

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**BRUNNA HÁBIA BESSA DE ALMEIDA
RHANYELLY NASCIMENTO DA SILVA**

**ESTUDO DA METODOLOGIA *LEAN CONSTRUCTION* EM
UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

ANÁPOLIS / GO

2021

**BRUNNA HÁBIA BESSA DE ALMEIDA
RHANYELLY NASCIMENTO DA SILVA**

**ESTUDO DA METODOLOGIA *LEAN CONSTRUCTION* EM
UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADOR: WELINTON ROSA DA SILVA

ANÁPOLIS / GO: 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

ALMEIDA, BRUNNA HÁBIA BESSA/ SILVA, RHANYELLY NASCIMENTO

Estudo da metodologia *Lean Construction* em um edifício Residencial.

71P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2021).

TCC - UniEVANGÉLICA

Curso de Engenharia Civil.

- | | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| 1. <i>Lean Construction</i> | 2. Filosofia <i>Lean</i> |
| 3. Edifício Residencial Opus Acqua | 4. Gestão de processos e pessoas |
| I. ENC/UNI | II. Bacharel |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Almeida, Brunna Hábia Bessa; Silva, Rhanyelly Nascimento. Estudo da metodologia *Lean Construction* em um edifício Residencial. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 71p. 2021.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Brunna Hábia Bessa de Almeida

Rhanyelly Nascimento da Silva

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Estudo da metodologia *Lean Construction* em um edifício Residencial.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2021

É concedida à UniEVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Brunna Hábia Bessa de Almeida
E-mail: habiabrunna@gmail.com



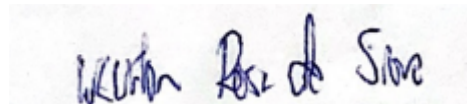
Rhanyelly Nascimento da Silva
E-mail: rhanyellyns@hotmail.com

**BRUNNA HÁBIA BESSA DE ALMEIDA
RHANYELLY NASCIMENTO DA SILVA**

**ESTUDO DA METOLOGIA *LEAN CONSTRUCTION* EM UM
EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

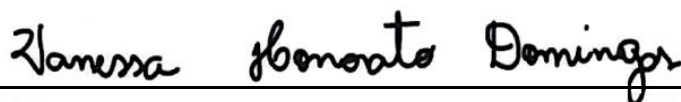
APROVADO POR:



**WELINTON ROSA DA SILVA, Mestre (UniEVANGÉLICA)
(ORIENTADOR)**



**EDUARDO MARTINS TOLEDO, Mestre (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)**



**VANESSA HONORATO DOMINGOS, Mestra (UniEVANGÉLICA)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: ANÁPOLIS/GO, 30 de NOVEMBRO de 2021.

AGRADECIMENTOS

Quão gratificante foi minha jornada até este momento, mais uma etapa que conclui. Realmente não foi fácil chegar até aqui, foram vários os obstáculos e dificuldades, mas sim, a força e determinação tiveram que prevalecer para que este ciclo pudesse ser concluído.

Acima de tudo sou muito grata a Deus por ter me concedido esta vitória, por ter me dado a capacidade e o discernimento nos momentos mais difíceis. Posso dizer que os últimos dois anos foram os mais difíceis, tive que reaprender a estudar, ter mais disciplina e determinação.

A minha mãe, Lúcia que sempre esteve ao meu lado, sendo minha maior incentivadora, que acima de tudo sempre acreditou em mim, que por cada pequena vitória vibrou junto comigo. Tenho certeza de que sem ela não teria conseguido chegar até aqui.

De maneira especial queria também agradecer a minha irmã Brenda, minha madrinha Dalva, minha prima Manuela, e a todos os meus amigos que sempre estiveram presentes ao meu lado. Pois, vocês foram minha alegria, consolo e fortaleza. Se eu fosse citar cada nome aqui meus agradecimentos ficariam ainda maior, mas de coração, que vocês possam se sentir acolhidos em meu coração.

Aos meus professores meu eterno agradecimento, sem vocês esse sonho não teria se realizado.

Brunna Hábia Bessa de Almeida

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por não me deixar desistir perante os obstáculos árduos que enfrentei na trajetória, aos meus Pais e ao meu irmão Warles que são meu alicerce e acima de tudo me apoiaram e me ajudaram tanto com incentivo e orações que mesmo perante as dificuldades não me deixaram faltar nada. Agradeço também minha Tia Alzira, Tio Jovane e Tio João por ajudar cada um da sua maneira que foi de extrema importância na minha vida, como casa e financeiramente e apostaram em mim a realizar meu sonho, também agradeço a Ana Flávia por me sugerir o tema do trabalho e me instruindo sobre. Agradeço de coração ao Paulo Eduardo e Mateus que foram chefes excelentes e por proporcionar desafios e estimular meu aprendizado e crescimento na área e além de tudo quando mais precisei me apoiou como família.

Rhanyelly Nascimento da Silva

RESUMO

O *Lean Construction* é uma filosofia, que possui um princípio e é contínuo, ou seja, busca-se sempre trabalhar com esta metodologia de forma contínua e em constante melhoria. O intuito é agregar valor ao produto, buscando sempre uma construção sustentável, a qualidade final e a satisfação do cliente. Para somar valor ao produto, faz-se um estudo do mercado, mapeando preferências, necessidades, pontos fortes e fracos, visando sempre o cliente e conseqüentemente iremos agregar ainda mais valor ao nosso empreendimento. Quando criamos um valor determinamos um fluxo de valor. Ao implantar o *Lean* atribuímos competências ao nosso produto dentro do mercado. Deve-se criar estabilidade, pois todo processo possui uma instabilidade, diminuindo essa instabilidade, para poder minimizar o máximo possível os impactos que poderem gerar caso ocorra uma falha em determinado processo ou seqüência executiva. Criar sempre a competência para evitar a variabilidade do processo, contudo deve-se sempre capacitar ou buscar uma mão de obra especializada. Ao fazer um trabalho bem-feito evita-se retrabalho e desperdícios. Onde uma etapa que seja predecessora de uma outra que é feita de forma incorreta, estando como uma predecessora em um caminho crítico da obra, pode contribuir para um atraso, podendo ou não ser recuperado, como outra consequência o prejuízo financeiro. A metodologia *Lean*, vem como um processo para determinar qual melhor seqüência construtiva que irá otimizar desperdícios de tempo, materiais e maximizar processos. Este trabalho tem o objetivo de apresentar de onde surgiu a filosofia da construção enxuta e expor a aplicação desse sistema, juntamente com um estudo de caso que demonstrará a aplicabilidade das suas ferramentas dentro de uma obra.

PALAVRAS-CHAVE:

Lean Construction. Ferramentas *Lean*. Filosofia *Lean*. Gestão de processos. Planejamento.

ABSTRACT

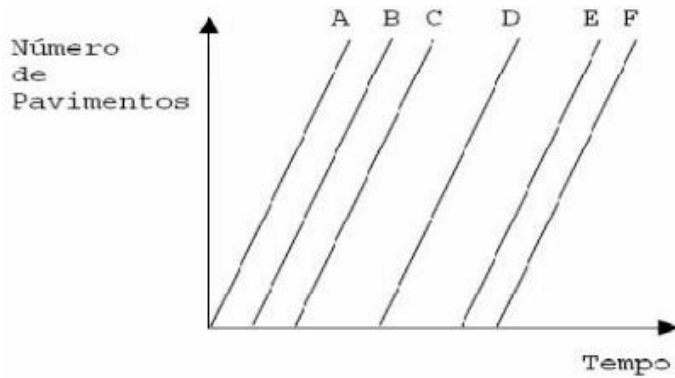
Lean Construction is a philosophy that has a principle and is continuous, that is, it is always sought to work with this methodology in a continuous and constant improvement. The aim is to add value to the product, always seeking sustainable construction, final quality and customer satisfaction. To add value to the product, a market study is carried out, mapping preferences, needs, strengths and weaknesses, always aiming at the customer and, consequently, we will add even more value to our enterprise. When we create a value we determine a value stream. By implementing Lean, we attribute competences to our product within the market. Stability must be created, as every process has instability, reducing this instability, in order to minimize as much as possible the impacts that may generate in the event of a failure in a given process or executive sequence. Always create competence to avoid process variability, however, you must always train or seek a specialized workforce. By doing a job well done, rework and waste are avoided. Where a step that is a predecessor of another one that is done incorrectly, being a predecessor in a critical path of the work, can contribute to a delay, which may or may not be recovered, as another consequence, the financial loss. Lean methodology comes as a process to determine the best constructive sequence that will optimize waste of time, materials and maximize processes. This work aims to present the origins of the lean construction philosophy and expose the application of this system, along with a case study that will demonstrate the applicability of its tools within a project.

KEYWORDS:

Lean Construction. Lean Tools. Lean Philosophy. Processes management. Planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pilares de sustentação do JIDOKA.....	23
Figura 2 - Modelo <i>Jidoka</i> , demonstração do dispositivo.....	25
Figura 3 – Método da linha de balanço (LOB – <i>Line of Balance Method</i>)	



A - Formas	D - Desforma	
B - Armaduras	E - Descimbramento	
C - Concretagem	F - Alvenaria 26

Figura 4 – Linha de balanço	27
Figura 5 – Ferramentas JIT.....	28
Figura 6 – Quadro Kanban	30
Figura 7 – Sistema de cores <i>Andon</i>	31
Figura 8 – Painéis do <i>Andon</i> na sala técnica	31
Figura 9 – Sala Obeya	33
Figura 10 – Construção enxuta x Construção tradicional.....	36
Figura 11 – Modelo de processo da <i>Lean Construction</i>	36
Figura 12 – Modelo de ciclo de processamento	37
Figura 13 – Desperdício na construção civil (visão <i>Lean Construction</i>)	37
Figura 14 – Ferramentas 5S.....	39
Figura 15 – Fluxograma	41
Figura 16: Diário de obra.....	43
Figura 17: Fase atual que o empreendimento se encontra.....	45
Figura 18: Edifício finalizado em projeto 3D.....	45
Figura 19: Areia em giricas para produção de argamassa	46
Figura 20: Blocos cerâmicos paletizados	46
Figura 21: Caminho seguro	47
Figura 22: Sala de jantar e estar.....	48

Figura 23: Base line – Linha de balanço	49
Figura 24: Quadro Scrum	50
Figura 25: Planejamento Tático.....	50
Figura 26: Quadro Kanban	51
Figura 27: Quadro Andon.....	52
Figura 28: Mapa de pacotes.....	53
Figura 29: Mantra Opus.....	54
Figura 30: PES – Contrapiso aderido e acústico	54
Figura 31: Linha de balanço representando o serviço de contrapiso.....	55
Figura 32: Farofa, para execução do contrapiso.....	56
Figura 33: Execução do contrapiso	56
Figura 34: Acabamento do contrapiso.....	56
Figura 35: Execução do porcelanato	57
Figura 36: Proteção do piso.....	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: composição do empreendimento Acqua Opus	44
---	----

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CERCON	Certificado de conformidade
EPC	Equipamento de proteção coletiva
EPI	Equipamento de proteção individual
FVE	Ficha de verificação de equipamento
FVM	Ficha de verificação de material
FVS	Ficha de verificação de serviço
JIT	<i>Just in Time</i>
LIB	<i>Lean Institute</i> Brasil
LOB	<i>Linha of Balance Method</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
NBR	Norma Brasileira
PES	Procedimento de execução de serviço
PIB	Produto Interno Bruto
PP	Prática padronizada
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
STP	Sistema Toyota de Produção
TQM	<i>Total Quality Management</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 JUSTIFICATIVA.....	16
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 Objetivo geral.....	16
1.2.2 Objetivos específicos.....	17
1.3 METODOLOGIA	17
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 HISTÓRICO	19
2.2 ERA DO ARTESANATO	19
2.3 TAYLORISMO	20
2.4 FORDISMO	20
2.5 O SURGIMENTO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP)	21
2.5.1 <i>Jidoka</i>	24
2.5.2 Linha de Balanço.....	25
2.5.3 <i>Just in Time</i>	27
2.5.4 <i>Kanban</i>	29
2.5.5 <i>Andon</i>	30
2.5.6 <i>Sala Obeya</i>	32
2.5.7 <i>Lean Construction</i>	33
2.5.8 Programa 5S	38
3 ESTUDO DE CASO	41
3.1 EDIFÍCIO RESIDENCIAL OPUS ACQUA	43
3.2 APLICAÇÃO DO <i>LEAN CONSTRUCTION</i> NO CANTEIRO DE OBRAS	45
3.2.1 Considerações sobre a aplicação do <i>Lean Construction</i> no canteiro de obras.....	53
3.3 CONTRAPISO.....	54
3.3.1 Considerações sobre o Contrapiso	58
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS	60
5 ANEXOS.....	64
5.1 ANEXO 1: CHECK-LIST VISTORIA INTERNA	64
5.2 ANEXO 2: PLANEJAMENTO SEMANAL.....	65
5.3 ANEXO 3: BASE LINE – LINHA DE BALANÇO	67

5.4	ANEXO 4: TÁTICO	68
5.5	ANEXO 5: MACROFLUXO.....	69

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é de suma importância para a geração de empregos e o crescimento econômico do país, sendo responsável por movimentar mais de 70 setores da economia e representa 6,2% do Produto Interno Bruto – PIB. De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC, a cada R\$ 1 milhão em investimento na construção civil promovem 7,64 empregos diretos e 11,4 empregos indiretos; que geram R\$ 492 mil e R\$772 mil sobre PIB. Com a modernização dos tempos vão surgindo conceitos e tecnologias que agregam e aperfeiçoam as tarefas a serem realizados (SEBRAE, 2019).

Em 1918 Sakichi Toyoda desenvolveu o princípio que é denominado como *Jidoka*, que consiste na capacidade de detectar uma anormalidade e interromper imediatamente o trabalho. Posteriormente seu filho Kiichiro Toyoda em 1937, utilizando como base o *Jidoka* para criar o seu próprio conceito, que ficou conhecido como Just in time, propondo produzir apenas o que é necessário conforme o momento e a quantidade necessária. Com o final da Segunda Guerra Mundial e o crescimento do capitalismo tornou-se essencial tornar a produção mais eficiente, tendo como pilares os conceitos *Jidoka* e Just in time (LIB- *Lean Institute* Brasil, 2006).

Nos anos 50 surgiu o chamado Toyotismo, conceito de sistema de produção de automóveis que baseia em menores quantidades de mão de obra, materiais e estoques reduzidos, o Engenheiro Taiichi Ohno desenvolveu o Sistema Toyota de Produção – TPS (KOSKELA, 1992).

No Brasil, por volta da década de 80, houve uma análise de predisposição de empresas aderirem ao uso de ferramentas da Gestão da Qualidade Total (*Total Quality Management – TQM*). Desse modo, visando melhorar os processos produtivos, as empresas voltadas para construção inovaram com o sistema de qualidade e implantaram a ISO 9000 (CONSTRUCAOCIVILPET, 2015).

Em concordância com o mesmo autor, em meados dos anos 90, o ambiente empresarial entrou em constante fase de desenvolvimento e crescimento, estimulando as empresas no setor da construção a se destacarem, tornando-as competitivas no mercado, sendo necessário desenvolver novos métodos inovadores com custos e necessidades que atendem o cliente.

