



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE PALMAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

JOÃO MARCOS LOPES RIOS

**DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO
ENXUTA NO CANTEIRO DE OBRAS: ESTUDO DE CASO DE
UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL EM PALMAS – TO**

Palmas/TO
2022

JOÃO MARCOS LOPES RIOS

**DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO
ENXUTA NO CANTEIRO DE OBRAS: ESTUDO DE CASO DE
UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL EM PALMAS – TO**

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Civil para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientadora: Prof. Dra. Indara Soto Izquierdo

Palmas/TO
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

R586d Rios, João Marcos Lopes.

Desafios para implementação da Construção Enxuta no canteiro de obras: estudo de caso de um edifício residencial em Palmas – TO. / João Marcos Lopes Rios. – Palmas, TO, 2022.

120 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Civil, 2022.

Orientadora : Indara Soto Izquierdo

1. Construção Enxuta. 2. Construção civil. 3. Controle de produção. 4. Gestão de obras. I. Título

CDD 624

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

JOÃO MARCOS LOPES RIOS

**DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO
ENXUTA NO CANTEIRO DE OBRAS: ESTUDO DE CASO DE UM
EDIFÍCIO RESIDENCIAL EM PALMAS – TO**

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Civil para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

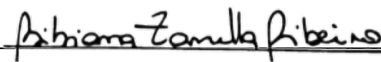
Data de aprovação: 14 / 06 / 2022

Banca Examinadora



Prof.ª Dr.ª Indara Soto Izquierdo
Matrícula: 2360050
Eng. Civil / UFT

Prof.ª Dr.ª Indara Soto Izquierdo, UFT



Prof.ª Ma.ª Bibiana Zanella Ribeiro, UFT

SUZY BARBOSA MELO
MORENO:32331630100

Assinado de forma digital por SUZY
BARBOSA MELO MORENO:32331630100
Dados: 2022.07.29 13:29:00 -03'00'

Prof.ª Ma.ª Suzy Barbosa Melo Moreno, IFTO

Palmas, 2022

*À minha família, que com carinho e apoio não
mediu esforços para eu completar mais esta
etapa de minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me fornecer condições de enfrentar todos os desafios e pelas excelentes pessoas que colocou em minha vida para me ajudar a crescer e melhorar como pessoa.

Agradeço a minha família, por acreditar no meu sonho, sempre me apoiar nos momentos mais difíceis e confiar nas minhas escolhas. Principalmente meu pai, sendo um exemplo a ser seguido, e sempre irei me espelhar nele.

Não poderia deixar de agradecer a engenheira Vanessa Narciso Fernandes Conde, que acreditou em mim e me deu uma oportunidade de aprender, me passando responsabilidades e dando o apoio para execução das mais diversas tarefas, além dos conselhos de como ser um bom engenheiro.

Também quero agradecer ao professor Dr. Danilo Henrique da Matta, que não mediu esforços para me ajudar na elaboração do meu projeto de pesquisa, mesmo não sendo a sua área de domínio, deu muitas sugestões para execução do meu trabalho.

Por fim, a pessoa que foi primordial para conclusão desta etapa, minha orientadora Dra. Indara Soto Izquierdo, com muita paciência, ensinamento, correções, e pela disponibilidade em tirar dúvidas para execução deste trabalho.

RESUMO

As edificações residenciais exigem controle e gerenciamento de recursos com alto grau de otimização para que as atividades sejam entregues na data estipulada, com menor desperdício de insumos e alto grau de qualidade. Sendo assim foi realizado um estudo sobre Construção Enxuta visando identificar os desafios para a implementação dessa filosofia construtiva no canteiro de obras de um edifício residencial em Palmas — TO. Para tanto, foi necessário descrever a filosofia da Construção Enxuta, coletar dados sobre a aplicação dos princípios desta filosofia construtiva e analisar os processos e resultados da utilização da Construção Enxuta no canteiro. A pesquisa teve cunho qualitativo, foram aplicados questionários, entrevistas e observação direta no campo. Em seguida foram recomendadas práticas, para a implementação dos princípios da Construção Enxuta na execução da edificação, para finalmente identificar os desafios encontrados para a implementação desses princípios. Verificou-se que alguns colaboradores não estavam engajados em seguir os novos procedimentos adotados pela empresa, por não terem enxergado os benefícios que estas práticas podem trazer tanto para o colaborador quanto à construtora.

Palavras-chaves: Construção Enxuta. Construção civil. Controle de produção. Gestão de obras.

ABSTRACT

Residential buildings require control and management of resources with a high degree of optimization so that the activities are delivered on the stipulated date, with less waste of inputs and high quality. Therefore, a study on Lean Construction was conducted in order to identify the challenges for the implementation of this philosophy in the construction site of a residential building in Palmas - TO. For this, it was necessary to describe the philosophy of Lean Construction, collect data on the application of the principles of this construction philosophy and analyze the processes and results of the use of Lean Construction at the construction site. The research was qualitative, with questionnaires, interviews, and direct observation in the field. Then, practices were recommended for the implementation of the principles of Lean Construction in the execution of the building, to finally identify the challenges found for the implementation of these principles. It was verified that some employees were not engaged in following the new procedures adopted by the company, for not having seen the benefits that these practices can bring to both the employee and the construction company.

Key-words: Lean Construction. Civil construction. Production control. Construction management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Componentes do Sistema Toyota de Produção.....	20
Figura 2 - Pirâmide dos princípios da Construção Enxuta	25
Figura 3 - Produção como um processo de fluxo	27
Figura 4 - Fluxograma de metodologia do estudo	29
Figura 5 - Exemplo de formulário para identificação do grau de implementação da filosofia da Construção Enxuta.....	31
Figura 6 – Demolição de tubulões.....	34
Figura 7 – Demolição parte superior do pilar.....	34
Figura 8 – Central de armação.....	35
Figura 9– Depósito de aço	35
Figura 10 – Assembleia geral ordinária.....	37
Figura 11 – Palestra de segurança do trabalho	37
Figura 12 – Painéis treliçados armazenados fora da obra	38
Figura 13 – Mapa de risco do canteiro de obras.....	40
Figura 14 – Placas de sinalização	40
Figura 15 - Zonas de entrega de materiais para execução do muro de arrimo.	50
Figura 16 - Armazenamento de painéis para execução do muro de arrimo	51
Figura 17 – Cronograma da obra atualizado	51
Figura 18 - Execução do reboco do muro de arrimo com argamassa estabilizada.....	52
Figura 19 – Elevador cremalheira comprado em processo de reforma.	53
Figura 20 - Dimensões de tubulão a ser escavado.....	55
Figura 21 - Mapa para verificação dos elementos estruturais	56
Figura 22 - Curso de utilização de equipamentos.....	57
Figura 23 - Utilização da serra circular da maneira correta	58
Figura 24 – Conferência da escavação do tubulão	58
Figura 25 - Madeirites pintados e identificados	60
Figura 26 - Cronograma para execução da fundação	61
Figura 27 – Diagrama de Gantt para concretagem da laje	62
Figura 28 - Aço entregue cortado e dobrado	63
Figura 29 - Etiqueta de corte e dobra do aço	63
Figura 30 - Corte e dobra do aço na obra	64
Figura 31 - Muro de arrimo em execução	65

Figura 32 – Execução da laje treliçada.....	66
Figura 33 – Projeto de proteção coletiva no BIM	67
Figura 34 – Apresentação do programa 5S	68
Figura 35 – Placas do programa 5S	69
Figura 36 – Prateleiras organizadas e etiquetadas	70
Figura 37 – Equipamentos identificados	70
Figura 38 – Limpeza da rua.....	71
Figura 39 – Colaboradores usando equipamentos de proteção individual	72
Figura 40 – Linha de balaço	73
Figura 41 – Reunião com os colaboradores	75
Figura 42 – Reunião com a equipe de gerenciamento da obra.....	75
Figura 43 – Gráfico de despesas no primeiro trimestre de obra.....	76

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Itens de verificação para execução das formas	44
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.1.1	Hipótese	14
1.1.2	Delimitação de Escopo	14
1.1.3	Justificativa	14
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos Específicos	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1.1	Just in Time	17
2.1.2	Kanban	18
2.1.3	Gerenciamento visual	18
2.1.4	Programa 5S	18
2.2	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP)	19
2.3	PRODUÇÃO ENXUTA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	21
2.3.1	Princípios da Construção Enxuta	22
2.4	FERRAMENTAS LEAN CONSTRUCTION	26
3	METODOLOGIA	28
3.1	TIPO DE PESQUISA	28
3.2	LOCAL E PERÍODO DE ESTUDO	29
3.3	DELINEAMENTO DA PESQUISA	29
3.4	PLANO DE COLETA DE DADOS	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
4.1	EXPOSIÇÃO DOS RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS E ENTREVISTAS	33
4.2	APRESENTAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA À	
	EMPRESA	41
4.3	PROPOSTAS DE IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA	41
4.4	DESAFIOS ENCONTRADOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO	
	ENXUTA	49
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	79

REFERÊNCIAS.....	82
APENDICE A.....	86
APÊNDICE B.....	104
APÊNDICE C.....	114
APÊNDICE D.....	118
APÊNDICE E.....	119

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a construção civil é um dos setores com elevada importância na economia brasileira. Esse setor apresenta constantemente inovações em gerenciamentos de produção e processos construtivos, entretanto, é insuficiente quanto a redução de custos e praticidade, ou seja, da margem as críticas. Conforme Venturini (2015), todos os custos de produção e desperdícios gerados na obra são transferidos aos clientes, assim o construtor não fica no prejuízo.

De acordo com Mesquita (2012), a construção civil é responsável pelo elevado consumo de matérias-primas, entre 20% e 50% de todos os recursos naturais que são consumidos pela população. Ainda, de acordo com o autor, este setor gera um grande impacto no meio ambiente com a produção de resíduos, o entulho chega a representar 60% dos resíduos sólidos urbanos produzidos.

Outro elemento importante na construção civil é a produtividade, que se refere a executar o máximo possível, com qualidade e usando a quantidade ideal de recursos. Conforme Issato *et al.* (2000), as principais razões da produtividade baixa no setor da construção civil estão diretamente associadas a deficiências no planejamento e controle. Westerlon e Drehmer (2021), afirmam que para aumentar a produtividade, os gestores da empresa podem reavaliar os métodos de execuções, novas metodologias podem ser implementadas e os trabalhadores da empresa devem ser aperfeiçoados e motivados.

Segundo Koskela (1992), a Construção Enxuta (*Lean construction*, no original) é uma filosofia proveniente do sistema Toyota de produção, consistindo em uma das melhores opções que tornam evidente a otimização do desempenho, redução de custos, diminuição das atividades que não agregam valor e, em consequência, aumento da produtividade.

Além disso, a Construção Enxuta é um modelo teórico-prático simples, de fácil compreensão e de quebra de paradigmas em relação a retrabalho em obras. Infelizmente segundo Arantes (2008), as empresas brasileiras não apresentam qualificação profissional da equipe de colaboradores de maneira satisfatória.

Diante disso, espera-se após o uso da metodologia e técnicas da Construção Enxuta que haja uma redução de gastos sendo possível manter a programação de finalização da obra, com um baixo consumo de insumos. Essa economia relaciona-se não apenas no âmbito do desperdício de materiais, mas também na identificação de atividades que apresentam custo e ocasionam desperdício da mão de obra. Desta forma, o presente trabalho busca identificar os

principais desafios para implementação dos princípios da Construção Enxuta em uma obra residencial de múltiplos pavimentos.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Quais os desafios para implementação da Construção Enxuta no canteiro de obras de um edifício residencial em Palmas – TO?

1.1.1 Hipótese

Parte-se da hipótese, de que a falta de engajamento da equipe é um grande desafio a ser superado pelos gestores. Para que a aplicação da metodologia seja eficaz, a equipe deve estar alinhada à sua implementação, de maneira que, colabore para a eficiência, a produtividade e o bem-estar da corporação.

1.1.2 Delimitação de Escopo

O presente trabalho busca analisar os desafios encontrados na Implementação da Construção Enxuta em um empreendimento. A aplicação desse estudo em empresas e obras com características distintas deve ser devidamente ajustado de acordo com as novas características em questão.

1.1.3 Justificativa

O setor da Construção Civil continua crescendo, e naturalmente aumenta a competitividade entre as empresas, o que faz com que elas busquem novas formas de atender a necessidade de seus clientes, reduzindo custos e prazos, utilizando métodos e ferramentas inovadoras.

Edifícios de alto padrão de acabamento requerem um controle e gerenciamento dos recursos com alto grau de otimização, de forma que as atividades sejam entregues na data estipulada, com menos desperdício de insumos, e um elevado grau de qualidade. Segundo Sleyman (2010), é importante citar um desafio para o setor da construção civil e em destaque para edifícios de alto padrão, que consiste em alcançar a qualidade elevada do produto, associada a complexidade e heterogeneidade das tarefas realizadas por muitas equipes. Sendo

assim, é muito difícil o gerenciamento e coordenação da produção no subsetor de empreendimentos residenciais.

De acordo com a publicação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), através da Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC), em 2019, foram gerados R\$ 288,0 bilhões em valor de incorporações, obras e/ou serviços da construção. Entre os segmentos, destaca-se, com maior valor gerado no ano da publicação, o setor de Construção de edifícios com montante de R\$ 127,3 bilhões.

Mediante ao abordado, torna-se justificada a necessidade de estudos dentro da temática apresentada, pois, a Construção Enxuta mostra-se como um modelo de sistema gerencial promissor que auxilia as construtoras a melhorar seus processos e prevenir as principais causas de desperdício no canteiro de obras. A construção civil e suas concepções conservadoras podem ser aprimoradas utilizando o pensamento enxuto, beneficiando tanto empresa quanto cliente, além de ser uma área na região Norte/Nordeste pouco explorada.

