, 2017).

Ainda conforme Junior (2017), esse método de análise e mudança de processos parte do pressuposto de que o planejamento não ocorre apenas uma vez, ou seja, ao decorrer do projeto podem ocorrer situações que façam necessária a mudança do planejamento.

5.3.6 Diagrama Causa e Efeito

O Diagrama de Causa e Efeito é uma das mais importantes Ferramentas da Qualidade. Esta possui seu foco na análise de falhas ou dispersão de resultados em equipamentos, sistemas ou processos. Com ela pode-se identificar quais as causas que podem gerar determinado efeito (SANTOS, 2014).

Também conhecido como Diagrama de Ishikawa, nome de seu idealizador Kaoru Ishikawa, ou também como Diagrama Espinha-de-Peixe, por causa do formato característico, começou a partir de um estudo de quatro grandes causas e foi sendo aperfeiçoado ao passar dos anos, resultando em uma análise atual de seis grandes causas, descrita em algumas literaturas como Análise 6M's.

De acordo com Santos (2014), os chamados 6M's seriam:

- 1 – Método (*Methods*);
- 2 – Máquinas (*Machines*);
- 3 – Materiais (*Materials*);
- 4 – Mão-de-obra (*Manpower*);
- 5 – Meio Ambiente (*Mother Nature*);
- 6 – Medidas (*Measure*).

A montagem do Diagrama de Espinha-de-Peixe é bastante simples. É necessário definir o problema que será estudado e colocá-lo na “cabeça do peixe”. Depois, é preciso classificar as informações, definindo a qual causa o problema está relacionado. É importante também que classifique entre causas primárias e secundárias, para facilitar a organização das informações e aprofundar ainda mais o estudo. Com o diagrama concluído, é só realizar um plano de ação para a solução do problema (SANTOS, 2014).

5.4 A Indústria de Rochas Ornamentais como Parte da Cadeia Produtiva da Construção Civil

As Rochas Ornamentais são compostos minerais com grande valor comercial, utilizados principalmente na construção civil, com grande grau de aplicabilidade em revestimentos internos e externos de paredes, pisos, colunas e pilares.

A Indústria de Rochas Ornamentais se resume, basicamente, à extração de Rochas Graníticas e Mármore (na proporção de 60% e 35% respectivamente) (PEITER; CHIODI FILHO, 2001 apud CORDEIRO, 2004). Este setor pode atingir altos níveis de faturamento, sendo responsável pela geração de milhares de empregos diretos e indiretos por todo o mundo.

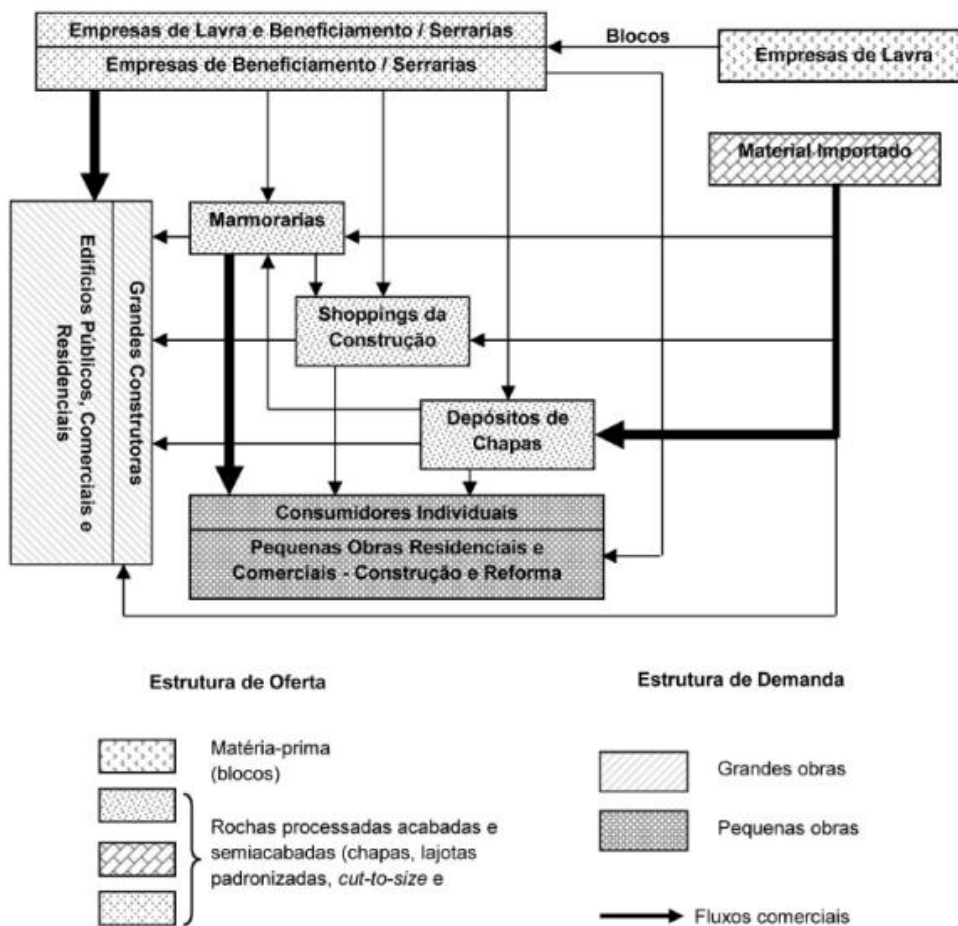
Em meio às variadas utilizações das rochas ornamentais, destacam-se:

- Revestimentos externos e internos,
- Pavimentação;
- Arte fúnebre e religiosa;
- Peças de mobiliário;
- Pias, lavabos, cantoneiras;
- Projetos arquitetônicos gerais.

No setor de rochas ornamentais existem três seguimentos produtivos:

- a) Mineração: feita por empresas de lavra. É a retirada das rochas do seu local natural, em forma de blocos cúbicos;
- b) Serraria: é a serragem dos blocos de rochas para transformá-las em chapas;
- c) Marmoraria: é a beneficiadora dos produtos, responsável por polir, cortar, e executar o acabamento nos produtos finais.

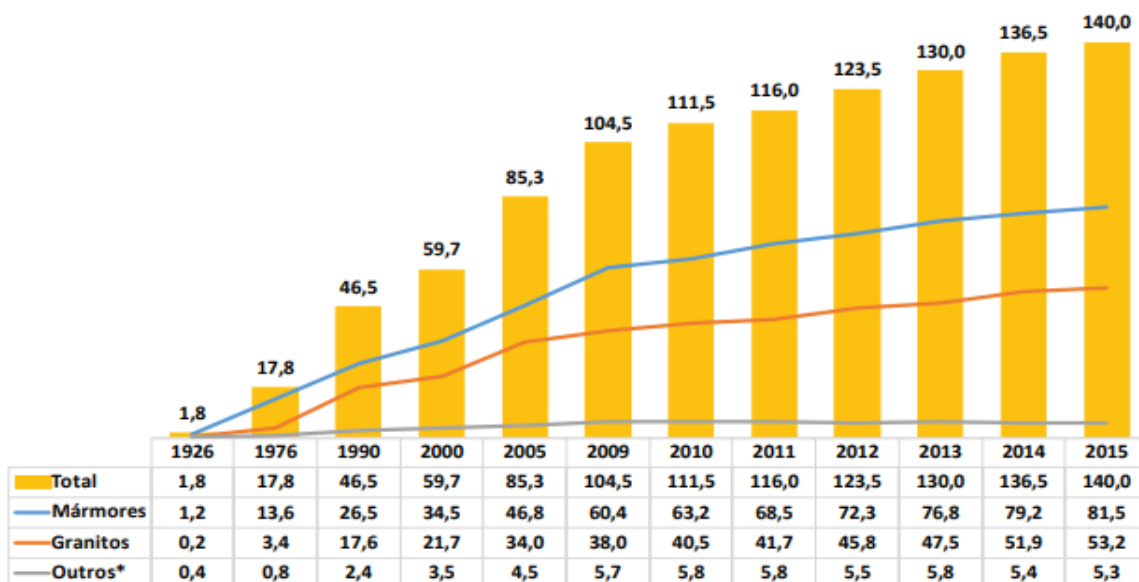
Figura 7 - Estrutura de Comercialização de Rochas Ornamentais no Brasil



Fonte: Chiodi, 2014.

5.4.1 Panorama Mundial

De acordo com Bezerra (2017), a atividade mineiro-extrativa de rochas ornamentais tem apresentado um grande dinamismo ao decorrer dos anos. Da década de 20 para os tempos atuais a produção mundial aumentou mais de 70 vezes. Ultimamente, entre 2009 e 2015, o crescimento foi de 5,0%a.a., em média (Figura 7).

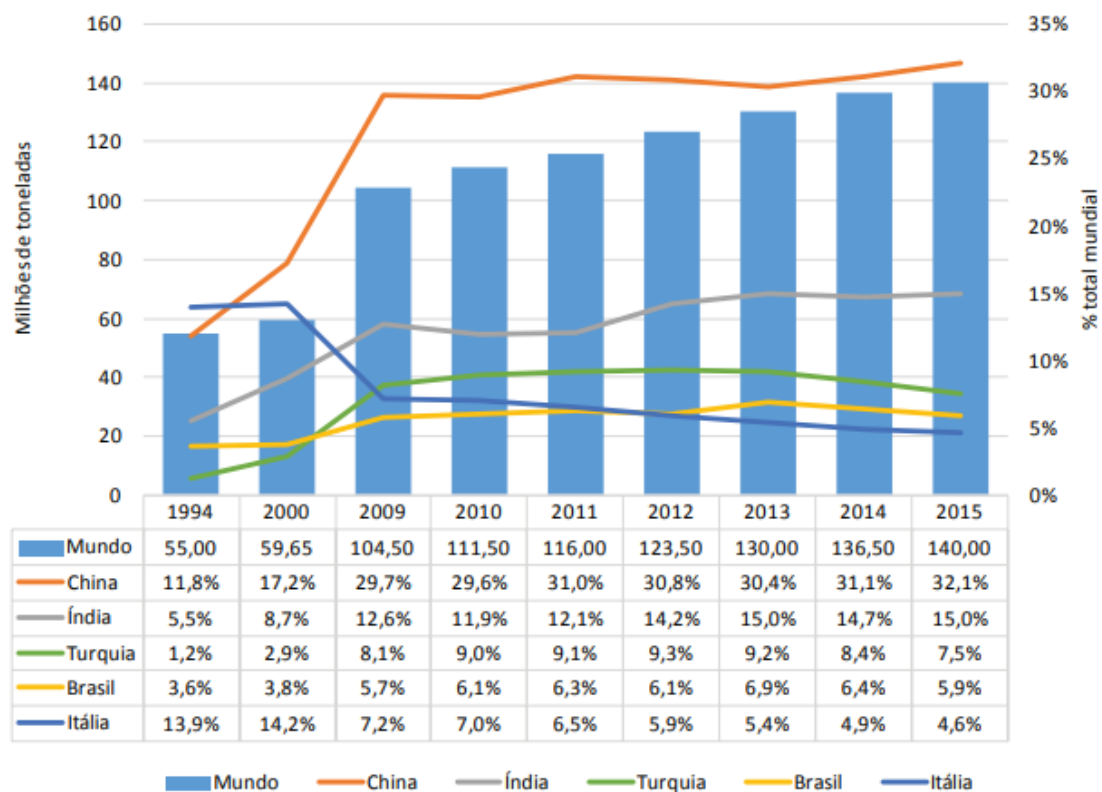
Figura 8 - Evolução da produção mundial de rochas ornamentais (milhões de toneladas/ano)

Fonte: Montani (2016)

Elaboração: BNB/ETENE/Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais

O principal destino das rochas ornamentais é a Construção Civil, esta utiliza cerca de 75% do total da produção. Dentre os principais usos na construção, destacam-se os pisos (32,5%) e os revestimentos internos e externos (20,0%). Fora da construção civil, são as artes funerárias, que participam com 16,5% do total (BEZERRA, 2017).