Portanto, foi desenvolvida uma nova metodologia para gestão de processos na construção civil, baseado nos princípios da filosofia *Lean Construction* (Construção Enxuta), que teve origem no trabalho do finlandês de Lauri Koskela em 1992, com o livro *Application of the new production philosophy in the construction industry* (KOSKELA, 1992).

Quando construtoras e empresas buscam uma construção enxuta é necessário implementar os conceitos *Lean*, e ocorre a necessidade da verificação de desempenho da efetivação dessa metodologia. Construção enxuta em empresas já familiarizadas com os procedimentos do *Lean*, também é necessário à verificação de desempenho periódica, com a finalidade de demonstrar os resultados das práticas e ferramentas *Lean*. Os procedimentos de avaliação de desempenho dessa metodologia, ainda são recentes e através desses resultados da avaliação de desempenho pode afirmar o quão é importante são essas práticas para a melhoria das construtoras (ENEGEP, 2015).

1.1 JUSTIFICATIVA

O *Lean Construction* tem como fundamento geral a eliminação de desperdícios, associado com custos e tempo relacionados a materiais, serviços e equipamentos. Visa também alcançar melhorias, bons resultados econômicos e a sua produtividade com qualidade.

Nos últimos 15 anos foram presenciados o avanço da economia brasileira, e é natural que outros setores cresçam em conjunto, logo a construção civil teve um grande impulsionamento devido a este crescimento, contudo percebe-se a importância da implementação da construção enxuta. Ademais, a mesma com sua aplicação consegue-se simplificar os processos construtivos e aumentar o seu nível de produtividade. Um sistema enxuto é a entrega com a melhor qualidade, ao custo mais baixo possível e em menor tempo para seus clientes. Por isso, o sistema inteiro deve ser projetado para alcançar estas metas (MOTA; ALVES, 2008).

Com a modernização dos processos construtivos, a metodologia *Lean Construction* está tendo grande relevância para auxiliar engenheiros na efetividade quanto aos processos construtivos, sequência lógica na execução dos serviços, minimizando desperdícios e maximizando a qualidade do produto e o cumprimento do prazo de entrega.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo avaliar e verificar o uso de ferramentas *Lean* nas etapas construtivas do Edifício Residencial Opus Acqua em Goiânia-GO.

1.2.2 Objetivos específicos

- Expor a ideologia *Lean Construction*;
- Apresentar ferramentas que auxiliam a metodologia *Lean Construction*;
- Abordar a gestão da qualidade;
- Demonstrar o modo de utilização dessa metodologia através do estudo de caso;

1.3 METODOLOGIA

Através de pesquisas (sites, leitura de livros, artigos e trabalhos) apresentar a metodologia *Lean Construction* (Construção Enxuta), sendo ela um conceito que torna o processo construtivo mais ágil e eficaz, visando à otimização dos custos e prazos.

Elaborou-se um estudo de caso no Edifício Residencial Opus Acqua, da Construtora e Incorporadora Opus, localizado no município de Goiânia-GO. Com a finalidade de analisar as ferramentas utilizadas neste método e as práticas, vendo sua aplicabilidade nas etapas de execução da obra, também será verificado o controle de mercadorias armazenadas.

Sendo uma obra que será acompanhada na fase de acabamento do 6º pavimento até o 32º pavimento e por completo a partir do 33º pavimento, onde na atual data está contemplando a estrutura, e irão até o 37º pavimento, mais ático e reservatório, totalizando 39º pavimentos. Portanto, vale ressaltar que é uma obra que está em uma fase crítica pela mudança de gestão e ocasionou vários desgastes, sendo o sistema *Lean* de extrema importância para o cumprimento do cronograma planejado e com a entrada de uma nova gestão competente e desafiadora. Logo é necessário recorrer ao recurso *Lean Construction* desde os primórdios do projeto, para que sejam perceptíveis seus resultados.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho será apresentado em 04 capítulos, tendo por objetivo apresentar e expor os conceitos do *Lean Construction*.

O Capítulo 01 é composto pela introdução, a justificativa, os objetivos geral e específico, a metodologia adotada e a estrutura do trabalho.

O Capítulo 02 serão apresentados o referencial teórico, com o objetivo de apresentar o histórico da ideologia *Lean Construction*; do surgimento ao porquê foi desenvolvido esse sistema para a construção civil. E expor as ferramentas Lean.

O Capítulo 03 é constituído pelo estudo de caso, com o intuito de demonstrar a aplicação da metodologia Lean.

O Capítulo 04 será apresentado às conclusões finais referentes ao estudo de caso, considerando os seus resultados através da aplicação da metodologia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 HISTÓRICO

Para compreender a filosofia *Lean Construction*, é fundamental saber sobre o seu surgimento, onde, como, quando e por que foi desenvolvido esse sistema para a construção civil. Por conseguinte, nessa seção expõe-se uma breve história dos princípios; A era do Artesanato, Taylorismo, Fordismo, o surgimento do Sistema Toyota de Produção (STP) e consecutivamente o nascimento do *Lean Construction*.

2.2 ERA DO ARTESANATO

Desde os primórdios, o pensamento criativo do homem se fez presente, principalmente pela necessidade de produzir itens de uso do dia a dia para sua sobrevivência. Contudo, o artesanato era produzido para uso familiar e/ou pessoal, podendo confeccioná-los todos juntos. O trabalho que era realizado somente para uso do agrado, tornar-se uma forma de subsistência, ou seja, deixa de produzir apenas para sobreviver e passa a gerar lucro, compondo a renda.

Essas práticas foram se desenvolvendo e posteriormente sobreveio em forma de comércio, logo surgem os chamados artesãos, pessoas criativas, habilidosas que se aproveitam do dom para produzir seus materiais e produtos para revendê-los, em favor de algo, troca ou em valor. No modelo artesanal de produção, o trabalho realizado pelos artesãos, são desenvolvidos sozinhos ou com algum auxiliar, que participam de todas as etapas da produção, do início até o produto final e controlava o tempo fundamental para o desenvolvimento de cada tarefa (ALBARNOZ, 2000).

Antecedentemente às fábricas, o artesanato era o essencial método produtivo de materiais utilizados no cotidiano, como ferramentas, matérias-primas, roupas. O rendimento dependia da agilidade e da habilidade do artesão. Em razão disso, o artesanato não proporcionou uma produção abundante (SILVA, 2018).

Devido a Revolução Industrial, com a criação da máquina a vapor, despertou se o declínio do trabalho artesanal. Desse modo, introduz o processo de troca da força humana pela força da máquina. O indivíduo, até ao momento artesão, transforma-se em operário auxiliar da própria (JUNQUEIRA, 2006).

2.3 TAYLORISMO

Depois da invenção da máquina a vapor de James Watt, surgem concepções transformadoras de padronização dos métodos de produção dos artesãos e a divisão do trabalho nitidamente definida, por conseguinte institui a era da Revolução Industrial (PEREIRA, 2012).

Pelas circunstâncias das mudanças, em virtude da nova era da revolução industrial, surge à teoria de Frederick Taylor, conhecida por Taylorismo. Que surgiu por intermédio do pensamento de Frederick Taylor, que nasceu nos Estados Unidos, sendo ele engenheiro mecânico tendo contato direto nas indústrias (COUTINHO, Walter, 2013).

Em virtude desses conhecimentos, Taylor instituiu a análise dos processos produtivos, e observou certa ineficácia administrativa, que afetava os lucros desses empreendimentos. Consequentemente começou a realizar estudos, análises para encontrar processos e potencializar a produção de cada indivíduo. Tendo em vista, o Taylorismo partiu de uma ideia de gestão, rumo à verificação de aperfeiçoamento do andamento do trabalho (COUTINHO, 2020).

Na era do Taylorismo, houve transformações na produção. Em função disso, significa que cada trabalhador, em posição de desempenhar várias funções, há a possibilidade de ser capacitado e treinado para realizar exclusivamente uma atividade, de forma a realizá-las melhor. Ademais, constata-se a determinação do indivíduo, mediante a organização e a separação de funções, potencializando a produtividade e eficiência com o menor tempo e desempenho (COUTINHO, 2020).

2.4 FORDISMO

O Fordismo também é um método de produção, criado pelo mecânico e empresário Henry Ford, principiante da *Ford Motor Company*. Ele corresponde em um sistema de produção em massa aplicando a tecnologia de linha de montagem. Bastante aplicado pelas montadoras de veículos, onde as peças eram colocadas em uma esteira, à medida que as peças se deslocavam na esteira, os funcionários imotados em locais específicos efetuavam a montagem, gradativamente (COUTINHO, 2020).

Fundamentado no conceito de Taylor, Posteriormente, no começo do século XX, surge Henry Ford, com a finalidade de idealizar a produção em massa, denominada como Fordismo.

O primordial propósito de Ford era diminuir o maior custo de fabricação, dessa forma conseguiria reduzir o preço do produto final, por conseguinte expandiria o volume de vendas. A inferioridade deste método se dá pela circunstância que o trabalhador é experiente em apenas uma função, unicamente a mesma, deixando a satisfação e contentamento pelo trabalho estressante e com intensos movimentos contínuos (ALBARNOZ, 2000).

Esse acontecimento é abordado no filme TEMPOS MODERNO, onde mostra um operador que trabalha em uma linha de montagem na esteira de produção, apertando parafusos, efetuando somente essa função, em demandas excessivas, cargas horárias de trabalho de até 14 horas e movimentos repetitivos (LADEIA, 2012).

De acordo com Ladeia, variados aspectos do Taylorismo e do Fordismo são apresentados no filme. O argumento do alienamento provocados diante desses modelos de produção é exposto em aparência de arte e bastante sarcasmo por Charles Chaplin. O filme é um julgamento da análise ao sistema capitalista e ao sistema de produção das indústrias na época (LADEIA, 2012).

2.5 O SURGIMENTO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP)

Após a década de 50, no Japão surgiu O Sistema Toyota de Produção. Nessa época as fábricas japonesas estavam com produção baixa, devido ao país ser pequeno e restrições em recursos naturais escassos, bem diferentes do cenário norte-americano na época. Passavam por dificuldades e com um prazo de 13 anos de funcionamento, teria fabricado 2.685 automóveis nesse tempo, por outro lado as empresas de automóveis americanas fabricavam por dia 7000 unidades de automóveis. Em decorrência dessa situação, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno perceberam a precisão de mudar o cenário japonês (WIGINESCKI, 2009).

Houve a necessidade de expandir a produção e a competência da indústria no país. Dessa forma a efetivar esta transformação, os engenheiros da Toyota, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno visitaram o ocidente, onde a produção era por meio do sistema fordismo, a produção em massa, idealizado por Henry Ford. Posteriormente a passada pelos Estados Unidos, os engenheiros japoneses chegaram à conclusão de que os objetivos da indústria japonesa eram divergentes ao sistema de produção ocidental originado pelo fordismo, e não poderiam implantar esses conceitos no Japão, devido as particularidades da indústria japonesa, apresentadas por Womack *et al.* (2004) Gallardo (2007).

À vista disso, seria imprescindível criar um novo método de produção que se condissesse à realidade Japonesa nessa fase. Criou-se o Sistema Toyota de produção (STP). A

ideia principal do STP é “aumentar os lucros, diminuir o custo de produção, por intermédio da eliminação dos desperdícios como os estoques exagerados e da força de trabalho (atividades desnecessárias e perda de tempo)” (MONDEN, 1998; JUNQUEIRA, 2006).

Conforme Maximiano (2005), os conceitos fundamentais do sistema Toyota são: eliminação de desperdícios e produção com qualidade. O princípio básico seria trabalho específico em sequência e tempo para gerar resultados.

Os desperdícios podem ser denominados conforme os indicadores da Toyota são eles:

- Tempo perdido em retrabalho;
- Superprodução dos materiais, ou antes, do momento necessário;
- Transporte;
- Estoque;
- Movimento humano;
- Espera.

O Sistema Toyota aplica três ideias principais para eliminação de desperdícios: racionalização da força de trabalho, *Just in time* e produção flexível.

O STP – Sistema Toyota de produção, visa a relação entre cliente e fornecedor (interno e externo), de forma direta, como um canal claro e definido para enviar pedidos e receber respostas. O princípio básico é alcançar o máximo de eficiência dentro com o que o Japão podia oferecer (PENA, 2019).

De acordo com PENA, Rodolfo F. Alves (2019), o primeiro ponto para se alinhar dentro do modelo toyotista era a ausência de estoque, não era possível ter estocagem dentro desse modelo. Na prática o modelo Toyota trouxe o chamado Produção *Just in time*, ou seja, produção no tempo. Em tradução literal “produção em cima da hora”. Nesse sistema, a fabricação dos produtos é de acordo com a demanda do mercado de forma combinada com os pedidos dos consumidores e com um prazo de entrega a ser cumprido. Dessa maneira, o quantitativo dos produtos nunca será maior do que a demanda, o que estimula a diminuição da estocagem dos produtos e o risco de queda de lucros dos fabricantes (PENA, 2019).

Vale salientar também, que para esse sistema de produção se suportem, encontram – se dois pilares de grande relevância que são as ideias do *Just In Time* (JIT) e da Automação do processo Industrial chamado *Jidoka*. A estrutura dos dois pilares que sustentam esse sistema: o JIT e o *Jidoka*. O JIT é associado ao aspecto quantitativo com a finalidade de conservar um fluxo contínuo dos afazeres em processo, ao mesmo tempo que o *Jidoka*, o objetivo de

interromper o fluxo, no caso de suceder qualquer irregularidade. Por consequente, está associado a função qualitativa da produção (PENA, 2019).

Em conformidade com o sistema de produção, o *Jidoka* com o JIT completa-se, de forma que o sistema percorra no sentido a excelência (KOSAKA, 2006). Conforme ilustrado pela Figura 1, que demonstra que um trabalho padronizado leva há uma melhor qualidade e menor custo; visando um menor período entre a produção e a entrega final ao cliente.

Figura 1 - Pilares de sustentação do JIDOKA



Fonte: Ploomes Sistemas Empresariais, 2019

Os conceitos do *Jidoka* e JIT - Just in time, teve um marco inicial no começo do século XX, através de um mecanismo com interrupção imediata nos teares, se alguma eventualidade acontecesse caso um fio rompesse na máquina, logo paralisava a máquina para evitar produtos defeituosos. Portanto, essa questão foi bastante importante para o desenvolvimento e aperfeiçoamento da qualidade nas empresas. Por consequente, esse sistema básico e com grande valor recebeu lugar em diversas máquinas, equipamentos e em toda linha de produção da Toyota (KOSAKA, 2006).

E através da invenção da máquina de tear automática no Japão, pelo criador Sakichi Toyoda, conceituado como um dos maiores inventores da época moderna e designado como o pai da automação, dessa forma, o sistema *Jidoka* está relacionada a automação da máquina de tear.

Para contemplar o entendimento e a estrutura do sistema TPS, demonstra através de dois pilares que sustentam o sistema: o JIT e o *Jidoka*. E mediante o livro “A máquina que mudou o mundo “, esse sistema de produção se expandiu aceleradamente nos anos 90. Onde

teve resultado conforme 5 anos de pesquisas, governada pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), (WOMACK, 2004).