As contribuições teóricas deste projeto de pesquisa cerceiam ao ato de confirmar o exposto em estudos científicos relacionados à Construção Enxuta em canteiros de obras, assim como especificar para esse estudo de caso, os desafios da implementação desse modelo de Construção Enxuta na cidade de Palmas-TO.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Identificar os desafios para implementação da Construção Enxuta no canteiro de obras de um edifício residencial em Palmas – TO.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Descrever a metodologia da Construção Enxuta;
- b) Identificar o grau de implementação dos princípios da Construção Enxuta na empresa;
- c) Efetuar a apresentação dos princípios da Construção Enxuta à empresa do caso de estudo;
- d) Instruir e propor práticas para adoção dos princípios da Construção Enxuta identificando os desafios para essa implementação;

- e) Analisar os processos e resultados da utilização da filosofia da Construção Enxuta no canteiro de obras pesquisado e comparando-os com a literatura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Relatos históricos, evidenciam por meio dos registros que os humanos iniciaram o processo construtivo de seus próprios abrigos utilizando elementos naturais locais (AGUIAR, 2021). Após algum tempo, as estruturas começaram a apresentar características mais complexas, na qual técnicas e conhecimentos científicos favoreceram a obtenção de estimativas da área e possibilitou calcular a resistência das estruturas. Além disso, materiais foram sendo descobertos, possibilitando o desenvolvimento de estruturas maiores, das quais são facilmente observadas no cenário atual das construções modernas (CUNHA, 2009).

Ressalta-se sobre o contexto histórico, que a partir do momento que as tribos deixaram de ser nômades, começaram a fazer estruturas para abrigo e proteção, que fossem fixas nos seus possíveis locais de moradia (AGUIAR, 2021). Com isso, no decorrer dos anos, a busca e necessidade por estruturas maiores e eficientes, impulsionou o surgimento de novas técnicas e formações para profissionais, como é o caso da Construção Enxuta que tem como primordial o planejamento, organização, controle de produção e a busca contínua por melhoria.

Dessa forma, encontram-se algumas técnicas e ferramentas a serem utilizadas de forma estratégica na implantação da metodologia da Construção Enxuta como: (i) Just in Time, (ii) Kanban, (iii) Gerenciamento visual e (iv) Programa 5S.

2.1.1 Just in Time

A utilização deste conceito requer alto nível de preparo de recursos físicos e humanos para a realização da entrega do produto no tempo certo. Para isso, às vezes são utilizados estoques intermediários para suprir as oscilações de tempo em determinadas fases do processo produtivo e a demanda do mercado. Segundo Corrêa e Giansesi (1993), existem alguns requisitos para a implementação desta ferramenta como: (i) compromisso da administração; (ii) gerenciamento dos recursos humanos; (iii) estimular o trabalho em equipe e a comunicação; (iv) implementação de técnicas de avaliação de desempenho e (v) descentralização da liderança com modificação da estrutura organizacional.

2.1.2 Kanban

Sistema de cartão ou etiqueta que se baseia em fornecer apenas o vendido, de forma que o processo de fabricação produza apenas o encomendado, caracterizando como “sistema puxado” (MOTA, 2015) e segundo Barros (2005), o Kanban funciona como guia de remessa de pedido, produção e envio. Existem três tipos de aplicação do Kanban à construção civil: (1) Fornecedor: utilizado na comunicação com o fornecedor para informar sobre a necessidade de envio de determinado item; (2) Produção: utilizado para liberar o início de produção de determinado item, contém informação sobre o tipo, número, descrição e destino do mesmo após a produção e (3) Transporte: utilizado para liberar a retirada do produto do estoque e transferência para o destino, contendo informações sobre o número, descrição, local de armazenamento no estoque para retirada e destino.

2.1.3 Gerenciamento visual

Técnica que utiliza sinalizações para marcar, demonstrar ou reportar o status das operações e/ou problemas, utilizando de gráficos, vídeos ou ilustrações para instruir à sequência de produção a ser adotada, símbolos e cores para facilitar a comunicação e entendimento pela equipe. Segundo Formoso (2001), a presença de várias equipes, compostas por diferentes tipos de colaboradores torna ainda mais importante a implantação desta técnica, visto que sua abrangência total na obra facilita a identificação e eliminação dos problemas, melhorando a eficiência do sistema de construção. O autor ainda afirma que, o baixo nível de transparência reduz a capacidade total de produção.

2.1.4 Programa 5S

Baseado em cinco ações, em que é considerado como suporte para a organização e padronização do local de trabalho, facilitando o acesso às ferramentas e melhorando o dia a dia da obra (SILVA, 1996). Segundo Fiuza e Ferreira (2021) o programa 5S é uma das ferramentas mais conhecidas e utilizadas no Brasil, devido à maior facilidade de adoção e disseminação nos programas de qualidade. Sobre essa ferramenta, os 5 sentidos que constituem o programa correspondem a:

1) Seiri – Separar (Utilização): consiste na conscientização de utilizar os recursos com discernimento e equilíbrio, evitando ociosidades e oscilações, mantendo no ambiente apenas os insumos necessários a execução daquela atividade, sendo observado efeitos significativos como o ganho de espaço no ambiente, menor tempo na aquisição de ferramentas e materiais, aumento na produtividade e redução de acidentes com os colaboradores (SALVADOR, 2013).

2) Seiton - O segundo senso refere-se à organização e fácil identificação de máquinas, equipamentos, ferramentas, materiais, informações e tudo o que for necessário para a execução das atividades da empresa, a fim de obter maior produtividade e menos esforços. Neste caso, o propósito é garantir cada coisa no seu devido lugar e de maneira constante (FARIA *et al.*, 2014).

3) Seiso – Limpar/Inspeccionar (Limpeza): um fator de grande importância para manter o ritmo e fluxo do trabalho é o ambiente limpo e organizado. Para a implantação deste senso é necessário a conscientização sobre a importância e benefícios da limpeza e organização do local de trabalho, depois, realizar a divisão dos postos de trabalho e materiais para que cada colaborador mantenha a organização e limpeza (SILVA, 1996).

4) Seiketsu – Padronizar (Saúde): definir o padrão de limpeza e organização assegura que os benefícios das fases anteriores sejam mantidos, servindo como motivação para realização desta condição, em que constantemente sejam propostas e analisadas melhorias, de forma a sempre renovar o parâmetro de padronização, que agrega muitos benefícios, assim como, estabilidade dos processos, aprendizagem organizacional e oferecimento de treinamento, melhora na relação dos colaboradores e melhoria contínua (SALVADOR, 2013).

5) Shitsuke – Manter (Autodisciplina): o estabelecimento de normas e rotinas estimula o respeito e a disciplina entre os profissionais comprometidos com o cumprimento dos padrões técnicos e éticos, estimulando a melhoria contínua dos processos, dos profissionais e da organização.

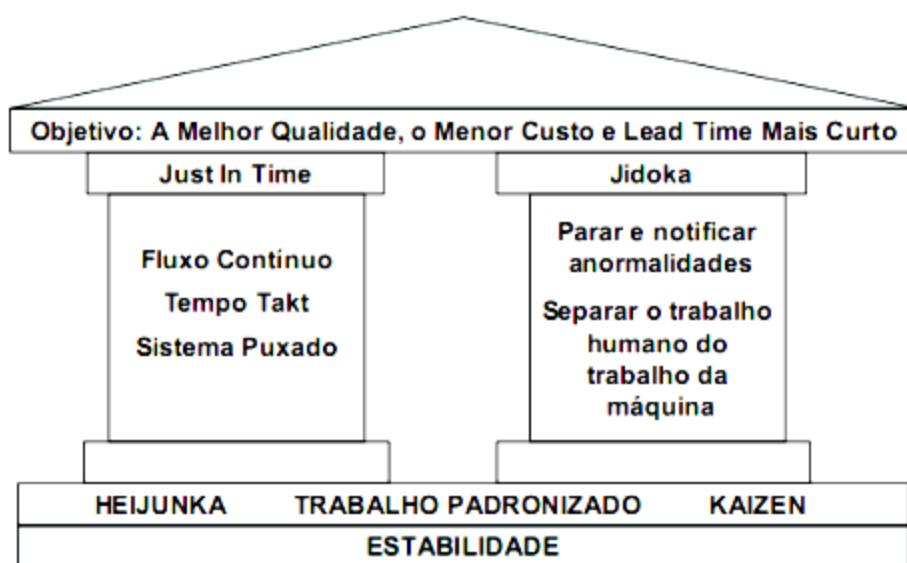
2.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP)

Após a Segunda Guerra Mundial surgiu um novo processo denominado “Lean Production” ou Produção Enxuta, no qual se destacava a menor utilização de recursos e a máxima eficácia do processo produtivo, tendo sua primeira e efetiva aplicação na empresa Toyota, em que foram evidenciadas algumas características: (i) aumento de desempenho e qualidade do produto, (ii) eficiência, (iii) inovação, (iv) aumento e melhora de produtividade, (v) melhor resposta dos clientes e (vi) melhor aproveitamento dos equipamentos e espaços (VENTURINI, 2015).

Segundo Womack, Jones e Roos (2004), a adoção e expansão da produção enxuta para além da indústria automobilística, resultou em mudanças significativas em muitas indústrias, tornando-se o marco da evolução da produção. Baseia-se na busca pela eliminação de desperdícios e tem como pilares o Just in Time e a “autonomação”, afirma Ohno (1997).

Nos pilares de sustentação do STP, encontram-se os dois sistemas utilizados: *Just in Time* e *Jidoka*, representado na Figura 1.

Figura 1 - Componentes do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Lean Institute Brasil, 2008.

Para Ohno (1997), o Just in Time significa fornecer a peça correta na quantidade exata, na melhor hora e no local necessário. Por outro lado, Kanban é um termo de origem japonesa com um sistema que utiliza de cartão (papel adesivo) ou sinalização de luz para indicar o andamento da produção em empresas de fabricação em série. Esse sistema permite o controle detalhado da produção, com informações sobre quando, quanto e o que produzir (MOTA, 2015).

O termo Jidoka, que representa a autonomação, consiste em separar o trabalho humano das máquinas, bem como equipar as máquinas com dispositivos capazes de identificar falhas e pausar a produção caso a mesma ocorra, trazendo alguns benefícios como: eliminação da produção de peças defeituosas e oportunidade de análise do defeito, investigando sua causa, consequência e possível solução (SILVA e SILVA, 2001; KOPPER, 2012).

Ressalta-se que o Poka-yoke, que significa à prova de defeitos, e o Andon, sinal luminoso que indica a parada de produção, são elementos fundamentais e que trabalham

diretamente junto à autonomação (RÔLA, 2010). Heijunka, termo japonês, refere-se à estabilização do processo de manufatura, visando proporcionar maior flexibilidade a produção (SILVEIRA, 2017). O Kaizen indica a prática da melhoria contínua a longo prazo. É o indicador de desempenho da empresa que pode promover a melhoria da produção e do ambiente de trabalho, estimulando mudanças nos processos e nas pessoas ali presentes (SILVEIRA, 2017).

2.3 PRODUÇÃO ENXUTA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A Produção enxuta combina as vantagens das produções artesanais e em massa, evitando os altos custos dessa primeira e a rigidez desta última. Com essa finalidade, emprega equipes de trabalhadores multiquificados em todos os níveis da organização, além de máquinas flexíveis e cada vez mais automatizadas para produzir imensos volumes de produtos de ampla variedade (OHNO, 1997, LIKER e MÉIER, 2007).

Um processo de produção, em geral, é composto por várias etapas e atividades, podendo tornar-se bastante complexo. Para propiciar a identificação das perdas necessita-se reconhecer a sua natureza. Para sustentar o processo de identificação e eliminação das perdas, que não agregam valor, Ohno (1997) propõe as seguintes categorias: (i) **perda por superprodução**: pode ser dividida em perdas quantitativas (por produzir além do volume programado) e perdas antecipadas (decorrente de uma produção realizada antes do momento necessário); (ii) **perda por espera**: pode ser de dois tipos: espera do processo e por espera do lote; (iii) **perda por transporte**: todo transporte é desperdício e a otimização do transporte é, no limite, sua eliminação total; (iv) **perda do processamento em si**: consiste em atividades de processamento que são desnecessárias para que o produto/serviço adquira as características desejadas ou especificadas pelo cliente; (v) **perda por fabricação de produtos defeituosos**: consiste na produção de peças, subcomponentes e produtos acabados que não atendem as especificações de qualidade requeridas pelo projeto, (vi) **perda por movimentação**: consiste nos movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação, (vii) **perda por estoque**: consiste nas manutenções de estoque de matérias-primas, material em processamento e produtos acabados.

Em todas as empresas é importante fazer o controle da redução de perdas. Quanto mais tempo as máquinas e equipamentos estiverem funcionando, a produtividade será maior, sucedendo em resultados de qualidade para a empresa. Quando se perde tempo de produção devido a falhas e problemas, os melhores resultados são diminuídos. Então é necessário almejar

uma otimização dos processos, reduzindo ou eliminando as perdas com foco em resultados de qualidade.

Além dos conceitos apresentados, a Construção Enxuta possui um conjunto de princípios interdependentes e que devem ser implementados de maneira integrada, resultando em eliminação de desperdícios e redução de custos, de forma que se obtenha um melhor desempenho nos processos construtivos, mantendo um padrão de qualidade elevado e garantindo a satisfação do cliente.

2.3.1 Princípios da Construção Enxuta

Lauri Koskela (1992) enumerou onze princípios da Construção Enxuta, que embasam o método e fornecem um direcionamento com o objetivo de maximizar a eficiência e eficácia das atividades de conversão, bem como eliminar ou reduzir as atividades de fluxos. Sendo eles:

- 1) **Redução da parcela de atividades que não agregam valor:** Sabe-se que a melhoria de um processo não ocorre apenas com a melhoria das atividades que ele abrange, mas também através da eliminação de algumas atividades (ISATTO, *et al.* 2000). De acordo com Gomes e Gomes Júnior (2009), utilizando-se de logística interna no canteiro de obras, com finalidade de minimizar distâncias entre os materiais, equipamentos e local de utilização, é possível reduzir as atividades de fluxos sem valor para o processo.
- 2) **Aumento do valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes:** segundo Koskela (1992), o valor é criado através da satisfação do cliente, e consiste na consideração, gestão da produção e projeto, das necessidades dos clientes.

Para que esse princípio seja implementado corretamente, é necessário que haja um mapeamento do processo, em que as necessidades dos clientes são identificadas de maneira sistemática, sejam eles internos ou externos, para cada etapa do processo. Onde os requisitos dos clientes sejam expressamente identificados, esclarecidos e informados aos envolvidos no processo (ISSATO *et al.*, 2000).