A Itália, a partir dos anos 2000, vem apresentando grande declínio na participação da produção mundial de rochas ornamentais. Observa-se que a indústria tem se deslocado para países fora do continente europeu. A Itália passou de país líder na produção mundial de rochas ornamentais no início da década de 2000, para quinto lugar em 2015, com tendência decrescente (Figura 8). Hoje a China lidera a produção de rochas ornamentais, tendo 32,1% do total mundial (dados referentes a 2015).

Figura 9 - Participação dos principais países na produção mundial de rochas ornamentais

Fonte: Montani (2016)

Elaboração: BNB/ETENE/Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais

Na produção mundial, dez países são responsáveis pela produção de 81% do total, de acordo com dados de 2015. A China (32,1%) lidera com cerca de um terço da produção global, a Índia (15,0%) e a Turquia (7,5%) são também grandes produtores, ocupando, respectivamente, a segunda e a terceira posições no ranking de produção. O Brasil (5,9%) participa com 8,2 milhões de toneladas, sendo a quarta maior do mundo.

Tabela 1 - Principais países produtores de matéria-prima, fabricantes de produtos beneficiados e consumidores de rochas ornamentais (2015)

Classificação	Produtores de matéria-prima			Fabricantes de produtos beneficiados			Consumidores (Mercado Interno Aparente)		
	País	mil t	%	País	mil t	%	País	mil t	%
1ª	China	45.000	32,1%	China	32.763	39,7%	China	21.757	26,3%
2ª	Índia	21.000	15,0%	Índia	9.042	10,9%	Índia	7.059	8,5%
3ª	Turquia	10.500	7,5%	Brasil	4.306	5,2%	EUA	5.551	6,7%
4ª	Brasil	8.200	5,9%	Turquia	3.589	4,3%	Brasil	3.005	3,6%
5ª	Iran	7.500	5,4%	Itália	3.575	4,3%	Coreia do Sul	2.751	3,3%
6ª	Itália	6.500	4,6%	Espanha	2.353	2,8%	Itália	2.243	2,7%
7ª	Espanha	4.750	3,4%	EUA	1.481	1,8%	A. Saudita	2.232	2,7%
8ª	Egito	4.500	3,2%	Portugal	1.170	1,4%	Alemanha	1.805	2,2%
9ª	Portugal	2.700	1,9%	Taiwan	944	1,1%	França	1.697	2,1%
10ª	EUA	2.700	1,9%	França	900	1,1%	Reino Unido	1.411	1,7%
-	Outros	26.650	19,0%	Outros	18.609	22,5%	Outros	33.086	40,1%
-	Total	140.000	100,0%	Total	82.600	100,0%	Total	82.600	100,0%

Fonte: Fonte: Montani (2016)

Elaboração: BNB/ETENE/Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais

No mundo, dez países são responsáveis por 77,5% do processamento de rochas ornamentais, sendo que a China possui 40% do total, seguida da Índia, com 10,9%. O Brasil (5,2%) é o terceiro maior beneficiador de rochas ornamentais do mundo, tendo processado 4,3 milhões de toneladas em 2015.

Em questão de consumo, os dez principais países representam cerca de 60% do total mundial, com destaque para a China (26,3%). Dois outros importantes mercados são a Índia (8,5%) e os Estados Unidos (6,7%). O Brasil (3,6%) representa o quarto maior mercado, tendo consumido, em 2015, 3 milhões de toneladas, equivalentes a 55,6 milhões de metros quadrados.

Como se observa, no mundo, a China é a principal referência do setor de rochas ornamentais, sendo o maior produtor de matérias-primas, maior beneficiador e maior consumidor.

5.4.2 O Setor de Rochas Ornamentais no Brasil

O Brasil está entre os quatro principais países produtores de matérias-primas, beneficiadores e consumidores de rochas ornamentais. Aqui, a mineração de rochas ornamentais, estimada por Montani (2016) em 8,2 milhões de toneladas em 2015, se concentra em sua maioria na Região Sudeste (principalmente no Espírito Santo), de onde são extraídos 69% da produção nacional. No Nordeste, a mineração de rochas ornamentais foi de 1,48 milhões de toneladas em 2015, representando 18% da produção nacional. O Sul participa com 11%. Nas demais regiões, a mineração de rochas ornamentais é menos expressiva.

Tendo por base os dados de 31/07/2017, o setor de rochas ornamentais do Brasil, compreendendo a extração e o beneficiamento, ocupa (formalmente) 57.396 pessoas (Tabela 2). É sabido que existem muitos empregos e empresas informais, portanto o real número de ocupações e de empreendimentos nesses segmentos produtivos são maiores.

Tabela 2 - Número de empregos formais no setor de rochas ornamentais do Brasil – 31/07/2017

Atividade	Sudeste	Nordeste	Sul	Centro- Oeste	Norte	Brasil
Extração de ardósia (1)	1.097	94	114	0	0	1.305
Extração de granito (2)	6.422	2.031	75	56	29	8.613
Extração de mármore (3)	450	555	68	0	0	1.073
Extração de basalto (4)	1.407	95	1.252	162	21	2.937
Total Extração	9.376	2.775	1.509	218	50	13.928
Beneficiamento (5) e (6)	28.050	4.864	7.278	2.475	801	43.468
Total (Extração + Beneficiamento)	37.426	7.639	8.787	2.693	851	57.396

Fonte: Ministério do Trabalho (2017)

Elaboração: BNB/ETENE/Célula de Estudos e Pesquisas Setoriais

De acordo com Bezerra (2017), a atividade de beneficiamento de rochas ornamentais, desenvolvida principalmente em serrarias e marmorarias, emprega (formalmente) aproximadamente 43 mil pessoas no Brasil em cerca de 6 mil unidades fabris. No beneficiamento, as marmorarias representam um importante elo

com os consumidores finais. Estima-se que 65% da atividade de beneficiamento de rochas ornamentais no Brasil seja realizada no Sudeste, seguida do Sul (17%) e do Nordeste (11%).

No mercado interno, a região Sudeste é o maior consumidor de rochas ornamentais do País. Segundo Chiodi Filho e Kistemann (2014), a região Sudeste representa 78% do mercado interno, sendo o estado de São Paulo responsável por 45% do total do consumo brasileiro de rochas ornamentais. Em seguida, tem-se a região Sul com 14% e, por último, as regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste, com 18%.

No Brasil, como na maioria dos países, a atividade de rochas ornamentais depende da situação atual da construção civil, setor que teve o seu ápice em 2013 e que vem apresentando declínio desde então. Como reflexo dessa conjuntura, a atividade de rochas ornamentais tem desaquecido nos últimos anos, implicando na menor geração de empregos.

5.4.3 O Setor de Rochas Ornamentais em Palmas

O estado do Tocantins não se caracteriza por ser um dos maiores produtores de rochas ornamentais do Brasil, em contrapartida, por ser um Estado novo e em expansão, conta com grande perspectiva de crescimento e geração de empregos.

No ano de 2014, de acordo com a JUCETINS – Junta Comercial do Tocantins – existiam 32 empresas registradas na área de manufatura de rochas ornamentais em Palmas, mas apenas 13 dessas em atual funcionamento. Observou-se também que a maioria dessas empresas são familiares (BORBA et.al., 2013).

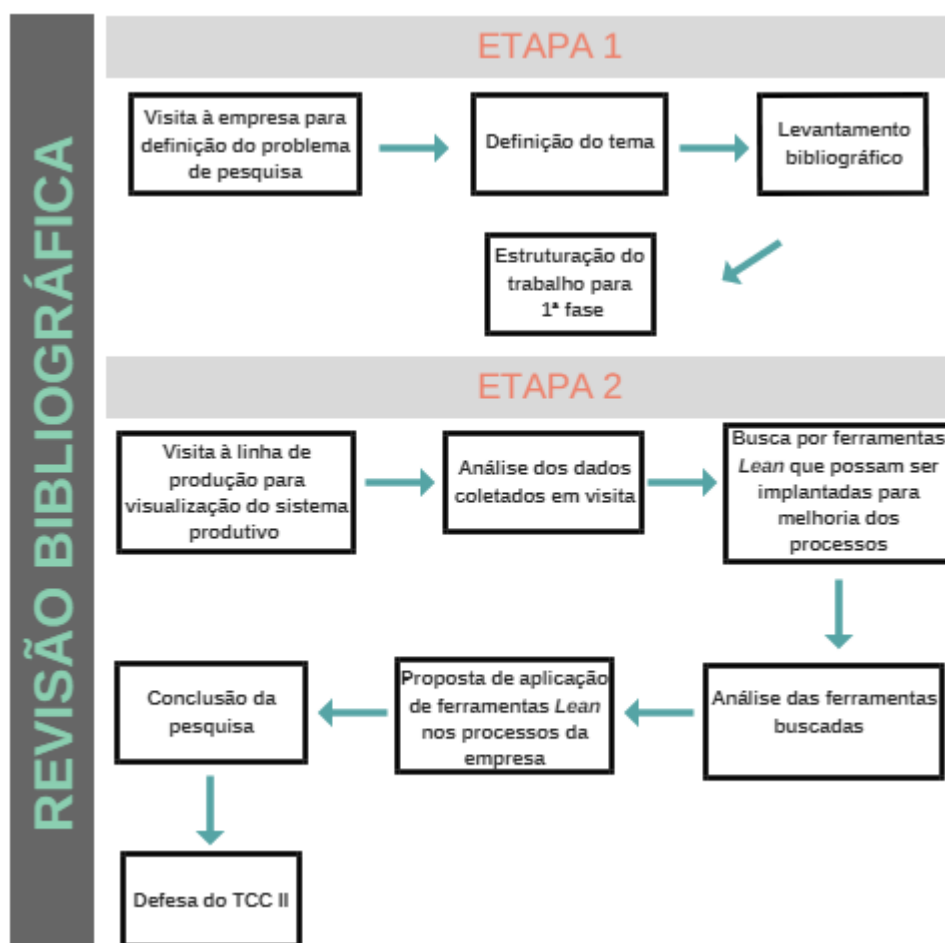
A indústria da construção civil é a principal consumidora dos produtos gerados por essas empresas, principalmente em acabamentos. Palmas, com sua grande quantidade de construções, vem se tornando cada vez mais carente por qualidade desses serviços, onde seus clientes exigem ainda mais agilidade e preço competitivo, juntamente com a consciência ambiental.