O dispositivo Poka Yoke, é um aparelho destinado a correção dos erros, com a função de paralisar a produção quando detectar alguma anormalidade e problemas na fabricação, quando não for viável uma solução rápida. Dessa forma, impossibilitando a fabricação irregular do produto (COUTINHO, 2020).

2.5.1 *Jidoka*

Proporcionar para operários e maquinários a possibilidade de constatar quando acontece alguma anomalia, falha nas ferramentas e instantaneamente parar o trabalho. Desse modo, explorar a melhoria e qualidade em cada procedimento e eliminar as causas de defeitos. Uma atividade com mais eficácia.

Em conformidade, com os conceitos citados anteriormente, esse sistema surgiu com uma criação do Toyoda, a invenção de uma máquina de tear, com um dispositivo básico detector de anormalidades nas máquinas, que impossibilita a fabricação de produto com imperfeição, divergente da máquina de tear automática, que mesmo com problemas na fabricação após o rompimento de um fio o defeito só era observado quando estivesse concluído. (KOSAKA, 2006).

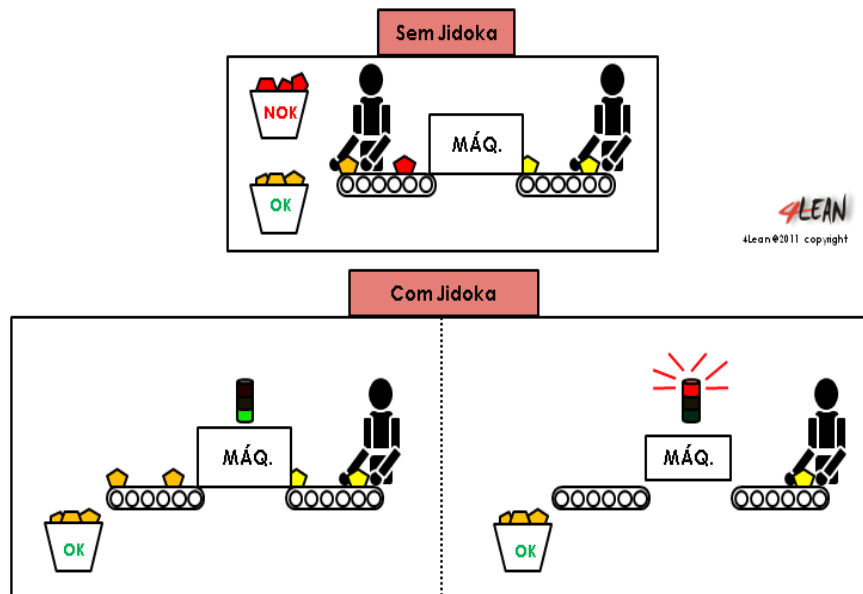
O *Jidoka* é um dos dois pilares do TPS, acompanhado com o JIT. O termo *Jidoka*, traduz automação, de modo literal (automação com inteligência humana) e está associado ao controle de qualidade. Esse sistema modificou a maneira que as pessoas trabalhavam nas indústrias. Devido, o próprio maquinário designar as peças boas das defeituosas de forma seletiva, portanto o serviço do operador era monitorar os equipamentos, e assim os operadores podiam cuidar e observar diversas máquinas, designou –se de multiprocessamento, eliminando a necessidade de focarem em apenas uma. Dessa maneira gerando uma enorme produtividade e com um controle de qualidade dos produtos (SANTOS, 2017)

Na Figura 2, tem - se a demonstração de uma linha de produção exemplificando seu funcionamento com e sem o sistema. O *Jidoka* fornece quatro princípios básicos, para garantir a qualidade dos produtos das empresas.

- Detectar uma anormalidade;
- Paralisar o trabalho;
- Solução imediata do problema;

- Eliminar a raiz do defeito, que leva a melhoria e qualidade do produto.

Figura 2 - Modelo *Jidoka*, demonstração do dispositivo



Fonte: 4 Lean, 2011

2.5.2 Linha de Balanço

O sistema de linha de balanço, é uma ferramenta aplicada no controle de planejamento das atividades a longo prazo, teve início na década de 40 criada pelo Goodyear, famosa fabricante de pneus. Nas indústrias de manufatura, a linha de balanço teve a sua primeira aplicabilidade, onde controlavam a produção e o fluxo das atividades. Atualmente é utilizada na construção civil, especialmente no planejamento e em projetos que possuem padrão de repetição das atividades de uma construção, como prédios, obras, infraestrutura, loteamentos, dentre outros setores (JOHNSTON, 1981).

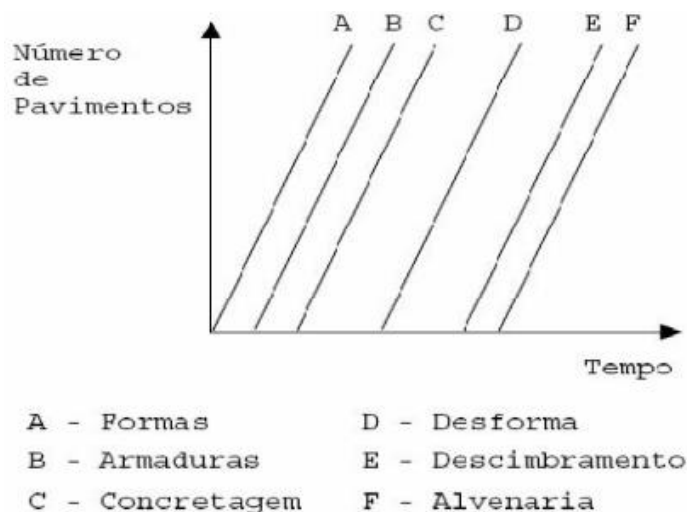
Essa ferramenta de controle, tem como fundamento as repetições dos procedimentos e atividades, dentro do método de construção, isto é, as atividades quando são executadas constantemente da mesma forma. O planejamento de uma obra com um longo prazo para finalização, essas programações envolvem todo o período construtivo e tem como finalidade a determinação das melhorias das atividades, que compõem as fases construtivas do edifício, tal como, a estrutura, a alvenaria, e o serviço de revestimento de paredes que também são executadas diversas vezes ao longo de todas as unidades dos pavimentos da construção (MENDES JR e HEINECK, 1998).

A linha de balanço é um dos métodos de planejamento mais eficaz e a elaboração é feita a partir de um cronograma da obra, separada por atividades a serem concluídas por unidade de tempo, ou seja, dias, semanas ou meses. E cada atividade deve ter uma data de início e previsão de fim, com um progresso definido, isto é, pavimentos por pavimentos e unidades por unidades, e assim é definido o tempo necessário para realização da construção (TOMMELEIN e BALLARD, 1998).

Após a elaboração da linha de balanço, o passo seguinte é levá-lo para o canteiro de obra, onde é de extrema importância para o engenheiro e colaboradores. Devido, ao fato de facilitar a visualização de forma simples a realização e andamento das atividades, e promover uma visão completa, mais ampla e melhor entendimento sobre os serviços executados, pois proporciona o entendimento que um serviço depende de outro, assim o trabalho das equipes deve ser integrado e contínuo para que não haja atrasos nem desperdícios. Essa técnica permite que o engenheiro visualize o que está sendo realizado e o que ainda precisa ser executado, e assim promove a qualidade e melhoria nos processos construtivos no canteiro de obra. Portanto, a utilização desta ferramenta promove não só uma melhor comunicação no canteiro de obra e no planejamento, mas na economia de recursos e de tempo (LOSEKANN, 2020).

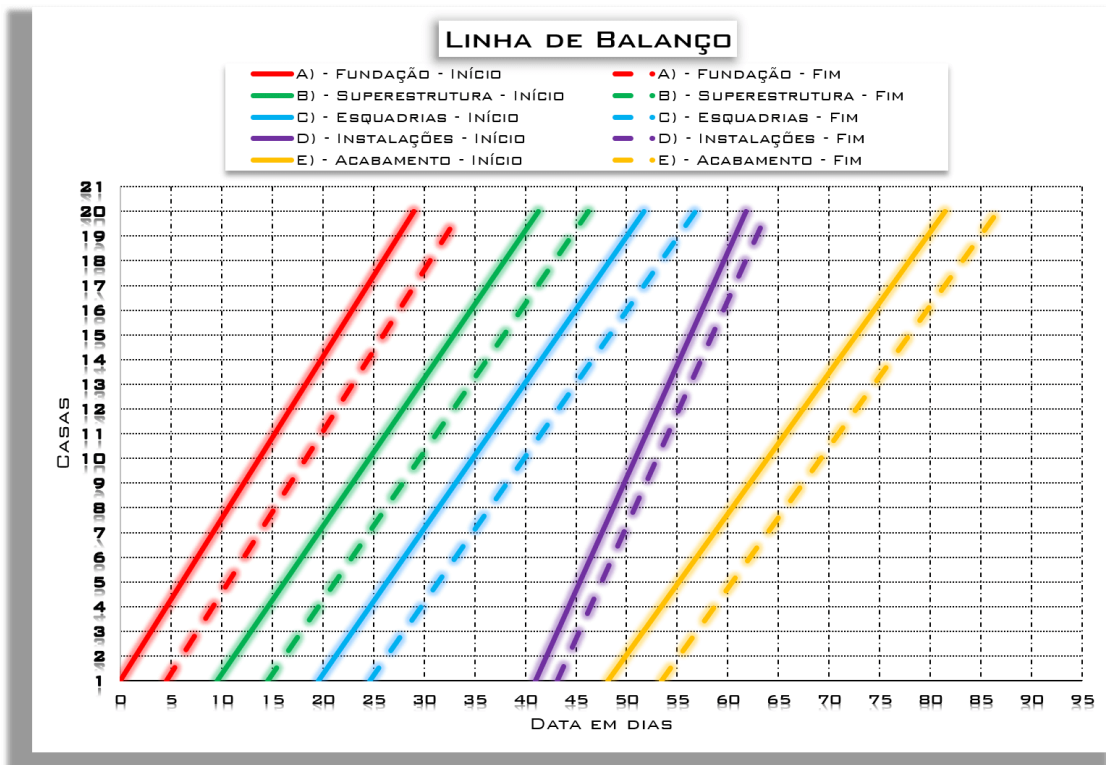
Essa ferramenta constitui-se a partir de um gráfico, um espaço y indicando, tal como, os lotes, casas, pavimentos, locais. E cada linha do gráfico indica uma tarefa, já no eixo x dispostos a unidade de tempo, pode-se visualizar o espaço de tempo, indicando quando a tarefa será realizada nesta unidade (LOSEKANN, 2020). Conforme pode-se observar nas Figuras 3 e 4.

Figura 3 – Método da linha de balanço (LOB – *Line of Balance Method*)



Fonte: Junqueira 2006

Figura 4 – Linha de balanço



Fonte: Engenheiro planilheiro 2020

2.5.3 *Just in Time*

O método de produção *Just in Time* teve seu surgimento no início dos anos 50 no Japão, no momento em que a fabricação em massa conquistava a fase de maior intensidade no ocidente, e consolidou – se na década de 70. Esse sistema, desde os primórdios dessa década ficou famosa pela produção enxuta da Toyota. E dessa forma, a indústria Toyota *Motor Company*, sendo a pioneira desse sistema, e batizou-o como Sistema Toyota de Produção (SOARES, 2013).

O conceito JIT - *Just in time*, que em sua tradução significa, “No momento certo, na quantidade certa”, ou seja, tem o propósito de fabricação perante armazenamento mínimo, com quantidade precisa de um produto, conforme a demanda. Desse modo, visa uma produção de forma ágil e sem necessidade de acúmulo de produtos em estoques. Em virtude desse conceito, pode – se analisar que estoque é sinônimo de capital parado, capital que não está circulando. E com o pensamento de melhorias, que o sistema Toyota de produção foi criado, e com ele o conceito JIT, que é uma filosofia que visa atender a demanda instantaneamente com qualidade perfeita e sem desperdícios, de forma rápida e sem a necessidade da formação de estoques (LEÃO, 2021).

O sistema *Just in time* é uma análise racional, que visa eliminar completamente os desperdícios nas indústrias, objetivando intensificar a competitividade das empresas. E através da implementação dos conceitos do JIT, é possível analisar os desperdícios em diversos quesitos, como em empresas com grandes estoques, produtos com baixa qualidade e eficiência, longos prazos de fabricação, perdas que trazem preocupação para o desenvolvimento das empresas (Alvarez, 2001).

Assim sendo, o *Just in Time* tem a função de trabalhar com metas de melhorias, qualidade, otimizar o desempenho das indústrias. O aperfeiçoamento de um sistema de produção é um processo contínuo em uma empresa e a evolução se dá pelo desenvolvimento de novos mercados competitivos, com melhorias nos processos construtivos, especialmente em fatores como velocidade de fabricação, qualidade e custo final. Através de técnicas, auxílio, resolução de problemas, essa ferramenta tão importante para a eliminação de desperdício mediante os conceitos, surgiu objetivos simples (Alvarez, 2001).

- Otimizar cada fase de produção;
- Eliminação de processos que não agregam valor ao produto;
- Produzir com qualidade e estoques mínimos;
- Melhoria constante;
- Reduzir custos de fabricação;
- Produzir de acordo com a demanda.

O Just in Time, fundamenta em aperfeiçoar a produtividade global e extinguir os desperdícios (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). A filosofia Just in time visa um objetivo, e para alcançá-lo é essencial envolver e desenvolver diversos conceitos e métodos que iniciem uma mudança cultural das empresas (HUTCHINS, 1993). Onde percebe-se na Figura 5, que o JIT depende de vários conceitos para a sua implementação.

Figura 5 – Ferramentas JIT



Uma estratégia que proporciona suporte ao JIT, é o *Kanban*. Essas ferramentas são um dos pilares que constituem o Sistema Toyota de Produção - TPS, autodenominado de Toyotismo. O JIT, que expressa “no momento certo”, é uma filosofia japonesa de auxílio a gestão da produção. Em contrapartida o *Kanban*, que pode ser representado como “organização por cartões”.