- 3) **Redução da variabilidade:** busca pela padronização dos projetos, processos, recursos e produtos para reduzir as atividades que não agregam valor, aumentando a valorização do produto final e acelerando a produção (ISATTO *et al.* 2000). De acordo com Koskela (1992), de início existe duas razões para reduzir ou até mesmo eliminar a variabilidade do processo, primeiramente, do ponto de vista do cliente um produto uniforme é melhor e bem mais aceito, a segunda razão é que a variabilidade aumenta o volume de atividades que não agregam valor e aumenta o tempo de ciclo.
- 4) **Redução do tempo de ciclo:** originado a partir da filosofia JIT, o tempo de ciclo corresponde ao somatório do tempo de processamento, inspeção, espera e transporte (KOSKELA, 1992). Esse princípio objetiva reduzir o tempo de produção, trazendo benefícios como: (1) entrega rápida; (2) menor necessidade de realizar previsões sobre a demanda futura; (3) facilidade de gestão dos processos; (4) redução da interrupção do processo devido às mudanças no mercado (KOSKELA, 1992; 2020).
- 5) **Simplificação através da redução do número de passos e partes:** redução do número de componentes de um produto e das etapas de fluxo de material (KOSKELA, 1992; 2020). Para Isatto *et al.* (2000), elementos pré-fabricados reduzem significativamente o número de etapas para a execução de um elemento de edificação, se tornando, portanto, uma boa opção para alcançar o objetivo deste princípio.
- 6) **Aumento da flexibilidade de saída:** segundo Slack *et al.* (1997), a flexibilidade se trata da capacidade de mudar a operação de alguma forma. Podendo-se alterar o que a operação faz, como ou quanto faz. Ocasionalmente na susceptibilidade de alteração da maioria das operações, de modo que satisfaça as exigências dos clientes. Aumentar a flexibilidade da produção parece ir contra o princípio de simplificar as atividades, porém proporcionar ao cliente, inúmeras possibilidades de produtos finais sem aumentar, demasiadamente, os custos, resulta em maior interesse do cliente, pois, ele terá variedade de layout para escolher, devido à qualidade e custo.
- 7) **Aumento da transparência dos processos:** facilita a identificação dos problemas dos processos, tornando mais fácil o entendimento pelos colaboradores, implantando o programa 5S, estimulando a implantação de dispositivos de visualização e

comunicação no canteiro de obras, para a divulgação de prazos, metas e perspectiva da edificação (SALVADOR, 2013). Alguns exemplos de como aumentar a transparência nos processos são: (i) remoção de obstáculos visuais (divisórias, tapumes, etc.), (ii) utilização de cartazes, sinalização luminosa e marcadores de áreas, com informações relevantes para o andamento da produção, (iii) melhoria de organização e limpeza, para manter o ambiente sempre livre de objetos que atrapalhem a visualização.

- 8) **Foco no controle do processo global:** focar no processo na totalidade, não apenas com melhorias pontuais, mas também interligando umas com as outras, de modo a aperfeiçoar o processo global (KOSKELA, 1992). Conforme Shingo (1996), o pensamento enxuto busca primeiramente melhorar os processos para depois estudar a melhoria nas operações, o foco no processo de maneira ampla, busca a transparência e simplificação, de maneira que ocorra o domínio do processo em seus detalhes, sem perder de vista o processo global de produção.
- 9) **Introdução da melhoria contínua no processo:** peça importante do JIT, a aplicação deste princípio valoriza os componentes dos processos, bem como reduz parcelas que não agregam valor (ISATTO *et al.*, 2000). No Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP), possibilitando a identificação de problemas no processo e suas possíveis causas sugerem que o direcionamento de esforço para melhorias consiste em: (i) utilização de indicadores de desempenho para monitoramento do processo, (ii) definição de prioridades e metas, a curto, médio e longo prazo, (iii) padronização de procedimentos que estimulem a boa prática e (iv) desenvolver diários de obra em que sejam registradas causas de problemas e possíveis ações corretivas.
- 10) **Manutenção de um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões:** de acordo com Koskela (1992), para qualquer processo de produção os aspectos de fluxo e de conversão possuem diferentes potenciais de melhoria, e por estarem ligados, há necessidade de equilíbrio entre eles. Porém, se este processo alcança elevados níveis de racionalização, torna-se necessário a avaliação de uma possível introdução de ações inovadoras e tecnológicas nas atividades de conversão.

11) Fazer benchmarking: consiste no aprendizado dos processos das empresas consideradas de ponta, visando um aperfeiçoamento dos próprios processos. Isatto *et al.* (2000), o benchmarking vai contra a originalidade da melhoria dos processos, mas, é adotado por muitas empresas. Para a aplicação desta técnica é recomendado um processo estruturado que contenha os seguintes passos: (i) conhecer os processos da empresa, (ii) identificar boas práticas em outras empresas similares, (iii) entender os princípios por trás destas boas práticas e (iv) adaptar essas práticas encontradas à realidade da empresa.

Através dos princípios da Construção Enxuta, a organização pode reduzir o tempo de ciclo, uma vez que as atividades que não agregam valor são reduzidas ou eliminadas, economiza na mão de obra, pois, não vai ter retrabalhos. Além disso, com o gerenciamento correto não terá trabalhadores ociosos, além de diminuir desperdício de insumos, redução dos prazos e custos da obra, ao mesmo tempo, em que aumenta a produtividade dos colaboradores e eleva a qualidade dos serviços. Na Figura 2 é apresentada a pirâmide dos princípios da Construção Enxuta.

Figura 2 - Pirâmide dos princípios da Construção Enxuta



Fonte: Adaptado de Antunes (2017)

Para implementar os princípios da Construção Enxuta, primeiro os fluxos dos serviços precisam estar bem definidos, onde os processos não sejam independentes. Também é preciso executar bem desde a primeira vez todas as práticas que serão adotadas, já visualizando as perdas que ocorrem na obra e eliminando todas as fontes causadoras de desperdícios. Outro

ponto importante é que toda a equipe precisa estar envolvida na implementação dessa filosofia de construção, pois, sem a aderência dos colaboradores as hipóteses de falha são elevadas. Após ter implementados todos os princípios, é preciso buscar melhoria nos processos, evitando os erros e repetindo os acertos, além de adotar novas tecnologias para melhorar o desempenho das atividades. Por fim, após seguir todos os passos para implementação da Construção Enxuta, ela estará estabelecida na empresa.

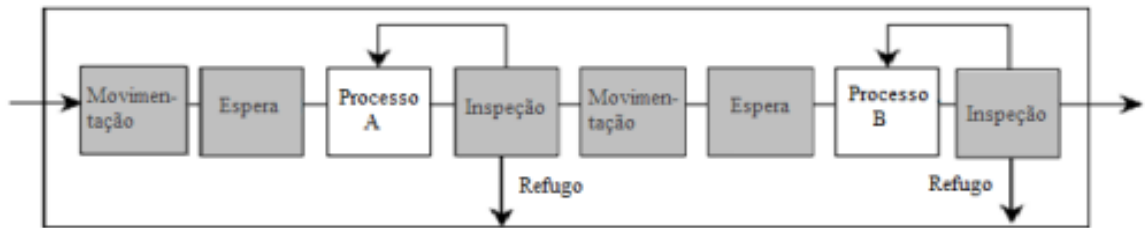
2.4 FERRAMENTAS LEAN CONSTRUCTION

A Construção Enxuta evolui a partir de estudos que abrangem diferentes enfoques, que contemplam aspectos técnicos, político-sociais e aspectos promotores. Os aspectos técnicos são definidos por Ballard e Howell (2003), que descrevem o desenvolvimento de métodos de controle da produção ao longo de todo o empreendimento. Os aspectos político-sociais, são apresentados por Hirota e Formoso (2001), que identificaram as barreiras para a introdução da Construção Enxuta. Por fim, os aspectos promotores da Construção Enxuta, são definidos por Alarcon e Seguel (2002).

Entre as ferramentas mais utilizadas, na prática, para implementação dos princípios da Construção Enxuta, pode-se citar o Last Planner, mencionadas por Ballard e Howell (2003), a utilização de kanban, demonstrada por Arbulu, Ballard e Harper (2003), o gerenciamento visual e o 5 S's, definida por Salem *et al.* (2004). A utilização dessas ferramentas é primordial para que a obra seja entregue no cronograma e dentro dos custos previstos.

As atividades desnecessárias na produção têm sido tradicionalmente denominadas desperdício ou sem valor agregado. Toda tarefa de transformação com vistas à busca de um produto ideal é chamada de atividade que agrega valor. Assim, o princípio fundamental do conceito de fluxo pode ser interpretado como a eliminação de atividades que não agregam valor (KOSKELA, 1992).

Na Figura 3, as caixas sombreadas representam atividades sem valor agregado, em contraste com as atividades de processamento de agregação de valor.

Figura 3 - Produção como um processo de fluxo

Fonte: Koskela, (2000)

Koskela (1992) avalia que, enquanto as atividades de fluxo apenas consomem tempo e dinheiro, as atividades de conversão agregam valor à matéria-prima, e serão transformadas em um produto. Deste modo, as melhorias das atividades de fluxo devem ser focadas na sua redução ou eliminação, ao passo que as atividades de conversão têm que ser mais eficientes (KOSKELA, 1992).

3 METODOLOGIA

Este trabalho, em que os parâmetros correspondem a uma pesquisa exploratória, foi fundamentado em uma metodologia de revisão bibliográfica e estudo de caso. Esta pesquisa se propôs a recomendar diretrizes para implementação dos princípios da Construção Enxuta a partir de uma avaliação do nível de entendimento sobre essa filosofia de construção em um edifício residencial de grande porte em Palmas – TO. Neste capítulo são apresentadas as características do empreendimento, descrição dos entrevistados, o delineamento da pesquisa e o plano de coleta de dados.

3.1 TIPO DE PESQUISA

De acordo com Marconi e Lakatos (2003), a metodologia é o conjunto de atividades que são realizadas, com base em uma linha de raciocínio, de forma racional e sistemática, para atingir o objetivo esperado. A metodologia do trabalho tem como base a pesquisa bibliográfica sobre a Construção Enxuta e os benefícios de sua aplicação, fazendo-se estudos por teses, dissertações e monografias na base de dados Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, artigos nas bases de dados Periódicos Capes e outros materiais informativos.

Segundo Gil (2010, p. 27) “pesquisas voltadas à aquisição de novos conhecimentos direcionados a amplas áreas com vistas à solução de reconhecidos problemas práticos” foram tidas como estratégias básicas. Nessa perspectiva, o presente trabalho pretendeu apresentar uma contribuição para a ciência, produzindo conhecimento por meio do teste de uma das hipóteses que possa representar parte da solução do problema, classificando-se, portanto, como uma pesquisa básica estratégica.

O estudo de caso foi o mecanismo utilizado para a coleta de dados realizada, mediante observação crítica e direta com recursos fotográficos, anotações e questionamentos informais e através de formulários com a equipe de gerenciamento da obra. Consequentemente, pode-se afirmar que se refere a uma pesquisa de abordagem qualitativa, o que é confirmado por Marconi e Lakatos (2011, p. 269), quando dizem que “o método qualitativo difere do quantitativo não só por não empregar instrumentos estatísticos, mas também pela forma de coleta e análise dos dados.”

3.2 LOCAL E PERÍODO DE ESTUDO

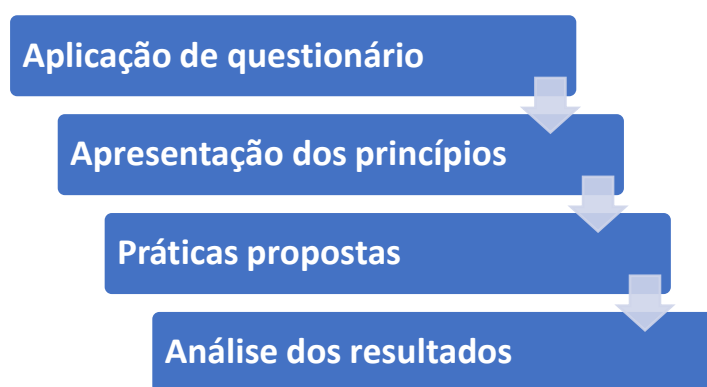
O presente trabalho foi realizado em um edifício residencial multifamiliar de alto padrão, localizado na ARSE 32 alameda 14, no plano diretor sul da cidade de Palmas no Estado do Tocantins. O empreendimento tem 24 pavimentos, com 88 apartamentos e apresentando área de 14 981,63 m². A pesquisa, está levando em consideração os aspectos técnicos e legais da obra, no qual será realizado durante o período de novembro de 2021 a julho de 2022.

Palmas é um município brasileiro localizado no estado do Tocantins, a capital foi idealizada pelo ex-governador Siqueira Campos, que na oportunidade solicitou o desenvolvimento do projeto aos arquitetos Luiz Fernando Cruvinel Teixeira e Walfredo Antunes de Oliveira Filho, a arquitetura da cidade foi pensada buscando a funcionalidade que oportunizasse liberdade entre as diferentes funções desenvolvidas em uma cidade administrativa, com destaque para a sede do poder executivo do Estado. Sua população estimada é de 313.349,0 habitantes (IBGE, 2021) com densidade demográfica de 110,68 hab./km².

3.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O presente trabalho foi desenvolvido em quatro fases representadas na Figura 4:

Figura 4 - Fluxograma de metodologia do estudo



Fonte: Autor, 2021

Fase A: aplicação de questionário para identificar o estado em que a empresa se encontra no que diz respeito à aplicação dos onze princípios da Construção Enxuta.

Fase B: apresentação dos princípios da Construção Enxuta à empresa.

Fase C: propor práticas para adoção dos princípios da Construção Enxuta.

Fase D: analisar os resultados da utilização da filosofia da Construção Enxuta no canteiro de obras pesquisado.

3.4 PLANO DE COLETA DE DADOS

Na fase A foi elaborado um formulário *online* no Google Forms, com perguntas para o engenheiro responsável pela execução da obra analisada, auxiliar de engenharia, técnico de segurança do trabalho, almoxarife e proprietário da Construtora. Foi investigado como estava o grau de implementação dos princípios da Construção Enxuta na empresa. Segundo Carvalho (2008) todas as empresas possuem algum grau de aplicação dos princípios da filosofia da Construção Enxuta, os integrantes da empresa apenas não conhecem esse fato.

O questionário foi a principal ferramenta para a coleta de informações, ele foi desenvolvido com base nos onze princípios da Construção enxuta propostos por Koskela (1992), adaptados em forma de perguntas que teve como objetivo obter informações sobre a presença dos princípios na empresa. Para cada princípio existem perguntas associadas que identificam o uso e eficiência desse princípio no empreendimento. Na Figura 5, tem-se o exemplo do formulário que foi aplicado.

Figura 5 - Exemplo de formulário para identificação do grau de implementação da filosofia da Construção Enxuta.