De acordo com estudos de Lima (2016), Palmas descarta cerca de 17 contêineres por mês de material nobre, cada um desses com 5m³, o que resulta em um montante de 1020 m³ ao ano. Grande parte desses resíduos poderiam ser evitados durante sua produção, por meio de aprimoramento do sistema produtivo, ou reutilizados como matéria-prima para outros produtos.

6 METODOLOGIA DE PESQUISA

O desenvolvimento do trabalho foi dividido em duas partes, como mostra a figura 10.

Figura 10 - Fluxo de Pesquisa



A primeira etapa consistiu na visita à empresa para definição do problema de pesquisa e tema; levantamento bibliográfico e estruturação do trabalho para primeira fase.

A segunda etapa é um estudo de caso composto pela análise dos processos produtivos, entrevista com o gestor da empresa; análise dos dados;

análise de ferramentas *Lean* que pudessem ser implantadas para melhoria dos processos; proposta de aplicação de ferramentas *Lean* nos processos da empresa; fechamento e conclusão da pesquisa e defesa do Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II).

6.1 Caracterização da Pesquisa

O trabalho é constituído por uma pesquisa qualitativa, tendo em vista que a investigação sobre a obra foi por meio da percepção dos processos, da gestão e dos colaboradores.

A pesquisa possui caráter exploratório, por ter a intenção de desenvolver idéias com vista em fornecer hipóteses em condições de serem testadas em estudos posteriores, que é feita através da busca de embasamento teórico para o entendimento do tema, por meio de estudo de caso e do levantamento de dados.

A técnica de pesquisa é a observação dos processos, sua análise, interpretação e proposta de melhoria na qualidade da produção através de ferramentas baseadas na teoria *Lean*.

6.2 Primeira Etapa

6.2.1 Visita à Empresa para Definição do Problema de Pesquisa

A visita à empresa manufatureira de rochas ornamentais para a construção civil teve o intuito de promover o contato direto do pesquisador com a gestão e os colaboradores, para propiciar uma visão geral dos processos e gargalos da empresa.

6.2.2 Definição do Tema

Para elaboração do tema foi considerado o problema de pesquisa constatado durante a visita à empresa. A sua determinação teve como base revisões bibliográficas e o direcionamento do professor orientador.

Observando a realidade, notou-se a importância e necessidade de maior qualidade produtiva nas empresas que fornecem materiais manufaturados às obras da indústria da construção civil. Por meio da visita e conversa com a gestão da empresa, foram constatadas algumas situações que poderiam ser abordadas, dentre elas a aplicação de ferramentas com foco na teoria *Lean*, de forma a obter maior qualidade na produção, e consequentemente redução de desperdícios, tornando-se este o problema de pesquisa a ser resolvido.

6.2.3 Levantamento Bibliográfico

A revisão bibliográfica foi feita a partir de livros, revistas técnicas, artigos científicos, boletins técnicos, cadernos setoriais, trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado e teses de doutorado.

Toda a pesquisa sobre o tema proporciona fundamentação teórica e maior compreensão ao pesquisador sobre o tema.

6.2.4 Estruturação do Trabalho para a Primeira Fase

O trabalho se estruturou a partir da junção das pesquisas bibliográficas e as constatações do pesquisador, com auxílio do professor orientador.

A disposição dos tópicos e a formatação seguiram o recomendado pelo regulamento e diretrizes da instituição de ensino a qual foi apresentado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO) – *Campus Palmas*.

6.3 Segunda Etapa

6.3.1 Visita à Linha de Produção para Visualização do Sistema Produtivo.

Por meio de visita à empresa obtiveram-se informações sobre a linha de produção utilizada a fim de entender seus processos e buscar pontos que precisassem ser aprimorados.

6.3.2 Análise dos Dados Coletados em Visita

De acordo com as informações e dados coletados a partir da observação do sistema produtivo, foi realizada uma análise pelo pesquisador a fim de identificar os reais processos que poderiam ser otimizados

6.3.3 Busca por Ferramentas *Lean* que Possam ser Implantadas para Melhoria dos Processos

A partir dos dados coletados e com os devidos embasamentos bibliográficos, foi feita uma pesquisa de ferramentas com foco na teoria *Lean* que se enquadrassem aos processos e gargalos do sistema produtivo na empresa em estudo.

6.3.4 Análise das Ferramentas Buscadas

A partir das ferramentas encontradas, foi feita uma análise destas para que pudessem ser escolhidas aquelas que trariam melhores resultados ao sistema produtivo da empresa.

6.3.5 Proposta de Aplicação de Ferramentas *Lean* nos Processos da Empresa

Neste momento foram apresentados os resultados e melhorias que cada ferramenta escolhida poderia trazer à linha de produção se aplicadas.

6.3.6 Conclusão da Pesquisa

A conclusão do trabalho foi feita depois que todos os procedimentos de pesquisa foram finalizados.

6.3.7 Defesa do TCC II

A fim de proporcionar ao pesquisador a conclusão do curso de Engenharia Civil, é feita a defesa do TCC II. A defesa e aprovação seguem o regulamento e diretrizes da instituição de ensino a qual ela será apresentada, Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia do Tocantins (IFTO) – *Campus Palmas*.

7 RESULTADOS

7.1 A Empresa

Há 26 anos no mercado, a empresa em estudo localiza-se em Palmas-TO e dispõe de uma área de aproximadamente 1980m² que são destinados aos serviços de atendimentos, vendas, recebimento das chapas de rochas, armazenamento, corte e acabamento. Cerca de 41% da área total é destinada ao armazenamento de matéria prima, recepção e área administrativa, e os outros 59% são destinados à área de produção (corte, polimento e acabamento).

Hoje a empresa possui um total de 17 funcionários, sendo que 4 desses são destinados ao setor administrativo e 13 à área de produção. Os maquinários disponíveis no local são:

a) Movimento de Chapas de Rocha

- 01 Guincho Hidráulico
- 01 Ponte Rolante

b) Corte:

- 3 serras de corte

c) Acabamento Simples:

- 01 Politriz Automática
- 02 Lixadeiras

d) Acabamento Meia Esquadria:

- 01 Máquina Automática
- 01 Serra Mármore

e) Colagem e Acabamento:

- 03 Lixadeiras Pneumáticas
- 02 Lixadeiras
- 04 Serra Mármore

f) Reciclagem

- 01 Britador Elétrico

De acordo com o proprietário, a empresa compra cerca de 400m² de chapas de rochas por mês, resultando em um total de 4800m² por ano. Uma média de 320m² de produtos manufaturados são vendidos ao mês (pias, bancadas, soleiras, peitoris, etc).

7.2 Proposta de Aplicação de Ferramentas *Lean* na Produção

Para implementar o pensamento *Lean* em uma organização exige-se muito além do que o conhecimento dos 5 princípios. Antes de qualquer coisa ser feita, a direção da empresa deve estar integralmente comprometida com a aplicação do método. Estes devem estar dispostos a apoiar as mudanças e providenciar os recursos necessários para tal.

De forma ampla, os entendedores do pensamento *Lean* aconselham que a implantação seja iniciada com uma análise do trabalho que será feita a intervenção com o objetivo de identificar os processos realizados que agregam valor no produto final.

Buscando atender o primeiro objetivo específico deste trabalho (item 4.2) de identificar os problemas que podem interferir na eficácia da manufatura de rochas ornamentais, foi realizada uma visita à empresa em estudo, onde se pôde visualizar a linha de produção e suas disposições para que pudesse ser feita uma análise de pontos que precisam ser otimizados e as ferramentas mais apropriadas para melhoria da produção.

A visita ao Gemba (“verdadeiro lugar” em japonês) para detectar os desperdícios muitas vezes é um trabalho complexo e cansativo, pois é muito comum

que as atividades que não agregam valor se camuflam dentre as outras. Para isso, Rother (2008) diz que é preciso focar nas linhas de produção e observar se existe fluência dos materiais, operadores e informações.

No chão de fábrica a pesquisadora procurou atentar-se ao layout, fluxo de produção, maquinários e materiais existentes, sistema organizacional, segurança e bem-estar dos funcionários e na destinação dos resíduos, utilizando sempre de registros fotográficos para catalogar as inconformidades encontradas.

Passado isso, a autora elaborou, com o auxílio de um software de modelagem 3D, uma maquete eletrônica de toda a estrutura da empresa para que pudesse ser possível aliar aquilo que foi visto em campo a uma visão geral do fluxo da produção.

A partir dos dados coletados e de estudos bibliográficos acerca da Produção Enxuta e suas formas de aplicação, foi feita a escolha das ferramentas a serem propostas, partindo da premissa de sanar as necessidades na linha de produção da empresa, tendo em vista a realidade atual desta, buscando mitigar desperdícios produtivos e oferecer produtos de qualidade, com foco também no bem-estar dos funcionários.

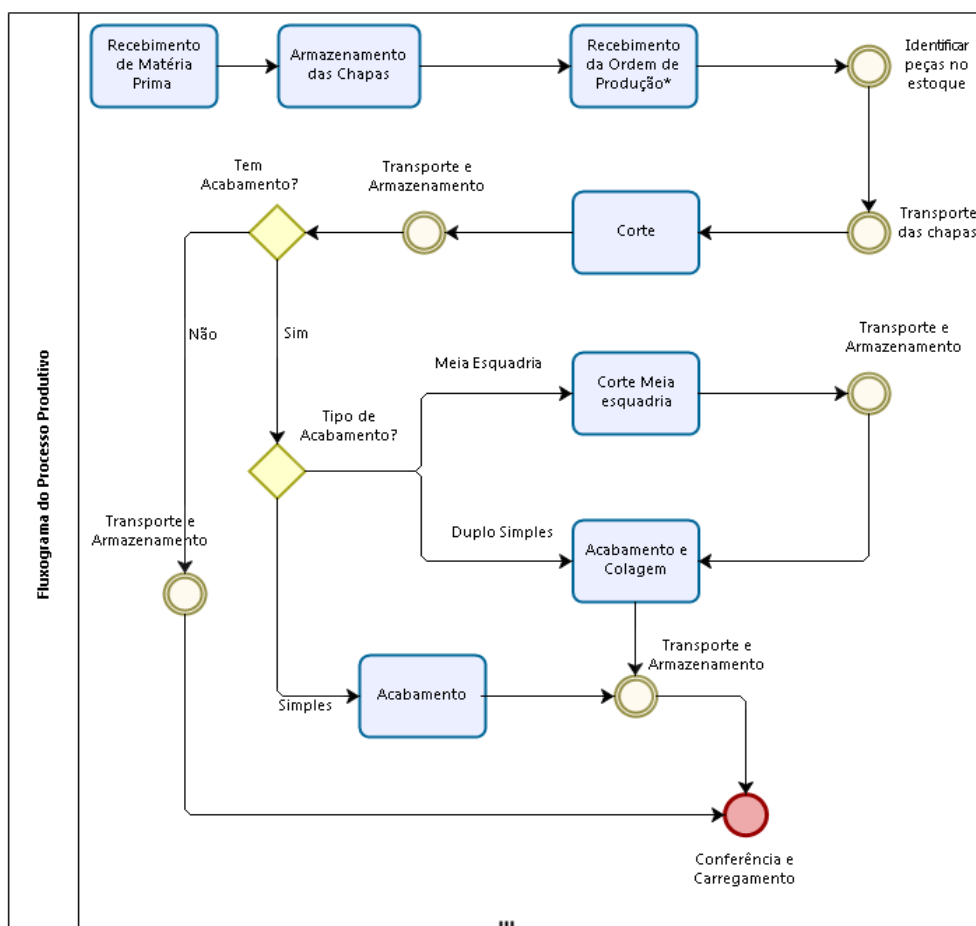
7.2.1 O Fluxo Produtivo

A movimentação de materiais e pessoas tem grande impacto sobre o tempo de produção da indústria, que por sua vez possui grande repercussão nos custos de produção. Quanto maior a quantidade de deslocamentos desnecessários, maior serão as despesas produtivas.