2.5.4 Kanban

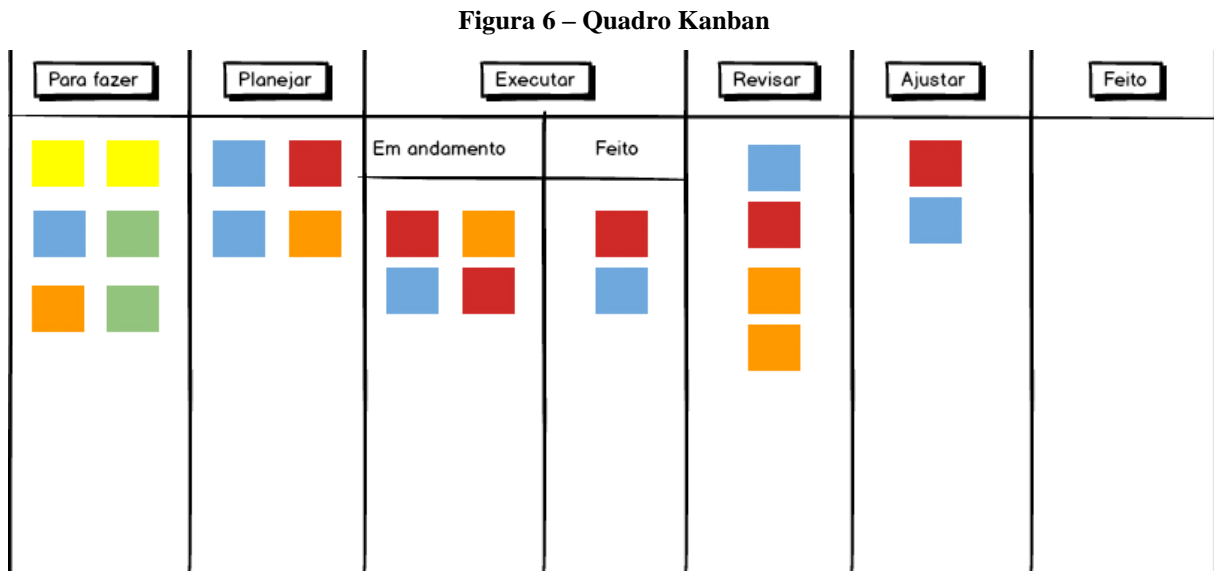
A metodologia *Kanban*, teve o surgimento da década de 60, implementado pela Toyota, e faz parte do sistema JIT, foi desenvolvido com o objetivo: monitorar o estoque de produtos, para que não haja super estocagem e nem que haja falta de produtos, ocasionando um equilíbrio entre a linha de produção e o estoque. O conceito *Kanban* é uma expressão japonesa que traduz “cartão”. O sistema ganhou esse nome pela empresa Toyota. Essa ferramenta é um sistema visual e eficiente para controle de produção ou gestão de atividades. (ESPINHA, 2019)

Essa ferramenta atua por intermédio de um quadro com colunas e cartões coloridos, no qual as colunas apresentam os produtos ou os status de fabricação, já as cores representam o grau de urgência para a fabricação de cada produto. É otimizado com base no uso de cartões de comunicação visual para controle de fluxos. Dessa maneira, compreende quais atividades necessitam ser feitas, e as que já estão sendo feitas e as que já foram concluídas (MOURA, R 1989).

Ele regularmente é aplicado em empresas de produção para demonstrar o desempenho dos fluxos de produção, através de um quadro gestão a vista. Embora seja relativamente simples, o sistema *Kanban* foi desenvolvido com uma concepção abstrusa de se resolver. Conduz o foco na produção pelo cumprimento das atividades, e não pelo fluxo do estoque. Segundo Espinha, o *Kanban* tem três principais funções:

1. Gerenciar o fluxo das atividades e proporcionar aos gestores um melhor entendimento do que está sendo produzido e verificar o andamento da execução do produto;
2. Equilibrar as fases dos processos, o que está sendo produzido antes e depois, para que nenhuma produção seja paralisada pelo fato de outra que deveria ter sido entregue anteriormente;
3. Reduzir a quantidade de trabalho executada por uma determinada equipe, obedecendo a capacidade produtiva.

Seguindo a linha de raciocínio da Figura 6, é perceptível que o quadro *Kanban* é um modelo de gestão a vista de fácil aplicação dentro do cotidiano de uma obra.



Created with Balsamiq - www.balsamiq.com

Fonte: Blog Diferencial TI, 2016

2.5.5 Andon

É um novo conceito de Gestão Visual com origem japonesa e desenvolvida pelo Sistema Toyota de produção - TPS. A denominada ferramenta visual *Andon*, que traduzida para o português, significa sinal. Esta metodologia tem grande funcionalidade na indústria, e mesmo não sendo muito conhecida, garantem grandes benfeitorias. *Andon* é uma ferramenta que simboliza quando um funcionário paralisou a frente de serviço por consequência de algum problema ou porque não conseguiu realizar suas funções por algum motivo, através de sinais visuais e sonoros, acionando assim a ajuda do engenheiro, ou técnicos, ou encarregados responsáveis para solução do problema (Monden, 1994).

Os problemas podem ser de causas variadas, tais como:

- Material de qualidade ruim;
- Ausência de material no pavimento;
- Problemas com o maquinário, ou ferramentas;
- Falta de água ou energia no ambiente;
- Demora para resolução do problema, dentre outros.

O *Andon* tem a função de controle, através dos funcionários, onde são instalados interruptores de 3 seções em todos os pavimentos da construção, e cada tecla do interruptor tem uma cor e uma respectiva finalidade. Quando acionadas, acendem as lâmpadas em um quadro de monitoramento que fica localizada na sala dos gestores e/ou administração da obra.

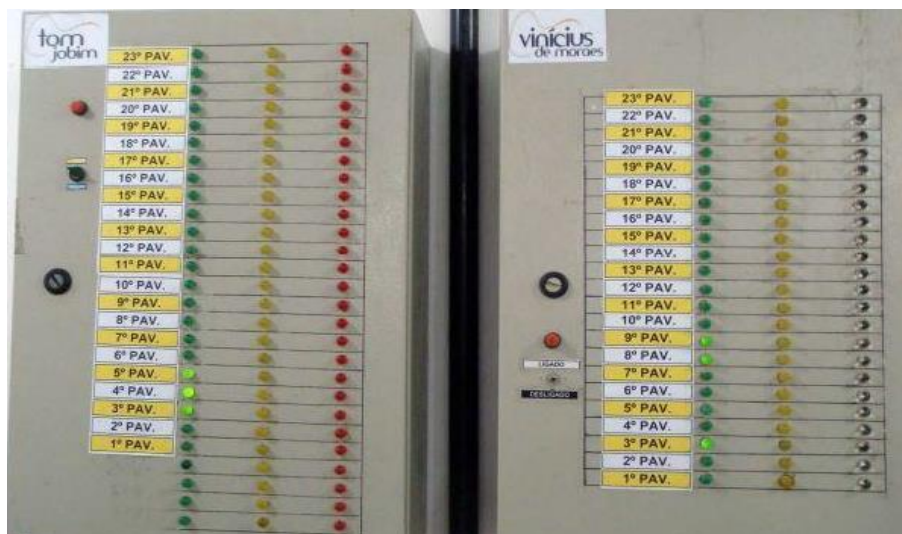
Esse sistema simplifica o monitoramento e a intercomunicação pela distância entre as linhas de fabricação e com função para implementar ao *Jidoka* (ARRUDA, 2017). Pode-se observar nas Figuras 7 e 8 abaixo o sistema de cores e o painel *Andon*.

Figura 7 – Sistema de cores *Andon*



Fonte: InovaCivil, 2017

Figura 8 – Painéis do *Andon* na sala técnica



Fonte: InovaCivil, 2017

No sistema *Andon*, tem –se as luzes de sinalização, onde cada seção do interruptor mostra uma cor diferente entre elas, a cor verde, amarelo e vermelho, na qual corresponde o status das atividades que estão sendo executadas por uma certa equipe:

- **Verde** - Serviço decorrendo dentro da normalidade;
- **Amarelo** - Presença de alguma falha que poderá paralisar a frente de serviço, o amarelo simboliza a chamada de atenção, ou seja, solicitando ajuda;
- **Vermelho** - Linha de produção parada, devido à falta de condições de trabalho.

Na ocorrência do acionamento da luz amarela o mestre de obras ou o engenheiro tem um prazo de 30 minutos para a resolução do problema, caso não seja resolvido, a luz amarela é substituída pela luz vermelha, e em seguida efeitos sonoros, a sirene irá tocar até que seja solucionado o problema. Desse modo, é de extrema importância que garantam de imediato a solução do problema, para não ocasionar perda de tempo e atraso nas atividades. A comunicação visual possibilita à administração fácil comunicação com as equipes de trabalho e identificação das falhas ocorridas, proporcionando agilidade na busca por soluções (ARRUDA, 2017).

2.5.6 Sala *Obeya*

Na metodologia *Lean*, esse local é chamado de *obeya*, com origem japonesa essa expressão significa “grande sala”, também famosa como “sala de guerra”. Em virtude desse conceito, a palavra guerra tem o sentido de luta contra todos os tipos de desperdícios, e todas as formas que possam decepcionar os clientes. Visa uma organização na empresa, com o qual líderes, gestores e colaboradores possam tratar de assuntos produtivos em um local específico e apropriado, para resolver os problemas de forma ágil e eficiente.

É essencial que este ambiente seja agradável, para que as pessoas de forma simples compreendam e analisam as informações. Deve – se conter indicadores da empresa, quadros didáticos e demonstrativos da gestão, ferramentas de apoio Lean, projetos, mesa de reunião e uma boa iluminação. O local geralmente fica dentro da sala administrativa, contendo essa sala específica para reuniões importantes e produtivas, conforme demonstrado na Figura 9 (FERRO, 2016).

Figura 9 – Sala Obeya



Fonte: Lean Institute Brasil, 2019

2.5.7 *Lean Construction*

Fundamentado no Sistema Toyota de Produção, foi desenvolvido uma nova filosofia, contemplando o pensamento enxuto (*Lean Thinking*). Essa filosofia especifica as tarefas simples vinculadas nas empresas, representando o que é valor, desperdício, a partir da visão dos clientes. (PICCHI, 2003; WOMACK e JONES, 1998).

A expressão construção enxuta compõe uma filosofia de gerenciamento da produção com a finalidade de fortalecer as ideias conquistadas na indústria de manufatura, aplicando na construção civil, analisando as particularidades desse setor (CONTE, 1998).

Após a introdução da metodologia da produção enxuta pelas fábricas, consegue – se obter uma certa relevância e despertou o interesse dos gerentes da construção civil pelos conceitos do pensamento enxuto de produção, gerando o princípio da construção enxuta. No entanto, a utilização dessa filosofia no âmbito construtivo, tem como finalidade o intuito para pesquisas e realizar diagnósticos conforme experiências adquiridas através das particularidades.

A construção enxuta demonstra um campo promissor para a realização das construções de forma eficiente, devido ao fato de as obras serem diagnosticadas como predispostas a produção com baixa qualidade devido a produtos ruins, são fontes de grandes desperdícios e ocorrência de patologias na construção, em modo geral, tendo processos construtivos ineficientes (HIROTA e FORMOSO, 2000).

O *Lean Construction*, chamada de nova filosofia, surge em divergência à filosofia tradicional. Tendo como pioneira a publicação de um artigo denominado *Application of the New Production Philosophy to Construction*, por Lauri Koskela, na Universidade de Stanford, U.S.A., em 1992. E nesse artigo Koskela apresenta os fundamentos dessa nova filosofia

afeiçoada à construção civil (KOSKELA, 1992). Em 1992, Lauri Koskela ofertou a filosofia Lean para as construções, adequando os conceitos e o uso dos procedimentos para a gestão dos canteiros de obras (CANUSO, 2020).

Lean é denominada como um sistema que visa eliminar a incertezas, falhas, para que as atividades sejam feitas de modo a garantir que estejam livres de insatisfações. Dessa forma, torna - se menor a oscilação do fluxo de trabalho. Em virtude, expande o entendimento que a limitação dessas falhas, sucede produtividade sem comprometer os custos e prazos. O prazo de entrega é controlado em consequência de o trabalho ser síncrono pelos operários e recursos. O custo é reduzido através das entregas Just in time dos produtos e empreendimentos, onde o processo do trabalho é realizado de acordo com a demanda e planejamento, e o cumprimento das atividades enfatizando a eliminação de desperdício (HOWELL e KOSKELA, 2000).

Segundo Koskella (1992), para a gestão de processos produtivos, foi desenvolvido um composto de princípios do pensamento enxuto sendo abordados por diversos autores. Os onze princípios, com benefícios proporcionados para esse sistema de produção. São eles:

1. Reduzir atividades que não agregam valor

Visa a eliminar o desperdício e tempo. Este é um dos conceitos fundamentais da Construção Enxuta. Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente; Segundo Koskela (1992), o valor não é uma qualidade pertinente ao procedimento, mas é concebido como efeito a satisfação do cliente.

2. Reduzir a variabilidade

Normalização de métodos padrão, é a melhor forma para alcançar a redução da variabilidade, na produção ou no fluxo do processo de produção (SHINGO, 1996).

3. Reduzir tempo de ciclo

Segundo Heineck e Machado (2002), Pozzobon (2004), o uso da linha de balanço, garantem benefícios em relação aos procedimentos, devido a sua competência, em visualizar de forma abrangente todas as atividades e fases da construção em longo prazo, em sua eficiência de propriamente responder questões referentes ao planejamento e andamento das atividades, através desse método, reduzir o tempo das construções.

4. Minimizar o número de passos e partes

Extinguir atividades que não agregam valor à produção, conforme maior o número de procedimentos e de passo a passo, maior será o número de tarefas que não agregam valor. Assim, mais atividades auxiliares serão precisas para dar suporte a produção. (ISATTO et al., 2000).

5. Aumentar a flexibilidade da saída

Segundo Isatto et al. (2000), o processo está ligado aumento de versatilidade de saída, gerando valor, e alternando as particularidades dos produtos concedido aos clientes, sem ampliar significativamente os custos.

6. Aumentar a transparência do processo

É capaz de minimizar a possibilidade de falhas na produção permitindo clareza aos processos produtivos. Isso acontece devido o método aplicado, podem-se identificar falhas de forma mais ágil e fácil, no local de produção, durante a realização das atividades (KOSKELA, 1992).

7. Focar o controle no processo global

A atenção é voltada para o gerenciamento do processo global, representa finalizar a obra dentro do prazo estabelecido, no preço e na qualidade estabelecida com o cliente. A gestão de todo o processo evidencia possíveis causas de reparos de falhas a intervir no prazo de entrega da obra (BERNARDES, 2003).

8. Introduzir melhorias contínuas no processo

Segundo Koskela (2002), a dedicação para a eliminação de desperdício e garantir a qualidade do produto, deve-se manter de forma contínua nas indústrias. Conforme vai estabelecendo melhorias nos processos construtivos, conseqüentemente mais valor irá agregar ao produto.

9. Equilibrar melhorias de fluxo de conversão

De acordo com Koskela (1992), na fase de produção existem diferenças entre melhorias de alterações e fluxos. De modo geral, quanto mais complexa for a produção, maior é a complexidade do processo de produção, maior é o efeito das reparações. Para Bernardes (2003), esse conceito deve ser analisado na etapa de planejamento, bem no decorrer da elaboração de planos de ataque à obra.

10. Referenciais de ponta (benchmarking)

O Benchmarking é determinado como um procedimento contínuo de avaliação do método dos trabalhos, avaliação de materiais, que através desses desempenhos e reconhecimento pelos conceitos de efetividade pelos líderes, destinadas à prática de melhorias nos empreendimentos (SPENDOLINI, 1992).

Nos processos construtivos, no dia a dia das empresas, todos os procedimentos, técnicas, ferramentas em geral de melhorias que se idealizaram e deu certo, é de fundamental importância ser divulgado. Devido ao fato de a filosofia visar uma melhoria, quando mais pessoas e indústrias utilizarem a vivência do *Lean Construction*, melhor será a propagação do conceito para outras obras.

Dessa forma, consiste em um processo de conhecimento, com base nos métodos s adotada em outras empresas, particularmente apontadas líderes nos aspectos singulares de cada empresa (ISATTO, 2000).

Segundo Koskela (1992), o procedimento de processo da filosofia *Lean Construction*, corresponde em um fluxo de materiais que compreende desde a matéria-prima até o produto final. Onde na Figura 10 é demonstrada a diferença entre os gerenciamentos tradicional e com a aplicação de metodologia *Lean*.