Construção Enxuta

Este questionário tem como objetivo analisar o grau de conhecimento da sua empresa sobre a filosofia de construção enxuta

[Faça login no Google](#) para salvar o que você já preencheu. [Saiba mais](#)

***Obrigatório**

Nome completo: *

Sua resposta

Cargo na empresa: *

Sua resposta

Você já ouviu falar sobre Construção Enxuta?

☐ Sim

☐ Não

Qual o seu conhecimento sobre essa filosofia de construção?

☐ Ruim (não sabe nada a respeito)

☐ Regular (já ouviu falar mas sabe pouco)

☐ Bom (conhece o assunto mas não domina)

☐ Ótimo (tem total domínio do assunto)

Fonte: Autor, (2021)

Para cada princípio existem perguntas que relacionam o uso do princípio com o observado na empresa pelos diferentes setores que compõem a administração da construtora. Através do questionário, obteve-se recursos eficientes que viabilizaram a análise do estado atual da construtora mediante a filosofia da Construção Enxuta.

Na fase B, logo após a aplicação do questionário, os princípios da Construção Enxuta foram apresentados para os membros gestores da empresa em uma reunião individual, com o objetivo de transmitir o conhecimento e sanar dúvida para aqueles que ainda não estão familiarizados com o tema.

Já na fase C foram apresentadas recomendações para adoção dos princípios da Construção Enxuta no canteiro de obras, de forma que os processos fossem otimizados, pensando na melhoria da qualidade em cada etapa do empreendimento. À medida que a filosofia

de construção foi implementada na obra, os desafios para essa implementação foram identificados.

Uma fonte de informações utilizada na pesquisa foram as entrevistas, que tiveram como objetivo descrever a empresa e seus processos, auxiliando a classificação da empresa quanto ao uso dos princípios da Construção Enxuta. A primeira entrevista foi ao engenheiro responsável pela execução da obra, para conhecer a empresa, ter mais informações a respeito da obra objeto e estudo, verificar como os setores da empresa eram organizados e a função dos integrantes da equipe de gestão da obra.

Além disso, durante o decorrer da pesquisa foram realizadas entrevistas ao almoxarifado, ao mestre de obras e à técnica de segurança, para identificar as mudanças que eles perceberam na utilização da Construção Enxuta no canteiro de obras e perguntar quais os maiores desafios para a utilização dos princípios nas suas atividades.

Um outro método utilizado para a análise dos dados foi a observação direta no canteiro de obras, pois, através dessas observações, foi possível compreender os desafios para implementação do pensamento enxuto na obra analisada. Segundo Yin (2001), a observação direta é útil para se obter informações adicionais sobre o tópico que está sendo estudado, pois, revela alguns comportamentos relevantes e condições ambientais inerentes ao setor. Durante o estudo, também foram feitos registros fotográficos, pois essas fontes de evidências auxiliam na validação da pesquisa, além de transmitir as características importantes aos observadores externos.

Por último, na fase D, a análise dos dados aconteceu de maneira qualitativa, através das respostas do questionário, das entrevistas e por meio das observações diretas no campo, com o objetivo de analisar os desafios encontrados, para implementação da Construção Enxuta nas atividades executados no canteiro de obras.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, estão descritos os resultados dos questionários e entrevistas aplicadas e da apresentação da filosofia de construção para a equipe de gerenciamento da obra. Também são apresentadas as recomendações de práticas para aplicação dos princípios da Construção Enxuta e exposição dos desafios encontrados na implementação dessa filosofia de execução de obras. Além disso, estão detalhadas as análises de tais resultados, comparando-os com a literatura, para investigação da implantação da Construção Enxuta em obras residenciais.

4.1 EXPOSIÇÃO DOS RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS E ENTREVISTAS

De acordo com o questionário, foi possível identificar questões referentes ao estado em que a empresa se encontra em relação aos princípios da Construção Enxuta. O questionário online e apresentado no APENDICE A, foi aplicado a cinco pessoas do quadro administrativo da obra, sendo o engenheiro responsável pela execução, o proprietário da construtora, o almoxarife, técnica de segurança e o auxiliar de engenharia.

Conforme respostas do questionário a maioria dos entrevistados já ouviram falar sobre Construção Enxuta, alguns consideram conhecer bem o assunto, mas não o dominam. Ainda existe uma quantidade elevada de profissionais que trabalham com execução de obras e que nunca ouviram falar sobre a filosofia de Construção Enxuta. Eles atuam somente com as formas de gerenciamento tradicionais, sem se preocupar muito com a otimização das tarefas e redução de resíduos. De acordo com um estudo realizado por Ferreira (2016), o autor demonstra um cenário onde somente metade das empresas estudadas conhecem os princípios da Construção Enxuta, mesmo assim nem todas aplicam esse modelo no gerenciamento de suas atividades.

Em relação ao primeiro princípio da Construção Enxuta cujo objetivo é reduzir parcelas de atividades que não agregam valor, ainda existem retrabalhos na obra, o que deve ser evitado, pois, além de causar desperdício de material e mão de obra, os retrabalhos também atrasam a execução das atividades no canteiro. Quando são identificados defeitos na execução de atividades, de acordo com os entrevistados, são tomadas ações para evitar que ocorram novamente. Na Figura 6 pode-se observar a demolição dos tubulões que ficaram em um nível mais alto do que o de projeto, então foi preciso quebrar para posicionar o bloco apoiado nos tubulões.

Figura 6 – Demolição de tubulões



Fonte: Autor, 2022

Já na Figura 7, pode-se observar a demolição da parte superior do pilar, pois neste elemento estrutural não foi considerado a viga que apoia nele, então o correto seria ter concretado descontando a altura da viga, porém não foi verificado antes, então foi necessário quebrar o concreto para chegar na altura desejada.

Figura 7 – Demolição parte superior do pilar



Fonte: Autor, 2022

Ainda, segundo os dados do questionário, quase todos acreditam que o projeto do canteiro de obras foi planejado de tal forma que diminuam os desperdícios de movimentação de pessoas e transporte de materiais. O engenheiro responsável pela execução da obra afirmou que, embora o projeto do canteiro de obras foi planejado, ainda existiam melhorias a serem feitas, de forma que o projeto fosse otimizado. Por exemplo, a central de armação (Figura 8)

que era pequena ficava no caminho de acesso ao refeitório e o depósito de aço (Figura 9) também não foi construída considerando a separação das diferentes bitolas do aço, não foi levado em consideração evitar o contato do aço com o solo, e não foi dimensionada com tamanho suficiente para armazenamento do aço.

Figura 8 – Central de armação



Fonte: Autor, 2022

Figura 9– Depósito de aço



Fonte: Autor, 2022

Sobre o segundo princípio da construção enxuta que é elevar o valor do produto, considerando e atendendo as necessidades dos clientes, todos os entrevistados responderam que na obra são definidos critérios de aceitação dos serviços, garantindo um elevado padrão de qualidade do produto final para os clientes. Segundo Sousa (2021), para os clientes internos é importante definir um grau de tolerância de aceitação dos serviços executados, para poder ser

liberado para a próxima fase, ou para o cliente interno seguinte. Dessa forma, deixa-se esclarecido os requisitos que se pretende alcançar.

As necessidades dos clientes internos são quase sempre atendidas. No questionário tinha a explicação do que são os clientes internos, que são todos os seus colaboradores, fornecedores e equipe terceirizada que trabalha na empresa. Dessa forma, até quem não sabia o conceito pôde responder essa pergunta. Uma vez que as necessidades dos colaboradores são atendidas, existe um melhor desempenho dos colaboradores na execução dos serviços.

Conforme as respostas do questionário, percebe-se que nem todas as necessidades dos clientes internos são atendidas. Isso se deve ao fato das demandas deles serem analisadas e verifica-se se correspondem com os objetivos da empresa, é importante sempre estar à disposição para ouvir, pois, manter um ambiente confortável para os colaboradores, é essencial em qualquer organização. Dessa forma, quando um feriado ocorria na quinta-feira, por exemplo, os colaboradores solicitavam trabalhar no sábado anterior para poder substituir pelo dia de trabalho que ocorreria na sexta-feira. Assim, o feriado deles era prolongado. Esta solicitação era sempre atendida, desde que, todos os envolvidos assinassem um acordo coletivo especificando a troca de dia de trabalho. Já para cortar a madeira, os carpinteiros pediram para não usar a luva na serra circular de bancada, pois, dificultava o trabalho deles, porém, essa demanda não foi atendida, pois, a NR 06 exige que seja utilizada as luvas para proteção das mãos contra agentes cortantes e perfurantes.

Já sobre os clientes externos, que são aqueles que adquirem os produtos, ou seja, os compradores efetivos, os entrevistados consideram que suas necessidades são sempre atendidas, isso garante que eles irão adquirir o apartamento conforme o que foi vendido para eles, o proprietário da construtora afirma que as decisões que impactam em todos os apartamentos são discutidas em assembleia, de forma que os clientes participem e a maioria deles decidam qual a melhor escolha para atender suas necessidades.

Tendo como exemplo, para a escolha das vagas de garagens dos apartamentos, os clientes externos decidiram em assembleia que a seleção fosse realizada mediante um sorteio e que uma comissão fosse criada para ficar responsável por isso. Na Figura 10, é possível observar a reunião de assembleia-geral ordinária, com os proprietários dos apartamentos.

Figura 10 – Assembleia geral ordinária



Fonte: Autor, 2022

O terceiro princípio é reduzir a variabilidade e a empresa sempre faz treinamentos para capacitar os trabalhadores e ter uma mão de obra qualificada, além de fazer treinamentos e palestras de segurança do trabalho. A técnica de segurança do trabalho afirma que garantir a segurança e proteção dos colaboradores na obra é uma das principais tarefas que a empresa tem. Na Figura 11, pode-se ver uma palestra ministrada pela técnica de segurança do trabalho, ensinando sobre os usos dos equipamentos de proteção individual e sua obrigação para execução dos serviços.

Figura 11 – Palestra de segurança do trabalho



Fonte: Autor, 2022

Outra medida prática que faz parte do terceiro princípio da Construção Enxuta, são os procedimentos de execução de serviços. Estes procedimentos visam documentar ou padronizar

os processos e etapas explicando detalhadamente como será a forma de execução. Segundo o engenheiro da obra, os procedimentos de execução de serviço são muito importantes para a obra, porém ainda não são adotados pela construtora, pois, ainda estão em fase de elaboração.

O quarto princípio é reduzir o tempo de ciclo, onde 60% dos entrevistados sabiam o que era tempo de ciclo e 40% ainda não sabiam. Isto se torna preocupante, pois todos os colaboradores deveriam saber o que é este conceito já que uma vez sabendo o que é tempo de ciclo, é possível identificar formas de reduzi-lo, ganhando um aumento na velocidade de execução das atividades.

Por exemplo, no canteiro de obras estudado, a produtividade da escavação dos tubulões, da execução do muro de arrimo, do reboco do muro, da montagem de formas e da armadura dos elementos estruturais não eram medidas, dificultando muito a otimização e redução do tempo de ciclo desses serviços. Além disso, a empresa não tinha atenção em colocar os insumos perto dos trabalhadores para execução dos serviços, o que aumentava o tempo de ciclo das atividades. A Figura 12 mostra o armazenamento dos painéis treliçados da laje fora da obra, no lote vizinho, incrementando o tempo de transporte do material na obra e aumentando o tempo de ciclo.

Figura 12 – Painéis treliçados armazenados fora da obra



Fonte: Autor, 2022

Conforme as respostas do questionário, a produtividade dos trabalhadores ainda não é registrada em todos os serviços. Conversando com o proprietário da construtora, ele disse que tinha o objetivo de criar um banco de dados que contenha o coeficiente de produtividade dos principais serviços executados na obra, pois para orçamentos futuros, ter esses dados garantiria

um orçamento mais assertivo e ajudaria a fazer um cronograma e por conseguinte um planejamento mais eficaz.

Sobre o quinto princípio da Construção Enxuta que é simplificar com a redução do número de partes e passos, a empresa já utilizou o aço cortado e dobrado no empreendimento, também utiliza os elementos pré-moldados para ganhar uma rapidez na execução das atividades e ainda diminuir os resíduos produzidos no canteiro. Ela ainda faz uso de gabaritos para as formas e quando chegar na etapa de execução do projeto hidrossanitário e elétrico são utilizados kits prontos para facilitar o controle e execução da instalação.

Em relação a possibilidade da flexibilidade da execução, que é o sexto princípio, a empresa busca por uma mão de obra polivalente, porém, de acordo com o que a técnica de segurança ressaltou, boa parte dos funcionários ainda é especializada somente em uma área, então é necessário que sejam ministrados cursos de capacitação para que a mão de obra possa estar preparada para executar mais de um tipo de serviço e com qualidade.

Aumentar a transparência do processo que é o sétimo princípio da Construção Enxuta, é essencial para qualquer empresa que queira alcançar seus objetivos, porém, conforme as respostas do questionário, somente 40% dos participantes conhecem os objetivos da empresa, isso mostra que se deve ter uma atenção especial para mudar esse cenário, uma vez que todos os colaboradores devem conhecer quais são os objetivos da empresa que eles trabalham.

A maioria dos entrevistados afirmou que na obra existem quadros, painéis e placas de gestão à vista, e que são feitas reuniões para apresentar metas de produção e cronograma da obra. Entretanto, as reuniões se restringem somente a equipe administrativa.

O mapa de risco é um documento bem estruturado para garantir a gestão da segurança na obra. Através do mapa de risco, são sinalizados os locais de trabalho com possíveis riscos à saúde e segurança. Tem como objetivo conscientizar e informar os trabalhadores pela fácil visualização desses riscos. Para a representação gráfica dos riscos existentes nos locais de trabalho, são utilizados círculos de diferentes tamanhos e cores, mostrando o tipo de risco, sua intensidade e medidas preventivas. A Figura 13 apresenta o mapa de risco do canteiro de obras.

Figura 13 – Mapa de risco do canteiro de obras



Fonte: Autor, 2022

Todos os entrevistados afirmaram que existem placas de sinalização no canteiro de obras, mostrando que a empresa se preocupa com a segurança dos que frequentam o canteiro, facilitando a transparência da informação para todos. A sinalização do canteiro de obras está apresentada na Figura 14.

Figura 14 – Placas de sinalização



Fonte: Autor, 2022

O nono princípio da Construção Enxuta que é sobre a introdução da melhoria contínua ao processo, precisa de atenção por parte da construtora, pois embora todos os participantes entendam o conceito de melhoria contínua, na obra não são utilizados indicadores de

desempenho, e segundo o engenheiro da obra, nunca existe recompensa para incentivar a busca de melhorias.

