



# **Gestão da Produção na Fabricação de Pré-Fabricados em Betão**

Mestrado em Engenharia Mecânica – Produção Industrial

Bruna Pinto Gomes

Leiria, novembro de 2020



# **Gestão da Produção na Fabricação de Pré-Fabricados em Betão**

Mestrado em Engenharia Mecânica – Produção Industrial

**Bruna Pinto Gomes**

Dissertação realizada sob a orientação de:

Professor Doutor Marcelo Rudolfo Calvete Gaspar

Professor Doutor Mário António Simões Correia.

Leiria, novembro de 2020

# **Originalidade e Direitos de Autor**

A presente dissertação é original, elaborada unicamente para este fim, tendo sido devidamente citados todos os autores cujos estudos e publicações contribuíram para a elaborar.

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição de que seja mencionada a Autora e feita referência ao ciclo de estudos no âmbito do qual a mesma foi realizada, a saber, Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica – Produção Industrial, no ano letivo 2019/2020, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, Portugal, e, bem assim, à data das provas públicas que visaram a avaliação deste trabalho.

# Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, Roque Gomes dos Santos e Vanda Lúcia Pinto Gomes, minha irmã Bárbara Pinto Gomes e ao meu marido André Augusto Paiva Barreiros.

Vocês são a expressão física do amor de Deus na minha vida.

“Não há sabedoria alguma, nem discernimento algum, nem plano algum que possa opor-se ao Senhor. Prepara-se o cavalo para o dia da batalha, mas o Senhor é que dá a vitória.”

Provérbios 21:30-31

# Agradecimentos

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, por tudo o que sou e tudo o que Ele tem feito por mim, não estaria aqui sem a Sua graça e infinito amor. Agradeço pelas pessoas que Ele colocou em meu caminho e me ajudaram nessa jornada. Toda honra e toda glória somente a Ti, Jesus.

Agradeço aos meus pais, pela dedicação, amor, por sempre acreditarem em mim e não medirem esforços na concretização dos meus sonhos.

Agradeço à minha irmã, por sua leal amizade, por sempre me ouvir e ter sempre disponíveis os melhores conselhos.

Agradeço ao meu marido, por todo o amor e companheirismo que envolve nossos dias. Por me encorajar nos dias difíceis, por tornar meus dias mais leves e por me amar a todo o momento. Com você é sempre melhor.

Agradeço a todos os amigos e familiares que contribuíram direta ou indiretamente para o alcance desse objetivo. Agradeço as reflexões, críticas e sugestões recebidas que ajudaram de alguma forma no conhecimento e experiências de vida alcançados.

Agradeço a todos os professores e colegas de mestrado do Instituto Politécnico de Leiria, o contato com vocês abriu novos horizontes e perspectivas para minha carreira.

Agradeço ao Prof. Dr. Marcelo Rudolfo Calvete Gaspar e ao Prof. Dr. Mário António Simões Correia pela excelente orientação, conselhos e toda aprendizagem compartilhada no tempo de trabalho conjunto.

Agradeço também a todos os participantes da banca examinadora por seu precioso tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões feitas na minha dissertação.

# Resumo

É incontestável que os desperdícios inerentes a um processo geram um impacto nos recursos financeiros de qualquer organização, na qualidade do produto e no tempo, que é um recurso irrecuperável. Desta forma, a implementação de ferramentas de gestão tem se tornado uma mais valia para as organizações nos dias de hoje, pois buscam minimizar a influência dos desperdícios nestas variáveis.

Este trabalho tem como proposta aplicar princípios *Lean* para identificação de desperdícios e gestão do processo produtivo de uma unidade industrial de pré-fabricados em betão. Tendo como caso de estudo uma empresa que produz componentes destinados a construção de infraestruturas para suinicultura. A seleção da metodologia iniciou-se com a compreensão do fluxo de produção da organização, através de visitas à unidade fabril e entrevistas com os agentes envolvidos no processo produtivo.

Após esse contacto com o processo, foram aplicadas algumas ferramentas *Lean*, com o objetivo de identificar os desperdícios, desenvolver propostas de melhoria e motivar uma cultura de melhoria contínua na empresa. Dentre as ferramentas aplicadas estão os 5S's, promovendo um ambiente de trabalho limpo e organizado, o Mapeamento do Fluxo de Valor, facilitando a identificação dos desperdícios e visualização de oportunidades de melhoria a serem implementadas e o sistema de controlo de materiais Kanban, dentre outras metodologias ligadas à filosofia *Lean*.

Foi possível com este trabalho, tendo como base os princípios *Lean*, identificar os desperdícios dos processos, propor melhorias de acordo com os problemas encontrados. Além de definir onde seria mais urgente estabelecer a implementação dessas melhorias, destacando as peculiaridades dos processos no caso de estudo. Logo, acredita-se que a aplicação de uma mentalidade *Lean* é de grande valia e é possível alcançar os benefícios propostos para a organização.

**Palavras-chave:** Gestão da Produção, Melhoria Contínua, *Lean Manufacturing*, Pré-fabricados em betão, Mapeamento de Fluxo de Valor, Desperdícios.

# Abstract

There is no doubt that the waste related to any process has a significant impact on the financial resources of any organization, namely on their product quality and on time, which is an irrecoverable resource. Thus, the implementation of management tools has become a key asset for organizations today, as they seek to minimize the influence of waste on these variables.

This work proposes to apply Lean principles on the identification of waste in the management of a production process of a precast concrete industrial unit. This is based on a case-study of a company that produces components for infrastructure building for swine farming. The methodology's selection started with the understanding of the organization's production flow, through field visits and interviews with the involved agents in the production process.

After this contact with the process, some Lean tools were applied, in order to identify waste, develop improvement proposals and motivate a culture of continuous improvement in the company. Among the tools applied are the 5S's, promoting a clean and organized work environment, the Value Stream Mapping, facilitating the identification of waste and visualizing improvement opportunities and the Kanban materials control system, among other methodologies related to Lean.

It was possible with this work, based on the Lean principles, identify the processes' waste, propose improvements according to the problems found. In addition to defining where the improvements should be implemented with more urgency, highlighting the peculiarities of the processes of the study case. Therefore, it is believed that the application of a Lean mentality is of great value and it is possible to achieve the proposed benefits for the organization.

**Keywords:** Production Management, Continuous Improvement, Lean Manufacturing, Precast Concrete, Value Stream Mapping, Waste.

# Índice

<b>Originalidade e Direitos de Autor</b> .....	<b>iii</b>
<b>Dedicatória</b> .....	<b>iv</b>
<b>Agradecimentos</b> .....	<b>v</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>vi</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>vii</b>
<b>Lista de tabelas</b> .....	<b>xii</b>
<b>Lista de siglas e acrónimos</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1. Motivação</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2. Objetivos</b> .....	<b>15</b>
<b>1.3. Apresentação da empresa</b> .....	<b>16</b>
1.3.1. Portfólio da Fábrica de Pré-Fabricados .....	16
1.3.2. Organograma.....	17
1.3.3. Layout da fábrica de pré-fabricados.....	18
1.3.4. Asna em betão .....	18
1.3.5. Seletes de cimento ou grelhas .....	19
<b>1.4. Metodologia abordada</b> .....	<b>21</b>
<b>1.5. Estrutura e organização da dissertação</b> .....	<b>21</b>
<b>2. Revisão Bibliográfica</b> .....	<b>23</b>
<b>2.1. Sistema de produção Lean</b> .....	<b>23</b>
2.1.1. Toyota Production System (TPS).....	23
2.1.2. Evolução do pensamento <i>Lean</i> .....	24
<b>2.2. Conceitos e princípios da filosofia <i>Lean</i></b> .....	<b>25</b>
2.2.1. Conceito de Valor.....	25
2.2.2. Conceito de desperdício .....	26
2.2.3. Princípios <i>Lean</i> .....	28
<b>2.3. Ferramentas de suporte à melhoria do processo produtivo</b> .....	<b>30</b>
2.3.1. <i>Just in Time</i> (JIT) .....	30
2.3.2. Kaizen.....	31
2.3.3. Sistema de controle de materiais: Kanban .....	32
2.3.4. Heijunka .....	33

2.3.5.	<i>Value Stream Map</i> (VSM).....	35
2.3.6.	Metodologia 5S .....	37
2.3.7.	Gestão Visual.....	38
<b>2.4.</b>	<b>Implementação, benefícios e obstáculos da filosofia <i>Lean</i> .....</b>	<b>39</b>
<b>2.5.</b>	<b>Estruturas pré-fabricadas em betão .....</b>	<b>40</b>
<b>2.6.</b>	<b>Descrição do processo tradicional de produção dos pré-fabricados.....</b>	<b>42</b>
<b>3.</b>	<b>Metodologia.....</b>	<b>43</b>
<b>3.1.</b>	<b>Metodologia de recolha de dados .....</b>	<b>43</b>
3.1.1.	Observação direta .....	44
3.1.2.	Realização de entrevistas.....	44
3.1.3.	Análise documental .....	45
<b>3.2.</b>	<b>Análise e seleção das ferramentas de melhoria.....</b>	<b>45</b>
3.2.1.	Gestão visual .....	46
3.2.2.	Heijunka e Kanban .....	48
3.2.3.	Melhoria Contínua: <i>Kaizen</i> .....	49
3.2.4.	<i>Value Stream Mapping</i> (VSM).....	50
3.2.5.	Metodologia 5S .....	52
<b>4.</b>	<b>Resultados e Análises .....</b>	<b>54</b>
<b>4.1.</b>	<b>Descrição do caso de estudo.....</b>	<b>54</b>
<b>4.2.</b>	<b>Etapas de produção na fábrica.....</b>	<b>55</b>
4.2.1.	Asnas .....	56
4.2.2.	Seletes.....	57
<b>4.3.</b>	<b>Análise das entrevistas .....</b>	<b>57</b>
<b>4.4.</b>	<b>Histórico de produção .....</b>	<b>58</b>
<b>4.5.</b>	<b>Análise Crítica do Processo e Identificação de Desperdícios.....</b>	<b>61</b>
4.5.1.	<i>Value Stream Map</i> – Cenário Atual.....	61
4.5.2.	Identificação dos desperdícios.....	62
4.5.3.	Diretoria da unidade fabril.....	63
4.5.4.	Qualidade dos produtos .....	63
4.5.5.	Medidas de segurança.....	64
4.5.6.	Planeamento da produção.....	65
4.5.7.	Limpeza e organização do local de trabalho .....	66
4.5.8.	Gestão de recursos .....	67
4.5.9.	Fornecedores.....	68
<b>4.6.</b>	<b>Cenários propostos .....</b>	<b>69</b>

4.6.1.	Padronização e organização .....	69
4.6.2.	Molde das asnas .....	71
4.6.3.	Armaduras das asnas .....	72
4.6.4.	Betão para as asnas .....	74
4.6.5.	Focar na produção de pequenos componentes .....	74
4.6.6.	Planeamento da Produção .....	75
<b>4.7.</b>	<b>Análise do estado futuro .....</b>	<b>77</b>
4.7.1.	Enquadramento.....	78
4.7.2.	Seletes.....	79
4.7.3.	Asnas .....	80
<b>4.8.</b>	<b>Obstáculos à implantação do modelo .....</b>	<b>80</b>
<b>5.</b>	<b>Conclusão .....</b>	<b>82</b>
<b>6.</b>	<b>Propostas de trabalhos futuros .....</b>	<b>83</b>
	<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>84</b>
	<b>Anexos .....</b>	<b>88</b>
	<b>ANEXO A – PLANTA DO ARMAZÉM DA FÁBRICA DE PRÉ-FABRICADOS ...</b>	<b>88</b>
	<b>ANEXO B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO SEP SANCHO.....</b>	<b>89</b>
	<b>ANEXO C – MAPEAMENTO DO ESTADO ATUAL – SELETES.....</b>	<b>91</b>
	<b>ANEXO D – MAPEAMENTO DO ESTADO ATUAL – ASNAS .....</b>	<b>92</b>
	<b>ANEXO E – MAPEAMENTO DO ESTADO FUTURO.....</b>	<b>93</b>

# Lista de figuras

Figura 1: Organograma da unidade fabril de pré-fabricados.....	18
Figura 2: Setores de produção dos pré-fabricados.....	18
Figura 3: Asnas em betão instalada na obra. (Fonte: Catálogo SEP Sancho).....	19
Figura 4: Asna em betão. (Fonte: Catálogo SEP Sancho).....	19
Figura 5: Selete utilizada no piso da maternidade. (Fonte: Catálogo SEP Sancho).....	20
Figura 6: Selete em processo de cura utilizada no piso do salão de engorda.....	20
Figura 7: Fluxo de atividades dos pré-fabricados.....	42
Figura 8: Local de armazenamento dos inertes, areia.....	47
Figura 9: Local de armazenamento dos inertes, brita.....	47
Figura 10: Esquema do mapeamento do fluxo de valor.....	50
Figura 11: Atividades do mapa do estado atual.....	51
Figura 12: Falta de organização na área de trabalho.....	52
Figura 13: Falta de limpeza na área de trabalho.....	53
Figura 14: Produção de seletes mensal do ano de 2019.....	55
Figura 15: Etapas da produção e movimentação das asnas.....	56
Figura 16: Etapas da produção e movimentação das seletes.....	57
Figura 17: Comparação da produção mensal de seletes e asnas em 2018 e 2019.....	59
Figura 18: Média diária de seletes por semanas, em 2018.....	60
Figura 19: Média diária de seletes por semanas, em 2019.....	60
Figura 20: Diagrama de Ishikawa dos desperdícios.....	62
Figura 21: Crateras na superfície de uma asna.....	64
Figura 22: Falta de organização no carro de ferramentas.....	66
Figura 23: Desperdício de material: selete partida.....	67
Figura 24: Tabuleiros com oxidação exposta.....	68
Figura 25: Estaleiro de armazenagem de produtos acabados.....	70
Figura 26: Molde da asna montado.....	72
Figura 27: Plano diário de trabalho.....	77

# Lista de tabelas

Tabela 1: Descrição das dimensões das asnas em betão. ....	19
Tabela 2: Descrição das dimensões das seletes de cimento. ....	21
Tabela 3: Problemas encontrados, ferramentas de melhoria e benefícios de sua aplicação. ....	46
Tabela 4: Produções anuais de 2018 e 2019. ....	59
Tabela 5: Variação dos tempos para a produção de uma selete. ....	61
Tabela 6: Cronograma de produção semanal. ....	76

## Lista de siglas e acrónimos

5S	<i>Seiri</i> (arrumação), <i>Seiton</i> (ordem), <i>Seiso</i> (limpeza), <i>Seiketsu</i> (ambiente de trabalho saudável) e <i>Shitsuke</i> (formação moral)
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ESTG	Escola Superior de Tecnologia e Gestão
FPF	Fábrica de Pré-Fabricados
IPL	Instituto Politécnico de Leiria
JIT	<i>Just in time</i>
MFV	Mapeamento do Fluxo de Valor
VSM	<i>Value Stream Map</i>
TPS	<i>Total Production System</i>

# 1. Introdução

## 1.1. Motivação

Atualmente, a forte competitividade entre empresas exige que as mesmas busquem técnicas de melhoria contínua em seus ciclos de produção. As empresas que implementam e sustentam essas melhorias têm uma grande vantagem sobre as outras em suas respectivas posições de mercado.

Nesse sentido, a aplicação das ferramentas e metodologias *Lean* torna-se imprescindível para uma maior eficiência nos processos de qualquer organização. Tendo isso em mente, busca-se aplicar suas teorias no caso de estudo desta dissertação, uma empresa de pré-fabricados em betão.

A pré-fabricação de componentes é um conceito da construção industrializada que visa economizar espaço de armazenamento de materiais no estaleiro de obras já que a maior parte da produção dos componentes é feita em fábrica, resolvendo o problema de falta de espaço no local da obra. O uso de elementos pré-fabricados reduz a quantidade de resíduos de construção em até 52% (Jaillon et al., 2009) por existir um maior controle da produção em fábrica do que em obra. Porém, para que haja uma redução de horas de trabalho os processos de pré-fabricação e construção devem ser executados em paralelo, razão pela qual é necessária uma coordenação precisa entre esses dois grupos de atividades. No estaleiro de obras, observa-se atrasos onerosos caso a fábrica não forneça elementos de construção suficientes a tempo (Babic et al., 2010).

O uso de sistemas de construção pré-fabricados requer estreita coordenação e sincronização entre o projeto, a fábrica e os estaleiros de obras, de modo que o processo de montagem não seja interrompido e o nível de estoque seja mantido baixo. Normalmente, sistemas de construção pré-fabricados enfrentam um alto nível de incerteza, devido à falta de previsibilidade do processo de projeto, longas distâncias de transporte entre a fábrica e as obras, interferência de estágios de construção anteriores, plano de instalação não confiável entre outros fatores (Penaloza et al. 2016).

A pré-fabricação, dentre vários outros aspetos, tem se mostrado muito útil como meio para melhorar a produtividade e reduzir o desperdício de material e mão-de-obra. Entretanto, quando se combina essas vantagens com as diversas vantagens das ferramentas *Lean*, que serão apresentadas neste trabalho, isso pode se tornar um ponto muito forte que pode vir a gerar resultados significativos para a organização.

Luo et al. (2005) aplicaram o conceito *Lean* à pré-fabricação e afirmou que esta poderia contribuir para melhorar a qualidade e cadeia de suprimentos e reduzir o desperdício. Alguns estudos recentes também mostram que o conceito *Lean* pode reduzir 8% de emissões de carbono em fábricas pré-fabricado, melhorando o layout do estaleiro e a cadeia de suprimentos (Wu; Low, 2011b; Wu; Low, 2012). Além da redução da quantidade de resíduos de construção que já foi citado anteriormente (Jaillon et al., 2009).

Diante da grande relevância e das diversas vantagens que se pode obter com a aplicação das ferramentas *Lean* juntamente com a temática da produção dos pré-fabricados, apresentada acima, no decorrer da dissertação os dois temas serão abordados com mais detalhes.

## 1.2. Objetivos

A presente dissertação tem como objetivo a aplicação da filosofia *Lean* em uma unidade fabril de pré-fabricação de componentes em betão para a construção de infraestruturas do setor agropecuário, principalmente suiniculturas. Estas peças pré-fabricadas podem ser utilizadas em projetos internos bem como para aplicação nos projetos desenvolvidos pela própria empresa exteriormente.

Ainda como objetivo, visa-se a identificação de desperdícios e a elaboração de propostas de melhoria segundo a mesma filosofia aplicada. Com estes objetivos atingidos, intenta-se em melhorar o desempenho produtivo da empresa, assim como a redução de *stocks* e tempos de produção. De um modo geral, é de grande importância a implementação de uma mentalidade *Lean* em todos os setores da empresa, tendo em vista a perpetuação destas ações e uma busca constante pela melhoria do processo produtivo.

De forma mais sucinta, o modelo proposto espera como resultados os seguintes pontos:

- Aplicação *Lean* na produção dos pré-fabricados em betão;
- Melhorar a visualização de todas as operações do processo;

- Identificar e reduzir os desperdícios;
- Obter áreas de trabalhos limpos e organizados;
- Facilitar o fluxo de materiais e tarefas;
- Incentivar uma mentalidade *Lean* nos colaboradores.

### **1.3. Apresentação da empresa**

A empresa SEP SANCHO, S.A., criada em 1991, se encontra na freguesia da Benedita. Como atividade principal se caracteriza por projetar, construir, equipar e manter o setor agropecuário, mais especificamente no ramo da suinicultura. Ela possui um vasto histórico na área da agropecuária em Portugal e na Europa, tendo oferecido um serviço de qualidade ao longo dos anos aos seus clientes, desenvolvendo e criando grandes projetos.

Este tópico terá foco em apresentar a empresa de forma geral e a Fábrica de Pré-Fabricados (FPF) que é um dentre os diversos setores que a empresa possui. Entretanto, dentre os produtos da fábrica, somente os produtos em betão serão citados, levando em consideração que a empresa fabrica diversos outros componentes e possui um portfólio grande e variado, desde estruturas metálicas, máquinas e equipamentos com aplicações diversas.

#### **1.3.1. Portfólio da Fábrica de Pré-Fabricados**

Dentre os produtos mostrados abaixo, apenas alguns serão usados como base para aplicações das ferramentas propostas neste trabalho. Isso devido a alguns fatores limitantes ao desenvolvimento da dissertação, como o tempo, a grande gama de produtos da empresa e a um fluxo não contínuo da produção desses componentes, o que depende da demanda de clientes e obras internas. A seguir estão os produtos pré-fabricados em betão produzidos na FPF:

- Sapata Betão
- Pilar Betão
- Painel Fachada Betão
- Asna Betão
- Painel Divisória Betão
- Artigos com diversas medidas em betão
  - Tubo
  - Anel
  - Manilha

- Tampa
- Caixas
- Abobadilha
- Lage Alveolar
- Viga Betão
- Lage Compacta Betão
- Seletes Cimento
  - Leitões
  - Engorda
  - Engorda Lisa
  - Gestação
  - Maternidade
  - Maternidade Lisa
  - Maternidade com aquecimento
  - Corredor
  - Piso sólido contínuo

Dentre todo o portfólio mostrado anteriormente, este trabalho destacará a apresentação de duas famílias. A família das asnas, no sentido de otimização do processo produtivo desse componente de elevadas dimensões; e a família das seletes, pois como esse componente, de pequena dimensão, representa aproximadamente 90% da produção da fábrica é importante ter uma abordagem mais criteriosa em relação a esses produtos, pois têm papel significativo na faturação da empresa. No tópico seguinte será apresentado de forma mais detalhada essas duas famílias. O motivo pelo qual serão apresentadas somente estas é pela maior demanda desses produtos, tanto como uma demanda interna, sendo destinados às obras da empresa, como à grande procura dos mesmos por clientes.