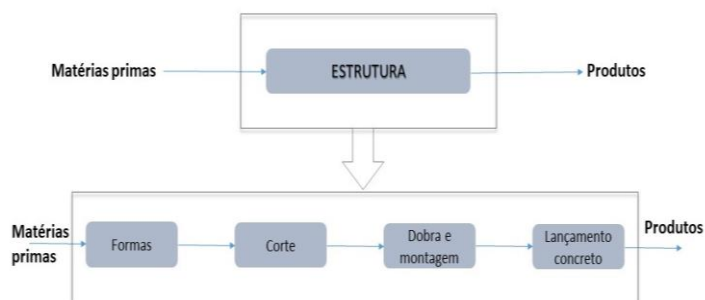
Figura 10 – Construção enxuta x Construção tradicional



Fonte: Solucione Engenharia & Consultoria, 2020

A diferença básica entre as duas categorias de construção é teórica. No método tradicional, os processos são divididos em subprocessos. Já na construção enxuta, são separadas as atividades que não agregam valor das que agregam. Já na Figura 11 é demonstrado que em um serviço macro há sub etapas existentes dentro da mesma tarefa, isto é, em um mesmo trabalho pode haver diferentes etapas a serem realizadas (MATTOS, 2019).

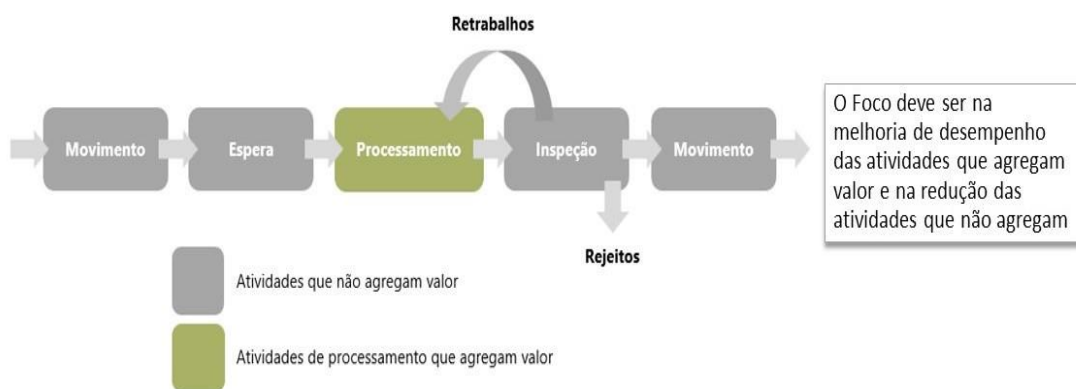
Figura 11 – Modelo de processo da *Lean Construction*



Fonte: Solucione Engenharia & Consultoria, 2020

Isto é, a intenção é somente permanecer o que for fundamental para a boa execução do empreendimento, reduzindo atividades insignificantes. A figura abaixo apresenta uma visão geral sobre as tarefas que agregam valor entre as que não. O *Lean Construction* objetiva extinguir todos os desperdícios, e conseqüentemente, extrair práticas como o fluxo de materiais que é formado por atividades de transporte, espera, processamento ou inspeção. Consoante a exemplificação na Figura 12.

Figura 12 – Modelo de ciclo de processamento



Fonte: Solucone Engenharia & Consultoria, 2020

Os Desperdícios nas construções pela visão do *Lean Construction*, consiste em fatores como: Falhas, defeitos, estoque parado, produção em excesso, atividades desnecessárias, transportes, atraso e falta de capacitação dos trabalhadores (MATTOS, 2019). Pode - se observar nas Figuras 13, os 9 tipos de desperdício na construção civil perante os conceitos do *Lean Construction*.

Figura 13 – Desperdício na construção civil (visão *Lean Construction*)



Fonte: Mattos, 2019

Os planos de melhorias são de fundamental importância no ramo da construção civil. Baseado nos princípios do *Lean Construction*, os processos de fluxos, esses procedimentos possibilita identificar os motivos que desencadeiam os problemas e dessa forma permite desenvolver estratégias de melhoria.

Conforme Conte e Gransberg (2002), apoiado nas suas pesquisas de efetividade, pode-se analisar redução em média entre 20 % a 30% do prazo de entrega previsto, esse desempenho é real em obras que instalaram a vivência com a metodologia *Lean Construction*.

Conte e Gransberg (2002), informam que houve reduções de custos na produção de 5% a 12% do valor total previsto. Segundo Bernardes (2010), esses dados demonstram que a efetividade dos conceitos da construção enxuta é significativa para as empresas que aderiram aos princípios da metodologia Lean.

Em conformidade com a construção enxuta, é notória os benefícios dentro da construção civil, citam – se a redução de prazos e custos, produção transparente, eliminação de desperdícios, maior qualidade na execução das atividades e aumento da produtividade com maior valor agregado ao produto final (RODRIGUES; PICCHI, 2010).

2.5.8 Programa 5S

O programa 5S, foi fundado no Japão em 1950, pela *Toyota Production System -TPS*, o procedimento de produção iniciado pelos líderes da Toyota e foi desenvolvido para melhoria das empresas durante a reconstrução do país após a segunda Guerra mundial , essa ferramenta Lean 5S é um programa de qualidade que tem a finalidade de organizar o ambiente de trabalho, tendo como resultado o aumento da produtividade.

Esta metodologia, apresenta 5 palavras japonesas que se iniciam com a letra “S”, e é utilizada para otimizar ambientes e organiza – lós. Se consiste no aperfeiçoamento de atitudes e comportamentos, organização nas rotinas de trabalho e tem como objetivo ser um auxílio na gestão da qualidade (OSADA, 1992).

A utilização do programa 5S nos canteiros de obra, é de fundamental importância para a organização, limpeza, ordem e segurança no ambiente de trabalho, além disso, auxilia na eliminação de desperdícios, aumenta a produtividade e bom aproveitamento do tempo. Em consequência disso, provoca mudanças nos comportamentos dos colaboradores, permite um melhor desempenho, satisfação de usuário e melhor produção em função as práticas do 5S. Onde visa um ambiente limpo, organizado, seguro e livre de desperdícios (COSTA; ROSA,

1999). E é separada em cinco sentidos e suas finalidades, como indica a Figura 14 abaixo e descritas conforme Coutinho (2020):

1. (Seiri) senso de utilização:

Tem a função de analisar e eliminar todos os itens que são desnecessários no ambiente de trabalho. Para resolver essa questão é fundamental realizar as seguintes perguntas sobre cada componente do ambiente:

- Este item é necessário?
- Se for necessário, eu preciso desta quantidade?
- É utilizado com um grau de frequência?

2. (Seiton) senso de organização:

Tem a função de deixar o ambiente organizado e em ordem, visa guardar equipamentos e ferramentas em locais de fácil acesso, assim evitando perda de tempo.

3. (Seiso) senso de limpeza:

Visa um ambiente agradável, limpo e melhora a aparência do empreendimento. Consiste em limpeza e métodos diários.

4. (Seiketsu) senso de padronização:

Tem a finalidade de promover a padronização de procedimentos, normas e valores, comportamentos dentro da empresa.

5. (Shitsuke) senso de disciplina:

O senso de disciplina, busca efetivar os 4 sentidos mencionados anteriores e ser absorvidos pelos colaboradores promovendo a autogestão para que sejam compreendidos, tornando um estilo de vida (COUTINHO, 2020).

Figura 14 – Ferramentas 5S



FONTE: Nortegubisian, 2018

De acordo com Santos (2018), a metodologia 5S, desenvolve grandes benefícios para as empresas com o tempo, são eles:

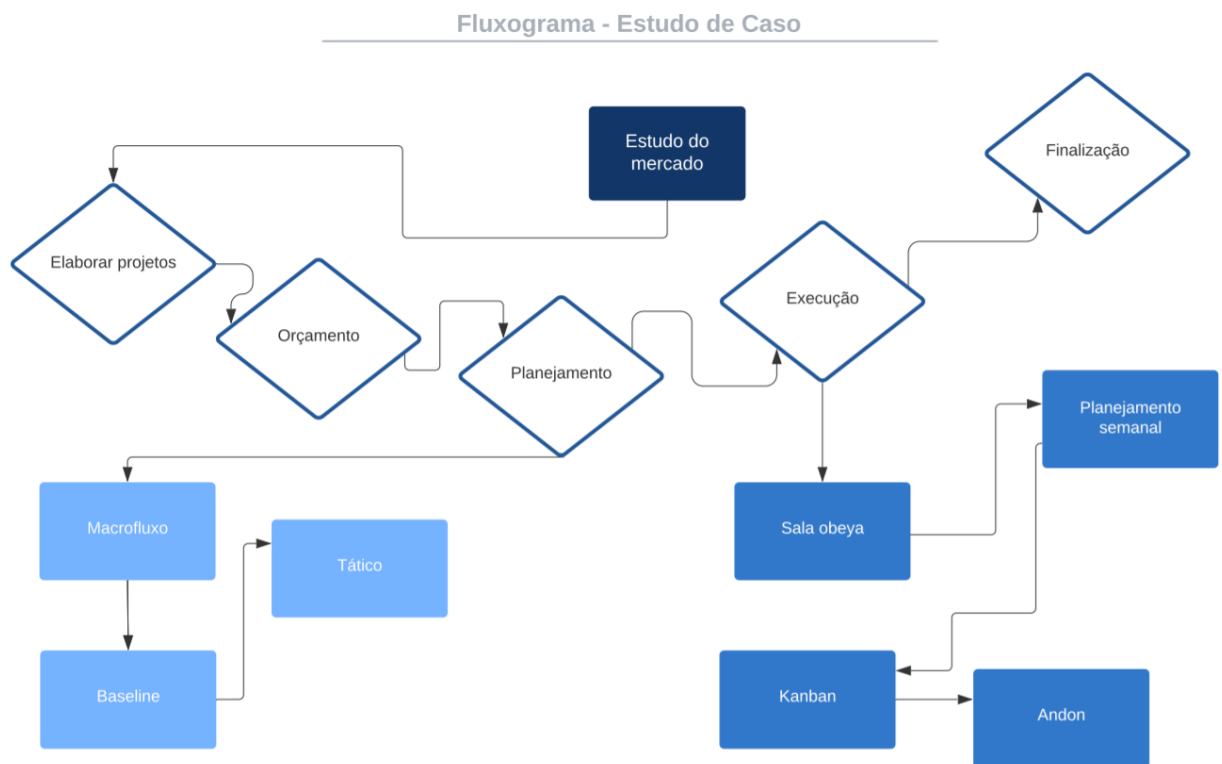
- Custos reduzidos;
- Maior qualidade;
- Produtividade aumentada;
- Maior satisfação dos funcionários;
- Um ambiente de trabalho mais seguro.

3 ESTUDO DE CASO

Foi realizado um estudo de caso em um edifício multifamiliar, Residencial Opus Acqua, localizado em Goiás na cidade de Goiânia. O mesmo, é um dos edifícios da renomada construtora e incorporadora Opus. Com este estudo vamos mostrar a aplicabilidade de algumas das ferramentas que compõem a metodologia *Lean Construction*.

A Figura 15, exemplifica um fluxograma, dele pode-se perceber as etapas macro de uma obra. Com essa perspectiva, é possível avaliar e analisar de forma clara e sucinta todas as etapas existentes.

Figura 15 – Fluxograma



FONTE: Próprias autoras, 2021

Entende-se por esse fluxograma demonstrado na Figura 15, onde primeiramente deve realizar um estudo do mercado, desta maneira irá ver a viabilidade do produto e fazer um lançamento de um novo produto conforme a demanda do cliente. Após ter realizado esta análise, a fase de elaboração dos projetos tem início, onde com todo o estudo do mercado iremos ter um empreendimento de sucesso. Com os projetos aprovados na prefeitura dar-se o *start* para a elaboração dos projetos executivos. Estando com as etapas anteriores concluídas, deve-se

elaborar um cronograma com prazos para execução dos serviços e contratações de mão de obra. Para auxiliar-nos com essa etapa temos algumas ferramentas que nos auxiliam, uma bastante conhecida é a *base line*.

Ao partir para fase de execução da obra, sendo o início da construção, deve-se iniciar o canteiro de obras, primeiramente com as instalações básicas elétricas e sanitárias. Ter um controle da qualidade nos serviços que estão sendo executados, adotando como parâmetros os PES (Procedimentos de execução de serviços), para finalização desses serviços concluídos adotamos as FVS (Fichas de verificação de serviços), para os insumos recebidos na obra faz-se o controle de armazenamento conforme manual do fabricante e auxílio das FVM (Ficha de verificação de materiais).

Sendo de suma importância dentro de uma obra a presença de um técnico de segurança, tendo como papel a fiscalização e controle de toda a segurança da obra. Fazendo a averiguação se todos os colaboradores estão utilizando os equipamentos de segurança fornecidos pela empresa, sendo os EPI (Equipamentos de proteção individual) ou EPC (Equipamentos de proteção coletiva). É de responsabilidade do técnico também a averiguação de todos os equipamentos que a obra possui, onde ele fiscaliza e faz o registro destes através de uma FVE (Ficha de verificação de equipamentos).

Diariamente deve ser realizado um controle de produtividade, com isso consegue certificar-se se os serviços estão ocorrendo conforme o planejado, conseqüentemente com este controle é possível gerar um diário de obra, que gerarão índices de produtividade que poderão gerar futuras bonificações para os colaboradores. E para os serviços terceirizados, certifica que está a decorrer conforme o contrato, e fazer um arquivo de dados com a produtividade para posteriores medições referentes aos serviços prestados, e verificar também se há a necessidade de um aditivo no contrato ou até mesmo alguma penalidade que seja aplicável.

É preciso que haja fiscalização e supervisão periodicamente das atividades que estão sendo realizadas. Sendo de suma importância que ocorra reuniões diárias com as pessoas que compõem a administração da obra (engenheiro, estagiários, mestre de obra e encarregado), e uma semanalmente que inclua também os prestadores de serviços externos. Essas reuniões são realizadas com o intuito de otimizar o planejamento semanal, onde serão estabelecidos conforme *base line* os serviços que serão executados e os prazos que já estão preestabelecidos que deverão ser cumpridos.

Com a finalização da obra, nesta etapa é começa a fase de vistorias. A princípio será feita a vistoria pelo engenheiro da Qualidade da construtora, onde serão avaliados os itens dispostos de acordo com o anexo 1, caso o engenheiro veja alguma irregularidade, as mesmas

devem ser reparadas até a segunda vistoria. Após esta, por determinação do regimento da construtora, é necessária uma vistoria antecipada realizada pelo proprietário acompanhado por um funcionário da construtora. Caso seja observado alguma desconformidade contratual, conforme solicitações de personalizações e/ou observações, as mesmas devem ser reparadas até a data marcada para a realização da vistoria de entrega final. O apartamento estando conforme as solicitações, o cliente irá assinar o termo de aceite. Posteriormente à assinatura deste termo, havendo algum outro reparo a ser feito, ele será atendido no pós-obra. Com relação a entrega a ser feita para o síndico, ela é feita após à aprovação do habite-se e a emissão do CERCON (Certificado de conformidade) dos bombeiros, e tendo que estar com 100% das obras das áreas comuns concluídas. A entrega é realizada em uma convenção de condomínio, tendo que estar presentes todos os proprietários.