Sabendo disso, inicialmente foi feita a análise do fluxograma atual de produção, permitindo conhecer de forma resumida os passos para a produção do produto em questão, bem como a interação entre os setores.

Conforme visto em visita, e representado na Figura 12, a produção de rochas ornamentais na empresa inicia-se com base nos pedidos de cada cliente. De acordo com cada especificação é escolhida a placa do tipo de rocha a ser utilizada e é feita sua transferência até a máquina de corte. Nesta fase, a chapa é cortada pelo serrador com as medidas que estão no pedido. Em seguida, a peça cortada é movimentada para as mesas de colagem e acabamento. Finalizada esta etapa, a peça está pronta para ser entregue ao cliente.

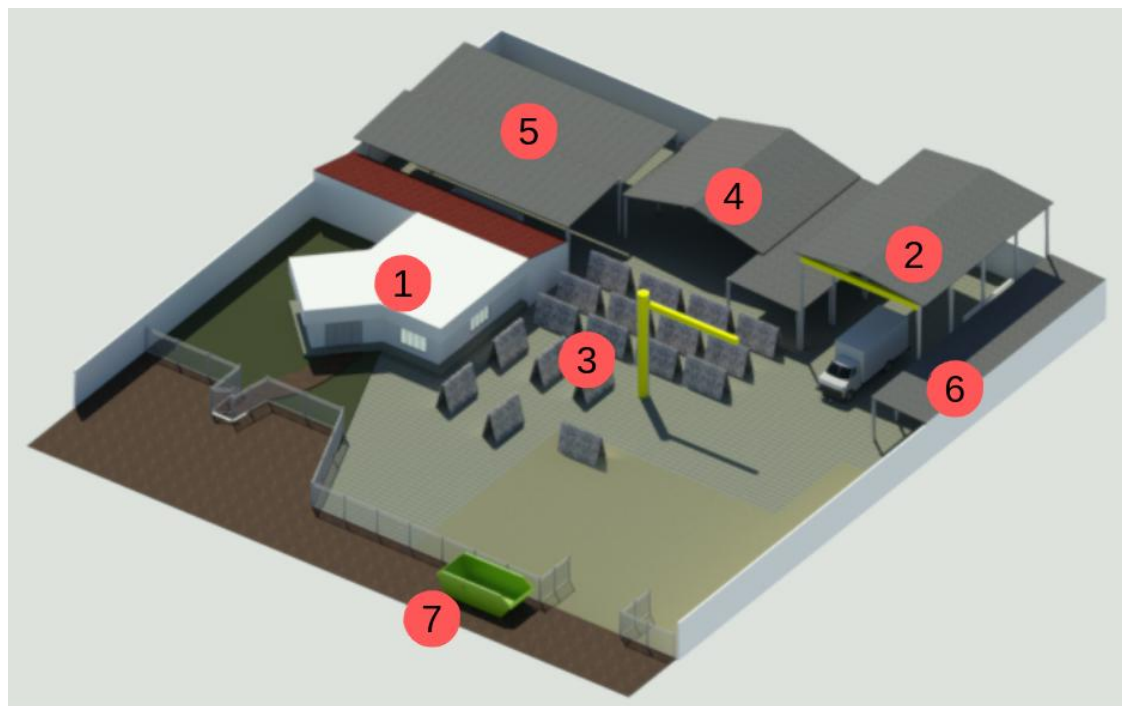
Figura 11 - Fluxograma atual da produção



III
Fonte: OLIVEIRA (2017)

Buscando aprofundar o estudo, ter uma melhor visualização do layout e do fluxo de produção, e encontrar uma solução real aos problemas existentes a autora produziu uma maquete em 3D da estrutura atual da empresa.

Figura 12 - Modelagem 3D da estrutura da empresa

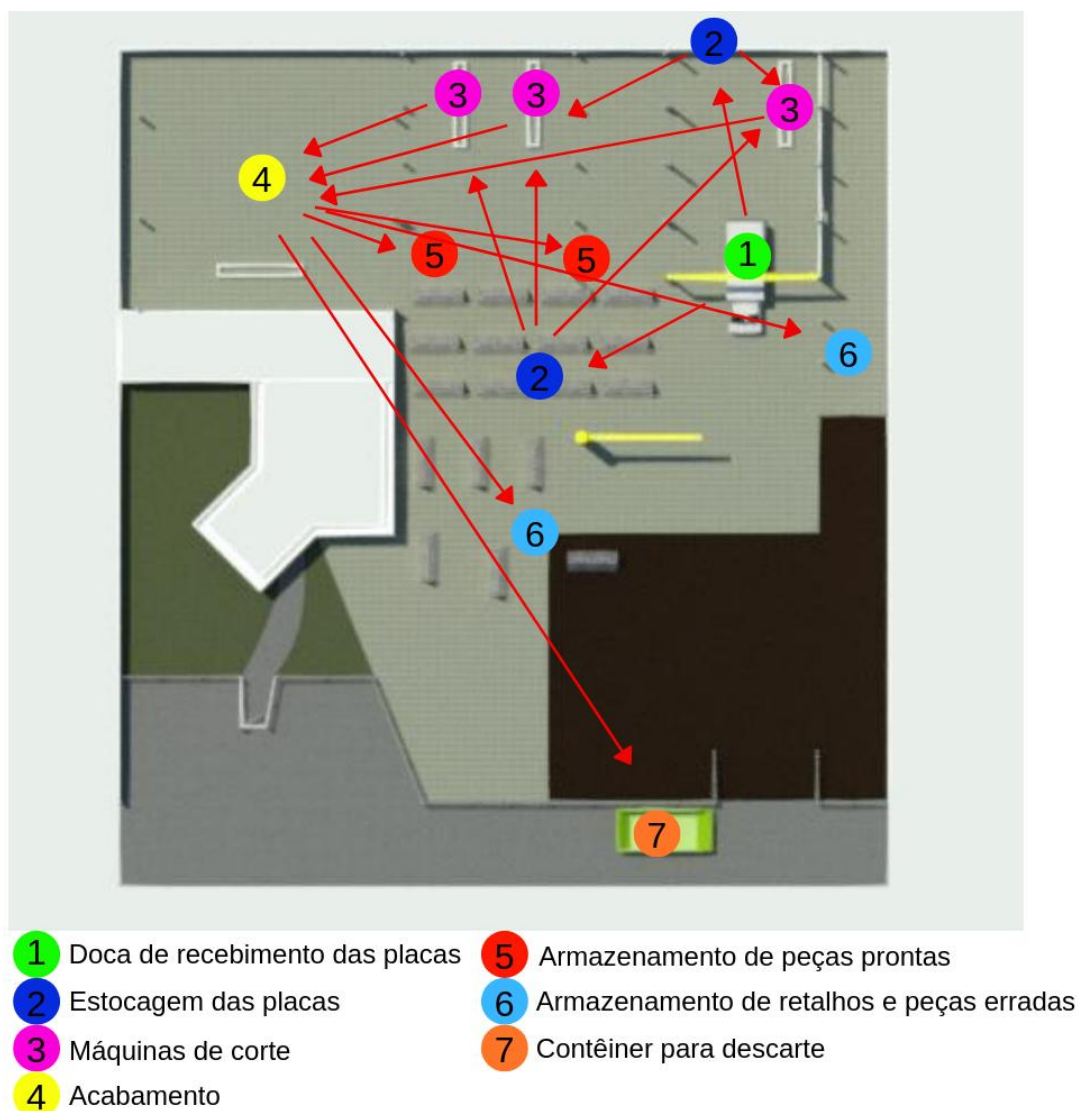


- | | |
|---|--|
| 1 Administrativo / Atendimento | 4 Máquinas de corte |
| 2 Doca de recebimento das placas / Máquina de corte | 5 Acabamento |
| 3 Estocagem das placas | 6 Depósito de retalhos e peças erradas |
| | 7 Contêiner para descarte |

Hoje a empresa conta com um escritório onde se localiza a parte administrativa e atendimento aos clientes; uma doca de recebimento da matéria-prima, incluindo uma máquina de corte e uma ponte rolante; pátio de estocagem das placas de rochas, inclusive um guincho hidráulico; um galpão com outras duas máquinas de corte e uma máquina britadeira; um galpão onde são feitos os acabamentos das peças, com duas máquinas de acabamento; uma área onde são depositados retalhos e peças erradas e um contêiner para descarte.

Buscando identificar os desperdícios produtivos e suas fontes, a pesquisadora elaborou uma esquematização de todos os caminhos que hoje são percorridos dentro da empresa para a produção das peças de rocha ornamentais.

Figura 13 - Mapa do fluxo de produção atual



Observando a esquematização do fluxo de produção das peças (Figura 14), foi verificado que este acontece de forma confusa, não havendo espaços delimitados para cada etapa de produção, tornando o fluxo e o ambiente

desorganizados, causando grandes deslocamentos desnecessários de matéria-prima e pessoas, intervalos entre as etapas de produção e grande acúmulo de retalhos.

De acordo com Kostrow (1996), a alteração de layout pode minimizar os riscos de acidentes entre os trabalhadores, bem como colaborar com a maximização da eficiência na mão-de-obra, melhorar a intercomunicação entre os postos de trabalho, aumentar o conforto dos funcionários e aperfeiçoar o fluxo.

A partir dos gargalos encontrados e na busca por cumprir o segundo objetivo específico deste trabalho (item 4.2), foram realizadas pesquisas bibliográficas visando a escolha de uma ferramenta que auxiliasse na otimização do fluxo de produção da empresa. Chegamos então à ferramenta de Fluxo Contínuo.