Dessa forma, no decorrer da dissertação, essas famílias serão descritas, estudadas e serão aplicadas as ferramentas e metodologias *Lean* de produção com objetivo de otimizar os seus respectivos processos de produção.

### **1.3.2. Organograma**

A Figura 1 ilustra o organograma da unidade fabril de pré-fabricados. Note-se que segundo o organograma da empresa há um encarregado fabril para liderar a equipa e ajudar na gestão da fábrica. Entretanto, as tarefas do diretor da fábrica e do encarregado fabril são desempenhadas pela mesma pessoa, o engenheiro responsável por gerir a produção. Assim como os cinco colaboradores dispostos no organograma nem sempre são direcionados a desempenhar somente o que lhes é proposto.

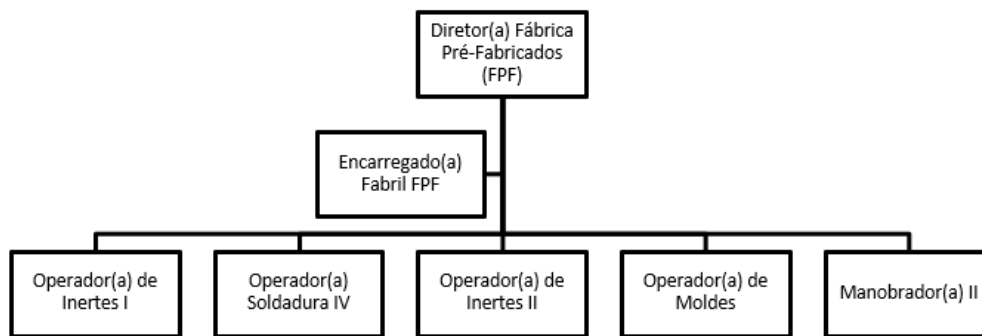


Figura 1: Organograma da unidade fabril de pré-fabricados.

### 1.3.3. Layout da fábrica de pré-fabricados

Na Figura 2 está ilustrado o layout da Fábrica de Pré-Fabricados (FPF), incluindo os setores onde cada pré-fabricado é produzido com suas respectivas cores na legenda. Lembrando que esse trabalho terá foco em dois produtos, as asnas (cor vermelha) e as seletes ou grelhas (cor azul). No Anexo A, no final deste trabalho, é possível ver a planta baixa de todo o armazém da fábrica.

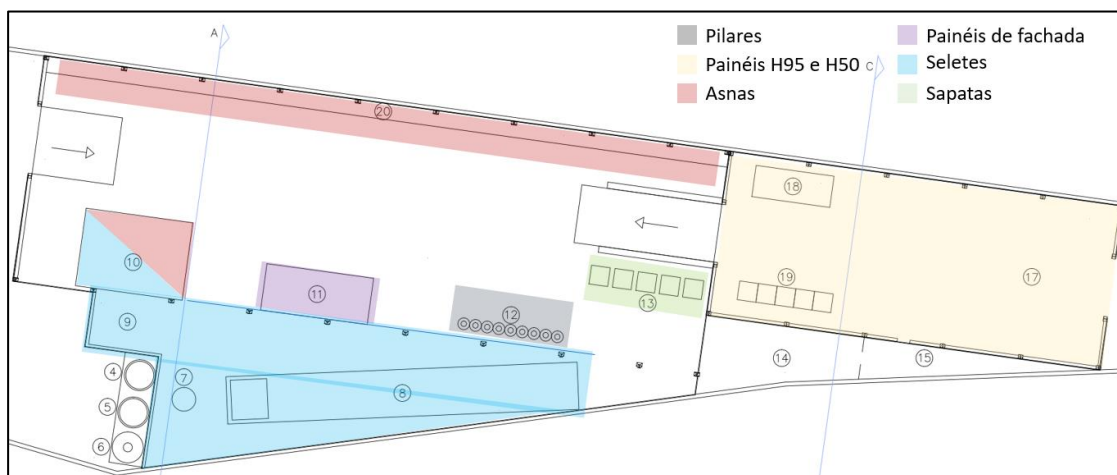


Figura 2: Setores de produção dos pré-fabricados.

### 1.3.4. Asna em betão

As asnas em betão de fabrico da empresa SEP Sancho são estruturas resistentes tendo sua aplicação na armação de coberturas de armazéns, instalações desportivas ou industriais e de forma mais específica nas infraestruturas destinadas ao setor pecuário que são o foco da empresa. Dentre as funções desempenhadas pelas asnas há a função de suportar e transmitir as cargas descarregadas pela estrutura da instalação construída incluindo a cobertura e a ação das intempéries a qual estará sujeita.

Na Figura 3 está ilustrado a disposição das asnas em uma obra da empresa, as mesmas estão apoiadas pelos pilares entre os painéis e na Figura 4, após o avanço da obra, mostra as asnas já com a cobertura do telhado.



Figura 3: Asnas em betão instalada na obra. (Fonte: Catálogo SEP Sancho)



Figura 4: Asna em betão. (Fonte: Catálogo SEP Sancho)

Na Tabela 1 estão ilustradas as dimensões das asnas de pecuária em betão produzidas pela empresa.

Tabela 1: Descrição das dimensões das asnas em betão.

Descrição	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
Asna de Pecuária em Betão	10.30	0.64	1.00
	12.00		
	12.30		
	14.50		

### 1.3.5. Seletes de cimento ou grelhas

Como discutido anteriormente, no portfólio da empresa existem diversos tipos de seletes com diversas finalidades, por exemplo as utilizadas no piso da maternidade (Figura 5), as

aplicadas nos parques de engorda (Figura 6), ou até as utilizadas no corredor do pavilhão dentre todas as outras citadas anteriormente.

As seletes têm como principal função a de serem aplicadas nos pisos dos pavilhões, podendo vir a ter diferentes dimensões e formatos dependendo da sua aplicação e da extensão da obra. Há também a possibilidade de fabrico de outras dimensões mediante consulta prévia com a unidade fabril, fora as dimensões mais comuns disponibilizadas pela empresa dispostas na Tabela 2.

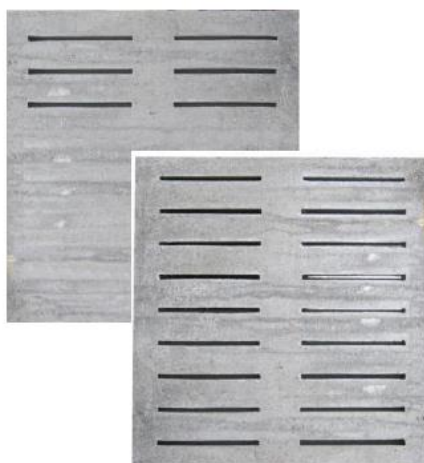


Figura 5: Selete utilizada no piso da maternidade. (Fonte: Catálogo SEP Sancho)



Figura 6: Selete em processo de cura utilizada no piso do salão de engorda.

Tabela 2: Descrição das dimensões das seletes de cimento.

Descrição	Comprimento (m)	Largura (m)
Selete Cimento Engorda	0.8	0.5
	1	
	1.1	
	1.25	
	1.5	
Selete Cimento Leitões	0.76	0.5
	0.8	
	1	
Selete Cimento Gestação	1	0.6
	1.1	
	1.2	
Selete Cimento Maternidade	0.66	0.64
	0.77	
Selete Cimento Corredor	0.98	0.5

#### 1.4. Metodologia abordada

O desenvolvimento da pesquisa para esta dissertação contou com um amplo conjunto de documentos literários. Como o conteúdo de livros, dissertações de mestrado, artigos científicos e materiais utilizados no decorrer do curso de mestrado em Engenharia Mecânica – Produção Industrial do Instituto Politécnico de Leiria (IPL) nas disciplinas dedicadas à aprendizagem da filosofia *Lean* e à gestão da produção. No presente trabalho foi utilizada a metodologia de caso de estudo.

#### 1.5. Estrutura e organização da dissertação

Este documento, que iniciou com a introdução, onde foi apresentada a motivação do tema, os objetivos, dedicou-se também um tempo para conhecer a empresa do caso de estudo e a estrutura e organização da dissertação que está a ser descrita neste tópico. Para além deste capítulo introdutório serão apresentados mais 6 capítulos.

O segundo capítulo permitiu assim criar uma base sólida de como surgiu a filosofia *Lean*, como funciona e como se aplica. Permitiu ainda entender como o pensamento *Lean* evoluiu com o passar do tempo, sendo possível aplicá-lo em basicamente qualquer setor da indústria. Foram indicadas várias ferramentas e metodologias ligadas à filosofia *Lean*, como forma de entender como funcionam e constatar as vantagens inerentes às mesmas. Além disso, são citadas quais são os benefícios e os desafios na aplicação do pensamento *Lean*, é destinado

um tópico para a apresentação dos pré-fabricados em betão e como funcionam os processos de fabricação desses elementos.

A fase subsequente buscou identificar como seria a metodologia abordada na realização desse trabalho. Diversas visitas foram feitas à unidade fabril em estudo o que permitiu um acompanhamento detalhado dos acontecimentos desenvolvidos no local. O estudo e análise dos processos realizou-se com base em entrevistas feitas com os colaboradores diretamente ligados ao processo produtivo e com os gestores da empresa. Além disso, por meio da observação visual direta, e documentação fornecida pelo responsável da unidade fabril. A análise realizada permitiu a identificação e diagnóstico de possíveis melhorias seguindo o estudo feito na primeira e segunda parte do trabalho.

Ainda na terceira parte, foi feito um estudo das ferramentas que possivelmente seriam implementadas no caso de estudo com o objetivo de melhorar os processos na unidade fabril de pré-fabricação. O desenvolvimento desta fase decorreu no entendimento de como as ferramentas podem ser aplicadas, qual o método utilizado para gerir a produção e quais seriam os resultados esperados de sua aplicação.

Em seguida, foram abordados os resultados e as discussões com base na análise crítica das informações obtidas, propondo-se em seguida a apresentação de soluções de melhoria com objetivo de eliminar o desperdício e agregar valor ao processo, através das técnicas, princípios, metodologias e ferramentas *Lean*.

No penúltimo capítulo, são apresentadas as conclusões do trabalho, e no último capítulo são expostas possíveis ações de desenvolvimento futuro para o caso de estudo.

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1. Sistema de produção Lean

#### 2.1.1. Toyota Production System (TPS)

O conceito *Lean* nasceu no Japão da década de 1940, na fábrica da Toyota. Ao saírem derrotados da Segunda Guerra Mundial, os japoneses enfrentavam uma grande escassez de recursos humanos, financeiros e de materiais. Da reunião destas condições nasceu a necessidade de uma nova filosofia que aproveitasse ao máximo os recursos existentes e que tornasse a produção mais eficiente (Womack et al., 1990).

No ocidente, a filosofia de produção estava na linha do que tinha sido iniciado por Henry Ford, e que se baseava em grandes volumes de produção de um pequeno número de produtos padronizados. Na América, os construtores de automóveis tinham uma produção dez vezes superior à dos Japoneses (Ridpath, 2008).

Kiichiro Toyoda, presidente fundador em 1937 da empresa Toyota Motor Company, viajou pela Europa e América com o objetivo de conhecer os métodos de produção de automóveis utilizados. Mas os métodos de produção em massa praticados pela indústria automóvel nesses países, que se baseavam na produção de grandes lotes, não eram adequados à realidade do Japão, onde a procura era muito menor (Ridpath, 2008).

Como resposta a esta realidade, Kiichiro Toyoda, Shingo Shingo e Taiichi Ohno pensaram e desenvolveram um sistema disciplinado e orientado para o processo, conhecido como “*Toyota Production System*” ou “*Lean Manufacturing*”. Esta filosofia assentava na ideia de que apenas uma pequena parte do tempo e recursos num processo produtivo adicionava valor ao produto final, sendo que o restante era desperdício e deveria ser eliminado (Ribeiro, 2012).

Para Hines, Holweg e Rich (2004), as inovações advindas da indústria japonesa, principalmente da *Toyota Motor Company*, resultaram da escassez de recursos e competição doméstica do mercado local de automóveis. Por isso, essa forma de gestão *Lean* de operações foca na eliminação de desperdícios, representando um modelo alternativo à produção em massa com altos inventários, plantas dedicadas e desperdícios escondidos.

A chave para as operações da Toyota era a flexibilidade. Isso permitiu descobrir que quando o *lead time* é reduzido e existe um esforço contínuo para manter flexíveis as linhas de produção, são melhoradas a qualidade, a produtividade e a utilização dos equipamentos e dos espaços, obtendo-se ainda melhor resposta dos clientes (Liker, 2005).

A partir de então, muitas plantas industriais têm implantado o Sistema Toyota de Produção ao redor do mundo, de modo que se pode afirmar que esse sistema funciona em qualquer região (Kasul; Motwani, 1997).

### **2.1.2. Evolução do pensamento *Lean***

Originalmente, o termo *Lean* foi citado no livro "A máquina que mudou o mundo" (Womack, Jones, e Roos, 1990), onde o objetivo era a eliminação sistemática do desperdício e a criação de valor para as organizações e para o cliente.

Tendo em vista essa linha de raciocínio, será apresentada a evolução dessa metodologia, buscando conhecer melhor a história e o desenvolvimento da metodologia abordada nesse trabalho. A evolução do conceito *Lean* se dividiu ao longo do tempo entre *production*, *construction* e *thinking*. A seguir será dada uma breve apresentação sobre cada um.

#### *Lean Production*

*Lean Production/Manufacturing* é direcionado ao ambiente fabril. Esta designação surgiu com o nascimento da filosofia *Lean*. Como foi citado no início desse tópico, citando a obra a qual surgiu do estudo da fábrica da Toyota, pela equipa liderada por Womack. (Womack, Jones, e Roos, 1990). O livro publicado em 1990 enuncia que a filosofia *Lean* pode ser aplicada por qualquer empresa, em qualquer circunstância, e que terá uma eficácia máxima quando aplicada a todos os elementos da empresa. Ele explicita que a produção *Lean* é definida por três elementos chave:

- Propósito: Procura especificar e fornecer valor para o consumidor.
- Processo: Procura desenvolver numa sequência as etapas de forma correta, na ordem certa e na altura indicada.
- Pessoas: Procura incluir todas as pessoas que estão ligadas ao processo, de forma que trabalhem em conjunto para convergirem ao que é realmente importante.

### Lean Construction

O *Lean Construction* é uma filosofia *Lean* dedicada ao setor da construção e que surgiu da adaptação do *Lean Production/Manufacturing* tendo origem no ano de 1992. O autor da adaptação e do desenvolvimento do *Lean Construction*, Koskela, definiu da seguinte forma o objetivo do *Lean Construction*: “*Lean Construction* é a forma de projetar sistemas de produção para minimizar o desperdício de materiais, tempo e esforço a fim de gerar o máximo possível de valor” (Koskela, 1992).

### Lean Thinking

A designação *Lean Thinking*, surgiu pela primeira vez por James Womack e Daniel Jones na obra de nome *Lean Thinking* (Womack e Jones, 1996).

O *Lean Thinking*, também conhecido como “pensamento enxuto”, é considerada uma filosofia geral de liderança e gestão empresarial, da mesma forma a metodologia de aplicação, os princípios, as técnicas e as ferramentas são gerais, o que permite generalizar sua aplicação em diversos setores de atividades sem restrições (Calé, 2015).

## **2.2. Conceitos e princípios da filosofia *Lean***

### **2.2.1. Conceito de Valor**

Para se compreender a filosofia *Lean* é necessário apreender antes alguns conceitos, como o conceito de valor. O conceito de Valor é definido da seguinte forma de acordo com Pinto: “Valor é tudo aquilo que justifica a atenção, o tempo e o esforço que dedicamos a algo. Quando sentimos que não vale a pena, não vamos, não compramos nem dedicamos tempo ou atenção. Apenas o valor justifica a existência de uma organização” (Pinto, 2014).

Já Womack e Jones descrevem o valor como a capacidade de fornecer ao consumidor um produto ou serviço na altura certa, a um preço adequado (Womack e Jones, 2003).

Muitas vezes a dificuldade em definir corretamente Valor decorre de uma certa acomodação dos fabricantes e consumidores. Dos consumidores por quererem apenas variações do que já existe, e dos fabricantes por quererem produzir apenas o que já é produzido (Womack e Jones, 2004).

Todavia, para a comunidade *Lean Thinking*, a criação de valor não poderá estar somente virada para apenas o cliente, mas sim também para os colaboradores, acionistas, fornecedores e a sociedade em geral, todos têm de ficar a ganhar para que valha a pena a existência da organização (Calé, 2015).

### 2.2.2. Conceito de desperdício

Os japoneses atribuem a designação de “muda” ao conjunto de materiais, processos ou ações que do ponto de vista do cliente não adicionam valor, podendo ser chamadas atividades de desperdício. Estes traduzem-se em custos para a empresa e podem corresponder a cerca de 95% do tempo despendido numa organização (Lerc, 2004).

Dentro das que não acrescentam valor existem dois tipos de atividade:

- Puro desperdício – São atividades totalmente dispensáveis e que as empresas devem procurar formas de eliminar este muda, que pode representar até 65% dos desperdícios dentro das organizações (Lerc, 2004).
- Atividades necessárias – Apesar de não acrescentarem valor, estas atividades têm que ser realizadas. Incluem-se nesta categoria por exemplo os tempos de setup, inspeções a matéria-prima e transferência de ferramentas ou equipamentos para o posto de trabalho. Todas estas atividades devem ser minimizadas ou automatizadas (Ribeiro, 2012).

O TPS define o desperdício – muda, em japonês – como qualquer atividade que não acrescente valor e identificou sete fontes de desperdícios (Nicholas, 1998). Com o objetivo de entender os diversos tipos de desperdícios para que então eles possam ser identificados e reduzidos na organização, os mesmos serão apresentados a seguir:

#### • Defeitos

São erros, problemas que ocorrem no processo de produção, obrigando a um reprocessamento. Estes defeitos originam desperdício sobre quatro formas: materiais consumidos; mão-de-obra desperdiçada na produção onde se originou o defeito; mão-de-obra necessária para a reparação ou reprocessamento; maior quantidade de recursos humanos consumidos para resolver reclamações dos consumidores (Ohno, 1988).

- **Excesso de movimento**

Esse desperdício se refere tanto ao excesso de movimentação de operários como o de material ou equipamentos. Refere-se aos movimentos que não são realmente necessários para executar as operações. Podendo ser ou muito lento, ou muito rápido ou excessivo (Pinto, 2014).

- **Excesso de stocks**

Este desperdício é bem conhecido e auto explicativo, sendo bastante comum em diversas organizações. Ele se refere ao excesso de stock, seja de matérias-primas ou de produtos. Uma das maneiras de encontrar desperdício é procurar os pontos onde há tendência para existirem stocks (Pinto, 2014).

- **Desperdícios de processo**

Esses desperdícios estão relacionados com o processamento excessivo, com operações que não agregam valor ou até com atividades que agregam mais valor do que é realmente exigido pelo processo. Quando uma instrução de trabalho é proposta, entretanto o colaborador não a segue, esta ação pode gerar defeitos à peça e perda de tempo na tentativa de corrigir o erro. Uma possível solução para esse problema deve ser a formação e instrução dos colaboradores, conscientizando-os da necessidade de seguir o que foi proposto, levando em consideração que o processo esteja otimizado.

- **Transportes**

Entende-se por transporte qualquer movimentação ou transferência de materiais, partes montadas ou peças acabadas de um local para outro por alguma razão (Pinto, 2014). Este desperdício pode se tornar difícil de eliminar, porém com o objetivo de reduzir suas causas, o layout da fábrica deve ser estudado procurando os melhores trajetos a serem percorridos pelos trabalhadores.

- **Esperas**

As esperas geram custos e não acrescentam valor ao produto (Marques, 2007). Este desperdício ocorre mais frequentemente quando o fluxo de material é pobre, o ciclo de produção demasiado longo, ou devido à existência de distâncias longas entre centros de trabalho.

- **Excesso de produção**

De acordo com Pinto (2014), esta é a mais penalizante das sete categorias de desperdícios. É o oposto da produção Just-In-Time (JIT). Produzir mais do que necessário significa fazer o que não é necessário, quando não é necessário, em quantidades desnecessárias. Este desperdício para além de ser considerado o mais penalizante, contribui para a ocorrência dos restantes seis desperdícios (Ghinato, 1996).

### 2.2.3. Princípios *Lean*

Tendo em vista que o objetivo principal da filosofia *Lean*, de um modo geral, é melhorar o desempenho da empresa, para que se alcance esse alvo são necessários alguns princípios. Diante disto, alguns princípios dessa filosofia serão abordados no decorrer deste tópico.

- **Princípios *Lean Thinking e Lean Production***

Os princípios *Lean* foram identificados pela equipa de Womack e Jones (1996), tendo no início da sua investigação encontrado cinco princípios. No entanto Pinto (2014), da comunidade *Lean Thinking*, identificou algumas lacunas acrescentando dois princípios.

Inicialmente, Womack e Jones (1996) e sua equipe identificaram cinco princípios do *Lean Thinking*, descritos a seguir:

- ✓ Valor

O valor é a capacidade de fornecer ao consumidor um produto ou serviço na altura certa, a um preço adequado (Womack e Jones, 2003).