3.1 EDIFÍCIO RESIDENCIAL OPUS ACQUA

É uma obra de alto padrão, localizada na cidade de Goiânia-Go, no Setor Marista. A construção do edifício iniciou em março de 2020, com previsão de entrega para o final do mês de março de 2022, conforme registrado no diário de obra demonstrado na Figura 16. O empreendimento com uma arquitetura e *design* modernos, sendo inspirado nas curvas das águas, os apartamentos possuem varandas orgânicas, que ainda proporcionam ao ambiente uma luz natural.

Figura 16: Diário de obra

todos os presentes terem pleno conhecimento das normas vigentes, Caderno de Encargos, e das Normas Técnicas da ABTN. Por estarem assim cientes e de acordo, assinam o presente Termo de Abertura.

Obra Opus Aqua

Prazo contratual 1096 dias - Contrato n° _____

início previsto 01/03/2019 término previsto 01/03/2022

CREA Nº _____ REGIÃO _____

RESPONSÁVEL PELA OBRA
CREA Nº 22404 REGIÃO D-60

ENGENHEIRO FÍSICAL
CREA Nº _____ REGIÃO _____

REPRESENTANTE OU RESPONSÁVEL TÉCNICO DA OBRA

FONTE: Próprias autoras, 2021

Trata-se de um edifício composto por uma torre, conforme a tabela 1 abaixo pode perceber-se o que compõem este empreendimento.

Quadro 1: composição do empreendimento Acqua Opus

Local	Descrição
Subsolo	Estacionamento com 79 vagas
Térreo	Estacionamento com 57 vagas
Mezanino 01	Estacionamento com 52 vagas
Mezanino 02	Estacionamento com 57 vagas
Mezanino 03	Lazer, é composto por SPA, sauna, piscina adulto com deck molhado, piscina infantil, quadra poliesportiva, playground, brinquedoteca, salão de festas, duas pracinhas, academia, banheiros, área gourmet com churrasqueira e salão de jogos.
Pavimento Tipo	Do 4° ao 34° pavimento, composto por dois apartamentos em cada um dos pavimentos tipos
Penthouse	A partir do 35° ao 37° pavimentos é composto por uma penthouse em cada um dos pavimentos
Pavimento 38	Casa de motores e máquinas, barrilete
Pavimento 39	Reservatório superior

FONTE: Próprias autoras, 2021

Pode-se ver na Figura 16, uma foto tirada no mês de outubro de 2021 que mostra como está a atual fachada do empreendimento. E na Figura 17, fornecida pela Opus podemos ver como ficará o edifício.

Figura 17: Fase atual que o empreendimento se encontra



FONTE: Próprias autoras, 2021

Figura 18: Edifício finalizado em projeto 3D



FONTE: Opus, 2021

3.2 APLICAÇÃO DO *LEAN CONSTRUCTION* NO CANTEIRO DE OBRAS

A aplicação da metodologia *Lean Construction* no canteiro de obras do Edifício Residencial Opus Acqua, tem o auxílio de algumas ferramentas. Iremos citar algumas das ferramentas e a suas aplicações. É de suma importância que a aplicação desta filosofia seja introduzida desde o início da construção, nesta obra que realizamos nosso estudo de caso esse princípio foi introduzido desde o primeiro dia da obra.

Para a otimização do canteiro de obras, é imprescindível que haja um bom planejamento da logística do canteiro e de abastecimento. Pensando desta forma, para não atrapalhar nenhuma frente de serviço foi alocado na garagem 1, que está localizada no primeiro pavimento, tem-se o refeitório, vestiário e banheiros. Deve-se avaliar qual é o melhor local para a construção do almoxarifado, tendo ele que ficar em um local estratégico, para conseguir atender o abastecimento da obra e o recebimento de materiais. Pode-se ver exemplos desta otimização das Figuras 18 e 19.

Figura 19: Areia em giricas para produção de argamassa



FONTE: Próprias autoras, 2021

Figura 20: Blocos cerâmicos paletizados



FONTE: Próprias autoras, 2021

A obra conta com o auxílio de dois elevadores cremalheira, eles fazem o transporte e abastecimento de materiais, e transportam pessoas. Por questões de segurança o transporte de pessoas e materiais são feitos separadamente. A construção também conta com uma mini grua para transportar materiais maiores, mais utilizada durante a execução de toda a estrutura, a mesma sobe conforme a estrutura vai sendo concretada. Durante esse período, foi elaborado um cronograma que atendesse a ascensão da mini grua e da cremalheira, de forma otimizada que não atrapalhasse a logística de abastecimento ou que esses impactos fossem minimizados. Como requisito de segurança a obra também conta com um caminho seguro, onde na entrada consta uma placa e no chão é pintado faixas com as determinadas cores. Esse caminho que é feito com a faixa é chamado de caminho seguro, na Figura 21 pode-se observar quais cores forem utilizadas e qual o significado de cada uma. Este caminho é feito para facilitar a qualquer pessoa que chegue na obra uma locomoção segura e prática para encontrar o seu destino.

Figura 21: Caminho seguro

Opus **LEGENDA FAIXAS INDICATIVAS**

COR	DESTINO
AMARELO	VESTIÁRIO
AZUL	REFEITÓRIO
CINZA	MODELO
VERDE ESCURO	ENGENHARIA
VERMELHO	ALMOXARIFADO

FONTE: Opus, 2021

O almoxarifado da Opus está localizado no térreo, foi alocado no subsolo um almoxarifado para armazenamento referente a reserva técnica de pedras, mármore e revestimento cerâmico, esses materiais servirão para futuros reparos e assistência técnica, tendo que ser armazenado cerca de 5% do insumo total entregue de cada lote. Cada um desses materiais é colocado em um cercado, com placas de identificação com suas especificações, contendo respectivos lotes, dimensões e quaisquer outros detalhes que sejam pertinentes. Também no subsolo tem disponível um almoxarifado para equipamentos de terceiros, e também um outro armazenamento para os materiais entregues por clientes referente a personalizações.

O apartamento modelo deixou de ser apenas um diferencial, e passou a ser parte da marca e um modelo de construção Qualidade By Opus. Não somente desempenha um papel fundamental para o Setor Comercial, mas também auxíia o clinte durante a compra a realmente ver como será seu novo lar ou ainda se deseja fazer alguma personalização. E no apartamento modelo, que se encontra no quarto pavimento do edifício Opus Acqua, a Figura 22 poder observar a sala de jantar e estar, e ainda podem vizualizar todas as suas características e quais são as suas possibilidades de planta.

Figura 22: Sala de jantar e estar

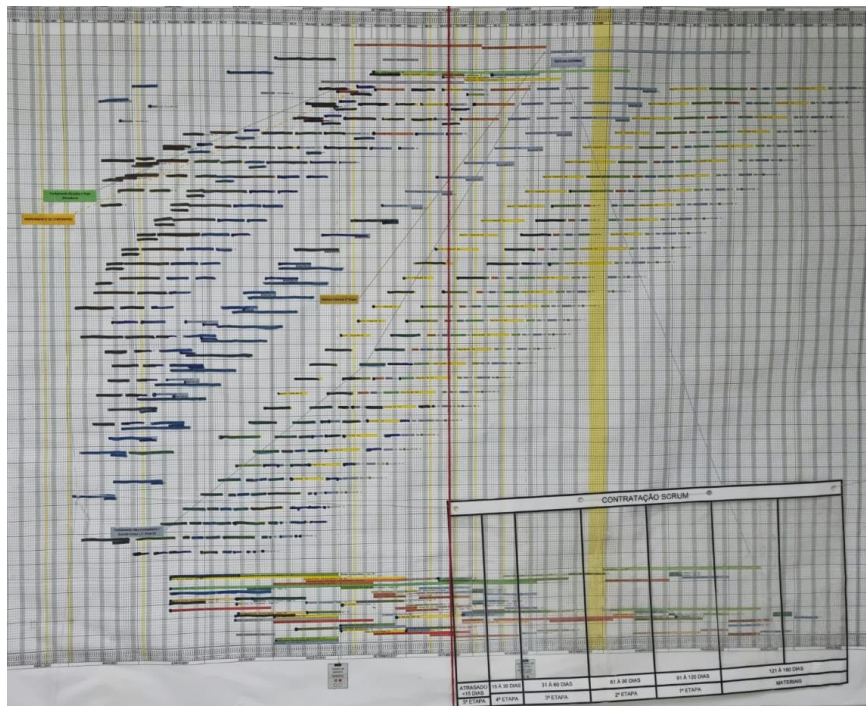


FONTE: Opus, 2021

Ao adentrarmos no contêiner de obras, automaticamente é perceptível vermos diferenças entre uma obra tradicional que não faz a aplicação da metodologia *Lean*. Cada ferramenta que é utilizada é de suma importância, podemos dizer que cada uma destas ferramentas funcionam como engrenagens de uma máquina, na qual se alguma destas peças param de funcionar imediatamente todas as outras deixam de funcionar ou de trabalharem com todo o seu potencial.

É válido dizermos que o pilar de tudo isso é o planejamento, pois com ele conseguiremos ver todas as possibilidades, e de grandíssima relevância traçar o caminho crítico da obra. A ferramenta que propicia essa análise é a *Base line* (linha de balanço), no anexo 3 e na Figura 23.

Figura 23: Base line – Linha de balanço

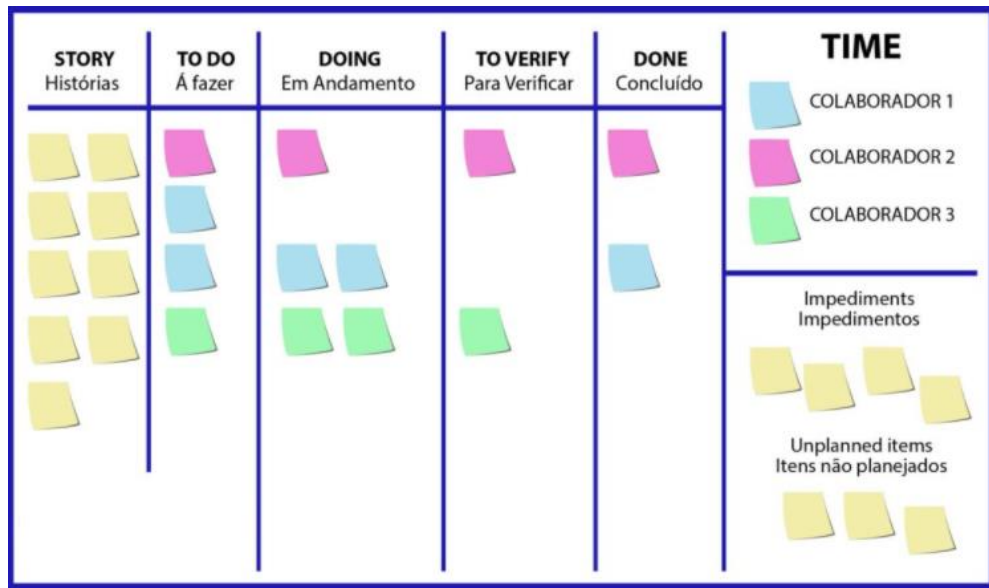


FONTE: Próprias autoras, 2021

A ferramenta *Scrum*, ajuda a equipe a se planejar, também faz com que o time aprenda e reflita com os erros, mas que também analisem o sucesso. Fazendo com que alcancem bons resultados e que possam permanecer sempre em constante melhoria. Na obra o Scrum também é utilizado como um fluxo de planejamento referente as contratações que devem ser realizadas. Podemos observar um exemplo clássico de um quadro Scrum na Figura 24, onde:

- História: seria as frentes de serviço que irão ser realizadas;
- A fazer: é o serviço que necessita ser feito;
- Em andamento: significa que o serviço já iniciou;
- Verificar: quer dizer que o serviço já está finalizado, porém necessita que seja aprovado conforme especificações da FVS;
- Concluído: afirma que o serviço está totalmente finalizado e que sua FVS foi aprovada.
- Time: pode ser evidenciado pelas equipes e/ou empreiteiro que estão realizando o serviço;
- Impedimentos: destacar quais problemas, caso haja. Relatar falta de insumos e tudo aquilo que seja urgente.
- Itens não planejados: algo que foi percebido devido algum imprevisto e que necessita de um planejamento ou até mesmo algo que passou despercebido.

Figura 24: Quadro Scrum



FONTE: Food safety Brazil

A fim ainda de continuar a contribuir com o planejamento da obra, temos o planejamento a curto prazo, a ferramenta utilizada é o planejamento semanal conforme anexo 2, e a longo prazo temos o tático de acordo com o anexo 4 e Figura 25, ele visa planejar os próximos três meses seguintes da obra, onde ao iniciar o serviço já tenhamos em obra o insumo necessário para começar e a mão de obra, seja ela própria ou terceirizada já esteja contratada.

Figura 25: Planejamento Tático

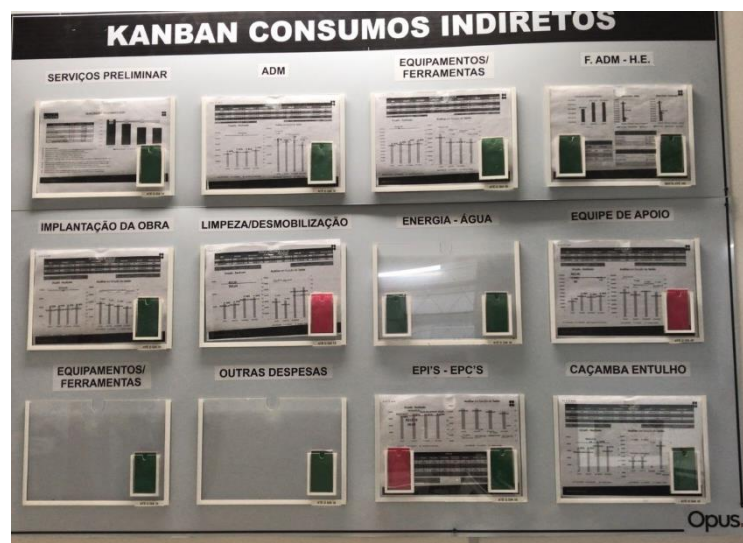
The table is titled 'Planejamento Tático' and is a 'Formulário Padrão - Planejamento e Controle' (FFPLD-200). It is for 'OPUS AQUA' and covers the period from 20/01/2021 to 20/04/2021. The table has columns for 'Linha de Produção/Serviço', 'Início da atividade', 'Data de Início', 'Data de Término', 'Ação de remoção', 'Observações', and 'Status'. It lists numerous activities such as 'PRELIMINAR', 'INSTALAR EQUIPAMENTOS', and 'REVESTIMENTO DE PAREDE' with their respective start and end dates.

FONTE: Próprias autoras, 2021

Como determinantes dos serviços nos termos o macrofluxo, como disposto no anexo 5, onde ele engloba todos os serviços macros que a obra irá realizar, e dentro de cada serviço macro em é destrinchado em serviços micros. Como exemplo temos o serviço macro que é a estrutura e ela se divide em serviços micros que são: cimbramento, formas, armação, concretagem, desforma e tratamento/segurança (definitiva). Outro exemplo é o serviço macro de contrapiso que se divide em um único serviço micro que é a execução do contrapiso.