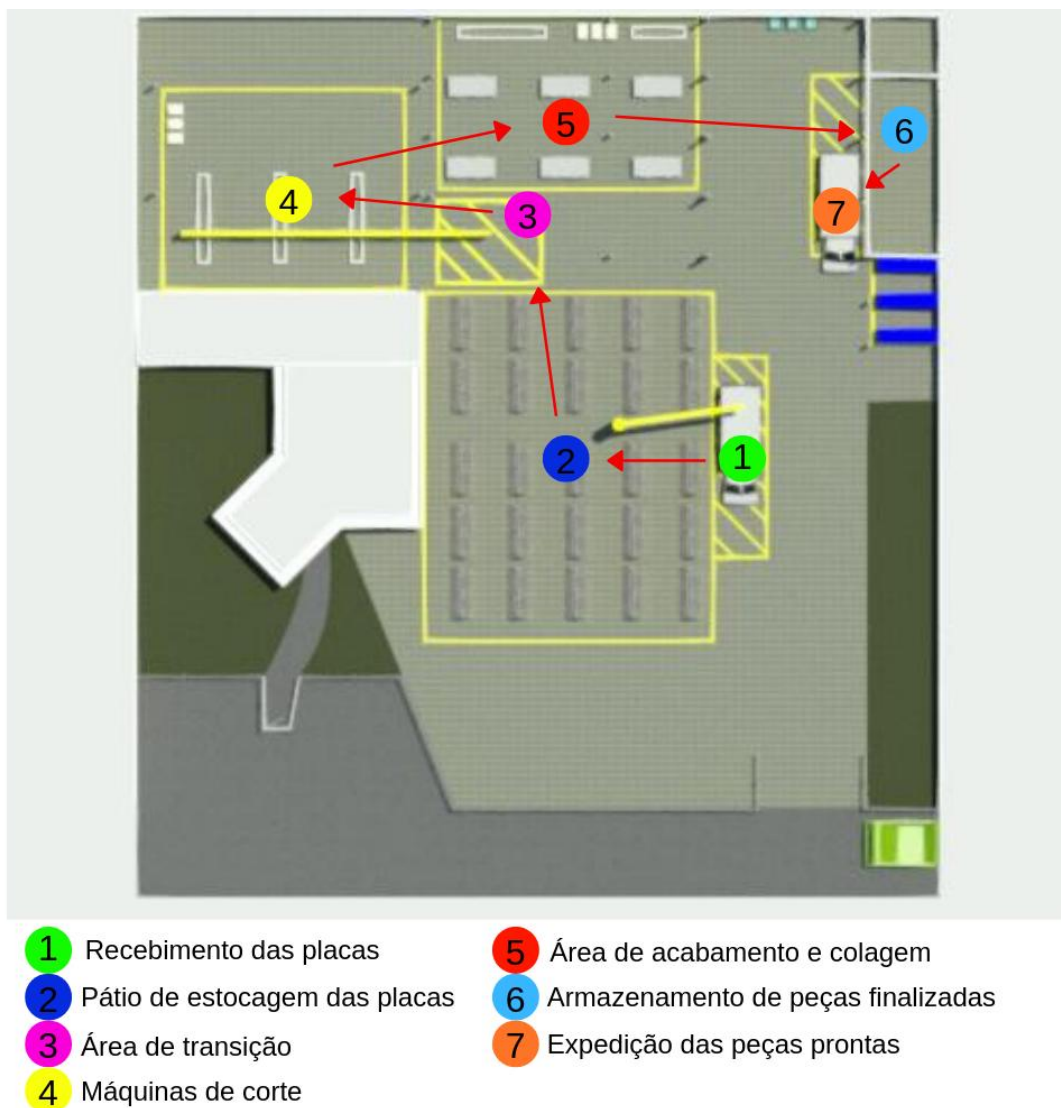
Importante ferramenta da Produção Enxuta, o Fluxo Contínuo é uma ótima alternativa para solucionar os problemas encontrados no fluxo de produção atual. Diante da situação exposta, foi realizado um novo arranjo físico e proposta uma nova esquematização de fluxo de produção, buscando transformá-lo em um fluxo contínuo, atingindo assim o terceiro e último objetivo desta pesquisa.

Para gerar um novo fluxo (Figura 15) a autora levou em consideração os seguintes pontos:

- a) As etapas anteriores devem estar próximas às etapas seguintes, evitando locomoções desnecessárias;
- b) O fluxo deve seguir apenas um sentido, evitando que haja cruzamentos de caminhos e interrupções na produção;
- c) Os estoques intermediários de peças e retalhos devem ser mínimos ou extintos;

d) Tudo deve fluir de forma harmônica (pessoas, informações e materiais).

Figura 14 – Fluxo proposto



O fluxo proposto pela autora tem seu início com o recebimento da matéria-prima em uma área delimitada e demarcada, para evitar que objetos, máquinas e pessoas ocupem o local de estacionamento do caminhão e também para que não ocorram acidentes. A partir do guincho hidráulico já existente, as

placas são retiradas do caminhão e alocadas diretamente na pilha correspondente ao seu tipo de rocha, no pátio de estocagem.

De acordo com o pedido do cliente, o operador escolhe a placa que será utilizada e, com auxílio de um carrinho apropriado para o transporte de placas de rochas, faz a movimentação desta até a área de transição. Na área de transição a chapa é transportada até as máquinas de corte através da ponte rolante (que no arranjo atual está localizada na doca de recebimento), facilitando o serviço do colaborador.

Depois de feito os cortes necessários na chapa, as peças são transportadas até a área de acabamento e colagem. Quando prontas, estas são armazenadas em um local específico e por fim são colocadas no caminhão para serem entregues aos clientes.

Portanto, seguindo este fluxo contínuo proposto, existiria uma redução do tempo gasto com deslocamentos, menos perdas de materiais pelo caminho e maior organização do espaço, o que acarreta na produção de materiais de qualidade, em menor tempo e com custo reduzido.

Outro problema muito nítido é a gestão dos retalhos de chapas provenientes da produção. Não existe local específico para seu armazenamento e muito menos uma seleção de quais devem ser descartados ou reutilizados, fazendo com que existam peças espalhadas por todos os setores de produção. Além disso, no local existe um britador elétrico para a reciclagem das sobras, mas este não é utilizado, pois não existe uma separação das peças que podem ser destinadas a isso.

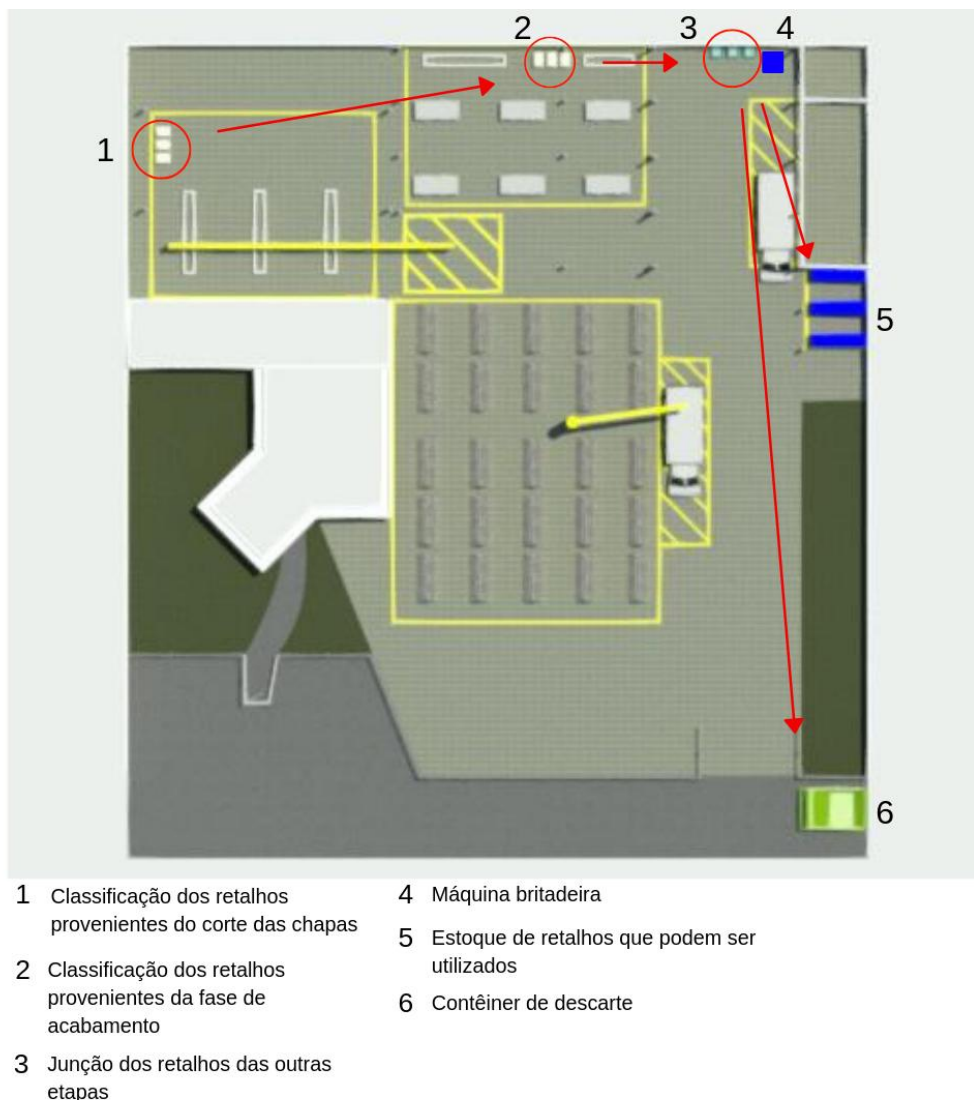
Pensando nisso, a autora buscou idealizar e propor um fluxo contínuo também para as sobras de rochas resultantes da produção. Para isso foi proposta a

colocação de três caixotes na área de cortes e no setor de acabamentos, setores estes geradores de resíduos, com o intuito de que cada etapa seja responsável por classificar seus resíduos gerados e colocá-los nos caixotes correspondentes à sua destinação.

O primeiro caixote seria destinado às sobras de rochas que ainda podem ser utilizadas, para isso pode ser criado um tamanho modelo, onde todas as peças maiores que este seriam armazenadas para posterior reutilização e as menores seriam destinadas à reciclagem (segundo caixote) ou descarte (terceiro caixote). Alguns tipos de rocha não são propícios à britagem, neste caso devem ir ao caixote de descarte. O terceiro caixote seria designado também a todos os outros tipos de resíduos a serem descartados (por exemplo, embalagens e restos de materiais).

Para manter o fluxo contínuo e garantir a certa destinação dos resíduos, será designado um funcionário para que sempre, ao final de cada expediente, passe pelas etapas (de corte e acabamento) recolhendo os resíduos dos caixotes. Aqueles dos caixotes de reutilização deverão ser encaminhados para as prateleiras de retalhos. Os resíduos destinados à reciclagem devem ser armazenados em um caixote até que seja acumulado um volume considerável para sua britagem. O material do caixote de descarte deve ser levado ao contêiner localizado na frente do empreendimento.

Figura 15 – Gestão dos resíduos gerados na produção



Esta proposta de gestão dos resíduos evitaria a grande ocorrência de sobras espalhadas pelos ambientes e o acúmulo excessivo e indevido destes, disponibilizaria maior espaço para a realização dos processos, maior bem-estar dos funcionários e clientes e, conseqüentemente, resultaria na redução do custo do produto final, uma vez que aumentando a facilidade em encontrar os retalhos, sua utilização será mais recorrente e os desperdícios reduzidos, além da possibilidade da britagem dos resíduos e sua posterior venda.