- ✓ Cadeia de valor

O *Value Stream Mapping*, ferramenta visual que será abordado no decorrer deste trabalho, é uma ferramenta que foi retirada dessa análise de cadeia de valor.

A cadeia de valor (ou *Value Stream*) é uma fotografia da sucessão de eventos ou atividades de uma empresa, que vão desde o fornecedor até à entrega de valor ao consumidor. O objetivo desta análise não é olhar para cada processo individualmente, mas sim para o seu conjunto, melhorando a eficiência de toda a cadeia de abastecimento, e não apenas de uma parte dela (Rother e Shook, 1999).

✓ Fluxo de valor

O fluxo de valor representa as deslocações de materiais e informações ao longo dos seus processos de transformação. Este conceito implica o percurso inverso da cadeia de valor, que faz uma análise do desperdício a partir da perspetiva do cliente. O processo de produção ideal será aquele que consegue impor um fluxo contínuo, isto é, cada produto atravessa toda a linha de produção de forma independente, sem separação em lotes e sem zonas de espera, até ao momento em que está pronto para ser transportado ao cliente (Ribeiro, 2012).

✓ Sistema *Pull*

Um modelo de produção puxada, como o proposto no *Just-in-time* (JIT). No qual a produção é baseada na demanda do produto pelo cliente, evitando a criação de *stocks*.

✓ Perfeição

Aproximar o produto ao desejo do cliente, aplicando as medidas de melhoria contínua e efetuando a implementação eficiente dos outros quatro princípios.

Contudo, estes cinco princípios consideram apenas a cadeia de valor do cliente, não considerando os *Stakeholders* (sociedade, clientes, acionistas, colaboradores), não seguindo evolução da filosofia *Lean*. Outra lacuna encontrada é definida pela tendência de levar as organizações a entrar em ciclos infundáveis de redução de desperdícios, ignorando a crucial atividade de criar valor através da inovação de produtos, serviços e processos (Pinto, 2014).

Dessa forma, após ter constatado que os cinco princípios não eram suficientes, Pinto (2014), acrescentou dois princípios aos cinco já existentes: “conhecer os *Stakeholders*” e “inovar sempre”.

Dessa forma, os 7 princípios *Lean Thinking* são:

Princípio 1 – Conhecer os *Stakeholders*;

Princípio 2 – Definir o valor;

Princípio 3 – Definir a cadeia de valor;

Princípio 4 – Otimizar o fluxo;

Princípio 5 – Implementar o *Pull System*;

Princípio 6 – Procura pela perfeição;

Princípio 7 – Inovar constantemente.

- **Princípios *Lean Construction***

O *Lean Construction* é a variação da filosofia *Lean* para o setor da construção. Esta variação iniciou-se com Koskela (1992) onde o mesmo elaborou onze princípios com base nos conceitos do *Lean Production*, que se aplicam diretamente ao *Lean Construction*. Os 11 (onze) princípios identificados por Koskela foram os seguintes:

- 1.º Reduzir o número de atividades que não geram valor;
- 2.º Aumentar o valor do produto na perspetiva do cliente;
- 3.º Reduzir a variabilidade;
- 4.º Reduzir o tempo de ciclo;
- 5.º Simplificar através da redução do número de passos ou partes;
- 6.º Aumentar a flexibilidade;
- 7.º Aumentar a transparência do processo;
- 8.º Focar o controlo no processo global;
- 9.º Introduzir melhoria contínua no processo;
- 10.º Manter o equilíbrio entre melhorias de fluxos e conversões;
- 11.º Benchmarking.

## **2.3. Ferramentas de suporte à melhoria do processo produtivo**

### **2.3.1. *Just in Time* (JIT)**

O termo *just-in-time* (JIT) significa que as peças corretas são entregues no local de trabalho quando são necessárias e somente na quantidade necessária (Ohno, 1988). Esse modelo é conhecido como *Pull System*, ou sistema puxado.

Para trabalhar em regime JIT, uma organização precisa de adotar o paradigma *Pull*, ou seja, todo e qualquer processo que só será ativado quando o processo a jusante permitir, por oposição ao tradicional *push* (“empurrar”), que no caso empurra produtos e/ou serviços para os clientes na expectativa de, mais cedo ou mais tarde, aqueles serem vendidos (Pinto, 2014).

Segundo Ohno (1988), o sistema de operações JIT envolve duas componentes, componentes estas que serão abordadas separadamente com mais detalhes nos tópicos a seguir da revisão bibliográfica deste trabalho.

- O sistema Kanban – Por muitos designado por produção *Pull* (puxada), tornou-se o elemento de referência do sistema de produção Toyota. Kanban é um sistema de sinalização, que funciona com cartões, para indicar o andamento dos fluxos de produção em empresas de fabrico em série. Esses cartões normalmente, funcionam com cores sobre determinadas tarefas ou áreas.
- O nivelamento da produção (Heijunka) – O nivelamento da produção, é obtido pelo sequenciamento dos pedidos, de modo a conseguir trazer estabilidade para o processo de produção.

O JIT é uma filosofia de produção puxada, que inclui, aspetos de administração de materiais, gestão da qualidade, projeto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos, e baseia-se na realização das encomendas no momento certo, na quantidade pedida e no local combinado, recorrendo ao *Pull* e ao Kanban para controlar e disciplinar o fluxo de materiais, pessoas e informações (Salgueiro, 2015).

Seguem as etapas para o sucesso da implementação da ferramenta *Just-in-time*, de acordo com Cossio (2012):

- Trabalhar em conjunto com o fornecedor, projetar novos processos;
- Atribuir ao engenheiro a metade do tempo no local de construção e metade do tempo na planta, para finalizar o processo de fabricação;
- Analisar os problemas encontrados durante a instalação, identificar as causas raiz e as mudanças a serem feitas na planta para melhorar a qualidade e facilitar a instalação;
- Analisar diariamente a coordenação para fabricação, transporte, armazenamento e instalação.

### **2.3.2. Kaizen**

A metodologia Kaizen é um dos pilares da filosofia *Lean* (Green, et al., 2010). Kaizen é um termo japonês que significa melhoria contínua. A melhoria contínua envolve a participação de todos os colaboradores desde o diretor executivo até à linha de montagem, e tem como

principal objetivo melhorar os processos e desempenhos da organização, implementando melhorias que envolvam baixos investimentos (Thomaz, 2015).

A metodologia Kaizen procura eliminar desperdícios de forma contínua e gradual, com o intuito de aumentar a produtividade, sendo que a sua meta é a obtenção da perfeição. Para esta metodologia funcionar em sua totalidade é necessário que haja envolvimento e dedicação de todos os colaboradores da empresa. Kaizen não é uma técnica que atua de forma independente, é uma técnica que engloba todas as técnicas de melhoria e faz a ligação entre cada ferramenta (Salgueiro, 2015).

Esta abrange todas as atividades desempenhadas pelos colaboradores no sentido da melhoria dos processos e sistemas de trabalho, podendo envolver pessoas e equipamentos (Pinto, 2014).

As organizações que conseguem pôr em prática este novo paradigma alcançam uma vantagem competitiva extraordinária conseguindo assim, essa ferramenta, fundamental no sistema *just-in-time*, substitui a tradicional programação diária da produção assim como as atividades de controle e acompanhamento do status da produção. Os supervisores deixam de perder tempo fiscalizando os operários para realizar atividades que agregam valor, lidar com as exceções ocorridas e melhorar o processo continuamente (Gross e Mcinnis, 2003).

Essa metodologia engloba outras duas ferramentas que serão discutidas separadamente com mais detalhes nos próximos tópicos, o sistema de controle de materiais: Kanban e a ferramenta de nivelamento de produção: Heijunka.

### **2.3.3. Sistema de controle de materiais: Kanban**

Foi desenvolvido pela Toyota na década de 1950, por Taiichi Ohno, para minimizar os custos com o material em processamento e reduzir os stocks entre os processos. Ohno, à época, Vice-Presidente da Toyota Motor, fez uma visita aos Estados Unidos, a fim de se integrar do sistema industrial americano. Mas, onde ele tirou ideias para o desenvolvimento do sistema Kanban, foi nos supermercados americanos, onde as prateleiras eram reabastecidas quando esvaziadas. Isto é, só eram abastecidas, quando havia espaço/ necessidade. Esta, era para o senhor Ohno uma ideia nova e revolucionária. Este sistema (Kanban) iniciou a filosofia de produção JIT (Salgueiro, 2015).

Kanban significa cartão ou sinal em japonês, essa ferramenta garante o funcionamento do *Pull System*, ou seja, é uma ferramenta de controlo visual que serve para sincronizar os vários setores de uma fábrica, numa abordagem JIT da produção. Trata-se de um sistema simples que se baseia no princípio de que nenhum posto de trabalho pode produzir sem que o seu cliente o autorize (Pinto, 2014).

Os objetivos de utilizar essa ferramenta incluem: evitar superprodução, fornecer ordens de produção entre os processos, funcionar como ferramenta visual de controle da produção, e ainda funcionar como ferramenta de melhoria contínua pela necessidade de redução de cartões no sistema - e consequentemente incentivar diminuição dos estoques. É também vantajoso por “constituir-se num método simples de controlar visualmente os processos” (Ghinato, 2000).

De acordo com Salgueiro (2015), a meta mais importante do Kanban é a redução dos custos e redução de dois dos tipos de desperdícios que foram descritos anteriormente (excesso de produção e espera). Além disso, o mesmo pode ser aplicado também nas encomendas de matéria-prima, reduzindo os recursos financeiros aplicados e evitando desgaste de materiais nos stocks de segurança, facilitando o controle da qualidade dos componentes.

Pinto (2014), distingue os tipos de Kanbans em Kanban de produção e de transporte. O primeiro determina que as operações de fabrico só podem ser realizadas quando um Kanban de produção autorizar. O segundo permite a movimentação do material de um ponto para outro, nenhuma atividade de movimentação é executada sem que haja um Kanban de transporte autorizado.

Para se implementar um sistema Kanban é necessário determinar o número de Kanbans que se deve usar, e respeitar as regras de utilização e circulação dos mesmos (Shingo, 1989).

#### **2.3.4. Heijunka**

Heijunka é um vocábulo de origem japonesa que significa tornar suave ou estável, ou seja, nivelar. Por norma, refere-se ao conceito de “nivelamento da produção”, e converte a instabilidade da procura dos clientes, num processo nivelado de manufatura. Normalmente, é combinado, com outras técnicas *Lean* da produção, para estabilizar o fluxo de valor, como o Kanban ou Kaizen. É o principal conceito que ajuda a trazer estabilidade para o processo de manufatura. O nivelamento consegue-se através da programação de operações e do

sequenciamento de pedidos, num padrão repetitivo de curta duração, mas que, está relacionado com a procura a médio/longo prazo (Salgueiro, 2015).

Segundo Liker (2005), o foco mais comum das implementações de ferramentas enxutas está na identificação e eliminação de perdas. Mas, muitas empresas não conseguem alcançar o processo de estabilizar o sistema e criar uniformidade - um verdadeiro fluxo de trabalho enxuto equilibrado. O princípio talvez mais contra-intuitivo do modelo Toyota é esse nivelamento do plano de trabalho - o Heijunka. Ele é fundamental para eliminar o desnivelamento (mura), cuja existência não permite que sejam evitadas as perdas (muda) e sobrecargas do sistema (muri).

Conceito de nivelamento da produção, onde se converte a instabilidade de encomenda num processo de produção nivelado e previsível. O nivelamento permite aumentar a estabilidade no processo de produção, melhorando o fluxo contínuo de materiais e obtendo-se uma minimização de stock e períodos de espera (Hüttmeir et al., 2009).

Para Pinto (2014) a abordagem tradicional da produção origina problemas, como:

- Os clientes normalmente não compram artigos com previsão constante, e se há alguma certeza, ela diz que as previsões estão sempre erradas;
- O risco de ter produtos por vender que têm de ser guardados em stock;
- Os defeitos/falhas de qualidade tendem a propagar-se pelos lotes e quanto maiores forem, maior será o desperdício.

Em outras palavras, ao aplicar o nivelamento a produção será gerida de forma uniforme. Esse método demonstra ser eficiente em atenuar significativamente a variação das quantidades produzidas e, como consequência, aprimorar o uso dos recursos necessários.

- **Heijunka Box**

Surgiu na Toyota para o setor de manutenção, apesar de o encontrarmos comumente como controle de produção na manufatura. Os gerentes da Toyota criaram caixas com intervalo de tempo de uma hora para programar as atividades de manutenção preventiva. Com os tempos padrão das atividades, e sinalizando claramente os intervalos de tempo utilizados em cada tarefa, conseguiram otimizar o ritmo do trabalho e lembrar-se de programar todas as tarefas necessárias, evitando sobreposição de atividades e paradas na produção. O conceito evoluiu e os quadros de nivelamento atualmente possuem divisões de intervalos de tempo mais

refinados para executar o planejamento, controle e acompanhamento de produção (Smalley, 2004).

Um Heijunka Box típico tem filas horizontais para cada membro de uma família de produtos, e colunas verticais para intervalos idênticos de produção. Os Kanbans são posicionados nos espaços criados, na proporção do número de itens que devem ser feitos. Dessa forma, nivela a demanda em pequenos intervalos de tempo, ao contrário da produção em massa que aloca muitas vezes todo um turno, um dia ou uma semana para um mesmo produto no chão-de-fábrica. (Jones, 2006).

### **2.3.5. Value Stream Map (VSM)**

O Mapeamento da cadeia de valor ou *Value Stream Map* (VSM) é uma ferramenta apresentada por Rother, et al., (1999) que permite visualizar o percurso de um produto ou serviço ao longo de toda a cadeia de valor. A cadeia de valor, como foi comentado anteriormente, é o conjunto de todas as tarefas realizadas desde o pedido até à entrega do produto ou serviço ao cliente final. Quando se trabalha a partir desta perspectiva da cadeia de valor permite ao gestor ter uma visão global dos processos, podendo então atuar pontualmente em cada parte e analisar o desempenho do processo como um todo.

O mapeamento leva em consideração tanto o fluxo de materiais como o fluxo de informações, e ainda bastante no processo de visualização da situação atual e na construção da situação futura. Por outro lado, esta é uma ferramenta que se concentra nas questões relativa à redução dos tempos (*lead time*) dos processos. Em algumas aplicações do VSM, o lead time poderá ser o único aspecto considerado neste tipo de ferramenta, dada a necessidade na sua redução (Pinto, 2014).

O VSM pode representar dois tipos de fluxos da unidade produtiva, o fluxo de material, e o fluxo de informação. Representa ainda, a linha de tempo que permite observar os tempos de espera e transporte entre operações, e dados sobre o número de operários, tempos de *setup*, e *work in progress* (WIP). Estes dados são denominados dados quantitativos (Salgueiro, 2015).

Rother e Shook (2003) consideram que é necessário que a empresa se foque num conjunto de produtos e não em todos os produtos existentes, que tenham processos de transformação semelhantes e que utilizem os mesmos recursos. Em seguida, esquematiza-se a situação

atual, recolhe-se toda a informação relevante para, então, criar um sistema melhor e depois implementar as ações necessárias para esse novo esquema suceder.

Conforme os objetivos de cada organização e tendo em conta as necessidades dos seus clientes, a recolha de dados poderá variar. Do conjunto de dados a recolher proposto por Rother e Shook (1998), destacam-se os seguintes:

- Tempo disponível de trabalho: tempo útil de trabalho que os colaboradores dispõem;
- Tempo de ciclo do processo;
- Tempo de *change-over*: tempo necessário para a mudança de equipamentos e máquina desde o último produto para o seguinte;
- Número de operadores;
- Tamanho do lote de produção.

Primeiro faz-se a escolha de uma família de produtos ou de um processo que se pretende tornar mais eficiente, seguido pela elaboração do mapeamento do estado atual do processo. Com o mapeamento desenhado, faz-se uma análise do processo identificando os pontos onde existe desperdício, propondo as melhorias dos aspetos negativos encontrados. O penúltimo passo consiste na elaboração do mapeamento do estado futuro previsto, tornando-se este mapa a base para as mudanças necessárias. Por fim implementam-se as propostas, medindo e concluindo o novo processo, e verifica-se as alterações efetuadas (Abdulmalek e Rajgopal, 2007).

Algumas vantagens dessa ferramenta são ressaltadas por Rother e Shook (2003):

- visualização dos processos e de todo o fluxo de atividades;
- identificação dos desperdícios e suas fontes;
- une conceitos e técnicas enxutas; forma a base de um plano de implementação;
- é uma referência para a implementação enxuta;
- mostra a relação entre o Fluxo de Informação e o Fluxo de Material.

Como foi discutido anteriormente, o VSM facilita a visualização do fluxo da produção, permitindo a análise de oportunidades de melhoria que possam ser feitas. Essa ferramenta por si só já demonstra ser muito importante para o processo como um todo. Contudo, é interessante associar essa ferramenta a uma metodologia de melhoria contínua, permitindo uma busca constante por mudanças que levem a um estado futuro mais eficiente.

A análise do fluxo de valor se inicia com a compreensão do modo como a informação é processada desde o pedido do cliente até o início do processo produtivo. Primeiramente, com o objetivo de melhorar o processo deve-se observá-lo e conhecê-lo em todos os detalhes para que se possa criar um mapa para visualização do estado atual.

Após a análise minuciosa de todo o processo produtivo e sua compreensão, para melhorar esse fluxo de valor é necessário identificar os desperdícios e o que está impedindo o fluxo contínuo. Após a identificação e solução dos desperdícios, deve-se usar essa informação para criar um novo mapa baseado nas melhorias feitas que será chamado Mapa do Estado Futuro. Este mapa permite verificar o impacto dessas medidas e o resultado das melhorias no processo produtivo, tendo como foco a padronização e a simplificação do modelo, retirando tudo que não agrega valor ao processo.

### **2.3.6. Metodologia 5S**

Esta ferramenta é essencial, para a redução de desperdícios, e melhoria do desempenho das pessoas e processos, através de uma forma muito simples, que se baseia na manutenção das condições ótimas dos locais de trabalho, de forma organizada e arrumada. (Pinto, 2014).

De acordo com Thomaz (2015), o sistema 5S tem como objetivo combater eventuais perdas e desperdícios nas empresas e indústrias, educando a população e o quadro de pessoal envolvido diretamente como método para aprimorar e manter o sistema de qualidade. Dessa forma, o sistema 5S auxilia na reorganização da empresa, facilita a identificação de materiais, elimina materiais obsoletos e a melhoria da qualidade de vida, bem como do ambiente de trabalho para os membros de uma equipa.

A sigla 5S se refere às iniciais de 5 palavras japonesas: Seiri, Seiton, Seison, Seiketsu e Shitsuke, que serão descritas a seguir.

#### **SEIRI – senso de organização**

Por meio deste conceito busca-se definir qual o material necessário para a realização das operações referentes ao posto de trabalho, e visa eliminar desse espaço de trabalho, todo o material desnecessário.

### **SEITON – senso de arrumação**

Organizar o espaço de trabalho e os materiais de forma eficaz, para mais facilmente se encontrar os objetos pretendidos, evitando perder tempo na sua procura. A arrumação dos materiais e ferramentas, consiste na identificação dos mesmos e a sua colocação em lugares definidos e de fácil acesso.

### **SEISO – senso de limpeza**

Limpeza do local de trabalho. Deve-se manter o local de trabalho limpo e agradável para os operadores. Torna-se necessário criar condições para que a limpeza seja efetuada, como disponibilizar sempre o material de limpeza necessário. Dividir o posto de trabalho e atribuir uma zona a cada elemento do grupo e incentivar a limpeza diária, se possível, em cada zona do posto, assim como da área em que ele está envolvido.

### **SEIKETSU – senso de normalização (standard)**

Por meio do senso de normalização, pretende-se definir todos os procedimentos de limpeza e de manutenção regulares, programando essas ações para manter todas as alterações alcançadas. Para que as melhorias atingidas nos S's anteriores (seiri, seiton, seiso) sejam mantidas por todos os postos de trabalho de modo a padronizar toda a organização.

### **SHITSUKE – senso da autodisciplina**

O shitsuke é uma mudança radical na disciplina das organizações, e por isso se torna a implementação mais complexa, pois busca o cumprimento dos outros 4S's. Para isso, recomenda-se auditorias periódicas, com o objetivo de verificar se as medidas estão sendo cumpridas corretamente. Resumindo, busca-se estabelecer o hábito da organização, limpeza, e normalização diante dos colaboradores.

#### **2.3.7. Gestão Visual**

Numa operação complexa, como a desenvolvida numa fábrica, há três formas de transmitir informação, ou seja, comunicar, de modo a informar resultados, modificar ou adaptar processos (Bilalis et al., 2002):

- Formação;
- Trabalho de equipa;

- Gestão visual das instalações.

O controlo visual pode ser aplicado como uma sinalização simples e intuitiva, no local de trabalho, com o objetivo de informar as pessoas sobre como e quando atuar, sobre a ocorrência de anomalias ou chamar a atenção para alguma situação. A comunicação visual é uma alternativa de grande importância, pois visa facilitar a autonomia dos empregados dentro da organização, conectando-os com o ambiente de trabalho de forma dinâmica.

## **2.4. Implementação, benefícios e obstáculos da filosofia *Lean***

Para implementar a filosofia *Lean* é necessário fazê-lo em toda a organização e não somente num ponto específico. Caso se aplique num só ponto, poderá dar resultado, mas será um resultado de curta duração. A filosofia *Lean* não é apenas um conjunto de práticas, mas sim uma mudança cultural profunda de como as pessoas e a organização devem se comportar (Pinto, 2014).