Para uma construção enxuta eficaz, é necessário também que não façamos um acúmulo de estoque, pois isso pode fazer com que não seja possível armazenar todos os insumos referentes aos serviços que estão acontecendo. E outro fator importante é que se você concentra esse grande volume de insumo em seu almoxarifado você terá um capital parado, se planejando e comprando somente o essencial consegue-se fazer outros investimentos com o dinheiro. O quadro Kanban, como o da Figura 26, consegue nos auxiliar de forma prática para visualização de insumos que necessitamos ter em estoque mínimo e também para controle de despesas que podem ser minimizados.

Figura 26: Quadro Kanban



FONTE: Próprias autoras, 2021

Na sala de engenharia encontra-se o Quadro *Andon*, conforme a Figura 27. Ele ajuda no monitoramento dos serviços que estão acontecendo na obra. É um sistema muito simples, funcionando da seguinte maneira: ele está ligado a interruptores, localizado um interruptor em cada pavimento, cada um interruptor possui três comandos com diferentes cores:

VERDE: significa que há funcionários trabalhando naquele local, o interruptor é ligado no início da jornada de trabalho e desligado ao final do dia;

AZUL ESCURO: pacote com apartamento personalizado.




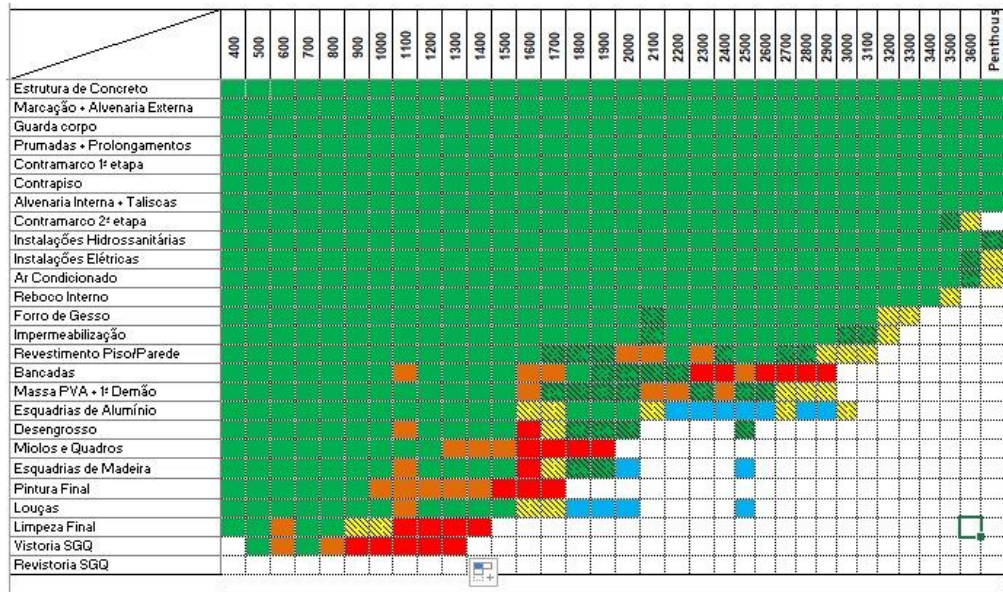
-  : realizado na semana;
-  : programado para a semana seguinte;
-  : pacote não aplicável.

Figura 28: Mapa de pacotes



FONTE: Opus, 2021

Com a utilização do mapa de pacotes, constatou que temos 49 atividades em atraso, 13 atividades adiantadas e 49 atividades em andamento.

3.2.1 Considerações sobre a aplicação do *Lean Construction* no canteiro de obras

Foi constatado com esse estudo que a aplicação da metodologia *Lean* é de grande eficácia, para otimização do canteiro de obras. Com isso consegue-se prestar um serviço de qualidade, de forma eficiente e com agilidade nos seus processos. Foi certificado que esta filosofia atendeu as expectativas da construtora Opus, a mesma ainda permanece em busca de novas ferramentas que possam contribuir para a constante melhoria dos seus métodos construtivos. Assim como afirma o mantra da empresa na Figura 29.

Figura 29: Mantra Opus

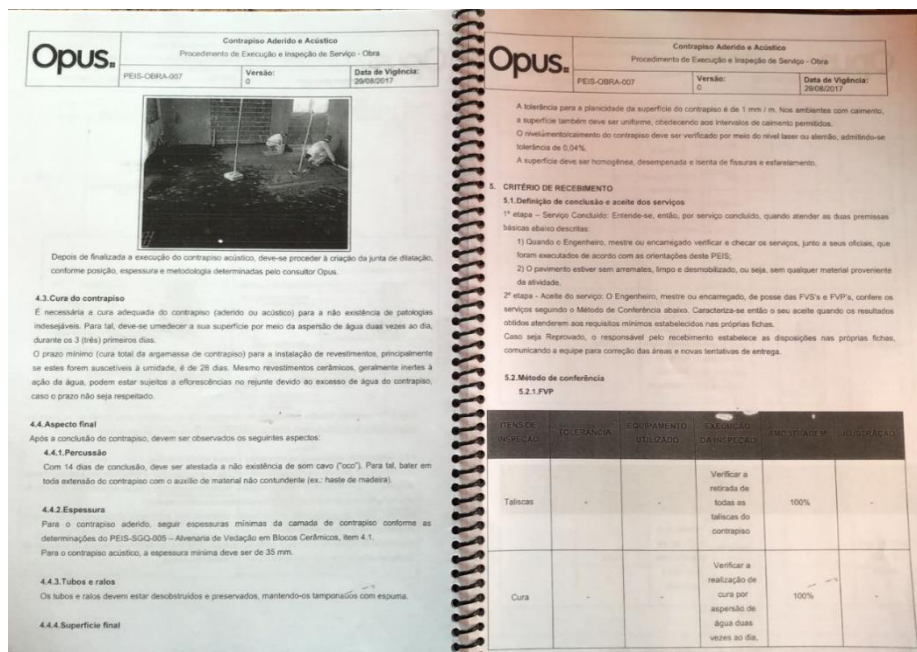


FONTE: Opus, 2021

3.3 CONTRAPISO

As frentes de serviço seguem uma ordem cronológica e obedecem a uma sequência, para dar início a um serviço, o mesmo só poderá ser iniciado se sua predecessora estiver 100% concluída. Com isso a obra tem terminalidade em todos os seus serviços, minimizando ao máximo os índices de retrabalho. Assim como os outros serviços, o contrapiso é um serviço PP, ou seja, com prática padronizada, seguindo as especificações construtivas conforme PES de Contrapiso Aderido e Acústico, como ilustrado na Figura 30.

Figura 30: PES – Contrapiso aderido e acústico



FONTE: Próprias autoras, 2021

Figura 32: Farofa, para execução do contrapiso



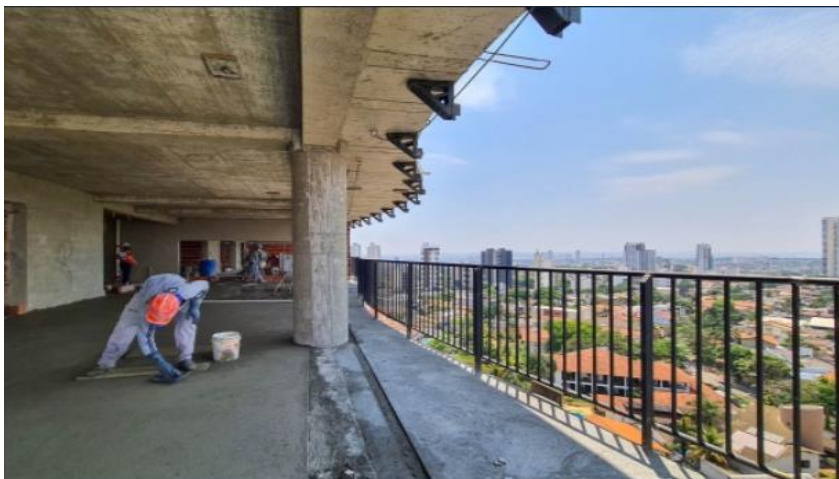
FONTE: Opus, 2021

Figura 33: Execução do contrapiso



FONTE: Opus, 2021

Figura 34: Acabamento do contrapiso



FONTE: Opus, 2021

O contrapiso é um serviço predecessor da impermeabilização e posteriormente do revestimento cerâmico. Caso o contrapiso não atinja a resistência necessária, ao chegar na fase de assentamento de revestimentos, estes poderão não ter uma boa aderência, conseqüentemente irá gerar um retrabalho, prejuízo e atraso no cronograma da obra. Após a aplicação do revestimento se faz necessário a colocação de uma proteção sobre o piso para conservação do mesmo, como observamos nas Figuras 35 e 36.

Figura 35: Execução do porcelanato



FONTE: Opus, 2021

Figura 36: Proteção do piso



FONTE: Opus, 2021

3.3.1 Considerações sobre o Contrapiso

Verificou-se que com a aplicação do *Lean*, conseguimos padronizar o traço que foi utilizado juntamente com a forma que o serviço foi executado. Conseguiu-se mapear as áreas onde foi aplicado cada remessa de farofa, facilitando assim a identificação de qualquer problema que possa ser constatado.

É de grande importância resaltar que o contrapiso deve ser feito de maneira minuciosa, ficando atento ao tempo de pega da farofa, visto que isso irá refletir na aderência e resitencia do contrapiso. Podendo ainda ter um impacto maior ao chegarmos no pacote de serviços referente a revestimentos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desse modo tudo que foi exposto ao longo deste trabalho, buscou-se demonstrar a eficácia na utilização da filosofia *Lean*. Com sua aplicação demonstra uma nova forma de construir, possibilitando uma construção enxuta, minimizando processos desnecessários, ou seja, retirando aquilo que não agrega valor ao procedimento que possa impactar significativamente no produto final. É evidente que o *Lean Construction* complementa as necessidades da obra, agregando valor, verificando atividades, fluxos de trabalho e fluxo de materiais. Apresentando algumas das principais ferramentas que auxiliam neste desenvolvimento, onde aborda toda a gestão da produção, promovendo redução de custos, tempo e no ciclo de cada atividade.

Constatou-se que devido à alguns fatores externos, algumas atividades não conseguem ser executadas conforme o cronograma planejado. Contudo, com a assistência do *Lean*, consegue-se uma visualização do caminho crítico, consequentemente possibilitando ter uma visualização a longo prazo do planejamento da obra, e com isso traçar um plano de ação. Desta forma será possível trazer a obra novamente para o seu cronograma.

Por conseguinte, no estudo de caso apresentamos as fundamentais ferramentas que constituem a metodologia *Lean Construction*. Segundo o estudo, a aplicação desta ideologia viabilizou melhores condições para o Gestor da obra, possibilitando melhores tomadas de decisões. Juntamente com o auxílio SGQ (Sistema de Gestão da Qualidade), na aplicação do *Lean*, obteve uma padronização dos serviços, favorecendo a conferência e aprovação dos serviços realizados e também otimização do canteiro de obras, reduzindo desperdícios e retrabalhos, agregando ainda mais valor ao empreendimento.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ-BALLESTEROS, M. E. Administração da qualidade e produtividade: abordagens do processo administrativo. São Paulo: Atlas. p.320, 2001.

ARRUDA, VITOR. A Importância do Andon na Construção Civil, 17 de outubro de 2017. Disponível em: <<https://www.inovacivil.com.br/andon/>>. Acesso em 16 de maio 2021

BORGES, M. L. CERQUEIRA. A aplicação da filosofia Lean Construction em empresas baianas: um estudo comparativo com o cenário brasileiro. UFBA Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

BERNARDES, M. M. S. Planejamento e controle da produção para empresas da construção civil. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003.

BERNARDES, M. Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil. Rio de Janeiro: LTC, 2010. 190p.

CIBC, 2021. Disponível em:<<https://cbic.org.br/construcao-civil-e-a-locomotiva-do-crescimento-com-emprego-e-renda/>>. Acesso em 20 de março de 2021.

COUTINHO, THIAGO. Taylorismo,2020. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/taylorismo>>. Acesso em 02 de maio de 2021

CANUSO, FELIPE. Lean Construction: conceito, aplicações e vantagens, 03 de fevereiro de 2020. Disponível em: <<https://ambar.tech/2020/02/03/lean-construction-conceito-aplicacoes-e-vantagens/#:~:text=Lean%20Construction%20ou%20simplesmente%20constru%C3%A7%C3%A3o,gerenciamento%20de%20projetos%20de%20obras.&text=A%20metodologia%20do%20Lean%20foi,produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20autom%C3%B3veis%20no%20Jap%C3%A3o>>. Acesso em 17 de maio de 2021.

COUTINHO, THIAGO. Aprenda como o PDCA possui importante papel para a implementação do Programa 5S em uma empresa, 2020. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/implantacao-do-programa-5s>>. Acesso em 19 de maio de 2021.

DOS SANTOS, VÍRGILIO F. M. Programa 5S: saiba o que é e como implementá-lo na sua empresa, 2018. Disponível em: <<https://www.fm2s.com.br/o-que-e-programa-5s/>>. Acesso em 20 de maio de 2021

DRUMOND, CLAIRE. Scrum. Atlassian Agile Coach. Disponível em: <<https://www.atlassian.com/br/agile/scrum>>. Acesso em 28 de outubro de 2021.

ESPINHA, ROBERTO GIL. Kanban, 2019. Disponível em: <https://artia.com/kanban/> Acesso em 15 de maio de 2021.

FERRO, JOSÉ ROBERTO. Obeya: um espaço que conecta salas de reuniões a locais de produção e ação, 2016. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/colunas/Enxuga-Ai/noticia/2016/07/obeya-um-espaco-que-conecta-salas-de-reunioes-locais-de-producao-e-acao.html>>. Acesso em 16 de maio de 2021.

HIROTA, E. H.; FORMOSO, C.T. O Processo de aprendizagem na transparência dos conceitos e princípios da produção enxuta para a construção. In: 144 ENCONTRO NACIONAL DA TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO ENTAC 7, 2000, Salvador. Acesso em 16 de maio de 2021.

HEINECK, L. F. M.; MACHADO R. L. A Geração de cartões de produção na programação enxuta de curto prazo e obra. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO - SIBRAGEC, 2, 2001, Fortaleza.

HOWELL, G.; KOSKELA, L. Reforming project management: the rule of lean construction. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 8., 2000, Brighton, UK. Proceedings... Brighton, 2000.

HOWELL, G. A, KOSKELA L, 2000.Reforming Project Management: The Role of Lean Construction. Proceeding from 8th Annual Conference on Lean Construction, Brighton, Reino Unido

ISATTO, E. et al. Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil. Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2000.

JUNQUEIRA, L. E. L. Aplicação da Lean Construction para redução dos custos de produção da Casa 1.0. 2006. 146p. Dissertação (Especialização), Departamento de Engenharia de Produção – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.junqueira.ch/wp-content/uploads/2018/12/Junqueira-Aplicac%CC%A7a%CC%83o-da-Lean-Construction-CASA-1.0-Thesis.pdf>> Acesso em 17 de maio de 2021.

JOHNSTON, D. W. Linear scheduling method for highway construction. Journal of the Construction Division, v. 107, n. 2, p. 247-261, 1981.