7.2.2 Organização Física da Empresa

Ainda em busca de pontos que estão afetando a produtividade da empresa, a autora se deparou com um problema muito relevante: a falta de organização física na linha de produção. A desorganização pode resultar em perdas de tempo e até situações desagradáveis como o atraso na entrega dos produtos aos clientes. A desordem pode provocar a diminuição do rendimento profissional e até afetar a saúde e humor dos funcionários e consumidores.

De acordo com Montana (2003) organizar é “o processo de reunir recursos físicos e humanos essenciais à consecução dos objetivos de uma empresa”. A ordenação do ambiente produtivo é um fator essencial na conquista de resultados positivos, tendo em vista que esta assegura melhores condições de vida, menores complexidades, maior conforto e limpeza.

Nas várias visitas feitas à empresa foi observado que em todos os locais existem muitos retalhos de chapas de rocha (alguns estão ali há mais de 20 anos, segundo o proprietário), peças com erro de produção, materiais sem locais específicos de armazenamento (inclusive as peças finalizadas), sujeira proveniente do corte das peças, chapas mal organizadas no pátio de estocagem, placas danificadas por conta do grande tempo de armazenamento, dentre outros problemas.

Tendo em vista a situação atual, fica clara a necessidade da criação de uma cultura de disciplina, organização e limpeza no ambiente de trabalho. Para isso, a ferramenta 5S (explanada no item 5.3.2 deste trabalho) se mostra como uma ótima alternativa, ajudando a proporcionar uma melhor qualidade nos processos, desenvolvendo sensores que auxiliam na geração de um comportamento natural e não de um dever (SILVEIRA, 2012).

Para início da aplicação desta ferramenta é essencial que seja feita um mutirão em todos os setores de classificação daquilo que é essencial e deve ser realocado, e daquilo que deve ser descartado, ou seja, que é desnecessário (Senso de Utilização). Esta classificação deve ser feita não só dos retalhos, mas também de equipamentos, materiais, etc.

Muitos dos retalhos estão a muitos anos armazenados na intenção de um dia serem usados, porém, por estarem expostos a intempéries se encontram desgastados e com aparência estética afetada. Manter produtos com essas características (sem giro), só acarretam em maior volume de estoque, resultando em falta de espaço para processos e materiais importantes. Por isso, a classificação diária destes retalhos (proposta do item 7.2.1) também é reforçada com a aplicação do 5S.

Depois de classificados, os retalhos que ainda serão reutilizados devem ser destinados a um local específico (Senso de Organização). Uma prática opção para a organização destas peças seria acomodá-las em prateleiras de acordo com seu tipo de rocha. Este simples feito facilitaria a procura dos funcionários por retalhos correspondentes ao tipo de rocha que eles estão trabalhando no momento, evitando que placas inteiras tenham que ser cortadas para completar a peça, resultando na redução de custos, praticidade, limpeza e organização do espaço.

Figura 16 – Prateleiras para armazenamento de retalhos



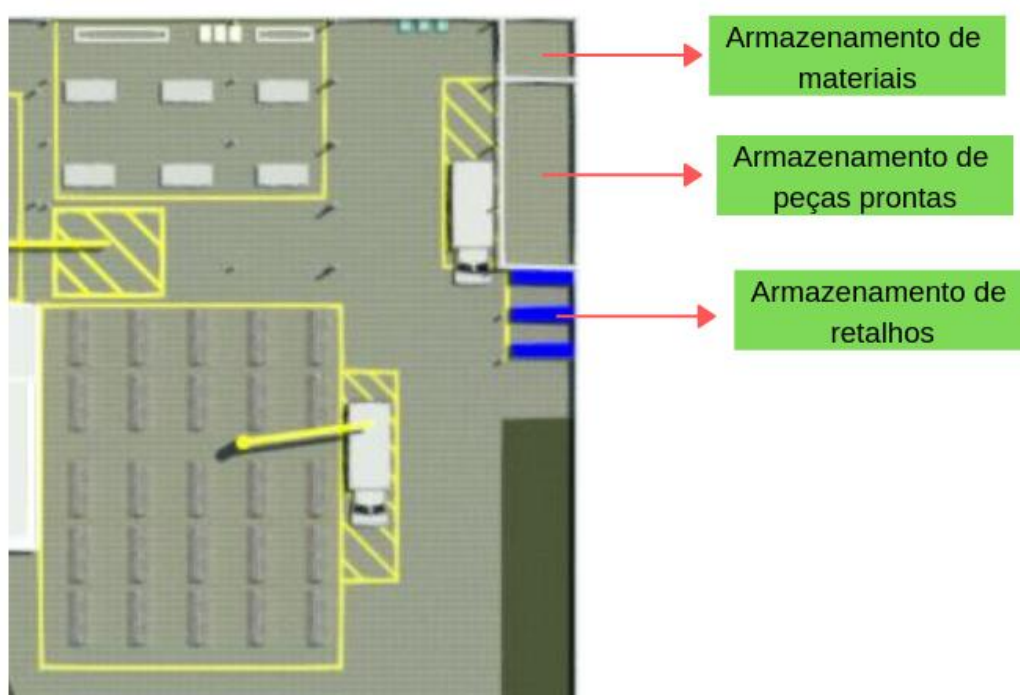
Assim como para os retalhos, não existe um ambiente destinado ao armazenamento de materiais e ferramentas (colas, serras, lixas, etc.). Por isso, seguindo a proposição de “cada coisa em seu devido lugar” se torna necessária a criação de um ambiente para o armazenamento destes objetos, evitando que eles fiquem espalhados ao longo dos processos produtivos quando não estão sendo utilizados (Senso de Organização).

Além disso, as peças finalizadas também não possuem local apropriado para sua armazenagem. Estas são dispostas em variados locais, em meio à linha de

produção, tornando propícios acidentes aos que circulam no ambiente e danos aos produtos, aumentando as possibilidades de retrabalhos.

Pensando nisso, a proposta da autora é transformar o que hoje é um depósito de entulhos em uma sala destinada ao armazenamento de materiais e ferramentas, peças finalizadas e retalhos, podendo ser utilizado prateleiras para este fim. Na Figura 18 está demonstrado onde seria localizada cada uma dessas áreas de armazenamento.

Figura 17 – Definição dos locais de armazenamento



Um passo muito importante e necessário na implantação do 5S é a realização de uma faxina geral em toda a área da empresa e posteriormente criar uma rotina de limpeza com o objetivo de tornar isso um hábito através de conscientizações, reuniões ou até lembretes espalhados pelos setores. Esta ação possibilitará um ambiente mais limpo, confortável e saudável, promovendo bem estar aos que o utilizam (Sensos de Limpeza, Saúde e Autodisciplina).

O local que hoje é utilizado como doca de recebimento das placas de rocha (Figura 19) está sendo usada também para armazenagem dessas placas e depósito de retalhos. É necessária a classificação dessas peças e armazenamento em seus devidos lugares, conforme dito anteriormente.

Figura 18 – Situação atual da doca de recebimento das placas/ máquina de corte



No pátio de estocagem (Figura 20) existe um guincho hidráulico com função de descarregar as placas dos caminhões e colocá-las diretamente no suporte de armazenagem. Atualmente, as placas são dispostas aleatoriamente, sem identificação, causando dificuldade e perda de tempo dos funcionários em encontrar aquelas que precisam. Uma parte do pátio e da entrada não possui calçamento e neste local existem também muitos pedaços de retalhos que devem ser classificados e realocados.

Figura 19 – Estocagem das placas de rocha



A concretagem da área que ainda não possui calçamento traria facilidade à entrada de veículos de carga e descarga e aumentaria o espaço de estocagem, evitando que as placas fiquem em contato com a terra, o que pode danificá-las.

Para trazer maior praticidade e organização na estocagem das placas, seria necessária a delimitação do espaço de estocagem e do estacionamento dos caminhões de descarga, evitando assim que ocorra acidentes com pessoas que transitam no local e reforçando os Sentos de Organização e Padronização.

Para a organização das pilhas de placas, a autora propõe que estas sejam dispostas de acordo com o tipo da rocha que a compõe, tendo em cada pilha suas devidas identificações e/ou endereçamentos, facilitando aos funcionários, antigos e novos, encontrar as placas que precisam no momento.

Figura 20 – Situação atual e proposta do pátio de estoque e entrada de veículos



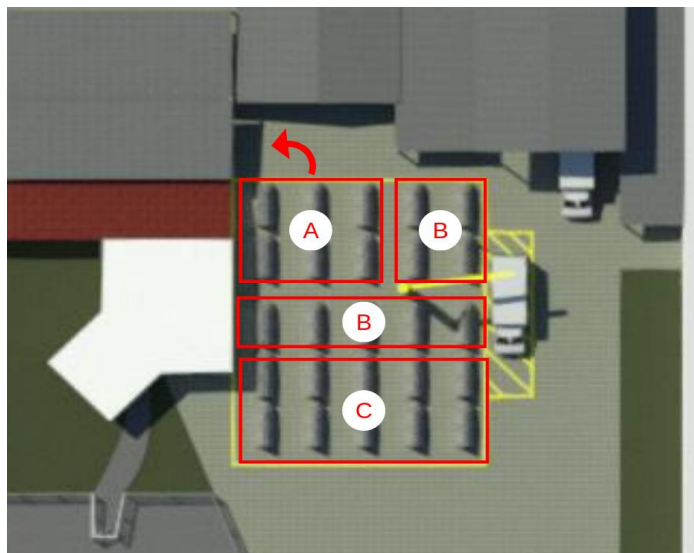
Fonte: Blog Mobiliariossobmedida, 2012

Outra proposta da autora é a de dispor as pilhas por ordem de utilização, ou seja, colocando os tipos de placas mais utilizadas próximas da etapa de produção seguinte, evitando perda de tempo com grandes quantidades de movimentos prolongados e causando menor desgaste aos funcionários. A classificação das placas, mais e menos utilizadas, pode ser feita com o auxílio da curva ABC.

A curva ABC é um método de classificação de estoque que possui como objetivo principal esclarecer quais são os itens trabalhados que possuem maior importância ou impacto (CARVALHO, 2002). Os itens devem ser classificados como:

- Curva A: itens de maior giro, correspondem a 20% do volume total;
- Curva B: itens de médio giro, correspondem a 30% do volume total;
- Curva C: itens de pouco giro, correspondem a 50% do volume total.

Figura 21 – Organização do pátio de estocagem (classificação ABC)



Para o corte das placas é feito o uso de água para evitar a formação de pó e para escoar a água proveniente das máquinas de corte existe no local um sistema de drenagem que a encaminha para um sistema de tratamento. Os ralos lineares encontram-se sem tampas, podendo causar acidentes. Neste local podemos encontrar retalhos de placas e bastante pó no chão, que aparece com a secagem da água do corte que escorre pelo piso. Também se reparou que alguns funcionários não utilizavam máscaras e Equipamentos de Proteção Individual (EPI).

Para o andamento das atividades de beneficiamento de rochas ornamentais existem riscos para os trabalhadores provenientes da geração de poeira, ruídos, vibrações e acidentes. De acordo com o Manual de Referência para Marmorarias, publicado em 2008, a sílica é um mineral facilmente encontrado em rochas e quando inalada pode provocar uma doença incurável chamada Silicose. Além disso, os funcionários ficam expostos a outros agentes químicos prejudiciais à saúde, presentes nas colas, ceras e massas plásticas.