Existem alguns desafios na aplicação dessa filosofia que podem ocasionar em erros. Alguns por parte da empresa que a implementa, de acordo com Pinto (2014), são:

- Pensar que filosofia *Lean* é só um conjunto de práticas, e não como uma mudança de cultura e mentalidade da organização e dos colaboradores;
- Restringir a aplicação da filosofia *Lean* por parte das organizações apenas ao local de trabalho, e não em toda a organização como dito anteriormente;
- Engenheiros, gestores e demais cargos superiores tendem a se tornar inflexíveis às mudanças, apegando-se somente nas certezas absorvidas nas suas formações académicas. Isso os impede de buscar uma situação de melhoria contínua na empresa, que depende justamente dessa flexibilidade nos processos.

Outros autores como (Womack, 1990) e (Alarcón, 2005) apresentaram outras barreiras na implementação da filosofia *Lean*:

- As organizações têm a ideia predefinida que resolver as questões do consumidor será mais dispendioso;
- Existência de fraca capacidade de visão de melhoria por parte da administração;
- Pressuposto que o processo já é eficiente;
- A filosofia *Lean* não produz substâncias nem benefícios tangíveis;

- Falta de tempo para estudar a filosofia *Lean* e trabalhar na sua implementação;
- Falta de formação e baixo conhecimento dos princípios *Lean*;
- Insuficiência de elementos para proceder a uma correta organização e implementação;
- Fraca capacidade de autocrítica, o que limita a aprendizagem com os erros;
- Pouca comunicação entre os elementos do processo de produção.

## **2.5. Estruturas pré-fabricadas em betão**

Conforme Ordonéz (1974), foi no período pós Segunda Guerra Mundial, principalmente na Europa, que começou, verdadeiramente, a história da pré-fabricação como “manifestação mais significativa da industrialização na construção”, e que a utilização intensiva do pré-fabricado em concreto deu-se em função da necessidade de se construir em grande escala.

Segundo Vasconcellos (2002), não se pode precisar a data em que começou a pré-fabricação. O próprio nascimento do betão armado ocorreu com a pré-fabricação de elementos, fora do local de seu uso. Sendo assim, pode-se afirmar que a pré-fabricação começou com a invenção do betão armado.

O termo pré-fabricação no campo da construção civil possui o seguinte significado: “fabricação de certo elemento antes do seu posicionamento final na obra” (Revel, 1973).

Segundo Revel (1973), a pré-fabricação em seu sentido mais geral se aplica a toda fabricação de elementos de construção civil em indústrias, a partir de matérias primas e semi-produtos cuidadosamente escolhidos e utilizados, sendo em seguida estes elementos transportados à obra onde ocorre a montagem da edificação.

Os prédios pré-fabricados são populares na indústria da construção civil devido ao encurtamento do tempo, redução do trabalho no local e menos desperdício e outros. Como desenvolvimento da tecnologia pré-moldada, os prédios modulares foram construídos em muitos países do mundo. Mas alguns dos pré-fabricados a construção tem falta de integridade e gerenciamento sistematizado, então surgem problemas de trabalho para todo o projeto pré-fabricado. Apesar dessas vantagens, o gerenciamento do projeto pré-fabricado tenta evitar possíveis riscos também. É necessário esclarecer os motivos e otimizar o gerenciamento do pré-fabricado. Não é apenas o problema de montar componentes pré-

fabricados, mas também envolve muitos fatores, como design de módulo, produção, transporte, instalação e outros. (Yin Rui e Zhao Sen, 2018).

O facto de ser um método que promove a fabricação dos elementos em ambientes controlados, permite reduzir os impactos ambientais nos locais de implantação, e aumentar os níveis de segurança uma vez que se diminui o tempo de construção in situ (diminuindo a probabilidade de exposição ao risco de queda em altura), sendo esse tempo apenas o requerido para a montagem dos elementos (Fowler, 2006).

Além disso, Fowler (2006) apresenta também as seguintes vantagens:

- prazos de construção mais reduzidos;
- elevados níveis de segurança;
- aumento da qualidade;
- diminuição do impacto ambiental;
- redução de custos.

De acordo com Ferreira (2001), as principais desvantagens deste método são:

- necessidade de realizar ligações entre elementos distintos, cujo comportamento é por vezes difícil de prever;
- custos elevados resultantes do transporte;
- certa complexidade de montagem das peças pré-fabricadas.

A maior parte das indústrias de pré-fabricados de betão armado pode ser classificada em dois métodos fundamentais de produção, os moldes fixos e os moldes móveis. No método de moldes fixos, os elementos encontram-se imobilizados durante a sua preparação, betonagem e cura. Para completar a produção, os operários e o equipamento têm que se movimentar e trabalhar em volta dos moldes fixos. Este método é geralmente utilizado para elementos de grandes dimensões e peso. No caso dos moldes móveis, os operários e equipamento constituem postos trabalho por onde o produto passa. Neste método é frequente a utilização de um compartimento de cura. O produto passa pelo compartimento onde é acelerado o processo de cura de uma forma controlada, para reduzir o tempo da etapa (Kovács, 1998).

## 2.6. Descrição do processo tradicional de produção dos pré-fabricados

Ao longo dos anos, os métodos de produção têm evoluído, entretanto a maior preocupação das empresas ainda é a flexibilidade desses sistemas de produção. As organizações que investirem em um sistema de produção otimizado alcançarão posições mais competitivas.

Na Figura 7 está o fluxo das atividades, que envolve a descrição de todas as atividades envolvidas em cada etapa do processo produtivo de um modo geral, podendo haver algumas variações dependendo do ambiente fabril.

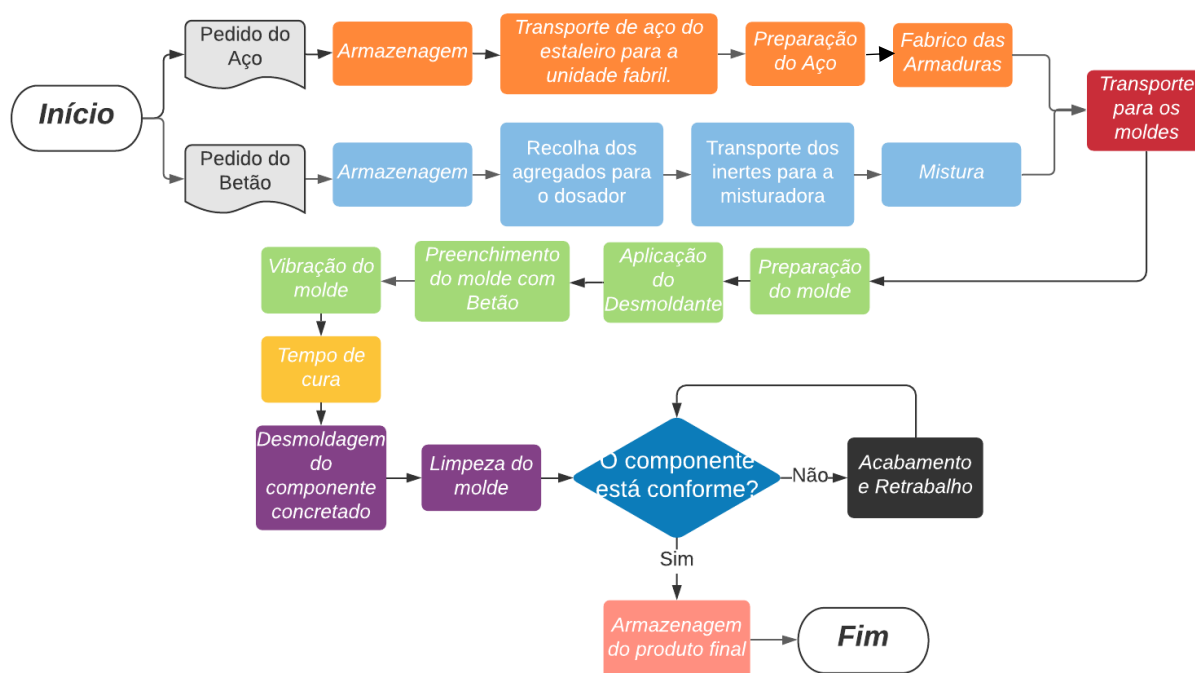


Figura 7: Fluxo de atividades dos pré-fabricados.

Tendo conhecimento do processo produtivo e das atividades que o compõem, torna-se possível encontrar desperdícios e formas de reduzi-los ou até eliminá-los. Entretanto, para que essa melhora seja eficaz é interessante combinar o conhecimento do processo com a aplicação de ferramentas e metodologias de gestão da produção. Juntos representam uma grande mais valia para a empresa. Diante disto, nos tópicos seguintes será discutido justamente como foram aplicadas essas ferramentas propostas e quais serão as consequências de suas aplicações para a empresa em questão.

## 3. Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido durante uma pandemia de caráter global. Um cenário de crise na saúde no qual o distanciamento social foi determinado como medida de contenção do vírus. Deste modo, a mobilidade até a empresa, assim como a coleta de dados e o contacto com os agentes envolvidos no processo produtivo foram fatores limitantes para a evolução deste trabalho. Portanto, o tempo de implementação da metodologia dessa dissertação se tornou um desafio e sofreu diversas mudanças no decorrer do seu progresso.

A gestão da produção é um tema bem abrangente e pode ser aplicado de diversas formas, fazendo o uso de um amplo leque de ferramentas e metodologias. Entretanto, por motivos de limitação, já comentados anteriormente, foram escolhidas apenas algumas ferramentas para aplicação neste trabalho como vai ser descrito no decorrer da metodologia. Além disso, diante das muitas ferramentas existentes, algumas mostraram ser mais interessantes para aplicação na gestão da produção de pré-fabricados em betão, especificamente, de acordo com o sucesso de suas implementações observados em alguns trabalhos semelhantes desenvolvidos na área.

### 3.1. Metodologia de recolha de dados

A análise desse caso de estudo foi efetuada por meio de alguns métodos de coleta de informação. Estes são:

- Observação direta;
- Análise documental;
- Realização de entrevistas.

O procedimento de obtenção de dados relevantes para a avaliação do estado atual da empresa foi feito por meio de visitas às instalações da fábrica. Para que então fosse possível a familiarização com o ambiente fabril em questão, observar a rotina de trabalho dos colaboradores, realizar as entrevistas e obter os documentos técnicos disponibilizados pela administração da organização, como históricos de produção e planta das instalações.

### **3.1.1. Observação direta**

Esse método de obtenção de dados visa conhecer o processo de produção, pois é necessário inteirar-se sobre o local de trabalho para que haja uma compreensão adequada do processo de produção e das práticas dos colaboradores. Além disso, através dessas visitas foi possível identificar as diversas zonas da fábrica, incluindo a zona de armazenamento de materiais e equipamentos, os stocks de produção, os espaços de trabalho disponíveis e os ocupados. Essa observação foi muito importante para que se conheça o processo como um todo e o que pode ser feito para que ele seja otimizado.

### **3.1.2. Realização de entrevistas**

As entrevistas foram feitas com o objetivo de conhecer e entender o atual modelo de produção da empresa e onde são necessárias intervenções, para então tentar prever possíveis mudanças e melhorias para o sistema. Além disso, estas entrevistas tiveram um papel importante na recolha de dados e informações sobre as atividades que compõem o processo produtivo e, de forma natural, a linha de produção.

Foi criado um documento com quinze perguntas, que se encontra no Anexo B, direcionadas à direção da empresa e ao departamento técnico, buscando entender o que tem sido feito, como os processos têm sido geridos, e gerando possíveis ideias para melhoria do atual sistema de produção. O que se espera obter dessas entrevistas são informações mais concretas dos processos, dos tempos de produção, fluxo de materiais, fluxo de informações e demandas de produção.

É importante enfatizar que somente as entrevistas não disponibilizarão todas as informações e soluções necessárias para o bom desempenho do estudo, porém será possível estabelecer uma conexão com os colaboradores e com o corpo técnico da empresa. Visando estabelecer um nível maior de comunicação entre os setores e qual a forma de pensar de cada um em relação ao processo produtivo da empresa.

Essas entrevistas foram organizadas em um modelo semiestruturado, no qual as perguntas nem sempre são fechadas, possibilitando o envolvimento do entrevistado de um modo mais pessoal acerca dos problemas. Isso possibilitará uma análise de conteúdo futura, interpretando as respostas para se tirar o máximo delas.

Além desse enfoque, no decorrer das visitas à unidade industrial, foi planejado proporcionar uma oportunidade de conversa sobre o processo produtivo com os colaboradores. Com o objetivo de conscientizá-los a respeito da melhoria contínua e motivá-los a seguir as medidas propostas. Buscando promover uma mudança de mentalidade, mostrando que eles são tão responsáveis pelo desempenho da empresa quanto os administradores da organização. Entretanto, com as novas medidas de distanciamento social aplicadas devido à pandemia, não foi possível implementar essa reunião da maneira como foi planejada.

### **3.1.3. Análise documental**

A análise dos documentos disponibilizados pela empresa possibilitou o complemento da informação e confirmou algumas das informações obtidas pela observação direta e entrevistas realizadas. Alguns dos documentos analisados foram os seguintes:

- Planta das instalações;
- Organograma da unidade fabril;
- Matriz e registo de funções dos colaboradores;
- Histórico de produção da fábrica dos anos anteriores.

Os históricos de produção foram disponibilizados no formato de diário de produção (agenda), onde os colaboradores anotavam a produção diária e tomavam notas a respeito do dia de trabalho. Os dados foram tratados e transferidos para planilhas do Microsoft Excel, para que então pudessem ser melhor analisados.

### **3.2. Análise e seleção das ferramentas de melhoria**

Como forma de fundamentar o uso das ferramentas, na Tabela 3, será apresentado um breve resumo do motivo de escolha de cada ferramenta com base em alguns problemas encontrados na empresa. Explicitando qual os benefícios esperados com a aplicação da ferramenta e qual o método utilizado na sua abordagem.

É importante salientar que antes de exigir que os trabalhadores sigam essas metodologias de planejamento e controle, é importante que esses colaboradores entendam o funcionamento dos sistemas que se pretende instalar e como os mesmos podem participar efetivamente do processo, mantendo o pensamento de melhoria contínua.

Tabela 3: Problemas encontrados, ferramentas de melhoria e benefícios de sua aplicação.

<b>Problemas encontrados</b>	<b>Propostas</b>	<b>Ferramentas</b>	<b>Benefícios</b>
<b>Falta de matéria-prima resultando em paragem da produção.</b>	Analisar a quantidade de matéria-prima necessária para a produção semanal planeada; definir a quantidade mínima de material para informar o reabastecimento.	Gestão Visual Kanban	Evitar a paragem da produção e os tempos de espera.
<b>Falta de limpeza e organização na área de trabalho.</b>	Limpar e organizar local de trabalho; aplicação de checklists de limpeza e organização da área de trabalho para controlo diário.	5S	Manter o local de trabalho limpo e organizado, evitar excesso de movimentação.
<b>Falta de padronização nos lotes de produção.</b>	Definir tamanho do lote de produção.	Técnicas de previsão do tamanho de lote.	Evitar constrangimentos ao enviar peças a mais ou a menos ao cliente.
<b>Planeamento da produção, metas e prazos ineficientes.</b>	Fazer um planeamento semanal baseado nas encomendas de clientes e demanda das obras.	Heijunka Kanban	Nivelar a produção; assegurar o cumprimento das metas e prazos.
<b>Comunicação reduzida entre a administração e os funcionários em relação ao planeamento da produção.</b>	Reuniões diárias ou semanais com a equipa para informações acerca do planeamento.	Kaizen	Motivar os colaboradores a atingir os objetivos da empresa e encontrar maneiras de melhorar o sistema.
<b>Fontes de desperdícios.</b>	Selecionar família de produtos; proceder ao desenho do estado atual; eliminar as fontes de desperdício; e partir para o desenho do mapa do estado futuro.	VSM	Identificação das fontes de desperdícios.

### 3.2.1. Gestão visual

Sugere-se que essa ferramenta seja implementada na gestão dos inertes que se situam do lado de fora do armazém da produção (Figuras 8 e 9). No cenário atual da empresa, a areia e a brita são armazenadas no chão e não há uma demarcação da quantidade de cada material disponível para uso. A implementação dessa ferramenta pode ser abordada de duas maneiras.

A primeira é a armazenagem dos materiais em grandes contentores com demarcações de quantidades críticas em cada contentor, permitindo uma fácil visualização e monitorização

a uma certa distância das quantidades e otimizando o tempo de resposta ao reabastecimento. Entretanto, como a distribuição desses inertes para os silos é feita através de uma mini carregadeira, a utilização dos contentores se tornaria inviável pelo difícil acesso desse equipamento e a empresa não está disposta a fazer as alterações sugeridas.

Dessa forma, procura-se uma outra recomendação, com o material ainda disposto no chão, poderia também ser feitas divisórias entre os dois materiais, separando-os e estabelecendo uma quantidade específica a ser colocada no local. Os limites das quantidades podem ser feitos na própria parede na qual o material está encostado. Quando o material chegar ao limite crítico, limite esse que será definido baseado no consumo semanal da fábrica, o colaborador deve imediatamente tomar as providências para o seu reabastecimento.



Figura 8: Local de armazenamento dos inertes, areia.



Figura 9: Local de armazenamento dos inertes, brita.

### 3.2.2. Heijunka e Kanban

Para uma aplicação eficaz do Heijunka é necessário que a equipe já tenha passado por algumas melhorias *Lean* em seu processo. Como por exemplo, a padronização das etapas envolvidas no processo, o gerenciamento de gargalos e a aplicação dos princípios 5S. Com isso se espera que a ferramenta Heijunka amplifique essas melhorias nivelando o cronograma de produção.

O ideal nos sistemas *Lean* é que toda a carteira de produtos possa ser programada, mas essa não é a realidade, devido a grande quantidade de produtos que a empresa possui e a frequente produção de produtos esporádicos. Então deve-se selecionar os itens que entrarão no nivelamento, preferencialmente aqueles que representam maior volume, como é o caso das asnas, e/ou os produtos que são vendidos com mais frequência, como é o caso das seletes. Deste modo, será feita uma programação semanal das quantidades a serem produzidas e os horários de produção, para nivelar a produção referente a cada produto mencionado (asnas e seletes).

Após a visita à empresa e no caso dos produtos em betão pré-fabricados notou-se que as ordens de produção são emitidas pela empresa e enviadas à fábrica. Um planeamento prévio da produção é fundamental para garantir a produtividade e a cadência da produção. Deverá ser efetuada uma especificação do que tem que ser produzido durante a semana, definindo metas ou prazos a serem cumpridos. Deve ainda de forma adicional definido o nível de desempenho diário esperado pelos colaboradores, o que pode resultar em uma certa motivação para eles. Por vezes, quando os prazos não estão a ser cumpridos ou então quando são adicionados novos pedidos de clientes, é cobrado uma resposta rápida dos colaboradores. Isso pode gerar certos constrangimentos em relação ao não cumprimento dos prazos da obra e com os clientes, para além de gerar um ambiente de estresse aos próprios colaboradores da empresa.

Torna-se, portanto, fundamental programar a sequência ótima de atividades a efetuar durante todos os dias da semana, bem como a definição perante os colaboradores quais serão as suas tarefas ao longo do dia e quais são as prioridades de produção.

- **Heijunka Box**

Dessa forma, é proposto o uso das caixas de nivelamento de trabalho, pois as mesmas suportam o fluxo num sistema de produção “puxada”. Essa prática ocasiona uma mudança de cultura, mostrando aos operários que existe uma meta a ser cumprida, que esse ritmo é ditado pelos pedidos dos clientes e as demandas das obras.

Espera-se que seja seguida para um eficaz nivelamento da produção. Em termos temporais, a produção pode ser acompanhada semanalmente ou diariamente com a ajuda de Kanbans de produção, funcionando como uma função objetivo para se obter a produção esperada. Sendo possível dar respostas mais confiáveis aos clientes em relação ao cumprimento dos prazos estabelecidos.

### **3.2.3. Melhoria Contínua: *Kaizen***

Percebeu-se que não havia um planeamento detalhado da produção, como o que produzir, a quantidade a ser produzida e um prazo para essa produção. Dessa forma, notou-se uma certa comodidade ou falta de motivação por parte dos colaboradores acerca das metas e prazos.

Sugere-se que a prática do Kaizen seja implementada a partir do envolvimento dos funcionários de todos os níveis e departamentos. Sugere-se que a aplicação dessa ferramenta seja feita por meio de reuniões semanais com a equipa envolvida na produção, procurando ouvi-los, estar atentos aos seus questionamentos e ter certeza de que os mesmos estão familiarizados com as ferramentas implementadas.

A melhoria contínua se tornará uma ferramenta eficaz na organização justamente pelo fato do acompanhamento mais próximo da produção. Geralmente, esse acompanhamento pode ser feito por um chefe de equipa que ajudará a identificar desperdícios, motivar os colaboradores a atingir os objetivos da empresa e encontrar maneiras de melhorar o sistema, refletindo a mentalidade dessa metodologia nos outros processos.

Contando com essa possível implementação, portanto, é sugerido ainda a atribuição de um Supervisor de Produção ou Chefe de Equipa para o acompanhamento e controle diário da produção, para que o mesmo lidere as reuniões, esteja sempre a passar os resultados alcançados e possíveis problemas presentes na unidade industrial para a administração e gestores da organização. Logo, os problemas serão geridos e as melhorias aplicadas, permitindo uma evolução contínua do processo produtivo.