Preservar uma melhoria entre as atividades de fluxo e conversão que é o décimo princípio, não está implementado na obra, 60% dos entrevistados não sabem a diferença entre estes dois tipos de atividades.

Por fim, de acordo com o proprietário da construtora, para aplicação do décimo primeiro princípio que é a utilização do benchmarking, a empresa faz pesquisas de mercado para viabilizar um produto a ser comercializado por meio de cooperativa, onde é feito o uso de acabamentos e processos de mercado atual.

4.2 APRESENTAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA À EMPRESA

Após concluído o questionário e entrevistas, foi realizada uma apresentação individual, com o objetivo de expor os 11 princípios da Construção Enxuta para a equipe de gerenciamento da construtora, para que eles pudessem compreender melhor sobre essa filosofia e tirar as dúvidas que eles tinham a respeito do assunto.

Inicialmente, foi planejado fazer uma reunião geral, como todos os participantes, porém, não estava sendo fácil encontrar um horário em que todos estivessem disponíveis, então optou-se por fazer a apresentação de forma individual, logo após a aplicação do questionário e entrevista.

Na apresentação (APENDICE B) os principais conceitos, ferramentas e aplicações dos princípios da Construção Enxuta foram expostos, de forma rápida e concisa, com um máximo empenho em sanar todas as dúvidas dos participantes.

4.3 PROPOSTAS DE IMPLEMENTAÇÃO DA FILOSOFIA

Considerando que a Construtora utiliza bem pouco a filosofia da Construção Enxuta no gerenciamento do canteiro de obras, buscou-se apresentar recomendações que auxilhassem na implementação dos 11 princípios propostos por Koskela (1992).

1) Reduzir parcelas de atividades que não agregam valor

Para diminuir a movimentação de pessoas e materiais é importante planejar onde será colocado os insumos necessários para execução das atividades. Os insumos precisam estar no

local certo e em quantidade adequada, de forma que os trabalhadores não fiquem ociosos esperando a reposição dos materiais. Tanto insumos quanto ferramentas devem estar próximos do local de aplicação no momento da sua necessidade e devidamente identificados para evitar aplicação em local errado.

Propõe-se que seja feito um planejamento de entrega de materiais do depósito ou almoxarifado para o local onde as atividades serão executadas. Na execução do muro de arrimo, onde os painéis pré-fabricados precisam estar próximos dos pedreiros, seria ideal definir a logística para posicionar esses painéis de maneira que facilite a execução do trabalho e seja reduzido o esforço dos colaboradores para transportar os elementos por grandes distâncias. Os locais onde o material será depositado serão chamadas zonas e são distanciados entre si de forma que as movimentações desnecessárias sejam reduzidas. Assim que os serviços perto da zona forem concluídos, os materiais serão depositados na próxima zona da sequência. Desse modo a construtora vai reduzir as atividades que não agregam valor para a obra.

Outra medida que pode ser adotada pela empresa é a utilização de argamassa estabilizada em substituição a convencional. Esta argamassa vem pronta para uso, o que garante uma maior limpeza e organização, já que sua utilização evita a estocagem e manuseio dos agregados e aglomerantes na própria obra. Ela pode ser aplicada em reboco, emboço, regularização de pisos, assentamento de alvenaria, entre outros. De acordo com os fornecedores locais a trabalhabilidade se mantém por até 36 horas, com consistência adequada.

No entanto, é necessário prever a quantidade de argamassa estabilizada que será utilizada durante o expediente de trabalho, para que não ocorra desperdício de material, e deixar sempre um estoque para iniciar as atividades do dia seguinte.

Outra recomendação está relacionada ao transporte de materiais do pavimento térreo para os pavimentos superiores, levando em consideração que será executado um edifício de aproximadamente 100 metros de altura. Se não for utilizado o equipamento correto, a demora para repor os materiais será muito grande, fazendo com que a mão de obra fique ociosa e diminua a produtividade dos trabalhadores.

O equipamento mais adequado é o elevador cremalheira, com sistema de comunicação eficiente. Pois, em comparação com os elevadores do tipo guincho, as cremalheiras apresentam menor risco de ultrapassar a velocidade de segurança, uma vez que o equipamento possui um sistema de engrenagem que permite uma velocidade constante, enquanto os sistemas a cabo possuem velocidades variáveis, e o risco de ultrapassar a velocidade de segurança nas cremalheiras também é menor, pois tem sistemas de freios seguros.

Fazendo todas as manutenções necessárias no equipamento conforme as orientações do engenheiro mecânico, o elevador vai funcionar corretamente e vai trazer uma maior segurança para os trabalhadores. O sistema de comunicação no elevador cremalheira se faz necessário, pois, ter uma comunicação em cada pavimento com o operador do equipamento faz com que se tenha menos espera para transportar pessoas e materiais.

2) Elevar o valor do produto, considerando e atendendo as necessidades dos clientes

De acordo com Koskela (1992), existem dois tipos de clientes, os internos e os externos. Os internos seriam os funcionários que executarão a próxima etapa de uma atividade e os externos, como o empreendimento é de uma cooperativa, seriam os cooperados, proprietários dos apartamentos.

Primeiramente, propõe-se que seja feita uma pesquisa de mercado para identificar as necessidades dos clientes externos, fazendo alterações para implementar novas tecnologias, novos materiais e verificando se é viável para a obra.

Como trata-se de uma cooperativa, onde são realizadas assembleias com os cooperados a fim de fazer prestação de contas, apresentar o balanço financeiro e mostrar como está o andamento da obra, também é possível ouvir sugestão dos clientes a fim de agregar valor no produto. Nessas reuniões trimestrais podem-se apresentar algumas linhas de metais, de porcelanatos, paisagismo, entre outros, e os clientes vão poder escolher por maioria, qual o melhor para atender as suas necessidades, desta forma, pode-se garantir que a construtora está agregando valor ao apartamento, conforme a necessidade dos clientes.

Já para o cliente interno, é importante definir critério de aceitação dos serviços, para que seja liberado para a próxima etapa, pois os responsáveis pelas fases subsequentes devem ter plenas condições de executar suas atividades, garantindo um alto padrão de qualidade e isso só é possível se as tarefas predecessoras estiverem finalizadas e sem defeitos. Na Tabela 1 apresenta-se os itens de verificação para execução das formas da estrutura.

Tabela 1 - Itens de verificação para execução das formas

Verificação	Tolerância
Cortes das chapas e pintura dos cortes	-
Pilares - Prumo dos painéis - galgas de armação	5 mm
Vigas - Prumo dos painéis	5 mm
Posicionamento de escoras	-
Encunhamento das laterais, galgas, gravatas e mosquitos	-
Lajes - Eixos de referência	5 mm
Distribuição das longarinas	10 cm
Posicionamento de escoras	10 cm
Alinhamento, prumo e nivelamento das escoras	10 mm
Verificação de contraflecha	0 mm

Fonte: Autor, (2022)

Antes de finalizar o serviço, precisa-se verificar se as chapas foram cortadas conforme o projeto, se foi feita uma pintura dos cortes para garantir uma maior durabilidade, verificar se a forma dos pilares montados estão aprumadas, se os painéis das vigas também estão aprumadas, se as escoras estão firmes e posicionadas nos locais corretos, se foram feitos os encunhamentos laterais, se foram deixados a armadura para posicionar o eixo de referência, conferir o alinhamento e prumo das escoras, e também verificar se a contraflecha está conforme especificado em projeto. Deve-se definir os critérios de aceitação para todos os serviços da obra, de forma que seja alcançada uma qualidade elevada.

3) Reduzir a variabilidade

Para conseguir implementar esse princípio, a empresa, inicialmente, deve investir em cursos de capacitação e treinamentos para os funcionários, dessa forma a mão de obra vai padronizar os serviços executados. Para a concretagem, por exemplo, pode-se fazer um curso de como utilizar o vibrador de concreto corretamente sem ocasionar brocas e exsudação na superfície do elemento estrutural, também podem ser ministrados cursos sobre a utilização dos equipamentos como serras circulares, policorte, furadeiras, martelos e curso de como aplicar os impermeabilizantes da maneira correta.

Além disso, a empresa pode elaborar procedimentos de execução de serviço ou adotar de revistas, manuais e livros. Os procedimentos têm como objetivo documentar ou padronizar os processos e etapas explicando detalhadamente como será a forma de execução.

Outra prática interessante para reduzir a variabilidade é utilizar formas prontas, que podem ser reutilizadas nos pavimentos semelhantes, nos pilares, vigas e lajes, o que gera uma economia na compra de materiais para obra, além do mais, agiliza a execução dos serviços.

4) Reduzir tempo de ciclo

Segundo Koskela (1992) o tempo de ciclo é a soma do tempo de processamento, tempo de inspeção, tempo de espera e tempo de movimentações. Então, o objetivo desse princípio é reduzir o tempo de ciclo através de melhorias constantes.

Recomenda-se que a construtora faça a divisão dos serviços em tarefas menores, pois, com lotes pequenos de tarefas a complexidade dos serviços é reduzida, o que faz com que o planejamento seja mais eficiente e facilita o controle da produção. Por exemplo, como na concretagem da laje, pode-se dividir esse serviço em montagem da armadura dos pilares, fechamento da forma dos pilares, montagem do fundo da forma das vigas, montagem da armadura das vigas, fechamento da forma das vigas, escoramento e montagem da laje treliçada, montagem da ferragem de distribuição da laje, conferência da contraflecha, prumo, alinhamento e limpeza das formas e pôr fim a concretagem dos pilares, vigas e laje.

Além disso, todas as atividades da obra devem ser acompanhadas e medidas, dessa maneira o tempo de processamento das etapas, o tempo de inspeção das atividades e o tempo de espera por parte dos colaboradores será otimizado, assim as movimentações desnecessárias serão eliminadas. Com a redução dos tempos de ciclo da produção, o tempo de execução da obra será reduzido, então o prazo de entrega do empreendimento definido com o cliente será cumprido.

5) Simplificar com a redução do número de partes e passos

Com a finalidade de reduzir a quantidade de passos e etapas de qualquer serviço, é essencial executar práticas que simplifiquem os processos de produção na obra. Assim, com base nesse princípio, propõe-se que a empresa compre o aço cortado e dobrado, pois vai diminuir as etapas no canteiro de obras, conseqüentemente, alcançará uma maior produtividade, além de diminuir as perdas desse material, garantindo uma maior racionalização para o empreendimento.

Outra prática recomendada é a utilização de elementos pré-fabricados, no caso do muro de arrimo, substituir os blocos de concreto por painéis pré-fabricados, que agilizam o processo

construtivo e traz uma economia, uma vez que diminui custos com a mão de obra, agiliza o tempo de execução e a quantidade de resíduos gerada no canteiro de obras é menor. Além do mais, outros elementos que podem ser substituídos por peças pré-fabricadas são as vergas, fazendo com que o processo seja mais rápido e econômico. As lajes também podem ser pré-fabricadas. Porém, para toda substituição de um sistema estrutural, é necessário fazer uma análise de custo anteriormente, para verificar se o sistema escolhido terá o melhor custo-benefício se comparado com outros.

6) Possibilitar a flexibilidade da execução

Para considerar esse princípio é imprescindível ter uma mão de obra polivalente na empresa, de forma que um único colaborador tenha condições técnicas de cumprir diferentes serviços em seu ambiente de trabalho. Para isso, a construtora pode contratar funcionários que já tenham domínio na execução de mais de um serviço ou através de treinamentos contínuos dos seus colaboradores, com rotação de postos de trabalho.

Além do mais, é fundamental que a empresa trabalhe com a tecnologia BIM (Building Information Modelling), ou Modelo de Informação da Construção, que permite a compatibilização de diferentes disciplinas na elaboração dos projetos. Por proporcionar a visualização tridimensional do empreendimento, também possibilita uma maior facilidade na identificação das interferências nos projetos. Dessa maneira, se evita erros na compatibilização, e permite que sejam realizadas alterações antes da execução das etapas, portanto, há uma economia financeira e eliminação de retrabalhos.

Outra recomendação, é para a possibilidade de o cliente escolher entre mais de um tipo de planta baixa para os apartamentos, desde que a solicitação das plantas opcionais seja feita com antecedência, deste modo, o cliente terá um apartamento que se adeque ainda mais as suas necessidades.

7) Aumentar a transparência do processo

Toda empresa deve se preocupar com a transparência dos processos, dessa forma, a transparência em todas as etapas da construção deve ser simples e direta, compreensível para todos os funcionários, impedindo falhas e retrabalhos.

Para alcançar esse princípio, orienta-se que a construtora implemente o programa 5S para manutenção da ordem e organização no canteiro de obras, otimizando tanto o deslocamento como a execução de tarefas. O programa 5S tem como objetivo aumentar a produtividade através de cinco conceitos: utilização, organização, limpeza padronização e disciplina.

No primeiro conceito que é o da utilização, é separado tudo que é necessário do desnecessário para execução do serviço e é eliminado tudo que não é útil do ambiente de trabalho. No segundo conceito, o da organização, o espaço de trabalho é organizado para otimizar os processos. O terceiro conceito é o da padronização, em que é necessário fazer a limpeza e eliminar qualquer sujeira e objetos não utilizados para poder continuar com o ambiente limpo. No conceito de padronização, são criados normas e padrões a serem seguidos para facilitar os processos. Já o último conceito que é o de disciplina, significa criar um hábito de seguir as normas da empresa.

Para garantir a transparência das informações, devem-se ser instaladas inúmeras placas de segurança do trabalho, determinando a obrigatoriedade do uso de equipamentos de proteção individual, sobre o uso correto de equipamentos e ferramentas e da necessidade de limpeza do ambiente de trabalho, além de outras informações importantes como o armazenamento adequado de materiais e movimentação segura na obra. Uma prática recomendada é a remoção de obstáculos visuais do canteiro de obras, como divisórias e tapumes.

A empresa também pode adotar reuniões de apresentação de metas de produção, projetos e cronogramas, além de esclarecer dúvidas, explicar decisões e mudanças de maneira completa. As informações com indicadores de desempenho de cada etapa no processo precisam ficar à vista.

8) Focar o controle no processo global

A fim de proporcionar um maior controle de processos na obra, recomenda-se a adoção da técnica de programação da Linha de Balanço, pois, segundo Mendes Jr. (2009) ela permite simular diversas alternativas de estratégias de ataques à obra, e até o ritmo de produção dos

diversos serviços. O objetivo principal destas simulações é atender o prazo da obra ou a previsão financeira.