Pensando nisso, e procurando instalar o Senso de Saúde no ambiente de trabalho, a autora propõe que seja feita uma conscientização a todos os funcionários

sobre a importância da utilização de EPI, bem como cobrar deles sua utilização. Para isso, esses equipamentos devem ser disponibilizados aos operadores.

No local citado nos parágrafos anteriores (mostrado na Figura 23), seria necessária também a conscientização dos trabalhadores para mantê-lo limpo, pois a geração de pó é constante no corte das placas. É interessante a criação de uma rotina de limpeza da área (Senso de Limpeza). A colocação das tampas dos ralos lineares também é importante para garantir a integridade dos funcionários (Senso de Saúde).

Figura 22 - Máquinas de Corte



Na área de acabamentos (Figura 24) deveria ser feita a delimitação do espaço, evitando assim acidentes com as máquinas e serras. É importante também a implantação da rotina de limpeza, pois o acabamento das peças gera muito pó e resíduos. A classificação dos retalhos gerados nessa etapa e suas destinações corretas são de suma importância. A utilização de Equipamentos de Proteção Individual nesta área também é essencial para manter a saúde dos trabalhadores.

Figura 23 - Área de acabamentos

A criação de uma cultura de zelo e manutenção dos equipamentos também é necessária. Esta simples ação ajuda a manter as máquinas disponíveis, em bom estado de conservação e funcionamento sempre que for necessário seu uso, mantendo um padrão de qualidade dos produtos finais e evitando atrasos na produção por falta de maquinários.

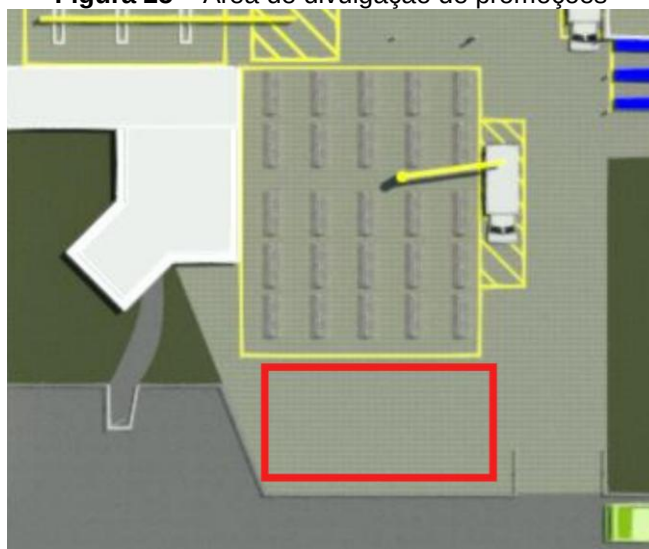
Em frente ao empreendimento está o contêiner para descarte dos materiais que sobram na produção e não serão reutilizados nem reciclados (Figura 25). Seria interessante a modificação do local deste contêiner, de modo a diminuir sua interferência à fachada do empreendimento. A rampa que auxilia a subir o carrinho no contêiner deve ser colocada quando for utilizada e imediatamente após retirada, evitando acidentes e uma estética negativa.

Figura 24 - Contêiner de descarte



A empresa possui algumas peças com erro de fabricação, feitas com medidas diferentes às do pedido do cliente, e também algumas placas inteiras armazenadas por muitos anos e danificadas pelo tempo. Para facilitar a eliminação desses materiais pode-se utilizar a parte frontal da empresa para divulgá-los a um preço reduzido, minimizando os prejuízos. Esta fachada pode ser utilizada também para divulgação de promoções.

Figura 25 – Área de divulgação de promoções



Os dois últimos sentidos (Padronização e Disciplina) devem ser aplicados em todo o processo produtivo. A Padronização consiste em fazer uma manutenção constante dos três sentidos iniciais (Utilização, Limpeza e Organização), mantendo uma melhoria contínua do ambiente de trabalho, gerando um padrão a ser seguido por todos na empresa. A Disciplina acontece quando todos na empresa passam a exercer seu papel na melhoria do ambiente de trabalho, sem que seja preciso uma cobrança por isso.

Por fim, sugere-se à empresa o treinamento periódico dos gestores e colaboradores para manutenção das ferramentas, nomeação de responsáveis pela gestão do programa, reconhecimento de cada etapa concluída da implantação e registro dos problemas encontrados ao decorrer do programa, para que possa ser evidenciada as oportunidades de melhoria (CAPERUCCI, 2016).

8 CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

8.1 Conclusão

De acordo com Magaldi e Neto (2018), no livro “Gestão do Amanhã”, os modelos antigos de gestão são ineficientes na realidade atual. Métodos de gerir empresas que obtinham sucesso no século passado, se utilizadas hoje podem colapsar empresas. Para se manterem vivas e competitivas, as empresas devem estar constantemente em busca de atualizações.

Existe ainda no Brasil um grande número de empresas que produzem intuitivamente, com métodos de gestão herdados ou copiados. O *Lean Manufacturing* vem como um método oportuno à busca constante pela qualidade, facilitando o emprego de ferramentas que atuam de forma integrada.

O grande diferencial da Produção Enxuta é a sua concepção de melhoria contínua, baseado na busca incessante pelo aprimoramento dos processos, ou seja, as ferramentas aplicadas trazem grandes benefícios imediatos, mas estes não serão suficientes para sempre, é necessário aprimorar os processos continuamente.

Através das visitas realizadas à empresa ao longo do desenvolvimento desta pesquisa, foi possível entender os processos produtivos realizados por ela para a manufatura de rochas ornamentais e quais os gargalos presentes na produção. Aliado a isso, as demandas e exigências do mercado por produtos e serviços de melhor qualidade pressionam cada vez mais seus fornecedores a adotarem ações que auxiliem na melhoria de sua produção.

Em busca de ferramentas que trouxessem maiores benefícios para a produção, que convergissem com as necessidades da empresa e que possuísem conceitos de fácil compreensão, foram realizadas revisões bibliográficas acerca da filosofia *Lean* e da manufatura de rochas ornamentais, e utilizando um software de modelagem 3D e fotografias para melhor visualização da realidade, foi escolhida a proposição de aplicação do Fluxo Contínuo e 5S.

Com a implantação do fluxo de produção proposto neste trabalho haveria uma grande redução no *lead time* da produção e diminuição nos desperdícios, acarretando em vantagens competitivas para a empresa perante o mercado. Já a aplicação do 5S proporcionaria um ambiente continuamente organizado, limpo, produtivo, com redução de desperdícios de materiais e de tempo de produção.

Os ganhos que a aplicação das ferramentas propostas podem trazer se aplicam aos funcionários, empresa e clientes. Para os funcionários existe a eliminação de movimentos desnecessários e maior segurança no trabalho. Para a empresa se obtém maiores ganhos com o aumento da produtividade e menor tempo de produção, aumentando o valor agregado ao produto. Para o cliente é enorme a

satisfação em adquirir um produto de qualidade, sem atrasos na entrega, em um local que demonstre organização, limpeza e disciplina. Tudo isso com um investimento de baixo custo.

Vale à pena ressaltar que, para que se possa ter êxito na aplicação das ferramentas propostas, é de extrema importância o apoio e engajamento da alta gestão, pois esta é responsável por dar exemplo os colaboradores, de modo a facilitar a aceitação do novo sistema por todos.

8.2 Sugestões para Pesquisas Futuras

Para estudos futuros seria interessante a realização de uma quantificação da redução de resíduos que a aplicação destas ferramentas poderia gerar à empresa, afim de mostrar com mais precisão os resultados e benefícios que a metodologia *Lean* pode proporcionar tanto para a lucratividade da empresa, quanto para o meio ambiente.

Outro estudo possível é acerca das despesas necessárias para que fossem feitas as mudanças propostas neste trabalho, aliando-as com a redução dos custos na produção que esta ação proporcionaria, de forma a deixar mais explícitas as vantagens em implementar as ferramentas.

9 REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M.; NETO, J.; NUNES, F. **Análise dos aspectos estratégicos da implantação da *Lean Construction* em duas empresas de construção civil de Fortaleza - CE.** XIII SIMPOI - SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS. Anais, São Paulo: 2010.

BEZERRA, F. **Rochas Ornamentais: Novas Perspectivas de Investimento.** Caderno Setorial ETENE, Banco do Nordeste, ano 2, n 21. 2017.

BLOG MOBILIARIOSSOBMEDIDA. **Móveis Planejados.** Disponível em: < <http://mobiliariossobmedida.blogspot.com/>> Acesso em: 20 de março de 2019.

BORBA, K. et. al. **Análise Ambiental de Maquinário de Marmorarias no Município de Palmas-TO.** Universidade Federal do Tocantins. Palmas, 2013.

BORGES, M. **A Aplicação da Filosofia Lean Construction em Empresas Baianas: um Estudo Comparativo com o Cenário Brasileiro.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2018.

CABETTE, R; SOUZA, B. **Gerenciamento da Construção Civil: Estudo da Aplicação da “*Lean Construction*” no Brasil.** Revista de Gestão e Tecnologia, UNISAL. Lorena, 2014.

CAPERUCCI, J. et. al. **A Aplicação do Programa 5S em uma Indústria Metalúrgica.** Trabalho de Conclusão de Curso - Centro Universitário Católico Salesiano *Auxilium*. Lins, 2016.

CARVALHO, J. **Logística.** 3ª ed. Edições Silabo. Lisboa, 2002.

CHIODI FILHO, C; KISTEMANN, D. **O Setor de rochas ornamentais no Brasil**. IN: VIDAL, F. et.al. **Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento**. Rio de Janeiro: CETEM, 2014.

CORDEIRO, E. **Moldagem por Injeção a Baixas Pressões de Pó Residual Proveniente da Extração do Granito Branco Savana**. Dissertação de Mestrado – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2004.

CORIAT, B. **Pensar pelo avesso: o modelo japonês de trabalho e organização**. Editora Revan. Rio de Janeiro, 1994.

CORREA, C. **Por dentro da maior montadora do mundo**. Exame, São Paulo: Editora Abril, 892 ed. Ano 41, p. 22-30, maio 2007.

COUTINHO, T. **Pensamento Enxuto e seus 5 Princípios**. Grupo Voitto. Juiz de Fora, 2017.

ESPÍNDOLA, M. **Kaizen em Vendas**. Bacharelado em Análise de Sistemas. Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO. Guarapuava, 1997.

FERREIRA, R. **Sistemas Lean**. Editora Poisson. Belo Horizonte, 2018.

FREIRE, L. **Análise e Simulação do Ciclo de Reabastecimento das Células de Produção em Sistemas Just-In-Time**. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto (Portugal), 2008.

GALLARDO, C. **Princípios e Ferramentas do Lean Thinking na Estabilização Básica: Diretrizes para Implantação no Processo de Fabricação de Telhas de Concreto Pré-Fabricadas**. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: Mais do Que Simplesmente Just-in-Time**. 1 ed. EDUSC. Caxias do Sul, 2000.