### 3.2.4. Value Stream Mapping (VSM)

Compreendendo o cenário atual a partir de dados coletados, foi possível elaborar um mapa de fluxo atual da família das seletes (Anexo C) e da família das asnas (Anexo D), que foram os dois principais produtos analisados nesta dissertação.

Na Figura 10, está ilustrado os passos que foram feitos para se construir o mapeamento do fluxo de valor.

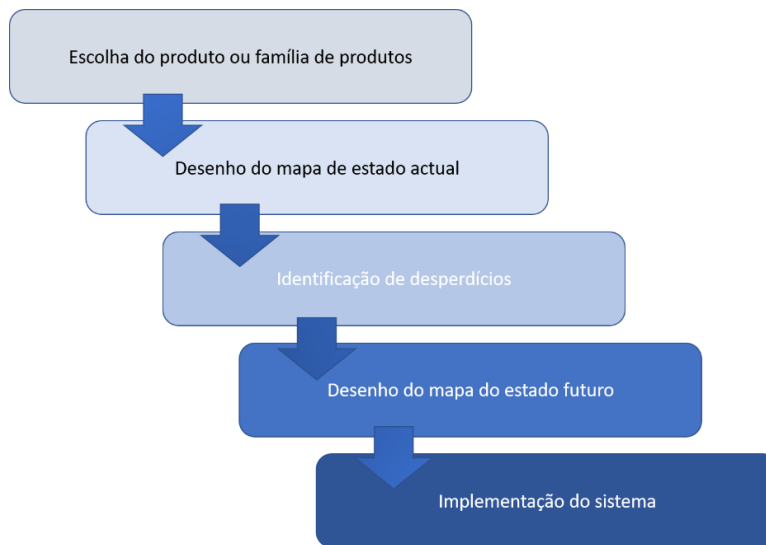


Figura 10: Esquema do mapeamento do fluxo de valor.

A primeira etapa foi justamente a escolha da família de produtos que seria estudada. A família das asnas foi escolhida pelo fato de ser um produto de grande porte, no qual a empresa estava tendo dificuldades em otimizar o seu processo de produção. Já a família das seletes foi escolhida por ser o produto mais produzido na empresa. Ela tem participação significativa na produção da empresa, representando 93% da produção no ano de 2019, de acordo com dados extraídos do histórico de produção.

Os tempos do mapa de fluxo de produção foram adquiridos na fábrica, observados pela autora e com a ajuda dos funcionários envolvidos no processo produtivo. Os fluxos detalhados de produção foram feitos para a família das asnas e das seletes, foram observados os tempos da produção de uma selete de 80 cm x 50 cm e de uma asna de 12,30 m.

A definição do fluxo de produção foi feita com base nas observações e entrevistas com a direção e os colaboradores, assim como o acompanhamento da produção diária. Estes dados foram essenciais para a composição do mapa de fluxo de valor do estado atual dos produtos.

Após a recolha de informações pode-se finalmente iniciar o processo de elaboração do mapa, de acordo com as atividades observadas no processo produtivo. A seguir, na Figura 11, estão ilustradas todas essas atividades envolvidas no processo de produção, de um modo geral, das asnas e seletes. Estas foram inseridas no VSM, cujo passo a passo abordado em sua construção será apresentado a seguir:



Figura 11: Atividades do mapa do estado atual.

- Desenho do fluxo de atividades – na sequência em que as atividades iam sendo realizadas, utilizou-se uma série de ícones desenhados no sentido da esquerda para direita.
- Fluxo de matéria-prima – o percurso do material foi representado de acordo com o percurso do processo. Os ícones que o representam fornecem a informação sobre como os materiais são levados de um posto de atividade para outro, nesse caso os materiais foram cimento, brita, areia e água. A areia, cimento e brita são abastecidos na área externa da fábrica e depois são colocados em silos que serão transportados para a betoneira por meio de um dosador.
- Fluxo de informação – aqui é especificado como ocorre a comunicação no processo, o seu fluxo foi desenhado no sentido da direita para a esquerda. Os símbolos relacionados com este fluxo indicam os vários níveis de comunicação efetuada de forma electrónica ou escrita, através de reuniões em que se tomaram decisões sobre o processo e são enviadas semanalmente.

- Caixas de dados – visam a inclusão de dados relevantes para o processo. Por exemplo, número de operadores e turnos, sendo os turnos de 8h por dia e o número de operadores variável entre cada atividade.
- Linha do tempo – foi calculado o lead time através da soma dos tempos dos blocos de atividades. Esses valores foram acrescentados por baixo das caixas de processamento, mostrando o tempo que a unidade de processamento leva desde o seu início até a entrega ao cliente. No final foi feita a soma total dos tempos de processamento.

Depois de descrito o mapeamento do estado atual, serão descritos os desperdícios ou fontes de desperdícios encontrados na empresa, em seguida serão identificadas as medidas propostas a implementar que podem então ser adicionadas no mapa do estado futuro.

### 3.2.5. Metodologia 5S

Na visita à instalação da empresa, notou-se a falta de limpeza e organização em algumas áreas de trabalho, ilustrado nas Figuras 12 e 13, como paletes quebradas, excesso de produção de armaduras, que resultou em oxidação do aço e ferramentas espalhadas pela fábrica. Essa situação resulta em um ambiente confuso, ocasionando perda de tempo e excesso de movimentação por parte dos colaboradores à procura de materiais, ferramentas e equipamentos. Além de gastos desnecessários com materiais que não foram utilizados.



Figura 12: Falta de organização na área de trabalho.



Figura 13: Falta de limpeza na área de trabalho.

Essa metodologia pode ser implementada e controlada no formato de formulários de preenchimento diário, ou checklists, onde o colaborador preenche confirmando que a limpeza da área de trabalho ao sair do posto foi efetuada e que todas as ferramentas foram limpas e arrumadas nos locais previamente definidos.

Esta medida, quando implementada, deve ser supervisionada para que as ações sejam cumpridas e os colaboradores se mantenham motivados. Por meio do uso desta ferramenta, espera-se que haja uma maior facilidade na disponibilidade das matérias-primas, ferramentas e equipamentos, diminuindo a movimentação desnecessária e provendo um ambiente de trabalho limpo e organizado.

Além disso, espera-se que essa metodologia tenha impacto não só na organização da área de trabalho, o que gera uma boa gestão do tempo para os operários, mas também na gestão dos deslocamentos, evitando a movimentação desnecessária dos operários e dos materiais.

## 4. Resultados e Análises

No decorrer do desenvolvimento deste trabalho notou-se que todas as ferramentas apresentadas na revisão bibliográfica fazem sentido na aplicação do mesmo, entretanto algumas não se mostraram tão eficazes quanto outras. Deve-se levar em consideração também o custo de investimento de algumas ferramentas e o fato da empresa em questão não está totalmente inclinada às mudanças propostas. Além disso, a atual situação de crise mundial e pandemia tornou a implementação ainda mais distante. Neste caso, pelo tempo de implementação requerido ser insuficiente, não foi investido um esforço de aplicação em algumas ferramentas.

### 4.1. Descrição do caso de estudo

Em busca de se aproveitar ao máximo desta pesquisa, dando bons resultados tanto a dissertação quanto para a empresa, foi discutido com o gestor qual seria o tema de maior relevância para ser trabalhado. Então, foi proposto, um estudo direcionado à gestão dos pré-fabricados em betão, pois a organização em questão se dedica à produção e comercialização desses pré-fabricados voltados para infraestruturas de pavilhões de engorda de suinicultura. Portanto, o estudo realizado na unidade industrial serviu para recolha de dados e para posterior análise e elaboração de propostas de melhorias.

A produção da empresa de um modo geral se destina à demanda das obras e às encomendas de pequenos produtores da região. A proposta inicial da empresa é que a produção só avance caso haja um desses dois tipos de pedidos, não havendo stocks de peças que não tivessem ordem de saída prevista. Entretanto, há um pequeno stock de segurança de algumas peças que possuem mais saída na empresa.

O portfólio da empresa é bem amplo, como já citado anteriormente. Entretanto, há dois produtos específicos que serão abordados nesta pesquisa, as seletes e as asnas. Como as seletes são os produtos mais produzidos e com uma produção contínua durante todo o ano, torna-se então o produto mais representativo da empresa. Já a produção dos outros produtos não é contínua, dependem, sobretudo, da demanda das obras e de pequenos produtores do ramo.

Na Figura 14 está representada a quantidade de seletes produzidas em média no ano de 2019. A média é em torno de 1300 seletes produzidas mensalmente. No mês de junho os colaboradores da fábrica foram realocados para ajudar na obra o que resultou numa produção muito abaixo da média. E no mês de agosto, a fábrica parou para as férias, o que justifica a baixa produção. Nos meses de março, outubro e dezembro a produção também diminuiu por motivos de realocação de colaboradores, paragem da produção de seletes para produção de outros produtos, o que resultou na variação do rendimento diário de trabalho.

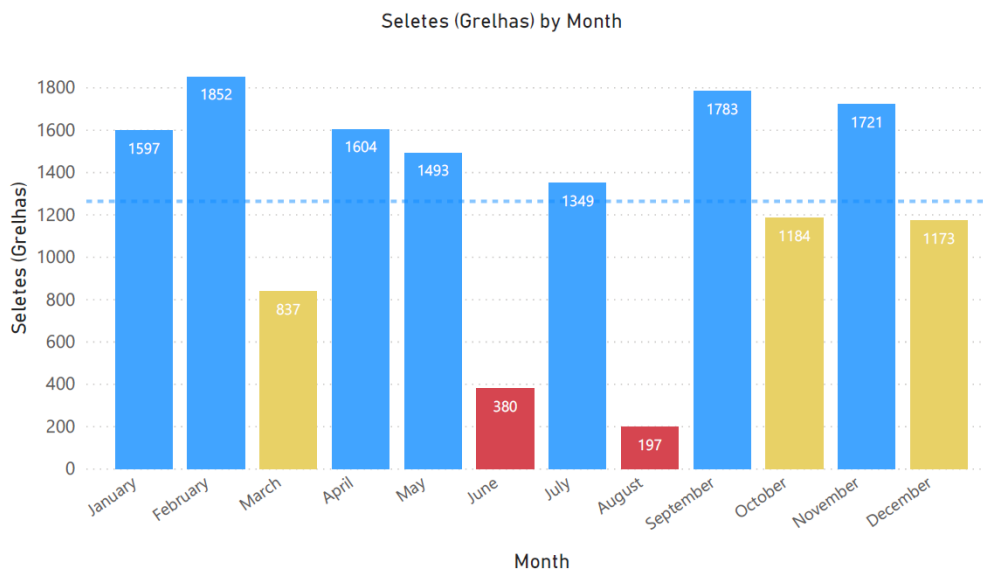


Figura 14: Produção de seletes mensal do ano de 2019.

## 4.2. Etapas de produção na fábrica

De um modo geral e baseado nas observações do processo de produção dos pré-fabricados, adaptado de Chan e Hu (2001), as etapas da produção são da seguinte forma:

- Preparação do betão;
- Fabrico da armadura;
- Preparação dos moldes;
- Colocação e preparação da armadura no molde;
- Betonagem do molde;
- Vibração;
- Cura;
- Desmoldagem;
- Colocação do elemento em stock onde tem que permanecer até atingir resistência de entrega;
- Expedição ao consumidor.

Ao analisarmos as etapas de produção na própria fábrica foi observado que além de todas as citadas por Chan e Hu (2001), é possível também adicionar a vibração que ocorre logo após a Betonagem do molde. A vibração é um recurso muito importante, pois através dela há uma maior rapidez no assentamento do betão, além de melhorar significativamente a qualidade da peça, pois a vibração favorece o adensamento do betão, diminuindo a presença de bolhas de ar ou excesso de água no interior da massa, melhorando então a compactação do betão e assegurando um melhor acabamento.

#### 4.2.1. Asnas

A seguir na Figura 15 está ilustrado as etapas de produção das asnas em vermelho e abaixo a descrição das etapas e a movimentação dos materiais:

- Etapa 1: Produção da armadura na própria fábrica ou recepção da mesma já fabricada através de produção terceirizada;
- Etapa 2: Transporte da armadura pronta para o molde;
- Etapa 3: Preparação, preenchimento do molde e espera do tempo de cura;
- Etapa 4: Desmoldagem e transporte da asna pronta para o local de armazenagem;
- Etapa 5: Local de Armazenagem.

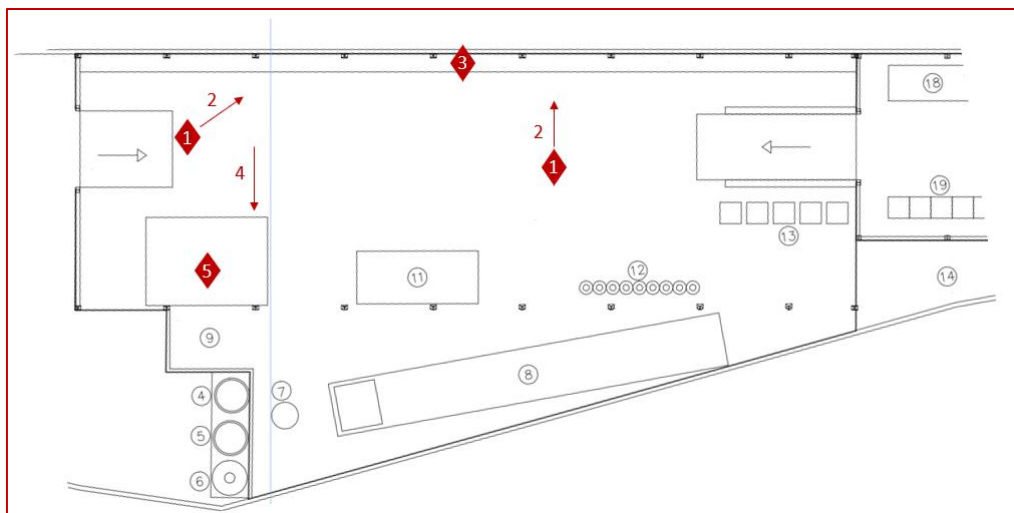


Figura 15: Etapas da produção e movimentação das asnas.

A média semanal de produção de asnas na fábrica é de três asnas por semana, produz-se uma na segunda, uma na quarta e outra na sexta, de acordo com a demanda da obra e obedecendo o processo de cura de 36 horas.

#### 4.2.2. Seletes

A seguir na Figura 16 está ilustrado as etapas de produção das seletes em azul e abaixo a descrição das etapas e da movimentação dos materiais:

- Etapa 1: Produção da armadura na própria fábrica ou recepção da mesma já fabricada em stock;
- Etapa 2: Transporte da armadura pronta para o molde;
- Etapa 3: Transporte do betão para o molde;
- Etapa 4: Preparação e preenchimento do molde;
- Etapa 5: Transporte da selete para a espera do tempo de cura;
- Etapa 6: Paletagem e transporte da selete para o local de armazenagem;
- Etapa 7: Local de armazenagem.

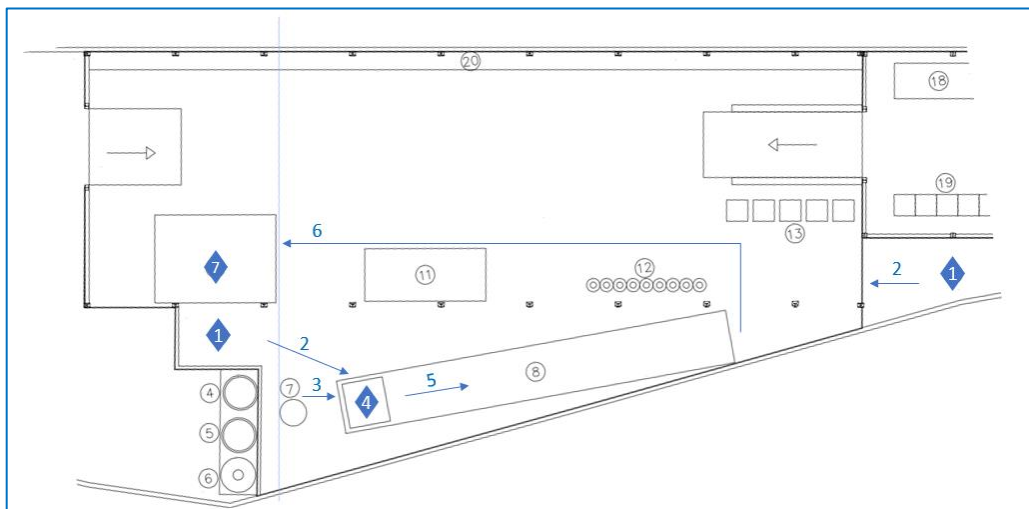


Figura 16: Etapas da produção e movimentação das seletes.

As seletes são produzidas diariamente na unidade industrial. As mesmas são feitas em duas etapas, a fabricação em um dia e posteriormente a sua paletagem e armazenagem em stock, após o processo completo de cura de 24h.

#### 4.3. Análise das entrevistas

Devido ao quadro de pandemia já comentado anteriormente e à atual mudança de gestão da fábrica, o contato com os diretores e funcionários da organização tornou mais complicado, pois o acesso à fábrica foi reduzido. Dessa forma, foram enviadas via email as perguntas para o responsável pela administração para que ele repassasse o questionário aos outros. No Anexo B está disposto o questionário enviado.

Como não houve um número significativo de respostas. Dessa forma, serão analisadas as respostas obtidas do questionário juntamente com as respostas obtidas presencialmente, antes da pandemia, pelos colaboradores.

No decorrer das visitas e entrevistas feitas com a direção da empresa e com os colaboradores, os mesmos demonstraram um interesse e proatividade em responder os questionamentos. Foram coletadas opiniões e sugestões a respeito do processo produtivo e de possíveis melhorias para a empresa. Dessa forma, com o objetivo de otimizar esse sistema é sugerido uma caixa de sugestões que armazenará as sugestões feitas pelos colaboradores, assim como possíveis críticas. A mesma deve estar identificada com o termo “Sugestões” e estará disposta à vista de todos.

Além disso, com o objetivo de incentivar e aumentar o impacto dessa ação pode ser oferecido alguma gratificação ao criador da melhor sugestão do ano. Todas as sugestões devem ser lidas e respondidas, apesar de que nem todas possam ser implementadas, mas é importante gerar nos colaboradores uma vontade de agregar valor à empresa através dos seus conhecimentos e ter conhecimento da satisfação dos mesmos com o processo produtivo ao qual estão inseridos.

#### **4.4.Histórico de produção**

Tendo em vista o objetivo proposto de gerir a produção dos pré-fabricados, buscou-se analisar com mais detalhes o histórico de produção da unidade industrial nos anos anteriores. Desta forma, baseado no diário de produção dos colaboradores referente à produção do ano de 2018 e 2019, foi possível extrair a produção dos pré-fabricados durante cada ano. A seguir serão apresentadas as tabelas com as respectivas produções e discussões acerca dos dados obtidos.

- Comparação da produção de pré-fabricados entre 2018 e 2019

A Tabela 4 indica detalhes das produções de pré-fabricados dos anos 2018 e 2019. As ilustrações apresentam a produção anual de cada pré-fabricado, suas médias diárias e semanais baseadas nos dias trabalhados. É verificável o grau de importância da produção das seletes, sendo o item mais produzido durante ambos os períodos, durante 207 dias em 2018 e 172 dias em 2019. Destaca-se nas ilustrações considerável queda de produção em

relação ao ano anterior. Isto se deve, na maior parte das vezes, à mobilização de colaboradores da fábrica nas obras a partir da segunda metade do ano de 2018.

Tabela 4: Produções anuais de 2018 e 2019.

Produção 2018					Produção 2019				
Pré-Fabricados Produzidos	Produção anual	Dias produzidos	Média Diária	Média Semanal	Pré-Fabricados Produzidos	Produção anual	Dias produzidos	Média Diária	Média Semanal
Seletes	24058	207	116.2	581	Seletes	15170	172	88.2	441
Asnas	63	63	1.0	3	Asnas	26	26	1.0	3
H50 e H95	372	28	13.3	40	H50 e H95	398	35	11.4	34
Painéis	313	33	9.5	28	Painéis	101	13	7.8	23
Sapatas	336	92	3.7	11	Sapatas	86	39	2.2	7
Lajes	258	57	4.5	14	Lajes	267	53	5.0	15
Pilares	259	51	5.1	15	Pilares	47	12	3.9	12
Tampas	174	58	3.0	6	Tampas	126	37	3.4	7

Como ilustrado na Figura 17, a partir da metade do ano de 2018 até metade do ano de 2019 observou-se o aumento na produção das asnas. Isso deve-se à demanda deste componente numa obra da empresa. Após essa demanda ter sido suprida, houve uma redução na produção deste componente, não havendo produção até o final do ano de 2019, com apenas 26 asnas fabricadas em 7 meses de produção.

Produção Mensal 2018			Produção Mensal 2019		
Mês	Seletes	Asnas	Mês	Seletes	Asnas
Janeiro	3786	3	Janeiro	1597	11
Fevereiro	2871	4	Fevereiro	1852	7
Março	2649	1	Março	837	1
Abril	2172	1	Abril	1604	1
Maio	1787	0	Maio	1493	2
Junho	2323	1	Junho	380	1
Julho	2120	6	Julho	1349	3
Agosto	0	4	Agosto	197	0
Setembro	1849	11	Setembro	1783	0
Outubro	2204	14	Outubro	1184	0
Novembro	1161	10	Novembro	1721	0
Dezembro	1136	8	Dezembro	1173	0
<b>Total</b>	<b>24058</b>	<b>63</b>	<b>Total</b>	<b>15170</b>	<b>26</b>

11 meses trabalhados em asnas Média mensal = 5.7 asnas	7 meses trabalhados em asnas Média mensal = 3.7 asnas
11 meses trabalhados em seletes Média mensal = 2187 seletes	12 meses trabalhados em seletes Média mensal = 1264 seletes

Figura 17: Comparação da produção mensal de seletes e asnas em 2018 e 2019.