JUNIOR, ROBERTO JORGE. Análise da aplicação do Sistema Andon em diferentes ambientes de montagem. Campinas – SP 28 de julho de 2003. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/264519/1/JorgeJunior_Roberto_M.pdf> Acesso em 16 de maio de 2021.

KOSAKA, GILBERTO. A filosofia lean com os seus cinco princípios: valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, puxar e perfeição é inspirada no TPS (Toyota Production System). Disponível

em: < https://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_102.pdf> Acesso em 30 de outubro de 2021.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. Stanford University, Palo Alto, California, 1992. Acesso em 22 de março de 2021.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. Stanford, 1992. Technical Report #72. Center for Integrated Facility Engineering (CIFE), Stanford University.
LADEIA, RENATO. Taylorismo – Fordismo, 2012. Disponível em:
<<https://administradores.com.br/artigos/charles-chaplin-no-tempo-do-taylorismo-fordismo>>. Acesso em 02 de maio de 2021.

LEAN INSTITUTE BRASIL, Jidoka 2006. Disponível em:
<<https://www.lean.org.br/artigos/102/jidoka.aspx#:~:text=O%20Just%20in%20time%20relaciona,ao%20aspecto%20qualitativo%20do%20sistema>> Acesso em 09 de maio de 2021.

LIMA, TOMÁS. O que é construção enxuta e dicas para aplicar. 2019. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/o-que-e-construcao-enxuta/>>. Acesso em 20 de setembro de 2021.

LOSEKANN, GUILHERME. Linha de balanço, 2020. Disponível em:
<<https://www.prevision.com.br/blog/linha-de-balanco-o-que-e/>> Acesso dia 12 de maio 2021.

LEÃO, THIAGO. Just in time, 2021. Disponível em: <<https://www.nomus.com.br/blog-industrial/just-in-time/>> Acesso em 13 de maio de 2021.

MENDES J., R.; HEINECK, L. F. M. Dados básicos para programação de edifícios com linha de balanço: estudos de casos. Florianópolis, SC. 1998. v.2 p. 687- 695.

MONDEN, Y TOYOTA PRODUCTION SYSTEM NA INTEGRATED APPROACH TO JUST IN TIME / YASUHIRO MONDEM LONDON: CHAPMAN AND HALL.1-2 p.1-35; cap. 6 p.89-104; cap. 10 p.158; cap. 12 p.177-185; cap. 14 p. 221-234, 1994.

MACHADO, FELIPE MOLINAR. Obeya, o que significa, 2019. Disponível em:
<<https://www.linkedin.com/pulse/obeya-o-que-significa-filipe-molinar-machado/?articleId=6602916606412673024>> Acesso em 16 de maio de 2021.

MATTOS, ALDO DORÉA. O desperdício na construção na visão da Lean Construction, 2019. Disponível em: <<https://www.buildin.com.br/lean-construction-desperdicio-2/#:~:text=Principais%20tipos%20de%20desperd%C3%ADcio%20na%20constru%C3%A7%C3%A3o&text=Movimenta%C3%A7%C3%A3o,Transporte>>. Acesso em 18 de maio de 2021.

OPUS, 2021. Disponível em: < <https://opus.inc/imovel/em-construcao/opus-acqua>>. Acesso em: 20 de março de 2021.

PICCHI, F. A. Lean Thinking (Mentalidade Enxuta): avaliação sistemática de potencial de aplicação do setor da construção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE 145 GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO - SIBRAGEC, 2, 2001, Fortaleza.

RODRIGUES, M. R; PICCHI, F. A. Análise de experiências de aplicação do Lean Thinking na construção de edificações no Brasil, 2010 Disponível em: <<http://entac.pcc.usp.br/index.php/entac/2010/paper/view/436>>. Acesso em: 18 de maio de 2021.

SEBRAE, 2021. Disponível em: < <https://atendimento.sebrae-sc.com.br/inteligencia/infografico/panorama-do-setor-de-construcao-civil>> Acesso em: 20 de março de 2021.

SILVA, CARLA REGINA. Revolução industrial, 2018. Disponível em: <<https://blogdoenem.com.br/revolucao-industrial-historia-enem/>>. Acesso em 02 de maio de 2021.

SOARES, ADRIANO. Sistema Toyota de produção,2013. Disponível em: <<https://administradores.com.br/artigos/sistema-toyota-de-producao>>. Acessado em 02 de maio de 2021.

SANTOS, VIERGILIO MARQUES. Jidoka: como funciona, 2017. <https://www.fm2s.com.br/jidoka-o-que-e-e-como-essa-ferramenta-lean-podera-ajudar/> Acesso em 12 de 2021.

SHINGO, S. Sistemas de Produção Com Estoque Zero: O sistema Shingo para Melhorias Contínuas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

COUTINHO, WALTER LUIZ. Princípios da administração – O essencial em teoria geral da administração, 2ª Edição. Barueri, Manole, 2013.

TOYOTA,2021. Disponível em: <<https://www.toyota.com.br/mundo-toyota/toyota-production-system/>>. Acesso em: 20 de março de 2021.




WOMACK, J. P.; JONES K. T.; ROSS, D. A máquina que mudou o mundo. 3º edição. Rio de Janeiro, Brasil: Campus, 2004. 332 p.

5 ANEXOS

5.1 ANEXO 1: CHECK-LIST VISTORIA INTERNA

Opus		VISTORIA INTERNA									
Legenda: "C": conforme, "NC": não-conforme, "NA": não aplicável											
Obra:		Unidade:		Inspeção			Data Inspeção:		Data da Reinspeção:		
Itens de inspeção				C	NC	NA	Observações		C	NC	Observações
1 - Hidráulica	Bancada/ lavatório/ tanque, torneiras, sifão, válvula, registros e rejunte: aspecto e funcionamento.										
	Vaso: fixação, acabamento, funcionamento e limpeza.										
	Ralos e caixas em geral: funcionamento, acabamento e limpeza										
2 - Elétrica	Tomadas e interruptores: fixação, alinhamento, teste e limpeza.										
	Quadro geral: alinhamento de disjuntores, identificação, fixação e										
	Interfone: funcionamento										
3 - Esquadrias	Soquetes e/ou luminárias: fixação e funcionamento.										
	Portas: aspecto, fixação, abrir e fechar, alinhamento e prumo.										
	Fechaduras e dobradiças: fixação, funcionamento e acabamento.										
4 - Revestimentos/ Acabamento	Janelas: aspecto, integridade de acessórios/vedações, funcionamento,										
	Vidros: aspecto, fixação, limpeza.										
	Cerâmica/rejunte: homogeneidade, acabamento e caimentos.										
	Rodapé: alinhamento, acabamento, cantos, limpeza										
	Soleiras: esquadro, alinhamento e altura.										
5 - Outros	Forro: aspecto geral, acabamentos nos cantos, nivelamento, alinhamento e										
	Pintura interna: aspecto geral e arremates.										
	Acessórios banheiro (saboneteira, papeleira etc.): fixação e limpeza.										
	Geral: organização e limpeza.										
Guarda-corpo/ acesso a laje técnica: segurança											
Elevadores: funcionamento, espelhos, acabamentos e limpeza											
_____						_____					
Responsável pela inspeção						Resp. pela reinspeção					
Comentários/Observações: (caso necessário, utilize o verso)											

5.2 ANEXO 2: PLANEJAMENTO SEMANAL

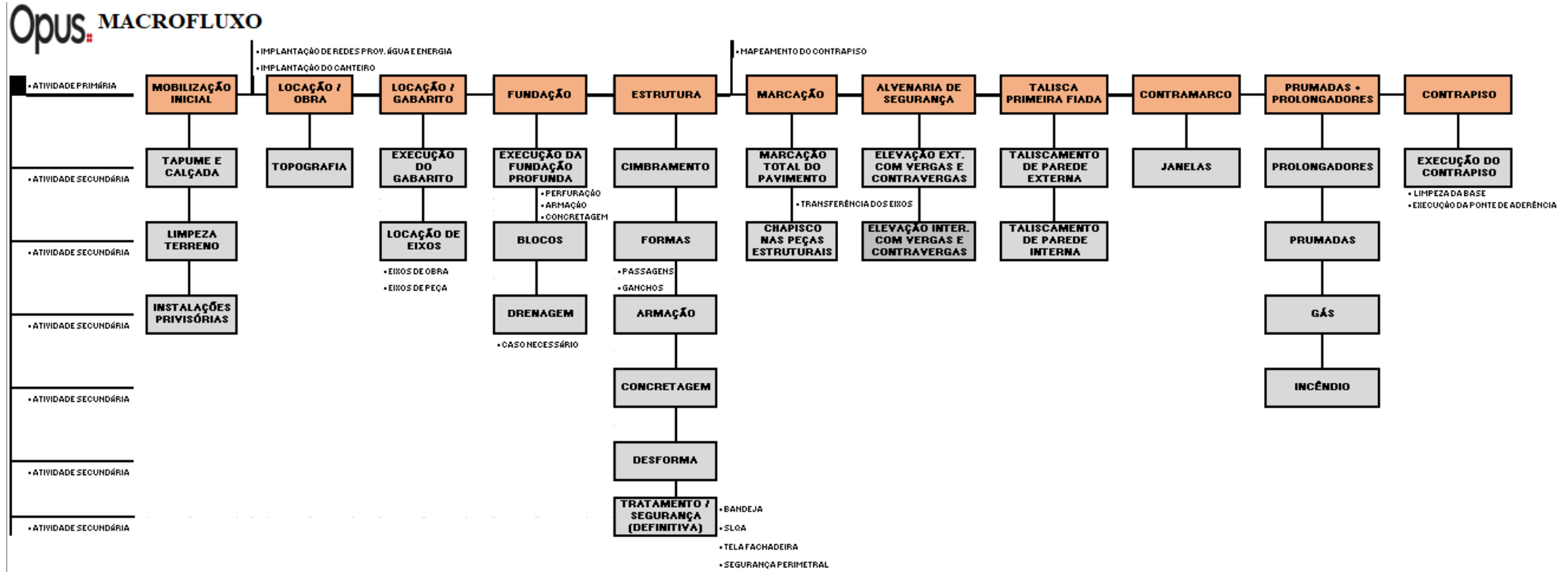
Opus. PLANEJAMENTO SEMANAL													VERSÃO		
													01		
Obra:						Engº Responsável:									
Período: à						Semana:									
 Concluído no prazo			 Início ou Concluído fora do prazo ou com faltas			 Fora do Prazo (Reprogramar)									
Cod.	Linha de Produção	Local	Descrição	Equipe	Prev./Real.	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	*	Status	Motivo PPS	Motivo PPC	Início/Fim
1					Prev.										
					Real.										
2					Prev.										
					Real.										
3					Prev.										
					Real.										
4					Prev.										
					Real.										
5					Prev.										
					Real.										
6					Prev.										
					Real.										

PPS _____
%

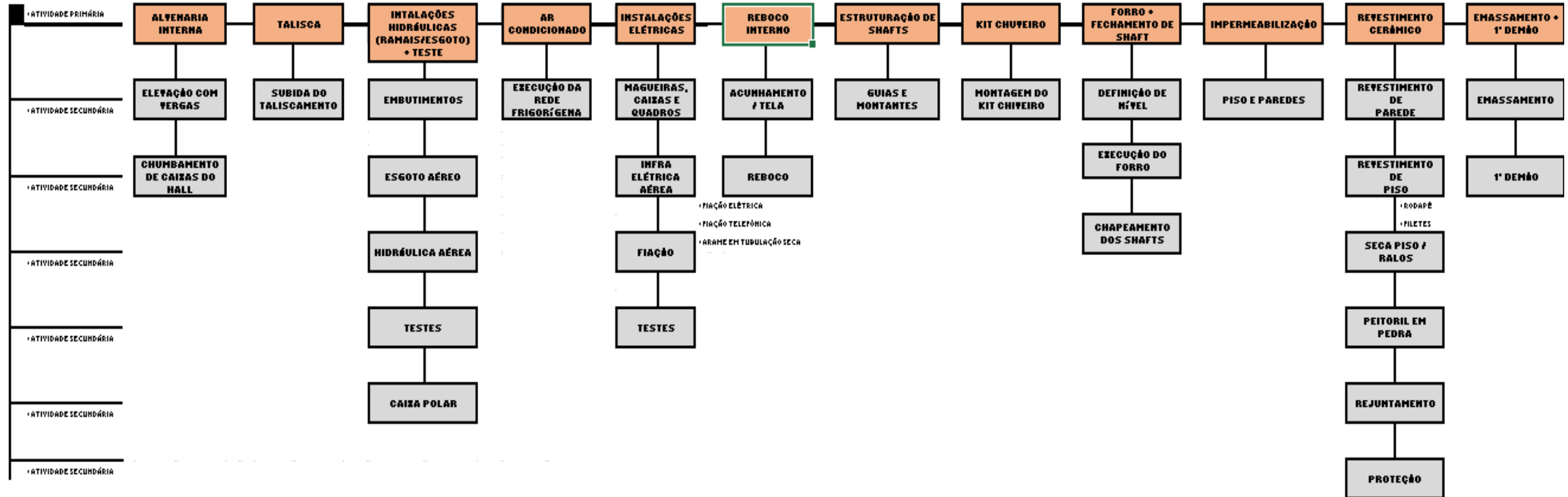
PPC _____
%

Opus					PLANEJAMENTO SEMANAL					VERSÃO	
										01	
Cod.	MO	MAT	EQP	SEG	Observação	Tabela de Motivos					
						1. Equipe produzindo abaixo do planejado: A equipe foi dimensionada com certa produtividade e não rendeu o planejado.					
						2. Mudança de plano de ataque: Mudança na estratégia durante a execução do pacote (direcionamento para outra atividade).					
						3. Predecessoras concluídas fora do prazo: A atividade predecessora atrasou e a equipe não conseguiu iniciar na data planejada.					
						4. Falta de Material: Operário não pode executar a tarefa devido a falta de material no pavimento (Ex: cremalheira quebrada não subiu material de piso).					
						5. Chuva: Para casos de fachada e serviços em área externa (Ex: Chuvas contínuas que impedem realização dos trabalhos de impermeabilização)					
						6. Absenteísmo: Faltas de um ou mais integrantes da equipe que não foram possíveis ser recuperadas gerando atraso no pacote					
						7. Segurança: Problemas ligados a segurança que implicaram na paralisação do pacote de trabalho.					
						8. Retrabalho: Casos em que houver necessidade de voltar a equipe para um pacote de trabalho já recebido e paralisar o pacote sendo executado.					
						9. Indefinição de projetos: Falta de projeto executivo ou paralisação a pedido da área de projeto devido a possível mudança. Solicitar formalização de pedido por email.					
						10. Greve: Em caso de greve de funcionários ou transporte público.					
						11. Mudança de fornecedor: Casos de troca de fornecedor.					
						11. Mudança de fornecedor: Casos de troca de fornecedor.					
						12. Produção Subestimada: Deve ser utilizada quando a equipe produzir acima do programado.					
						13. Falha de Programação: Deve ser utilizada quando ocorre um erro em planejar uma tarefa que não pode ser realizada.					
						14. Falta de energia: Deve ser utilizada quando ocorrer falta de energia.					

5.5 ANEXO 5: MACROFLUXO



Opus. MACROFLUXO



Opus. MACROFLUXO