GEROLLA, G. **Qual percentual médio do orçamento corresponde a cada etapa da obra**. Disponível em: <<https://universa.uol.com.br/listas/qual-percentual-medio-do-orcamento-corresponde-a-cada-etapa-da-obra.htm>> Acesso em: 30 de julho de 2018.

HINES, P.; TAYLOR, D. **Going Lean. A guide to implementation**. Lean Enterprise Research Center. Cardiff (UK), 2000.

HOWELL, G. **What is Lean Construction**. In: Conference of the International Group for Lean Construction. **Proceedings...** Berkeley: IGLC, 1998.

IMAI, M. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo**. Editora IMAM. São Paulo, 1992.

ISATTO, E. **Lean Construction: Diretrizes e Ferramentas para o Controle de Perdas na Construção Civil**. SEBRAE-RS. Porto Alegre, 2000.

JOINT COMMISSION RESOURCES. **Pensamento Lean na Saúde**. Tradução Raul Rubeinch. Porto Alegre: Bookman Companhia, 2013.

JUNIOR, C. **Ciclo PDCA: uma ferramenta imprescindível ao gerente de projetos**. Disponível em: <<https://www.projectbuilder.com.br/blog/ciclo-pdca-uma-ferramenta-imprescindivel-ao-gerente-de-projetos/>> Acesso em: 26 de outubro de 2018.

JUNIOR, U. **Proposta de Metodologia para Aproveitamento de Sobras de Chapa na Marmoraria**. IV Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste. Salvador, 2003.

KOSKELA, L. **Lean production in construction**. In: Alarcón, L. (Ed) Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 1993, Espoo, Finlandia. LEAN CONSTRUCTION. Rotterdam: A. A. Balkema, 1997.

KOSTROW, P. **The Facilities Planning Process**. CREDIT UNION EXECUTIVE, 1996.

LAPA, R. P. **Programa 5S**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Editora Bookman. São Paulo, 2005.

LIMA, T. **Levantamento de Resíduo Nobre Especificamente do Granito no Município de Palmas-TO**. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal do Tocantins. Palmas, 2016.

LOPES, M. **Melhoria de Processo Sob a Ótica do Lean Office**. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 2011.

MAGALDI, S; SABILI, J. **Gestão do Amanhã**. Editora Gente. São Paulo, 2018.

MANFREDINI, M.; SUSKI, C. **Aplicação do Lean Manufacturing para minimização de desperdícios gerados na produção**. Disponível em: <<http://www.observasc.net.br/moveleiro/gestao/index.php/producao-do-observasc/145-aplicacao-do-lean-manufacturing-para-minimizacao-de-desperdicios-gerados-na-producao>> Acesso em: 30 de outubro de 2018.

McMANUS, H. **Product Development value stream analysis and mapping manual (PDVMS) – Alpha Draft. Lean Aerospace Initiative**. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 2003.

MONTANA , P. **Administração**. 2 ed. Saraiva. São Paulo, 2003.

MONTANI, C. **XXVII Rapporto marmo e pietre nel mondo 2016**. Carrara (Itália): Aldus Casa di Edizioni in Carrara, 2016.

MOTA, B.; ALVES, T. **Implementação do Pensamento Enxuto Através do Projeto do Sistema de Produção: Estudo de Caso na Construção Civil**. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais, Rio de Janeiro, 2008.

MOURA, T. et. al. **Modelo de Arranjo Físico Funcional para uma Marmoraria – Estudo de Caso e Proposta de Melhoria**. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais, João Pessoa, 2016.

OHNO, T. **O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Editora Bookman. São Paulo, 1997.

OLIVEIRA, D. **Proposta de Layout em uma Marmoraria em Palmas-TO**. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade Católica do Tocantins, 2017.

PERIN, P. **Metodologia de padronização de uma célula de fabricação e de montagem, integrando ferramentas de produção enxuta**. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2005.

PAVANI, V. **3 Pilares para Reduzir Tempo e Custos na Montagem de Painéis**. Phoenix Contact. São Paulo, 2017.

PICCHI, F. **Entenda os “7 desperdícios” que uma empresa pode ter.** Disponível em: <https://www.lean.org.br/colunas/529/entenda-os-%E2%80%9C7-desperdicios%E2%80%9D-que-uma-empresa-pode-ter.aspx> Acesso em: 25 de outubro de 2018.

PICCHI, F. **Lean principles and the construction main flows.** In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 8., 2000, Brighton, U. K.. Proceedings... U.K., 2000.

REZENDE, D. et. al. **Lean Manufacturing: Redução de Desperdícios e a Padronização do Processo.** Faculdade de Engenharia de Resende. Resende, 2015.

RIANI, A. **O Lean Manufacturing Aplicado na Becton Dickinson.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2006.

ROSENBLUM, A. et al. **Avaliação da mentalidade enxuta (Lean Thinking) na construção civil: uma visão estratégica de implantação.** In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Anais, Resende-RJ, 2007.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando Fluxo Contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção.** 2. ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2008.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: Mapeando o Fluxo de valor para agregar Valor e eliminar o Desperdício.** São Paulo: Lean Institute do Brasil, 2003.

SANTIAGO, A. et. al. **Diagnóstico Ambiental das Marmorarias do Estado da Paraíba. XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção.** Belo Horizonte, 2011.

SANTOS, A. et. al. **Marmorarias: Manual de Referência. Recomendações de Segurança e Saúde no Trabalho.** FUNDACENTRO. São Paulo, 2008.

SANTOS, T. **Abordagem Técnica Sobre as 7 Ferramentas da Qualidade.** Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: < http://www.fcap.adm.br/wp-content/uploads/2015/10/Material-Blog_As-7-Ferramentas-da-Qualidade.pdf> Acesso em: 08 de novembro de 2018.

SHINGO, S. **Sistemas de Produção com Estoque Zero.** 2. ed. Editora Bookman. Porto Alegre, 1996.

SHINOHARA, I. **New Production System: JIT Crossing Industry Boundaries.** Productivity Press, 1988.

SILVA, I. et. al. **Integrando a promoção das metodologias Lean Manufacturing e Six Sigma na busca de produtividade e qualidade numa empresa fabricante de autopeças.** Gest. Prod., São Carlos, v. 18, n. 4, 2011.

SILVA, T. **Estudo sobre Sistema de Medição de Desempenho Baseado nas Ferramentas da Produção Enxuta.** Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 2007.

SILVEIRA, C. **Programa 5S nas Empresas, Conceito, Implantação e Auditoria.** Disponível em: < <https://www.citisystems.com.br/programa-5s-empresas-conceito-implantacao-auditoria/> > Acesso em: 12 de março de 2019.

SILVEIRA, D. **Por três anos seguidos, Brasil fecha mais empresas do que abre, diz IBGE.** G1, 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2018/10/03/por-tres-anos-seguidos-brasil-fecha-mais-empresas-do-que-abre-diz-ibge.ghtml>> Acesso em: 27 de março de 2019.

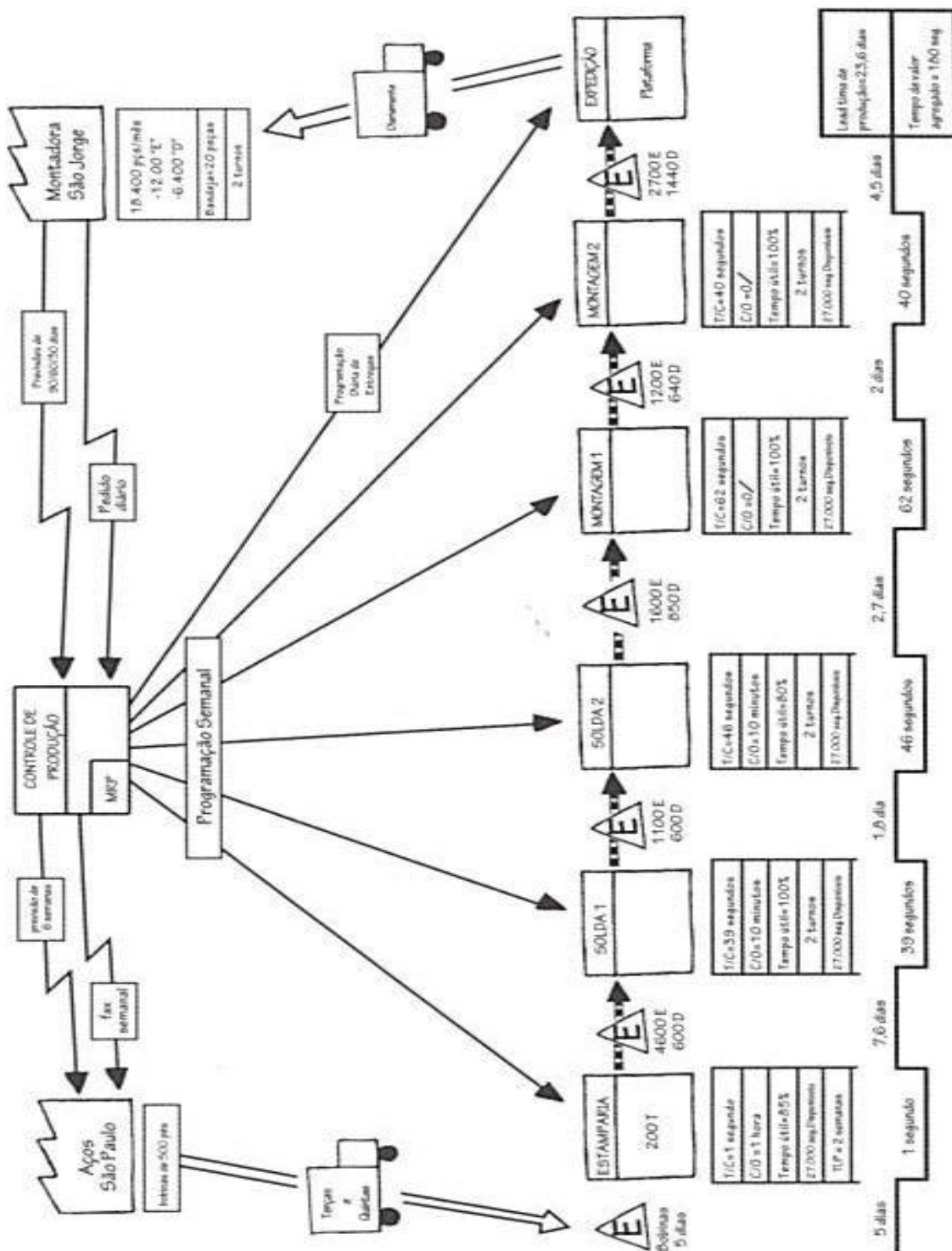
TAPPING, D. et. al. **Value stream management for the lean office: eight steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements in administrative areas.** 1. ed. New York: Productivity Press, 2003.

VARGAS, R. **Lean Manufacturing: Reduzindo desperdícios e aumentando a qualidade.** Disponível em: <<https://gestaoindustrial.com/lean-manufacturing>> Acesso em: 18 de outubro de 2018.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** Editora Campus. Rio de Janeiro, 2004.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo.** Editora Campus. Rio de Janeiro, 1992.

ANEXO A - Mapa de fluxo de valor do estado futuro



Fonte: Rother e Shook, 1999.