- Análise do desempenho da fabricação de seletes

A seguir, na Figura 18, tem-se a representação da produção de seletes durante o período de 2018 por meio de médias diárias. Estas foram obtidas por meio da relação entre as produções

semanais e o dia trabalhados em cada uma. Como já verificado, os dois primeiros meses apresentam desempenho bastante superior aos demais meses. Neste período, observa-se uma consolidação próximo a 170 seletes por dia, projetando um tempo de ciclo de 2 minutos e 49 segundos por selete. No restante do ano, quando colaboradores da fábrica foram realocados para o estaleiro de obra, diminuiu-se o desempenho, mantendo-se numa faixa próxima a 120 seletes ao dia, refletindo em um tempo de ciclo de 4 minutos.

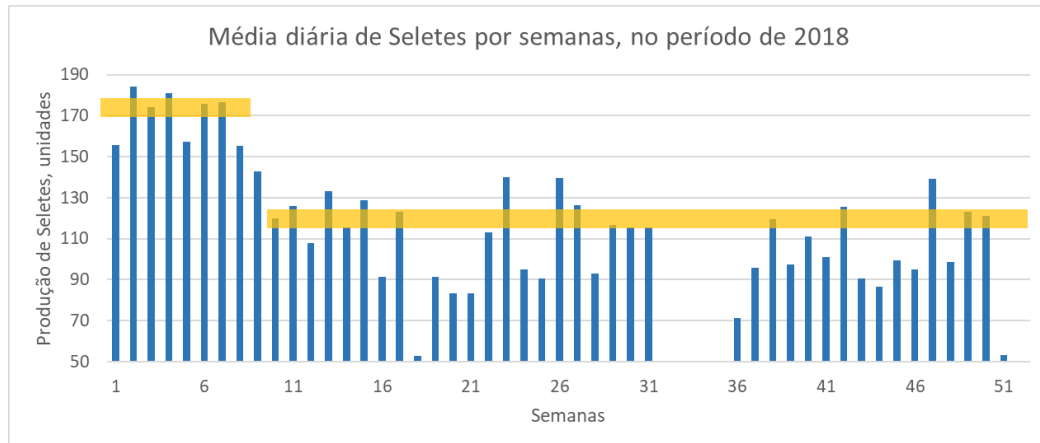


Figura 18: Média diária de seletes por semanas, em 2018.

No ano de 2019, a média de produção reduziu ainda mais, para uma faixa que ocasionalmente atinge 110 seletes ao dia, como está sinalizado na Figura 19 através da barra amarela. Devido à queda de demanda de componentes em obra e a realocação dos funcionários, o tempo de ciclo deste período atingiu os valores próximos a 4 minutos e 22 segundos.

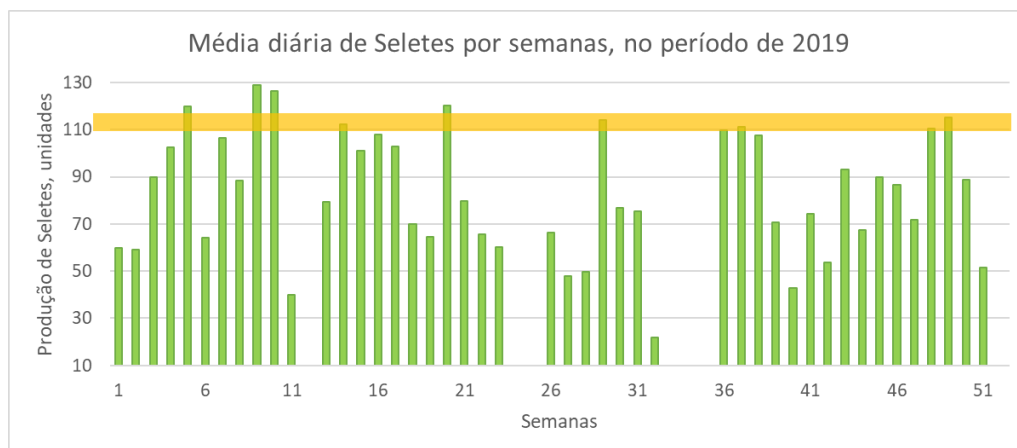


Figura 19: Média diária de seletes por semanas, em 2019.

## 4.5. Análise Crítica do Processo e Identificação de Desperdícios

Um dos objetivos propostos no início deste trabalho foi a análise e identificação de desperdícios e a busca por reduzir os seus efeitos nos processos da unidade industrial. Com isto, nesta etapa serão apresentadas análises referente ao caso de estudo. Além de discutir quais são os desperdícios observados no processo produtivo, juntamente com uma abordagem baseada em algumas das ferramentas estudadas e medidas de combate aos desperdícios encontrados.

### 4.5.1. Value Stream Map – Cenário Atual

O Mapeamento do Fluxo de Valor atual, como proposto, facilitou a visualização dos processos além de promover a identificação de alguns dos desperdícios abordados na revisão bibliográfica. O primeiro passo a ser feito foi a seleção de um produto ou família de produtos. Este atém-se à família das seletes e das asnas.

Com base nas informações dadas pelos administradores e colaboradores da fábrica, nas observações ao processo produtivo e aos tempos medidos no decorrer das atividades, foi possível criar o VSM atual das seletes, mostrado no Anexo C e das asnas no Anexo D.

Com o objetivo de criar o VSM foram medidos os tempos de cada etapa da produção deste componente, totalizando o tempo de ciclo de uma selete. Há uma variação no rendimento do colaborador no decorrer do dia. Os tempos medidos são baseados no trabalho de dois colaboradores, estes estão dispostos na Tabela 5.

Tabela 5: Variação dos tempos para a produção de uma selete.

SELETES CONTABILIZADAS	TEMPO DE PRODUÇÃO
1º	2 min 50 s
2º	3 min 10 s
3º	3 min 40 s
4º	4 min 00 s
5º	4 min 30 s

De acordo com a Tabela 5 apresentada acima, há uma grande variabilidade no desempenho dos funcionários. Isso se deve a vários possíveis fatores, como a demora no abastecimento da matéria-prima na betoneira, a disposição das ferramentas em locais impróprios, elevados

tempos de *setup*, em outras palavras, a realização de atividades que não agregam valor ao produto.

Tendo em vista os dados apresentados na Tabela 5, em média os dois funcionários demoraram neste dia 3 minutos e 38 segundos para produzir uma selete. Com base em um turno de 8h, com essa média de tempo seriam produzidas 132 seletes por dia. Em um dia baseado no menor tempo da Tabela 5, a média seria de 170 seletes, já em um dia baseado no maior tempo a média seria de 107 seletes, valor este que é semelhante aos valores atingidos no ano de 2019.

Até o momento a empresa não possuía um mapeamento do fluxo de produção de nenhum produto, o que demonstra que a mesma não tinha definido ao certo os tempos de ciclo nem um controle do processo produtivo, dificultando possíveis melhorias. A existência desse mapa permitirá à organização não só verificar o funcionamento e identificar desperdícios, mas também facilitará o processo de adaptação de novos colaboradores ao processo produtivo. Podendo prover também informações que ajudem na criação de futuras instruções de trabalho.

#### 4.5.2. Identificação dos desperdícios

Por meio de um Diagrama de Ishikawa, ou também chamado diagrama espinha de peixe, a Figura 20 ilustra, de forma resumida, os principais desperdícios (causas) identificados na organização e as consequências (efeitos) que os mesmos podem trazer à empresa.

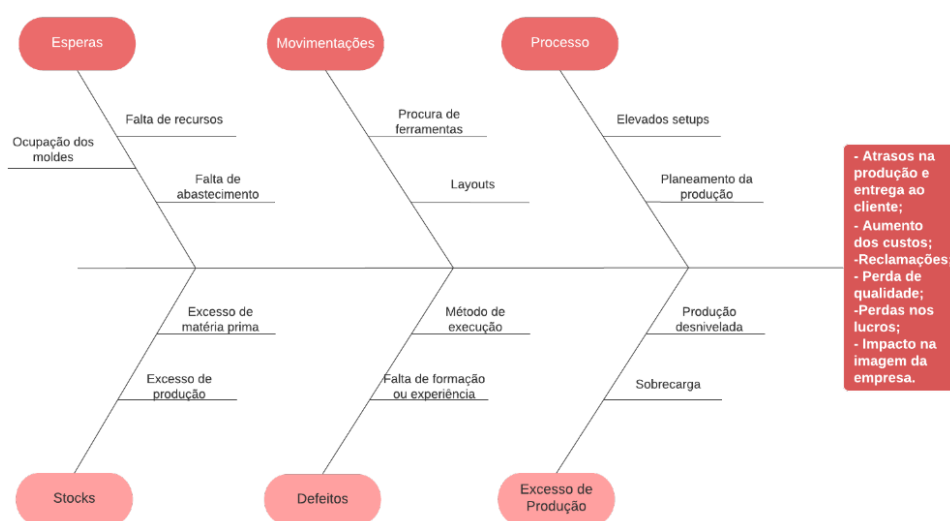


Figura 20: Diagrama de Ishikawa dos desperdícios.

#### **4.5.3. Diretoria da unidade fabril**

Notou-se uma falta de unanimidade na gestão de topo em relação às medidas que deveriam ser tomadas. Alguns estavam dispostos a implementar mudanças envolvendo melhorias e otimização de processos, outros se mostraram pouco flexíveis às mudanças. Estas divergências podem complicar alguns avanços, deixando-a em uma posição de desvantagem competitiva em relação às outras empresas do ramo.

A empresa ainda não possui uma política de planeamento da produção mais apertada. Essa falta de normalização dos processos ocasiona, por vezes, em atrasos de encomendas, excesso de stock desnecessário, além dos impactos indiretos que a empresa está suscetível como a perda da fiabilidade no descumprimento de prazos.

Desta forma, é interessante uma mudança de mentalidade, da organização como um todo, quanto à necessidade de desenvolver e implementar as propostas de melhoria, principalmente um planeamento de produção. Portanto, estabelecer uma unidade consolidada na diretoria e uma comunicação ainda mais eficiente entre a gerência e o restante dos funcionários aumentará a possibilidade de sucesso das medidas propostas.

#### **4.5.4. Qualidade dos produtos**

Diante de algumas situações encontradas na fábrica, nota-se a necessidade da implementação de um sistema de gestão da qualidade. Este permitirá um maior controle das peças que serão expedidas à obra ou aos clientes.

Devido à dificuldade em controlar a qualidade das peças, muitas podem ser enviadas à obra sem estarem em boas condições ou podem gerar acréscimos de tempo em acabamentos finais. Na Figura 21 é ilustrada o exemplo de um produto com uma superfície não conforme à espera de receber acabamento.



Figura 21: Crateras na superfície de uma asna.

As crateras expostas na figura podem gerar infiltrações diversas outras consequências negativas em sua expedição à obra. Além do impacto econômico que a empresa terá no transporte do produto para a obra, tempo perdido, atrasos com acabamentos e reclamações de clientes que pode causar prejuízos à imagem da empresa.

Além disso, o tempo gasto no acabamento da peça poderia ter sido evitado se medidas de controle tivessem sido tomadas para evitar os produtos não conformes. Dessa forma, uma gestão da qualidade permite uma verificação do cumprimento dessas medidas pelos colaboradores, dando uma maior fiabilidade aos produtos e serviços desempenhados pela empresa.

Ademais, por vezes, alguns problemas referentes à qualidade dos produtos foram detectados na empresa, como a falta de registos de não conformidades e a ausência de um controlo da qualidade padronizado que deve ser feito de forma frequente. O cumprimento da realização dos registos para identificar a causa do aparecimento de defeitos permitirá a implementação de uma ação de melhoria.

#### **4.5.5. Medidas de segurança**

É fundamental garantir a implementação e cumprimentos das medidas de segurança nesse tipo de produção por parte dos operadores:

- A obrigatoriedade de utilização de máscara de proteção durante a execução de soldaduras nas armaduras das asnas;

- A obrigatoriedade de utilização de luvas, máscara e óculos durante a aplicação de desmoldante à pistola no molde;
- A proibição de fumar, dentro do armazém e/ou a manusear uma ferramenta de trabalho.

Por vezes, algumas destas regras não são cumpridas. Percebe-se assim que apesar de haver placas/informações mostrando o uso obrigatório dos EPI's, os mesmos não os utilizam como deve ser e não possuem cautela com às regras de segurança da empresa. Assim a mudança de mentalidade é necessária para garantir a segurança de todos.

Em seguida são indicadas possíveis consequências e desperdícios inerentes à conduta pontual dos colaboradores:

- Um eventual acidente como resultado da falta de proteção dos funcionários;
- Desperdício de matéria-prima e energia: se a produção é interrompida por motivo de um acidente algumas tarefas seriam prejudicadas, como por exemplo, o uso do betão já misturado;
- Problemas de saúde associados à frequente inalação de produtos químicos, como o desmoldante que tem em sua composição produto derivados do petróleo.

Inclusive durante uma das visitas os funcionários foram arguidos à respeito de possíveis mudanças feitas na fábrica. Um deles relatou que seria interessante implementar um modo de ventilação no armazém para evitar a acumulação de gases que surgem do produto desmoldante utilizado.

#### **4.5.6. Planeamento da produção**

A ordem de produção emitida pela empresa é enviada à fábrica, por vezes, sem um planeamento prévio da produção. É dado um número a produzir, sem mencionar metas ou prazos. Os próprios colaboradores decidem qual a ordem a produzir e a quantidade a ser produzida diariamente.

Há um acompanhamento superficial dessa produção, entretanto quando os prazos não estão a ser cumpridos ou são acrescentados novos pedidos de clientes, é cobrado uma resposta dos colaboradores, apressando os resultados. Isso pode gerar constrangimentos em relação ao não cumprimento dos prazos da obra e com os clientes. Além de gerar sobrecarga de



#### 4.5.8. Gestão de recursos

Durante as visitas realizadas à unidade industrial pôde-se detetar a falta de matéria-prima no silo (cimento a granel) que ocasionou a interrupção da produção. Para remediar a situação, os próprios operadores se deslocaram ao estaleiro, localizado ao lado da unidade fabril, para buscar um carregamento de sacos de cimento para então continuarem a produzir. Situações como essa afetam diretamente a produção, gerando movimentações desnecessárias de operadores e materiais.

Esse tempo em que se parou a produção pode ser refletido no planeamento da produção. Com o objetivo de evitar que isso volte a acontecer, pode ser implementado o sistema de controlo de materiais *Kanban*.

Além desse cenário em particular, foi encontrado também desperdícios inerentes à má gestão dos stocks. Foi feita uma visita ao estaleiro para analisar o volume dos stocks. Havia alguns materiais em condições precárias (Figura 23) e aço em processo de oxidação. O armazenamento de alguns produtos acabados não tinha sido feito em condições, gerando desperdício de material.

Na Figura 24 é ilustrado uma pilha de tabuleiros oxidados utilizados para desenformar as seletes. Os mesmos estão armazenados em um local à céu aberto sujeitos às intempéries, causando oxidação. Assim como todos os pré-fabricados em stock estão também expostos diretamente à humidade e calor, essa vulnerabilidade pode desencadear um maior risco de falha e como consequência prejuízos financeiros à empresa.



Figura 23: Desperdício de material: selete partida.



Figura 24: Tabuleiros com oxidação exposta.

#### 4.5.9. Fornecedores

Duas situações foram presenciadas em relação ao fornecedor de betão: encomendas tardias e a disponibilidade do fornecedor em suprir a encomenda, que no caso deve-se à falta de capacidade ou organização por parte do fornecedor.

O betão utilizado no preenchimento do molde não é produzido na empresa, é encomendado de uma empresa externa. Foram detectados dois problemas em relação a isso. O primeiro é o frequente atraso do camião com o betão. Em um caso específico o betão teria sido encomendado por um colaborador para as 15 horas, devido à grande necessidade de pessoal para suporte na produção das asnas, os dois colaboradores que estavam a produzir um outro componente pararam a produção, fizeram a limpeza da área de trabalho e foram aguardar a chegada do betão. Por volta das 16:15h o camião ainda não havia chegado e a fábrica foi informada que não havia camiões disponíveis para fazer a entrega no momento por isso o atraso, o betão chegou às 18:30.

De acordo com o diário de produção disponibilizado pela empresa, nos anos anteriores ocorreu com frequência atrasos semelhantes a este. Esse atraso resultou em tempos de espera, paragem da produção, e horas extraordinárias dos funcionários, decorrendo em grandes desperdícios para a empresa.

Um outro problema em relação à terceirização do betão é que o camião tem uma capacidade específica, o valor para trazer esse material para a fábrica independe da quantidade pedida. Entretanto, atualmente, a empresa só está a produzir três asnas por semana. A capacidade

mínima do camião é de 6 m<sup>3</sup> e para uma asna só é necessário aproximadamente 2,5 m<sup>3</sup>, dependendo da dimensão da asna. Por conseguinte, há um mau emprego da capacidade do camião, paga-se mais por uma pequena carga de betão.

Alguns dos problemas acima citados poderiam ser evitados caso houvesse algumas mudanças na empresa. Como por exemplo, caso fossem produzidas mais asnas e gerasse uma maior demanda de betão ou caso a fábrica passasse a produzir o betão na própria unidade industrial. Na próxima secção serão abordados e discutidos possíveis cenários que a empresa pode adotar em relação a este problema e aos outros citados anteriormente.

#### **4.6. Cenários propostos**

Ao analisarmos os desperdícios presentes na empresa e nos processos, diante deles e, de forma sucinta, será listado alguns dos problemas que são de essencial atenção para o bom funcionamento da produção, necessitando ser solucionados rapidamente para evitar maiores contratempos à empresa, estes estão a seguir:

- Comunicação insuficiente entre a gestão de topo e os colaboradores envolvidos na produção, o que resulta em desmotivação dos trabalhadores e até sobrecarga de trabalho;
- Planeamento da produção apresenta uma eficiência reduzida, o que acarreta em diversos outros desperdícios ao processo, como variações no rendimento de trabalho dos colaboradores, tempos de espera, excesso de movimentação, atrasos, dentre outros;
- Falta de um pensamento ou ação que reduza esses desperdícios e traga mudanças ao processo envolvendo melhoria contínua, o que é muito perigoso para qualquer organização.

Alguns cenários serão propostos a seguir, levando em consideração todos os problemas apresentados neste trabalho. É importante ressaltar que as propostas de melhoria serão apresentadas à empresa.

##### **4.6.1. Padronização e organização**

É interessante definir o tamanho dos lotes de produção de cada produto, para que haja um melhor controle do que é expedido e do que há em stock, isto pode ser feito através de técnicas de previsão de procura. Como é possível observar na Figura 25, há uma diversidade

de seletes empaletadas, sem haver sinalização de cada referência. Isso trará dificuldades no controle de stocks e expedição desses produtos. E na mesma figura também é notável como os produtos acabados se encontram, por vezes, expostos às intempéries.



Figura 25: Estaleiro de armazenagem de produtos acabados.

Tendo isto em conta, é importante definir um local para armazenagem dos produtos acabados, no qual os mesmos não entrem em contato com agentes externos e fiquem mais protegidos da humidade. Para a proteção dos produtos e materiais, sugere-se ser providenciado de mais uma zona coberta para o estaleiro onde podem ser armazenados mais produtos acabados.

Além da sugestão de procurar padronizar os lotes de produtos acabados, é de extrema importância criar uma cultura de processos idêntica em todas as atividades realizadas na fábrica. Por exemplo, a criação de instruções técnicas e manuais de trabalho para a equipe da produção e para a equipe que irá armazenar os produtos, assinalando o método correto de paletagem de cada elemento. Dessa forma, será transmitido aos diversos colaboradores a melhor maneira de realizar cada atividade não permitindo a perpetuação de erros e gerando na empresa um maior nível de confiabilidade para os clientes.

Em relação à organização, deve-se obedecer os princípios 5S na fábrica, ou seja, dispor de uma única localização para cada material, equipamento e instruções de trabalho, para que tudo esteja disponível a todos os colaboradores e de fácil acesso; todas as áreas devem estar corretamente identificadas e sinalizadas por medidas de segurança e ordem; e incentivar os colaboradores através de frequentes auditorias nos locais de trabalho.

De forma resumida, a seguir estão alguns pontos que devem estar presentes nas fichas de controle:

- ✓ Organização dos locais de trabalho;
- ✓ Materiais constituintes;
- ✓ Formulação da argamassa;
- ✓ Dimensões dos produtos;
- ✓ Métodos de acabamento;
- ✓ Aspeto visual do produto acabado;
- ✓ Etiquetagem;
- ✓ Método correto de paletagem e local de armazenagem do produto.