Esta técnica possibilita planejar e organizar as etapas da obra no decorrer do tempo, trazendo uma maior clareza aos padrões de repetição que existem na execução do empreendimento, por meio desta ferramenta, fica mais simples visualizar o que está sendo executado e o que ainda precisa ser feito, estas informações são utilizadas para otimizar o processo, removendo tarefas que não agregam valor e melhorando a produtividade da mão de obra.

Além do mais, é fundamental que a empresa faça o acompanhamento das atividades que estão sendo executadas no canteiro de obras, fazendo medição da produtividade e do consumo de materiais, deste modo, é possível identificar os serviços que não estão sendo executados conforme o planejamento e os materiais que estão sendo desperdiçados em grandes quantidades, com essas informações é possível formular soluções que eliminem esses problemas e garanta um processo com maior qualidade para a obra.

9) Introduzir a melhoria contínua ao processo

Para atender este princípio, sugere-se que a empresa adote reuniões quinzenais para ouvir os colaboradores da empresa e buscar melhorias nas atividades que estão sendo executadas, mesclando a melhor parte entre o conhecimento técnico da gerência da obra e o conhecimento empírico por parte dos operários.

Outra prática que deve ser adotada é a utilização de indicadores de desempenho, que analisam o desempenho, medindo, quantificando, confrontando resultados, com um intervalo de tempo, que vai apontar onde a empresa está se sobressaindo e como pode se distinguir das concorrentes.

Os indicadores também apresentam as dificuldades e os empecilhos que comprometem a produtividade e a eficiência da construtora.

10) Preservar um equilíbrio entre as melhorias de conversões e fluxo

Recomenda-se que a empresa inicie com melhorias nas atividades de fluxo, eliminando perdas no transporte de materiais e equipamentos, espera e inspeção dos processos. Portanto, deve ser investido na inserção de novas tecnologias para o canteiro de obras.

Para o transporte e movimentação de materiais mais pesados, pode estar sendo utilizada uma minicarregadeira, que vai diminuir o esforço dos colaboradores e vai agilizar as movimentações. Também devem ser realizadas previsões financeiras mensais de maneira que para todas as etapas da obra, os insumos sejam comprados e entregues com antecedência e os trabalhadores não fiquem parados por falta de material. Outra coisa que pode ser feita é que quando estiverem marcando o eixo da laje, o engenheiro fique acompanhando as medidas e já verifique com os carpinteiros e o mestre de obras se o eixo dos pilares está correto, assim não vai ser preciso estar conferindo depois. O mesmo acontece com a armadura dos pilares, que podem ser conferidas à medida que os armadores forem montando os pilares, já verificando se estão montando corretamente.

Começar a melhoria pelas atividades de fluxo se justifica pois estas atividades tem maior impacto no processamento global, quando confrontado com melhorias nas atividades de conversão, visto que, melhores fluxos exigem uma menor capacidade de conversão, ocasionando em um menor investimento em equipamentos e ferramentas e um maior controle dos fluxos favorece a introdução de novas tecnologias de conversão, além do que, ocorre uma redução das variabilidades com a inserção de novas tecnologias de conversão, desta forma as atividades de fluxo diminuem.

11) Fazer Benchmarking

Para implementar esse princípio, é imprescindível que a empresa conheça com clareza os seus processos, e saiba quais seus pontos fracos e fortes. Assim, é possível comparar sua realidade com as melhores construtoras do mercado e incorporar o melhor, modificando ou adotando as melhores práticas das líderes do setor da construção civil.

Buscar referências de ponta que aplicam novos padrões e metodologias, e desenvolver um processo de aprendizado a partir das práticas adotadas nessas empresas, permitirá chegar em um patamar mais elevado no mercado.

4.4 DESAFIOS ENCONTRADOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

As recomendações para implementação da Construção Enxuta no canteiro de obras estudado foram colocadas em prática, e com isso, foram identificados os desafios para

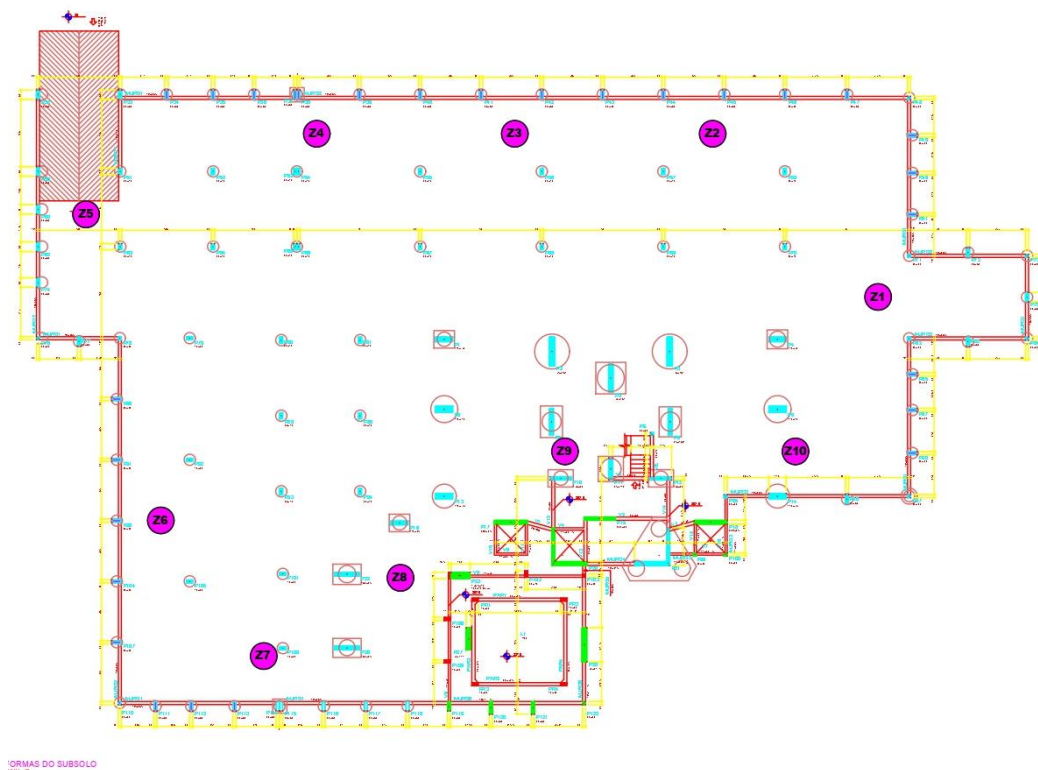
implementação dessa filosofia de construção pela construtora responsável pela execução do empreendimento.

1) Reduzir parcelas de atividades que não agregam valor

Para atender o primeiro princípio e reduzir as parcelas de atividades que não agregam valor, primeiramente, o engenheiro da obra com o almoxarife, elaboraram um planejamento de entrega de materiais do almoxarifado para os locais de uso dos colaboradores para execução dos serviços.

A obra se encontrava na fase de execução do subsolo, então, foi elaborado um planejamento dos locais adequados para colocar os painéis de concretos pré-fabricados do muro de arrimo, conforme a Figura 15. Seguindo a recomendação, no canteiro de obras foram definidas zonas de entrega dos materiais para execução do muro de arrimo, de forma que os painéis pré-fabricados fossem armazenados no local em quantidade adequada para realização das atividades (Figura 16).

Figura 15 - Zonas de entrega de materiais para execução do muro de arrimo.



Fonte: Autor, 2022

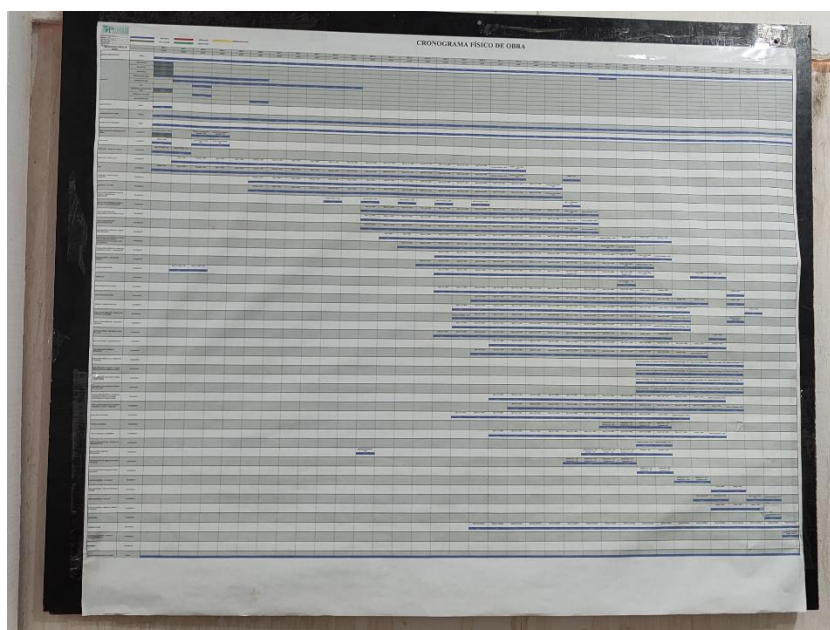
Figura 16 - Armazenamento de painéis para execução do muro de arrimo



Fonte: Autor, 2022

Um desafio encontrado foi que o cronograma da obra deve ser bem elaborado, de maneira que seja possível fazer um estudo da entrega de materiais para as atividades que serão executadas. Sem cronograma, não é possível fazer o planejamento das atividades futuras, somente dos serviços que estão sendo realizados. O cronograma da obra não estava atualizado já que foi realizado em 2019, porém, a construção começou em 2021, o que dificultou o planejamento. Então foi necessário fazer um cronograma (Figura 17) com todos os serviços que seriam executados na obra, com suas respectivas datas de início e término.

Figura 17 – Cronograma da obra atualizado



Fonte: Autor, 2022

Outro desafio identificado foi que o mestre de obras não queria seguir o planejamento de entrega de materiais, pois, de acordo com ele, os insumos deviam ser colocados em poucos locais e os ajudantes iriam retirando os materiais. Para contornar esse problema, foi realizada uma reunião com o mestre de obras para explicar por que no canteiro estava identificado os locais onde os materiais seriam depositados, e quais as vantagens para os colaboradores e para a obra.

No reboco do muro de arrimo foi utilizado a argamassa estabilizada, com ela foi possível executar o serviço muito mais rápido se comparado com a convencional. A Figura 18 é mostrada sua utilização. A argamassa estabilizada vem pronta para uso, então foram eliminados os trabalhadores para preparar ela no canteiro de obras, pelo fato que o edifício ainda estava na fase de execução da estrutura, ainda não foi contratado um operador de betoneira.

Figura 18 - Execução do reboco do muro de arrimo com argamassa estabilizada



Fonte: Autor, 2022

Outra vantagem desse material foi que os pedreiros podiam utilizar a argamassa estabilizada por até 36 horas, então por volta das 15 horas do dia anterior a argamassa era descarregada nas caixas e no outro dia, no primeiro horário já começava a ser utilizada.

Um desafio encontrado na utilização da argamassa estabilizada foi que a concreteira fornecia a quantidade mínima de 3 m³, porém essa quantidade era superior ao que se precisava na obra para executar o reboco. Por outro lado, quando se utilizava a argamassa convencional preparada na obra, poderia fazer a quantia que era necessária para execução do serviço. Também, quando a quantidade de argamassa a ser utilizada era menor que a mínima fornecida, o material em excesso era descartado, ou quando possível e respeitando o tempo máximo de utilização, ele era aplicado no outro dia.

O elevador cremalheira foi uma recomendação para otimizar a movimentação dentro do canteiro de obras, porque o edifício estava projetado para ter mais de 100 m, então era necessário que a empresa adquirisse o equipamento correto para transporte dos materiais, ferramentas, equipamentos e dos próprios colaboradores, do pavimento térreo até os pavimentos superiores. Também evita que a mão de obra fique ociosa esperando que o material chegue ao local de execução do serviço.

Porém, o equipamento novo é muito caro, chegando a passar de R\$ 1.000.000,00 instalado na obra, a solução encontrada foi comprar um equipamento usado, o orçamento do equipamento usado ficou 75% mais barato. Foi realizada 4 cotações para escolher a de melhor custo-benefício. Na figura 19 está apresentado as imagens do equipamento que foi comprado.

Figura 19 – Elevador cremalheira comprado em processo de reforma.



Fonte: Autor, 2022

Como o equipamento foi comprado usado, ele precisou passar por um processo de reforma antes de ser entregue na obra, ele passou por uma série de manutenções sendo contratada uma empresa terceirizada para emitir um laudo técnico especificando o estado atual do mesmo e todas as manutenções e adequações para ficar consoante as normas de segurança. O equipamento já foi comprado para ser entregue revisado e pintado.

Em relação ao engajamento da equipe, o almoxarife da obra seguiu todas as recomendações para implementação desse princípio e continuou a planejar a entrega dos materiais, selecionando os melhores locais, de maneira que os materiais ficassem mais perto dos colaboradores, para reduzir as movimentações e para o canteiro de obras ficar organizado.

A equipe de engenharia também se mostrou empenhada em sempre estar atualizando o cronograma da obra, dessa forma o acompanhamento do planejamento se tornou mais fácil e eficaz, o cronograma antes não era atualizado periodicamente, mas agora, no primeiro dia útil de cada mês o engenheiro da obra se comprometeu a estar atualizando o cronograma e fixando ele na sala de engenharia para que todos fiquem acompanhando e verificando o andamento da obra, as atividades atrasadas e as que estão adiantadas.

Inicialmente o mestre de obras não concordou muito sobre o armazenamento dos materiais em vários locais no canteiro de obras, pois ele já estava acostumado a armazenar em poucos locais e depois os ajudantes ficarem carregando, porém, após explicar quais as vantagens e que agora seria feito dessa maneira ele não se opôs e começou a organizar os materiais conforme o que foi planejado pelo almoxarife e engenheiro da obra, então depois ele também se engajou para estar cumprindo o princípio de reduzir as atividades que não agregam valor na obra.

Os pedreiros não tiveram resistência na utilização da argamassa estabilizada, alguns deles já trabalharam com ela, percebeu-se que eles gostaram muito dessa nova tecnologia para o reboco do muro de arrimo, pois o trabalho deles diminuiu, então eles estavam comprometidos em fazer a sua utilização e perceberam que traria grandes vantagens para a execução do serviço deles.