#### **4.6.2. Molde das asnas**

Em uma das entrevistas com o engenheiro responsável pela gestão da produção da unidade fabril foi conversado sobre a possibilidade de aquisição de um novo molde para a produção de asnas. Isso resolveria em parte o problema de abastecimento do betão que vem da empresa terceirizada. Pois, como dito anteriormente, o camião traz uma quantidade superior à que é utilizada efetivamente na produção de uma asna, o que sobra tem de ser gasto no mesmo dia, e o valor do transporte é também superior ao que deveria ser gasto para produzir uma única asna. Se houvesse a produção de duas asnas poderia ser encomendado a mesma quantidade de betão pagando o mesmo preço de transporte, porém para produzir duas asnas.

Com um novo molde disponível para preenchimento, o betão teria o fim pretendido e o valor pago pelo betão terceirizado seria melhor aproveitado. Além de possibilitar uma maior flexibilidade à produção das asnas.

Entretanto, é necessário ter em mente que não adiantaria adquirir mais um molde com o objetivo de aumentar a produção das asnas se a produção das armaduras ainda representa um gargalo da produção. Já que as mesmas demoram aproximadamente 12h para serem feitas, sendo produzidas por 2 funcionários. Se esse cenário de aquisição de mais um molde for implementado há a necessidade de otimizar também a produção das armaduras para que o processo flua com eficiência.

A Figura 26 ilustra a disposição na fábrica de um molde da asna montado e preenchido, em processo de cura.



Figura 26: Molde da asna montado.

#### **4.6.3. Armaduras das asnas**

- **Terceirizar a produção das armaduras**

Houve um tempo em que as armaduras das asnas já eram terceirizadas na unidade industrial. Entretanto, houve um problema com a empresa fornecedora e a fábrica decidiu começar a produzir suas próprias armaduras. Como é uma tarefa nova, os colaboradores da fábrica não possuem a experiência necessária para produzir as armaduras com a velocidade de produção anterior.

Deste modo, para que o processo volte a fluir de forma consistente há a necessidade de investir na formação dos funcionários. Todavia, se a empresa não tiver esse interesse, então a mesma deve optar por voltar a terceirizar a produção das armaduras, pois manter o processo produtivo da forma que está pode comprometer as entregas dos produtos às obras e falhas nos pedidos dos clientes.

- **Tempo de *setup* das armaduras**

Uma outra possível medida que a empresa pode abordar é procurar otimizar a produção das armaduras. Uma forma viável de fazê-lo é diminuindo o tempo de *setup* da produção. Para produzir uma armadura são montados cavaletes de apoio, usados para facilitar a soldadura dos componentes. Estes têm de ser posicionados a distâncias exatas, dependendo das dimensões das asnas, para que então possam ser soldados. A questão é que esses cavaletes são montados e desmontados sempre que é necessário produzir uma armadura e isso demanda um certo tempo.

Neste ponto, percebe-se que os colaboradores caminham bastante para ir de um posto de trabalho para outro, uma vez que o local onde é montada a estrutura das armaduras não é próximo do local onde são armazenadas a maioria das ferramentas e equipamentos. Em outras palavras, os equipamentos se encontram espalhados pela fábrica resultando em um excesso de movimentação e desperdícios.

Conseqüentemente, seria interessante estabelecer um local específico para a produção das armaduras das asnas, mantendo os cavaletes montados e prontos a receber a estrutura e próximo ao local de armazenagem das ferramentas, isso reduziria o tempo de montagem da armadura. É importante lembrar que para garantir que isso funcione da melhor maneira deve-se levar em consideração a realização de um estudo no *layout* da fábrica, com o objetivo de otimizá-lo.

- **Gestão dos funcionários**

Atualmente duas pessoas trabalham na produção das armaduras das asnas. Uma armadura demora aproximadamente 12 horas para ficar pronta, fora o tempo de *setup* associado à produção. Um colaborador está responsável por fazer o corte do aço e a dobra, os dois juntos fazem o alinhamento e o esquadro, após a conclusão destas tarefas, os dois avançam para a soldadura das peças dobradas e já alinhadas.

Se o objetivo da empresa for mesmo produzir tanto as armaduras como as asnas na própria fábrica então algumas medidas devem ser consideradas para otimizar esse processo. Por exemplo, pensar em aumentar o recurso humano, investir na formação dos colaboradores já contratados ou até pensar na possibilidade de fazer uso de horas extraordinárias ou aderir ao trabalho aos sábados.

Porém, deve-se ter em vista que um dos colaboradores envolvidos na produção das armaduras é fixo para esse serviço, ou seja, é o responsável por produzir, além destas, também todas as outras armaduras para os outros pré-fabricados, já o outro é solicitado somente para a produção das asnas, por serem armaduras mais robustas.

Foi mencionado pelo operador fixo das armaduras a sobrecarga de trabalho que o mesmo está exposto, por ser o único responsável por essa produção. Desta forma, sugere-se a contratação ou realocação de um colaborador para dar suporte a esta produção, com as

devidas formações para estar apto a trabalhar e para que ambos possam suprir a demanda das armaduras.

#### **4.6.4. Betão para as asnas**

- **Mudança de fornecedor do betão**

Como citado em tópicos anteriores, há um problema com o atual fornecimento do betão. Para evitar a perpetuação de desperdícios, deve-se buscar outras opções de fornecimento de betão. Sobretudo, deve-se ter como preferência aqueles que zelam pelo cumprimento dos prazos e pela qualidade final do betão. Além disso, é necessário levar em consideração a distância entre a unidade fabril e a usina de betão, evitando excesso de gastos com logística.

- **Viabilidade da produção do betão para as asnas na própria fábrica**

Há também a possibilidade de aquisição de uma betoneira de maior volume para produzir o betão na própria unidade fabril. Entretanto, isso só seria interessante se houver o investimento na marcação CE dos produtos, pois para passar a produzir o betão na própria empresa isso exige que haja um indicativo de conformidade dos produtos, atendendo aos requisitos de segurança, higiene e proteção ambiental.

Há sempre uma preocupação com a qualidade do betão em si também, levando em consideração ensaios de resistência, controlo interno da produção, dentre outros processos. Em outras palavras, para que isso seja implementado, há a necessidade da empresa investir em diversos outros aspetos, como criar um setor de qualidade na fábrica. Além disso, o betão utilizado na produção das asnas, por ser um item estrutural, é diferente da composição do betão dos outros produtos.

#### **4.6.5. Focar na produção de pequenos componentes**

- **Terceirizar a produção das asnas**

Análise de custo do produto terceirizado e do produto produzido na fábrica, incluindo transporte para as obras e o investimento para uma produção eficiente na fábrica, em boas condições, sem desperdícios.

- **Investir na produção de seletes**

Recentemente, a empresa fez um investimento em um equipamento para automatizar a produção das seletes. A volteadora é um equipamento desenvolvido pela própria empresa

com o objetivo de agilizar o processo produtivo das seletes, principalmente as de maior dimensão. Esse equipamento já está sendo utilizado, mas não em seu potencial máximo.

Segundo o diretor da empresa, esperava-se que a produção aumentasse de forma mais significativa com a inserção desse novo equipamento. Todavia, a produção se manteve nas mesmas proporções. Uma vez que, só há um colaborador com formação para manusear o equipamento.

Desta forma, se há a possibilidade de impulsionar a produção por meio da automação do processo, essa oportunidade deve ser aproveitada ao máximo. Deve-se levar em consideração que não adianta investir em meios de otimizar o processo se não há mão de obra capacitada para suprir esta demanda. Assim, a formação será uma mais valia não só para os colaboradores, mas também à organização e aos clientes.

Portanto, primeiramente, a organização deverá promover uma cultura que seja favorável à aprendizagem dos seus funcionários, fornecendo a formação necessária a fim de capacitá-los, e que eles estejam comprometidos com a mudança proposta.

#### **4.6.6. Planeamento da Produção**

O planeamento da produção mostrou ser uma questão crucial para a empresa. Até então não há nenhum controle detalhado da produção e da capacidade produtiva da empresa, impossibilitando uma maior segurança ao produzir peças de acordo com a demanda interna e dos pedidos de clientes. Portanto, nesse tópico serão apresentadas algumas medidas e sugestões de implementação com base nas ferramentas e metodologias abordadas no trabalho e nos dados de produção apresentados.

- **Programar e calendarizar as atividades de produção;**

De acordo com os dados registados nos diários de produção dos anos de 2018 e 2019, pode-se observar um padrão na produção dos componentes. A seguir, na Tabela 6, está exposto o cronograma de produção seguido com frequência pelos colaboradores. Não que este seja imposto pela gestão da fábrica. Comumente, as seletes são produzidas diariamente, as asnas são produzidas três vezes na semana, assim como os outros componentes.

Tabela 6: Cronograma de produção semanal.

Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
Seletes	Seletes	Seletes	Seletes	Seletes
Asna		Asna		Asna
H50 e H95		H50 e H95		H50 e H95
Painéis		Painéis		Painéis
Sapatos		Sapatos		Sapatos
Lajes		Lajes		Lajes
Pilares		Pilares		Pilares
	Tampas de manilha		Tampas de manilha	

A partir disto, foi desenvolvida uma programação semanal para a produção. Nessa programação devem ser definidas quais atividades serão desempenhadas no decorrer da semana baseando-se também nas encomendas de clientes e na demanda das obras, com o objetivo de manter as pessoas e os equipamentos operando de forma eficiente.

Este foi proposto levando em consideração a média de produção dos últimos dois anos e alguns dos tempos observados nas visitas. Não menos importante do que a definição das metas é incentivar a motivação dos agentes envolvidos em cumpri-las. Portanto, devem existir medidas para motivar o cumprimento dessas metas pelos colaboradores.

### **Plano diário de trabalho**

Este quadro que se propõe sua instalação no interior da unidade industrial, tem como base as técnicas do Heijunka Box. Geralmente, este seria representado por uma grade dividida pelo tipo de produto e a quantia que precisaria ser produzida em cada dia de trabalho da semana. Logo, adaptou-se essa ferramenta para a forma mostrada na Figura 27. Assim, esse sistema reduzirá a instabilidade no processo de produção, já que a produção foi baseada na demanda média de cada produto.

Plano Diário de Trabalho					
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
MANHÃ	- 60 seletes - 5 lajes - 8 p. de fachada - 4 pilares	- 60 seletes - 8 tampas de manilha	- 60 seletes - 5 lajes - 8 p. de fachada - 4 pilares	- 60 seletes - 8 tampas de manilha	- 60 seletes - 5 lajes - 8 p. de fachada - 4 pilares
TARDE	- 60 seletes - 1 asna - 11 H50/H95 - 2 sapatas	- 60 seletes - atividades diversas	- 60 seletes - 1 asna - 11 H50/H95 - 2 sapatas	- 60 seletes - atividades diversas	- 60 seletes - 1 asna - 11 H50/H95 - 2 sapatas

Figura 27: Plano diário de trabalho.

- **Manter um nível apropriado de existências de matérias-primas e de produtos acabados;**

É importante garantir o armazenamento de cada produto no seu determinado lugar evitando erros na expedição de encomendas e desperdício de tempo na procura dos produtos. Para que isso ocorra da melhor forma sugere-se algumas medidas como:

- ✓ definir um funcionário ou uma equipe para gerir os *stocks* e a logística de material e produtos;
- ✓ utilizar Kanbans de transporte e de produção para auxiliar na organização e na reposição de materiais;
- ✓ definir *stock* de segurança de cada produto;
- ✓ registar todos os materiais em *stock* e a entrada e saída de produtos;
- ✓ lançar os dados em um sistema de gestão, de preferência via computador para facilitar futuras análises.

#### 4.7. Análise do estado futuro

Ao analisar o Mapa de Fluxo de Valor do estado atual tanto das seletes como das asnas, foi possível discernir as atividades envolvidas desde o início do processo produtivo até a expedição do produto final. Diante disto, foram identificados alguns desperdícios e tarefas que não agregam valor ao produto. Estas deverão ser eliminadas ou ter sua influência reduzida no mapa de estado futuro.

#### 4.7.1. Enquadramento

O maior contributo para a diferença entre os tempos de ciclo e os *lead times* de cada processo se deve a variação do rendimento de trabalho dos colaboradores, da rotatividade dos mesmos em torno das diversas tarefas da fábrica, da necessidade de alguns terem que se ausentar para somarem reforços nas obras da empresa ou em outras atividades, atrasos no fornecimento de materiais, falta de recursos, excesso de movimentação de ferramentas e pessoas. Além disto, a comunicação insuficiente entre o departamento de controle da produção e corpo de operários fabris, a falta de um planeamento da produção eficaz e uma emissão de ordens de trabalho ineficientes, que gera um ambiente mais suscetível à atrasos.

Portanto, há a necessidade de definir os responsáveis e como será feita a liberação de ordens de trabalho. A secção de Controle da Produção, detentora e distribuidora das informações do processo, deve ser responsável pelo planeamento da produção, liberação das ordens de produção, das encomendas de matéria-prima e gestão dos stocks de materiais, componentes e produtos acabados. Quando o planeamento de produção tiver sido definido, este deve ser emitido alguns dias antes do início efetivo da fabricação, e devem estar acompanhados dos registos de apontamento do avanço da produção.

A produção *Lean* não existe se não houver o fluxo contínuo do processo. Os produtos devem fluir sem nenhum tipo de interrupção por todo o processo, desde a matéria-prima até o produto final, desta forma deve sempre basear a produção pela perspectiva do cliente ou pela demanda das obras.

Como forma de apoiar o fluxo num sistema *Pull* de produção, sugere-se a instalação de “supermercados” e caixas de nivelamento de trabalho. Aplicar um fluxo contínuo neste caso de estudo pode ser algo difícil, por isso os “supermercados” serão de grande importância. Estes funcionarão como distribuidores, pois manterão os stocks entre as atividades, no qual estão inseridos, controlados.

Ademais, para otimizar o uso dos “supermercados”, é necessário fazer uso do sistema Kanban de controle de materiais, facilitando o controlo das entradas e saídas de matéria-prima, permitindo o movimento de matéria-prima de uma atividade a outra apenas quando necessário, como está ilustrado no Anexo E.

Após as implementações propostas, como forma de aplicar o Kaizen (melhoria contínua), recomenda-se a simplificação dos processos e dos seus fluxos em resposta ao empenho de aplicação das ferramentas *Lean*.

Logo, deve-se definir quais serão as melhorias de processo necessárias. Isto será feito ao analisar as atividades de cada etapa da produção e estabelecer quais devem ser eliminadas ou ter sua influência reduzida no processo produtivo. Estas estão ilustradas no Anexo E, sinalizando as atividades que não agregam valor ao produto.

#### **4.7.2. Seletes**

A análise do Mapa de Fluxo de Valor do estado atual, disponível para consulta no Anexo C, revela que o *lead time* total é de 26.89 horas para produção de um lote de vinte seletes e o tempo de ciclo é de 25.34 horas. Logo, nota-se que em cerca de 1.55 horas do tempo são desempenhadas atividades que não agregam valor ao produto nem ao processo.

Abaixo segue algumas perguntas que devem ser feitas para o desenvolvimento do Mapa de Estado Futuro:

- Qual é o *takt-time*?

Como o volume de produção é instável e depende da demanda das obras e de pequenos consumidores, só será possível calcular o *takt-time* se for conhecida a demanda de mercado. Com essa informação será viável conhecer qual deve ser a cadência de produção, evitando então a geração de stocks, retrabalho e horas extraordinárias, que podem ser ocasionados pelo atraso na produção.

- Onde é possível estabelecer Fluxo Contínuo?

De acordo com a abordagem de Tapping e Shuker (2003), o fluxo contínuo é caracterizado pela capacidade de produzir somente o que é necessário para o momento, sem excessos e sem faltas, ou seja, procura-se eliminar todas as formas de desperdícios. Portanto, uma etapa que é efetivamente possível de aplicar o fluxo contínuo é a produção das armaduras. Pois as mesmas estão sendo produzidas para manter um stock intermediário entre os processos, o que causa retenção de recursos e degradação dos componentes produzidos, caso os mesmos demorem muito tempo para serem utilizados. É interessante transformar esta etapa em uma produção que depende diretamente da demanda diária requerida.

- Qual o processo crítico (gargalo)?

Ao observar o processo produtivo das seletes, notou-se que pode haver diversas atividades que limitam a capacidade de produção. O processo de cura, por ser o estágio de maior duração e estar a impedir o fluxo contínuo das outras etapas. A falta de recursos, como o cimento, que gerou deslocamentos e atrasos na produção. O mau uso das etiquetas que definem o destino das paletes. Assim como a alocação das seletes para espera do tempo de cura, que têm de ser transportadas para um sítio a certa distância do local de produção. Uma vez identificado os possíveis gargalos, para caminhar para sua eliminação a melhor solução passa por adicionar mais capacidade ao recurso ou geri-lo de outra forma.

#### **4.7.3. Asnas**

A análise do Mapa de Fluxo de Valor do estado atual para as asnas, disponível para consulta no Anexo D, revela que o *lead time* total é de 51.83 horas para produção de uma asna e o tempo de ciclo é de 48.5 horas. Logo, nota-se que há uma discrepância de 3.33 horas, tempo este que é empenhado em realizar atividades que não agregam valor.

Alguns pontos devem estar definidos para a obtenção do Mapa de Fluxo de Valor do estado futuro das asnas. A seguir estes serão discutidos.

A unidade industrial possui um estaleiro a cem metros de distância, este é bem amplo, porém descoberto, o que ocasiona em deterioração, onde as peças perdem o brilho do acabamento. Apesar de ter este local de armazenagem das peças, há também um outro local dentro da Fábrica de Pré-Fabricados onde as asnas são armazenadas. Apesar de este ser coberto e comportar as asnas na vertical, que é o mais indicado, a existência de stocks gera movimentações que não agregam valor, gerando atrasos na expedição dos componentes.

#### **4.8. Obstáculos à implantação do modelo**

Para o bom funcionamento de qualquer organização, é evidente a necessidade do empenho e compromisso de todo o corpo de funcionários da empresa, sobretudo da gestão de topo, para que a partir deles a fábrica tenha pleno conhecimento da situação atual da empresa e providencie medidas e melhorias para obter um estado futuro cada vez mais eficiente e com menos desperdícios.

Portanto, o primeiro obstáculo que deve ser trabalhado na unidade fabril é o consenso da gestão de topo sobre o futuro da empresa, mantendo a unidade, o bom relacionamento e comunicação com os funcionários, motivando-os e deixando-os cientes dos objetivos da empresa e que para cumprir esses objetivos é necessário o trabalho de todos. Além disso, a definição de metas a atingir pode trazer algum desconforto também, pois há operadores na unidade fabril com longos anos na casa e não estão acostumados com os novos métodos propostos, a mudança de mentalidade dos mesmos deve ser trabalhada para a implementação de uma melhoria contínua na empresa.

De forma mais específica, um outro obstáculo a ser superado é a padronização dos produtos, processos e atividades. Pois a direção da empresa demonstrou uma certa resistência à implementação dessas mudanças. Entretanto, deve-se ter em conta que a padronização é um elemento essencial para o bom funcionamento das ferramentas *Lean*, pois evita que haja mutabilidade e inconstâncias no processo e sistema como um todo. Além de garantir ao cliente que todos os produtos estão a ser produzidos seguindo as normas estabelecidas pela empresa, isso não deixa de ser uma mais valia para o cliente e para o gestor que está à frente dos projetos e da produção. Portanto, esta medida deve ser executada com precisão, devendo ser incentivada e acompanhada regularmente por meio de auditorias.

## 5. Conclusão

O desenvolvimento da revisão bibliográfica, assim como do trabalho de um modo geral, permitiu gerar um conhecimento mais aprofundado das ferramentas e metodologias da filosofia *Lean*. E, a partir disso, houve uma maior capacidade para aplicar os seus princípios e ferramentas na produção dos pré-fabricados como é proposto no caso de estudo e no tema desta dissertação.

Dentre os objetivos apontados neste trabalho, alguns não puderam ser alcançados devido a resistência da direção da empresa em implementar algumas ferramentas propostas e, também, à atual situação de crise mundial na saúde em razão da pandemia do Covid-19. Portanto, isso dificultou a execução de algumas tarefas, como a organização e limpeza das áreas de trabalho, e o desenvolvimento de atividades para incentivar uma mentalidade *Lean* nos colaboradores.

Contudo, foi possível identificar alguns desperdícios nos processos de produção, como a variação no rendimento de trabalho dos colaboradores devido a elevados tempos de *setup*, tempos de espera por falta de material e a rotatividade dos funcionários entre as tarefas. Além disso, foi possível alcançar uma melhor visualização dos processos devido à uma importante ferramenta de gestão, o Mapeamento do Fluxo de Valor, que permitiu definir uma ordem de execução das atividades envolvidas no processo, uma noção dos tempos que as mesmas levavam para ser concluídas e quais realmente agregavam valor ao produto.

Assim pelas metodologias adotadas foi possível identificar e propor melhorias globais no processo. A aplicação do sistema de gestão visual para os inertes manterá um abastecimento contínuo evitando a falta do recurso. A padronização da produção semanal adaptada da ferramenta Heijunka evita a sobrecarga de trabalho, mantendo uma produção flexível. Além disto, as medidas 5S propostas, se implementadas e mantidas, ajudarão a manter uma organização sustentável do local de trabalho.

É importante lembrar que uma aplicação eficiente do que foi proposto leva tempo e é necessário esforço e dedicação de todos os agentes envolvidos. A comunicação entre a liderança e os operadores deve ser estreita para que os resultados sejam alcançados e, sobretudo, mantidos.

## 6. Propostas de trabalhos futuros

O desenvolvimento desta dissertação possibilitou a criação de possíveis cenários de melhoria para aplicação na empresa. Como essas propostas de melhoria não foram adotadas e implementadas pela organização, devido ao tempo de implementação requerido juntamente com a atual situação mundial de pandemia, e ao investimento financeiro necessário. Dessa forma, primeiramente, sugere-se a análise, pela direção da empresa, das propostas feitas e a implementação efetiva das recomendações feitas neste trabalho.