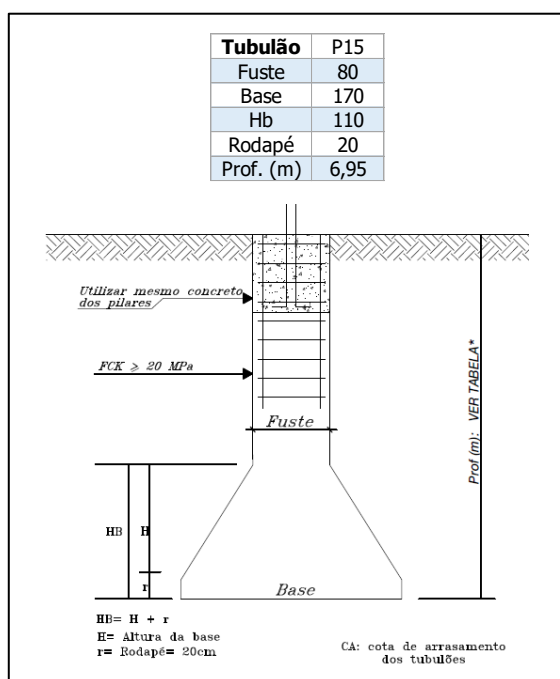
No que se refere a utilização do elevador cremalheira na obra, o proprietário da construtora já estava empenhado na sua aquisição, pois como ele também é engenheiro civil, ele entendia muito bem os benefícios que a sua utilização traz para a movimentação de materiais, diminui a espera por parte dos colaboradores, possibilita o transporte abundantemente de insumos de uma só vez, então ele garantiu que contrataria um operador de cremalheira e que o equipamento seria utilizado no edifício.

2) Elevar o valor do produto, considerando e atendendo as necessidades dos clientes

De acordo com o presidente da cooperativa, como a obra ainda está na fase de execução da estrutura, nas primeiras assembleias com os cooperados ainda não seriam escolhidos em definitivo os tipos de revestimento, metais, paisagismo, entre outros, ocorreram a prestação de contas e atualização do andamento da obra, porém, em assembleias futuras serão apresentadas algumas linhas de produtos e os clientes irão decidir quais utilizarão no acabamento do edifício. Entretanto, o presidente da cooperativa disse que sempre está à disposição para ouvir sugestões dos cooperados e analisar a viabilidade de implementar melhorias para a obra. Desta maneira, pode-se garantir que a cooperativa está agregando valor ao apartamento, conforme a necessidade dos clientes externos.

Para o cliente interno, a recomendação foi para que fossem definidos critérios de aceitação dos serviços, para ser liberado para outra etapa, então para escavação dos tubulões foram entregues aos poceiros uma folha com os dados dos tubulões que eles iriam escavar, depois de finalizada a escavação de cada elemento foi realizada a aceitação do serviço e para isso as dimensões escavadas deveriam estar de acordo com os dados entregues a ele, na Figura 20 é apresentado um exemplo de critério de aceitação de um tubulão.

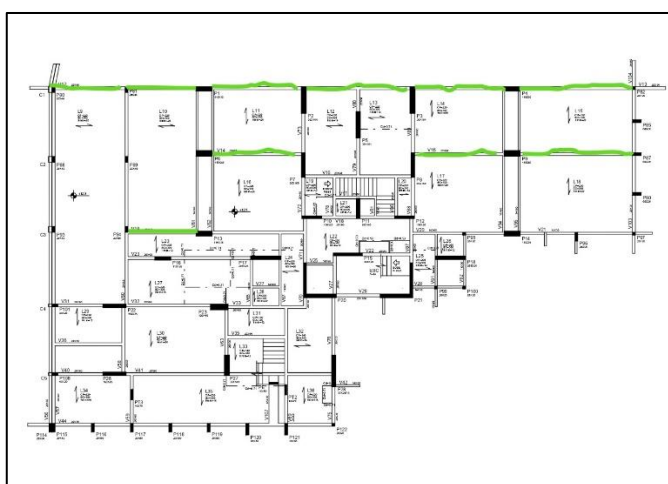
Figura 20 - Dimensões de tubulão a ser escavado



Fonte: Autor, 2022

Para verificação da execução da estrutura foi impressa a planta de forma, onde os elementos depois das armaduras serem montadas, eram verificadas de acordo com o projeto e então quando não tinham defeitos eram pintados no mapa, conforme Figura 21, caso o elemento não estivesse de acordo com o projeto, os armadores deveriam corrigir o problema e depois seria feita nova verificação.

Figura 21 - Mapa para verificação dos elementos estruturais



Fonte: Autor, 2022

No que diz respeito ao engajamento da equipe, os armadores não tiveram dificuldades em corrigir os problemas apontados nas verificações e cumpriram todas as exigências de qualidade dos serviços imediatamente, por outro lado, os carpinteiros de início não estavam corrigindo o desalinhamento das vigas, o desnivelamento, não estavam respeitando os valores de contraflecha do projeto, então foi necessário acionar o proprietário da construtora que marcou uma reunião com toda a equipe da obra, para explicar qual era o padrão de qualidade da obra, que a construtora se preocupava em entregar um produto final com um elevado padrão de acabamento, e para isso, eles deveriam corrigir as falhas apontadas pela equipe de engenharia que estava lá para fiscalizar o serviço deles.

Depois dessa reunião, a equipe de carpintaria assumiu o compromisso de estar corrigindo todos os problemas apontados na execução do serviço deles, mesmo com o prazo curto de finalização das tarefas, era importante que elas fossem feitas com o máximo empenho em garantir a qualidade da execução. Então, com o tempo, como eles já sabiam o que precisava ser corrigido, se eles não fizessem correto de início, eles teriam que refazer e o trabalho seria maior.

Com relação à diretoria da Cooperativa, eles sempre se empenharam em estar garantindo a satisfação dos cooperados, pois, o edifício pertence aos clientes, então eles estavam sempre engajados em atendê-los da melhor maneira e garantir que as necessidades deles fossem resolvidas a medida do possível. Este princípio foi aplicado e todos os desafios superados, pois um dos objetivos da construtora é garantir a satisfação do maior número de clientes possível, sempre se atentando para atender suas necessidades, além de estar fiscalizando as atividades dos trabalhadores de maneira que a obra seja executada com um elevado padrão de qualidade.

3) Reduzir a variabilidade

Como recomendação para implementar o princípio de reduzir a variabilidade, a construtora solicitou a empresa fornecedora de ferramentas e equipamentos para ministrar um curso de como usar a serra circular de bancada, serra circular manual, policorte, furadeiras e marteleiros, conforme mostrado nas Figuras 22 e 23.

Figura 22 - Curso de utilização de equipamentos



Fonte: Autor, 2022

Figura 23 - Utilização da serra circular da maneira correta



Fonte: Autor, 2022

O instrutor qualificado tem conhecimentos de como utilizar o equipamento conforme recomendado pelo fabricante e com segurança para o trabalhador. Assim, os carpinteiros, armadores, pedreiros e ajudantes usaram os equipamentos da maneira adequada, garantindo uma melhor execução das atividades e menor variabilidade das tarefas.

Uma outra prática aplicada foi a elaboração dos PES (procedimentos de execução de serviços), para padronizar os processos e etapas explicando detalhadamente como executar a atividade. No APENDICE C é apresentado o PES de execução de execução de fundação em tubulão a céu aberto. Não houve resistências dos trabalhadores quanto a fiscalização dos serviços, para conferir se o que foi feito estava de acordo com o procedimento de execução do serviço. Na figura 24, pode-se observar a conferência da escavação do tubulão.

Figura 24 – Conferência da escavação do tubulão



Fonte: Autor, 2022

Quando os poceiros finalizavam a escavação do tubulão, era necessário que alguém da equipe de engenharia descesse e verificasse se as dimensões escavadas estavam conforme o que foi passado para eles, caso as medidas estivessem diferentes eles teriam que escavar novamente e então era feita uma nova verificação, quando o elemento de fundação estava com as dimensões corretas eles eram liberados para outro tubulão ou bloco.

Sempre que uma atividade estava sendo executada de forma diferente do que estava no procedimento de execução, o serviço era interrompido, explicava-se como deveria ser feito e era corrigido. Não houve nenhum incidente durante a pesquisa em que o funcionário depois de chamada a atenção para corrigir uma execução, não fizesse do jeito certo. Alguns até queriam uma justificativa do porquê fazer diferente do que eles estavam habituados, mas depois de explicar de forma técnica e cobrar que fosse executado conforme os procedimentos da empresa, todos faziam.

Outra técnica implementada na empresa foi a utilização de forma pronta, para execução dos pilares e vigas, a laje era treliçada, então não foi necessário. A forma era confeccionada na central de carpintaria, nos tamanhos de acordo com o projeto estrutural, uma grande vantagem era que elas podiam ser utilizadas nos pavimentos subsequentes, o que gerou uma economia de materiais, e uma vez que a forma do elemento estrutural já estava confeccionada, nos próximos pavimentos, as formas eram somente montadas no local.

Um desafio encontrado foi que os carpinteiros esqueciam de passar a tinta esmalte no corte do madeirite para ele ter maior durabilidade, e identificar os painéis das formas, mas aos poucos eles foram criando esse hábito, sempre que confeccionavam já pintavam o madeirite, como mostra a Figura 25. Além disso, era necessário ficar atento com a questão de cortes desnecessários dos madeirites, para fazer adaptações, então o mestre de obras passava o corte correto dos painéis e o auxiliar de engenharia fazia o acompanhamento na central de carpintaria.

Figura 25 - Madeirites pintados e identificados



Fonte: Autor, 2022

Com relação aos carpinteiros, eles se engajaram em confeccionar as formas na carpintaria e já levar elas prontas para colocar no local correto dos pilares, sempre marcavam os painéis para facilitar a desforma e para posterior utilização em um pavimento superior. Todos os trabalhadores da empresa também estavam empenhados em participar dos cursos, eles não tiveram resistência para estar participando das capacitações, e sempre estavam atentos às informações que eram transmitidas a eles.

Com relação à utilização dos procedimentos de execução de serviços, a equipe de engenharia teve um engajamento baixo para estar produzindo esses documentos, conforme o auxiliar de engenharia que respondeu em entrevista, demorava muito para fazer isso e ele tinha atividades com mais prioridade, mas que quando ele tivesse um tempo livre iria fazer os PES de outros serviços, foram somente elaborados o PES da limpeza do terreno, da execução de fundação em tubulão ao ar livre e da execução de blocos, sapatas e vigas baldrame.

4) Reduzir tempo de ciclo

Para reduzir o tempo de ciclo dos processos na obra, os serviços foram divididos em tarefas menores, por exemplo, para escavação da fundação do reservatório a etapa foi dividida em todos os elementos que seriam escavados, e o serviço de concretagem que indicava a finalização, conforme apresentado na Figura 26. Com isso ficou melhor o acompanhamento do serviço e possibilitou replanejar as tarefas para finalizar na data prevista.

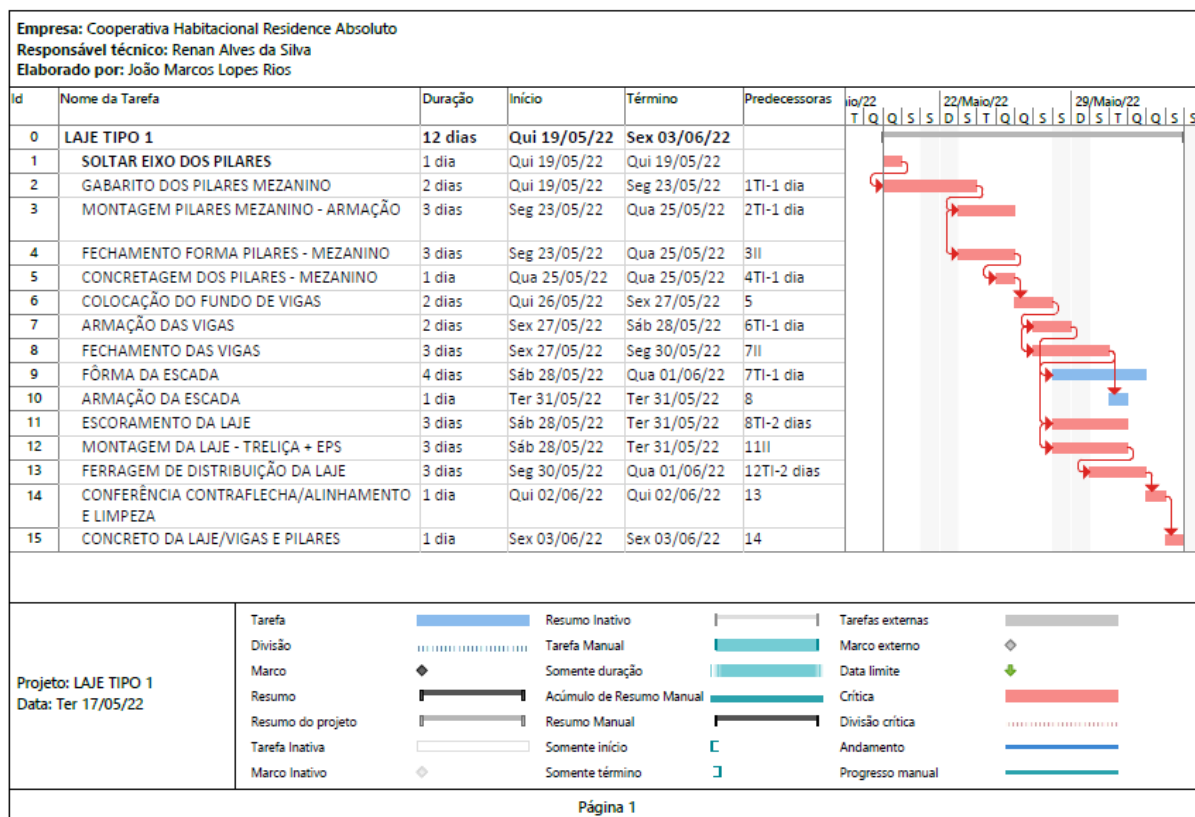
Figura 26 - Cronograma para execução da fundação

Nome da Tarefa ▾	Duração ▾	Início ▾	Conclusão ▾	% Concluída ▾
4 TUBULÕES RESERVATÓRIO	19,89 dias	Seg 21/02/22	Seg 21/03/22	100%
Escavação Reservatório	3 dias	Seg 21/02/22	Qui 24/02/22	100%
Tubulão PR4	2 dias	Qua 09/03/22	Sex 11/03/22	100%
Tubulão PR3	4 dias	Qua 09/03/22	Ter 15/03/22	100%
Tubulão P109	2 dias	Ter 15/03/22	Qui 17/03/22	100%
Tubulão P106	2 dias	Ter 15/03/22	Qui 17/03/22	100%
Tubulão PR2	2 dias	Qui 17/03/22	Seg 21/03/22	100%
Tubulão PR1	2 dias	Qui 17/03/22	Seg 21/03/22	100%
Tubulão PE	2 dias	Ter 15/03/22	Qui 17/03/22	100%
6 CONCRETAGEM	0 dias	Seg 21/03/22	Seg 21/03/22	100%

Fonte: Autor, 2022

Para a concretagem da laje, foi criado um diagrama de Gantt (Figura 27), dividindo a etapa em serviços menores, o que facilitou o acompanhamento da meta e se era preciso reprogramar a data da concretagem, pois, o concreto da laje deveria ser agendado com antecedência de pelo menos dois úteis, caso contrário a construtora pagaria uma multa para a empresa fornecedora de concreto e como precisava da lança de concreto, se deixasse para marcar com um prazo curto, era difícil encontrar um horário disponível para agendar um volume grande de concreto.