Além disso, é proposto também um estudo direcionado aos outros setores da organização, não apenas ao setor da produção dos pré-fabricados. Pois o objetivo principal é evitar que os desperdícios gerem prejuízos que cheguem até o cliente. Por isso deve-se buscar otimizar toda a cadeia até o cliente.

Não menos importantes, há também propostas futuras interessantes para a organização do caso de estudo como:

- Avaliar o impacto que as alterações propostas terão na organização através de uma análise de custos ou estudo econômico, com o objetivo de analisar sua viabilidade e as vantagens de sua implementação para a empresa;
- Acompanhar os processos e contabilizar de forma mais precisa os tempos das operações com o objetivo de reduzi-los, diminuindo então o lead time;
- Providenciar a marcação CE dos produtos e equipamentos da empresa.

## Referências Bibliográficas

- Abdulmalek, F. A., e Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of Lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107 (1), 223-236
- Alarcón, L. F. (2005). Assessing the Impacts of Implementing Lean Construction. Sydney, Australia 387-393: Thirteenth Annual Conference OF International Group for Lean Construction (IGLCL-13).
- Babic, N. C.; Podbreznik, P.; Rebolj, D. Integrating resource production and construction using BIM. *Automation in Construction*, v. 19, p. 539–543, 2010. DOI: 10.1016/j.autcon.2009.11.005
- Bilalis, N., Scroubelos, G., Antoniadis, A., Emiris, D., and Koulouriotis, D. (2002). Visual factory: Basic principles and the 'zoning' approach. *International Journal of Production Research*, 40(15):3575–3588.
- Calé, T. A. (2015). Aplicação de filosofia Lean a um caso de estudo para otimização de processos de construção na pré-fabricação de peças de betão. Dissertação de natureza científica para obtenção de grau de Mestre em Engenharia Civil - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
- Chan, W.-T., e Hu, H. (2001). An application of genetic algorithms to precast production scheduling. *Computers & Structures*, 79 (17), 1605-1616.
- Cossio, J. G.; Cossio, A. G. Application of just in time to the fabrication and installation of prefabricated concrete facades in buildings. In: 20th Annual Conference Of The International Group For Lean Construction. 2012, San Diego, USA. Anais... Perth: IGLC-20, 2012.
- Ferreira, E.M.B.M., (2001), “Passadiços Pré-fabricados de Betão”. Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, Minho.
- Fowler, J.R., Canadian Precast/Prestressed Concrete Institute (2006), “Accelerated Bridge Construction”. Paper prepared for presentation at the Bridges for the 21st Century session of the 2006 Annual Conference of the Transportation Association of Canada Charlottetown, Prince Edward Island.
- Ghinato, P. (1996). Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente Just-inTime. Editora da UCS, Caxias do Sul.
- Ghinato, P. (2000). Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: ALMEIDA, A. T.; SOUZA, F. M. C. Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações. Recife: Editora Universitária da UFPE.

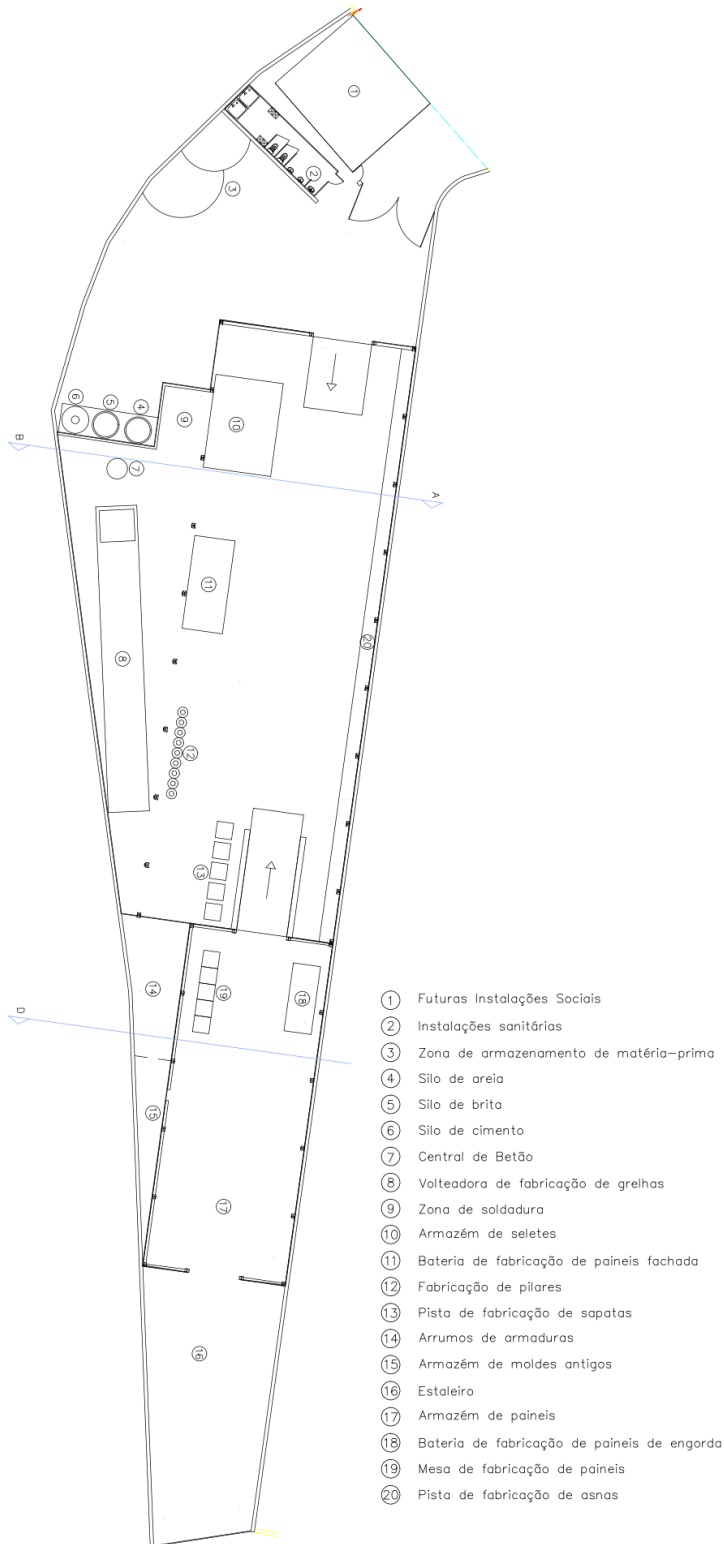
- Green, J., Lee, J., e Kozman, T. (2010). Managing lean manufacturing in material handling operations. *International Journal of Production Research*.
- Hines, P.; Holweg, M.; Rich, N. (2004). Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*. v. 24, n.10, p.994-1011.
- Huttner, A., Treville, S., & van Ackere, A. (2009). Trading off between heijunka and just-in-sequence. *Int. J. Production Economics*, Vol.118, pag. 501–507.
- Jaillon, L.; Poon, C.S.; Chiang, Y.H. Quantifying the Waste Reduction Potential of Using Prefabrication in Building Construction in Hong Kong. *Waste Management*, v. 29, p.309-320, 2009.
- Jones, D. T. (2006). Heijunka: levelling production. *Manufacturing Engineering*, v.137, n. 2.
- Gross, J. M., Mcinnis, K. R. (2003). *Kanban Made Simple: Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing Process*. Editora: Amacom.
- Kasul, R. A.; Motwani, J. G. (1997). Successful implementation of TPS in a manufacturing setting: a case study. *Industrial Management and Data Systems*, v. 97, n.7, p. 274-279.
- Koskela, L. (1992). Application of the new production philosophy to construction. Technical Report. Stanford University, USA.
- Kovács, J. (1998). *Precast Concrete Technologies for Developing Countries*. BVM Concrete and Reinforced Concrete Works, Hungary. H-1117, Budapest, Budafoki út 209.
- Lerc. (2004). Lean Enterprise Research Centre, Cardiff Business School. Disponível em: [www.cf.ac.uk/carbs/lom/lerc](http://www.cf.ac.uk/carbs/lom/lerc).
- Liker, J. K. (2005). *O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo*. Porto Alegre: Bookman.
- Luo, Y.; Riley, D.; Horman, M. J. Lean principles for prefabrication in green design build (GDB) projects. In: 13rd Annual Conference of International Group of Lean Construction. 2005, Sydney, Australia. Anais... Sydney: IGLC-13; 2005.
- Marques, S. (2007). *Lean Construction and Just in Time - Introdução na construção portuguesa*. Lisboa: Dissertação de Mestrado - Instituto Superior Técnico.
- Nicholas, J. (1998). *Competitive Manufacturing Management*. McGraw-Hill.
- Ohno, T., (1988). *The Toyota production system: beyond large scale-production*. Productivity Press.
- Ordonéz, J. A. F. (1974) *Pre-fabricacion: teoría y práctica*. Barcelona: Editores Técnicos Asociados. v.1.

- Penaloza, G. A.; Viana, D. D.; Batagling, F. S.; Formoso, C. T.; Bulhões, I.R. Guidelines for Integrated Production Control in Engineer-to-Order Prefabricated Concrete Building Systems. In: 24th Annual Conference of The International Group for Lean Construction. 2016, Boston, USA. Anais... Boston: IGLC-24, p. 103–112, 2016.
- Pinto, J. P. (2014). Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras - 6ª edição. LIDEL.
- Revel, M. (1973). La prefabricacion em la construccion, 1.ed. Bilbao: Urmo. 457p.
- Ribeiro, M. A. V. (2012). Mário António Vaz Ribeiro. Análise do Value Stream Mapping na Produção de Pás Eólicas: o caso Riablades.
- Ridpath, M. (2008, 02 20). Lean, Mean Business Machine. Acedido a 15 de Abril de 2020, <http://ezinearticles.com/?Lean,-Mean-Business-Machine&id=990225>.
- Rother, M. e Shook, J. (1998) - Aprendendo a Enxergar. Lean Institute Brasil, São Paulo.
- Rother, M. e Shook, J. (1999). Learning to See, "Lean Enterprise Institute". Brookline.
- Rother, M.; Shook, J. Aprendendo a enxergar: mapeamento do fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003. 102 p.
- Salgueiro, G. N. (2015). Aplicação de ferramentas para melhorar o processo produtivo numa empresa do sector automóvel.
- Shingo, S. (1989). A Study of the Toyota Production: From an Industrial Engineering Viewpoint. Cambridge: Productivity Press, Revised Edition.
- Smalley, A. (2004). Criando o Sistema Puxado Nivelado - um guia de aperfeiçoamento de sistemas lean de produção, voltado para profissionais de planeamento, operações, controle e engenharia. São Paulo: Lean Institute Brasil.
- Tapping, D. Shuker, T. Value Stream Management for Lean Office: eight steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements in administrative areas. New York – NY. 2003
- Thomaz, M. (2015). Balanced ScoreCard e Hoshin Kanri: Alinhamento Organizacional e Execução da Estratégia. Biblioteca Lean, Lisboa.
- Vasconcelos, A. C. (2002). O Concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações. Volume III. Studio Nobel. São Paulo.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production. New York, USA: HarperCollins.
- Womack, J., & Jones, D. (1996). Lean Thinking. Simon & Schuster, Inc.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). Lean Thinking. Free Press.

- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2004). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York, EUA: Simon and Schuster.
- Wu, P.; Low, S. P. Lean and green: emerging issues in the construction industry. In: *Proceedings of the EPPM Conference*. 2011, Singapore. Anais...Singapore: National University of Singapore; 2011b.
- Wu, P.; Low, S. P. (2012). Lean management and low carbon emissions in precast concrete factories in Singapore. *Journal of Architectural Engineering*, v. 18, n. 2, p.176–86.
- Yin Rui & Zhao Sen. (2018). "The Review of Problems in Precast Construction Activities," *The Journal of Social Sciences Research*, Academic Research Publishing Group, pages 173-176:2.

# Anexos

## ANEXO A – PLANTA DO ARMAZÉM DA FÁBRICA DE PRÉ-FABRICADOS



## ANEXO B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO SEP SANCHO

BRUNA GOMES – 29/06/2020

### ENTREVISTA DE AVALIAÇÃO PARA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Empresa:** SEP Sancho

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Função:** \_\_\_\_\_

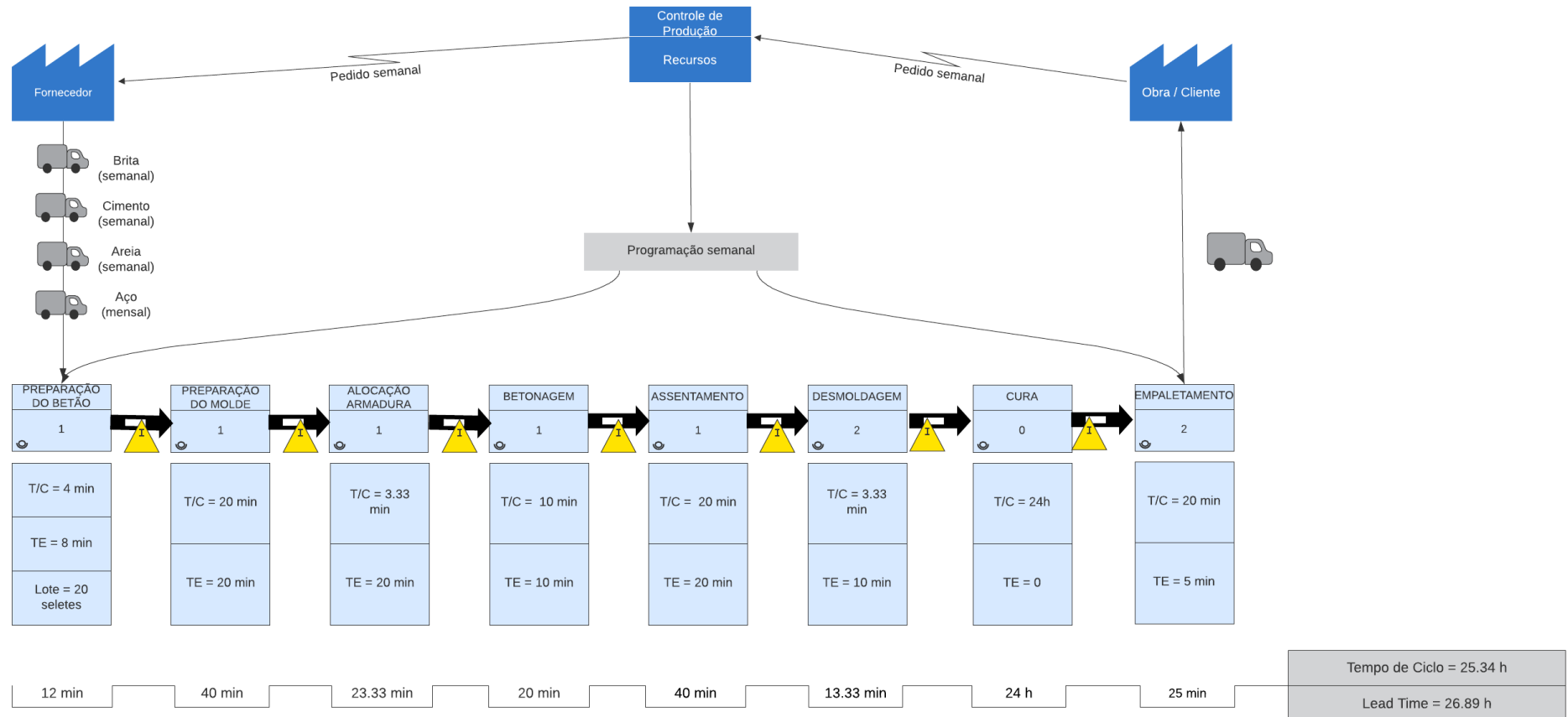
**Data:** \_\_\_\_\_

1. Quais as dificuldades enfrentadas no dia a dia da empresa?
2. Existe um histórico de acompanhamento de entrega do comportamento do fluxo de informação e tamanhos de lote?
3. Quais são as etapas de produção das asnas e seletes? Quanto tempo leva cada etapa? Quantas pessoas são necessárias em cada etapa?
4. Quantos elementos são produzidos por dia na fábrica em média?
5. Qual a quantidade de aço, areia, pedra e cimento é pedido ao fornecedor e com que frequência são entregues?
6. Existe estoque? Quanto tempo as peças costumam ficar em estoque antes de serem transportadas para a obra?
7. Qual é a demanda de cada pré-fabricado em cada projeto?

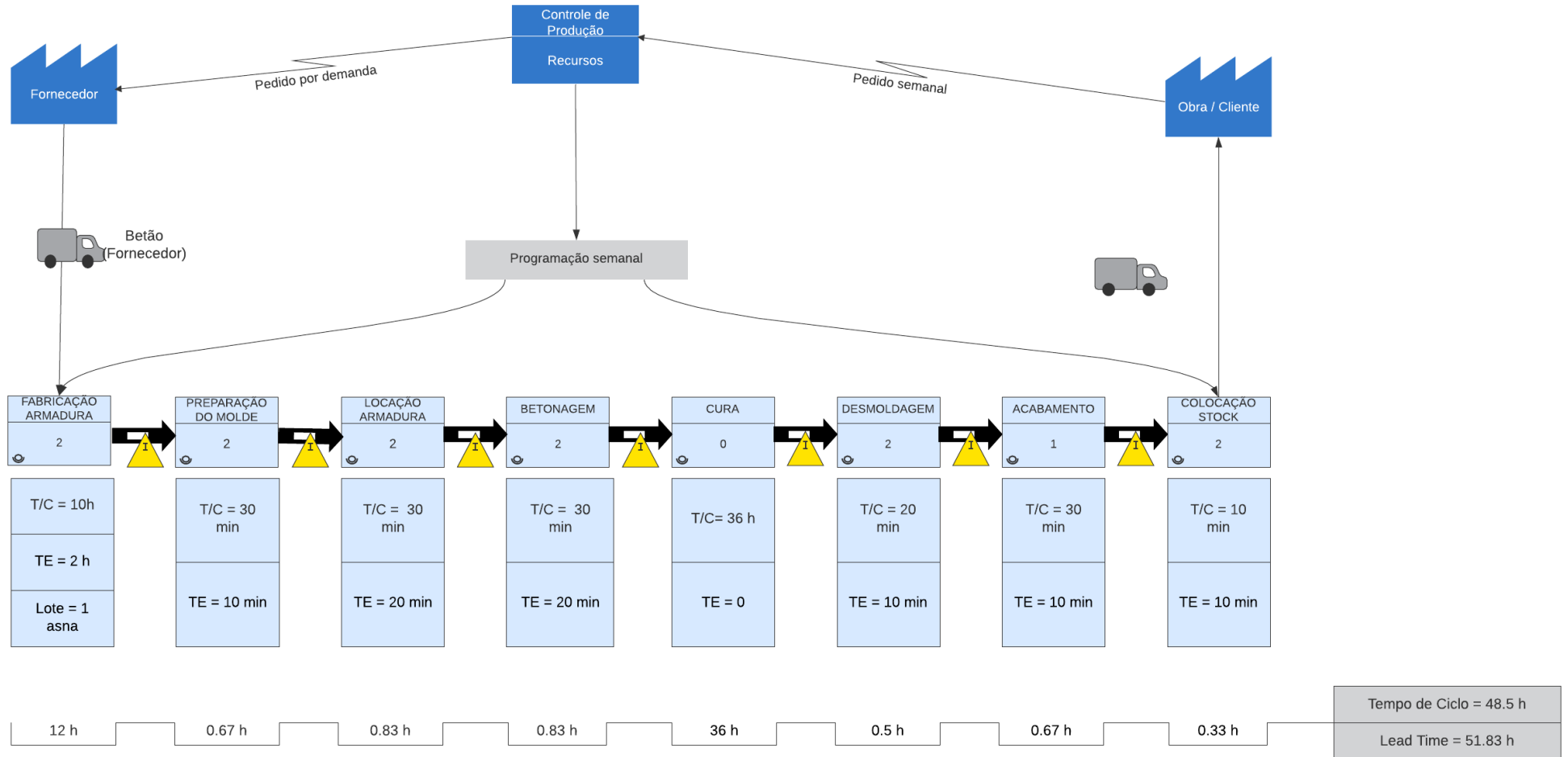
8. Qual é o prazo de entrega de cada projeto?
  
9. Já houve reclamações de clientes? Quais foram?
  
10. Que tipo de problemas existem e/ou quais é que são desencadeados por uma situação em particular?
  
11. Dentre os pré-fabricados, quais os produtos mais representativos? O que é mais utilizado nos projetos efetivamente.
  
12. Qual o fluxo de material desde a matéria-prima até o produto final?
  
13. Qual o fluxo de informação desde a chegada do pedido até a emissão da ordem de fabrico?
  
14. É feito um planeamento diário ou semanal da produção na Fábrica de Pré-Fabricados (FPF)? Se sim, como é feito?
  
15. Na sua opinião, que mudanças melhorariam o desempenho global do processo produtivo da FPF tornando-o mais eficiente?

Obrigada por sua colaboração.

### ANEXO C – MAPEAMENTO DO ESTADO ATUAL – SELETES



### ANEXO D – MAPEAMENTO DO ESTADO ATUAL – ASNAS



## ANEXO E – MAPEAMENTO DO ESTADO FUTURO