Figura 27 – Diagrama de Gantt para concretagem da laje



Fonte: Autor, 2022

Para execução da laje, quase todas as atividades dependiam uma da outra, caso alguma atrasasse, impactaria diretamente na data de concretagem da laje, então a equipe precisava estar alinhada e engajada para cumprir os prazos. Para engajar os trabalhadores, foi acordado uma bonificação com todos eles, dessa forma eles aumentaram muito a produtividade e conseguiram cumprir os prazos pré-estabelecidos.

Uma prática desafiante foi a medição dos serviços, pois uma pessoa da engenharia precisava ficar responsável por esse acompanhamento. Porém, o engajamento para implementação dessa prática no início foi muito baixo, a equipe de engenharia estava muito ocupada na verificação dos serviços, atualização das previsões financeiras e cronograma da obra, além dos serviços de acompanhamentos diários. Então decidiram fazer a medição da produtividade somente uma vez para cada serviço e caso verificassem que a produtividade estava baixa eles refaziam a medição para poder buscar pontos de melhoria. Dessa forma, foi possível iniciar a elaboração do próprio banco de dados de produtividade da mão de obra da construtora e sem esses dados não conseguiram buscar melhorias em pontos específicos da produção.

Também se teve problemas com cortes que faltavam a etiqueta, o que dificultou a conferência do material entregue na obra, além de peças com tamanho ou quantidade divergente do projeto, a demora para corrigir o erro era muito grande.

Foi percebido que para a realidade da obra, devido à execução que era em duas etapas e também pela prioridade de elementos estruturais que deveriam ser entregues e pelo depósito de aço ser pequeno e descoberto, devido ao pequeno espaço no canteiro de obras, o melhor seria cortar, dobrar e montar o aço no próprio canteiro, embora o custo fosse um pouco mais alto, eram menos problemas enfrentados, na Figura 30 pode-se observar o aço sendo cortado e dobrado na obra.

Figura 30 - Corte e dobra do aço na obra



Fonte: Autor, 2022

O muro de arrimo, que antes estava previsto para ser executado em canaletas de concreto armadas com aço foi substituído por painéis pré-fabricados, no início da execução a produtividade da equipe estava baixa, porém depois de dois dias trabalhando com o novo sistema construtivo a equipe aumentou a velocidade de execução do muro, na Figura 31 apresenta-se o muro de arrimo sendo executado.

Figura 31 - Muro de arrimo em execução



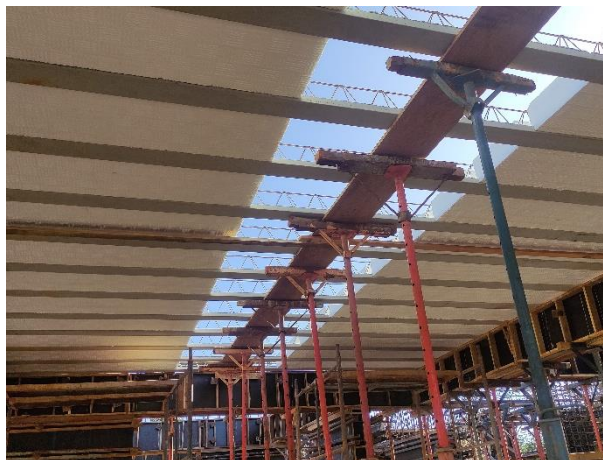
Fonte: Autor, 2022

Utilizar o muro de arrimo trouxe uma economia, pois a alternativa ficou com menor custo se comparado ao projeto inicial, além de diminuir o tempo de execução também diminuiu a quantidade de resíduos gerados no canteiro de obras.

Um desafio para utilização do muro de arrimo pré-fabricado é que como os painéis são pesados, era necessário ter uma empilhadeira na obra e no caso da construtora foi utilizado uma minicarregadeira que já estava sendo utilizada para remoção de terra da escavação da fundação, o que não gerou um custo elevado com locação do equipamento, porém essa análise deve ser feita sempre que for trabalhar com esse sistema construtivo. Outro desafio foi que a entrega dos materiais atrasava muito por causa do processo produtivo da empresa fornecedora, mesmo com o planejamento que a equipe de engenharia da obra fez.

Para a execução da laje do prédio, optou-se por utilizar a laje treliçada que é pré-fabricada e montada com o EPS, esse sistema construtivo é mais rápido, pois as peças já vêm prontas, elas são somente montadas no local e o EPS cortado para encaixar na laje. Dessa maneira a execução dessa etapa é mais rápida, isso proporciona uma economia de mão de obra. Na Figura 32, pode-se ver a montagem da laje do mezanino.

Figura 32 – Execução da laje treliçada



Fonte: Autor, 2022

Um desafio para utilização da laje treliçada, foi que, assim como os painéis do muro de arrimo, o planejamento tinha que ser feito com antecedência para que o material estivesse na obra na data especificada, e era importante passar uma lista de prioridade dos painéis que a obra precisava com mais urgência, dessa forma, evitava-se o atraso da entrega dos materiais.

No que se refere ao engajamento da equipe, eles estavam alinhados com o que foi proposto para eles, os armadores preferiram cortar e dobrar o aço na obra, os pedreiros tiveram dificuldades no início pois ainda não tinham trabalhado com muro de arrimo pré-fabricado, mas depois que pegaram a prática eles perceberam que não era difícil trabalhar com esse método construtivo, eles perceberam que a produtividade deles aumentou.

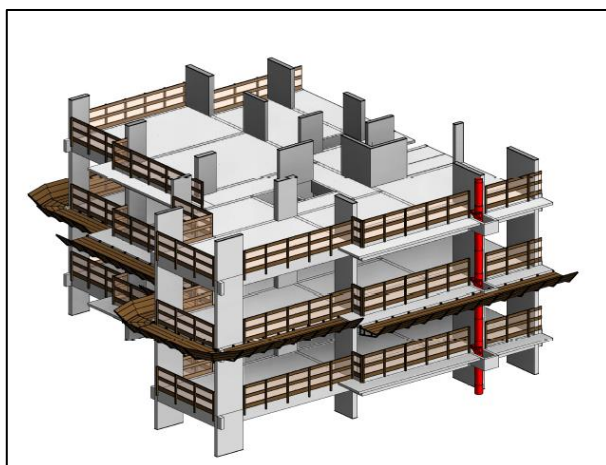
6) Possibilitar a flexibilidade da execução

Um desafio muito grande foi convencer a Construtora a fazer treinamentos para que a equipe de produção se tornasse polivalente, a empresa alegou que os funcionários são contratados para fazer somente a função do cargo ao qual foram contratados, e quando estão precisando de um profissional que faça mais de uma função eles já contratam um com experiencia. Então, a empresa não se engajou para implementar essa prática proposta.

Sobre a compatibilização de projetos, a construtora já contratou um arquiteto que é responsável por estudar os projetos do empreendimento e verificar as interferências de um projeto com o outro e dessa forma evitar que a obra seja construída e depois se tenha que fazer retrabalhos para corrigir defeitos.

Para fazer essas compatibilizações de projeto o arquiteto utiliza a tecnologia BIM (Building Information Modelling), ou Modelo de Informação da Construção que possibilita uma maior facilidade na identificação das interferências nos projetos. Através do BIM também é possível fazer quantitativos de materiais e agilizar orçamentos. Na figura 33, pode-se observar o projeto de proteção coletiva que foi elaborado no Revit.

Figura 33 – Projeto de proteção coletiva no BIM



Fonte: Autor, 2022

O projeto de proteção coletiva faz parte da segurança do trabalho do canteiro de obras, quando o projetista utiliza o BIM para fazer a compatibilização do projeto de proteção coletiva com o projeto estrutural, facilita o quantitativo de materiais e o entendimento de como será a montagem das peças, além de evitar qualquer interferência.

Em relação ao cliente ter a possibilidade de escolher entre mais de uma planta baixa para os apartamentos, a construtora informou que não disponibilizava essa opção, por se tratar de uma cooperativa e não de uma incorporadora, porém, caso o cliente quisesse fazer alterações pontuais, deveria solicitar com antecedência, que a diretoria da cooperativa com a construtora verificaria a viabilidade das mudanças.

Em relação ao engajamento da equipe, no contrato do arquiteto já estava previsto que ele faria a compatibilização dos projetos, então ele já estava alinhado com essa prática proposta, sobre a questão dos treinamentos para criar uma equipe de funcionários polivalentes, a construtora não se empenhou por não estar de acordo com essa recomendação e a diretoria da cooperativa também não se engajou em implementar a disponibilização da escolha de mais de uma planta baixa para os apartamentos dos clientes.

7) Aumentar a transparência do processo

Uma prática adotada para alcançar esse princípio na obra, foi a implementação do programa 5S para manutenção da ordem e organização no canteiro de obras, otimizando tanto o deslocamento como a execução de tarefas.

Para fazer a implementação desse princípio, a equipe de engenharia primeiro apresentou o sistema 5S no DDS (Diálogo Diário de Segurança), onde foi reunido todos os colaboradores e foi explicado de forma detalhada como funciona o programa e as dúvidas sobre ele foram respondidas. Na Figura 34 pode-se ver a reunião de apresentação do programa.

Figura 34 – Apresentação do programa 5S



Fonte: Autor, 2022

Logo após, foram confeccionadas placas (Figura 35) com o objetivo de facilitar a visualização de todas as ações do programa 5S, assim os colaboradores poderiam estar sempre lembrando para poder aplicar as ações no dia a dia.

Figura 35 – Placas do programa 5S



Fonte: Autor, 2022

Para implementação do primeiro senso os materiais, equipamentos e ferramentas úteis à etapa produtiva foram identificados, a partir da separação do indispensável à realização do serviço. Os materiais mais utilizados foram dispostos em locais de acesso mais fácil, os materiais às vezes utilizados foram dispostos com facilidade proporcional à frequência de utilização e os materiais nunca utilizados foram armazenados em local específico para este fim. Na figura 36 é exibido as prateleiras organizadas e com cada material do almoxarifado etiquetado.

Figura 36 – Prateleiras organizadas e etiquetadas



Fonte: Autor, 2022

O segundo senso que se refere a manter o que é necessário sempre localizado com rapidez, facilidade e segurança, foi implementado identificando os materiais com etiquetas. Na Figura 37 é mostrado os equipamentos com a sua devida identificação. Foram ainda anexadas ao canteiro, placas de identificação de local de descarte e delimitação do local de armazenamento de materiais, contribuindo para um local mais organizado.

Figura 37 – Equipamentos identificados



Fonte: Autor, 2022

Com os equipamentos identificados, facilitou o controle do almoxarife de qual colaborador tinha pegado emprestado o equipamento ou ferramenta. Além disso, no fim do expediente ele podia conferir na planilha de controle dele, algum equipamento que não havia sido entregue e posteriormente procurando o responsável por sua devolução.

Ter o local para o descarte da serragem da carpintaria evita que ocorram incêndios no canteiro de obras, pois o pó da madeira, por ser muito fino, pega fogo com facilidade e algum equipamento pode liberar uma faísca que em contato com o material produziria fogo. Já com o local para o descarte das pontas de arames e de aço evita que os trabalhadores sofram algum acidente pisando nessas pontas, além de ser um material que pode ser vendido, gerando uma receita para a construtora.

Já para o terceiro senso que corresponde a deixar os ambientes menos poluídos visualmente, frequentemente se começou a fazer a limpeza do canteiro com objetivo de manter o ambiente limpo, organizado e com bom aspecto. Ficou decidido que cada colaborador seria responsável por seu posto de trabalho e, por conseguinte, pelas ferramentas e equipamentos utilizados, sendo que vinte minutos antes do expediente encerrar, este se responsabilizaria por guardá-los e limpá-los. Na figura 38 pode-se observar a limpeza da rua em frente a obra.

Figura 38 – Limpeza da rua



Fonte: Autor, 2022

O quarto senso está relacionado a segurança, a empresa sempre entrega os equipamentos de proteção individual necessários para a realização das atividades além de cobrar o seu uso frequentemente. Na Figura 39 pode-se observar os trabalhadores usando os EPIs, como capacete, óculos escuros, toca árabe, botina bi densidade e cinto de segurança.

Figura 39 – Colaboradores usando equipamentos de proteção individual



Fonte: Autor, 2022

O quinto e último senso do programa que é o de autodisciplina foi um grande desafio a ser implementado. Na prática, além da conscientização dos funcionários, placas com lembretes relativos a algumas etapas foram colocadas em locais estratégicos do canteiro, indicando o uso de equipamentos de proteção, uniformes, locais adequados para descarte de materiais e sobre manter o ambiente de trabalho limpo e organizado.

No que se refere ao engajamento dos colaboradores, no início eles tiveram dificuldades em estar deixando limpas a central de armação e carpintaria, porém, depois de algumas conversas por parte do engenheiro responsável pela execução da obra eles começaram a todo dia limpar o local de trabalho deles, cerca de 20 minutos antes do fim do expediente.

O almoxarife da obra estava engajado em identificar todos os equipamentos da obra com o lacre e marcação. Também identificou os insumos em cada prateleira do almoxarifado, dessa forma a localização dos materiais ficou mais fácil e até facilitou o controle de estoque.

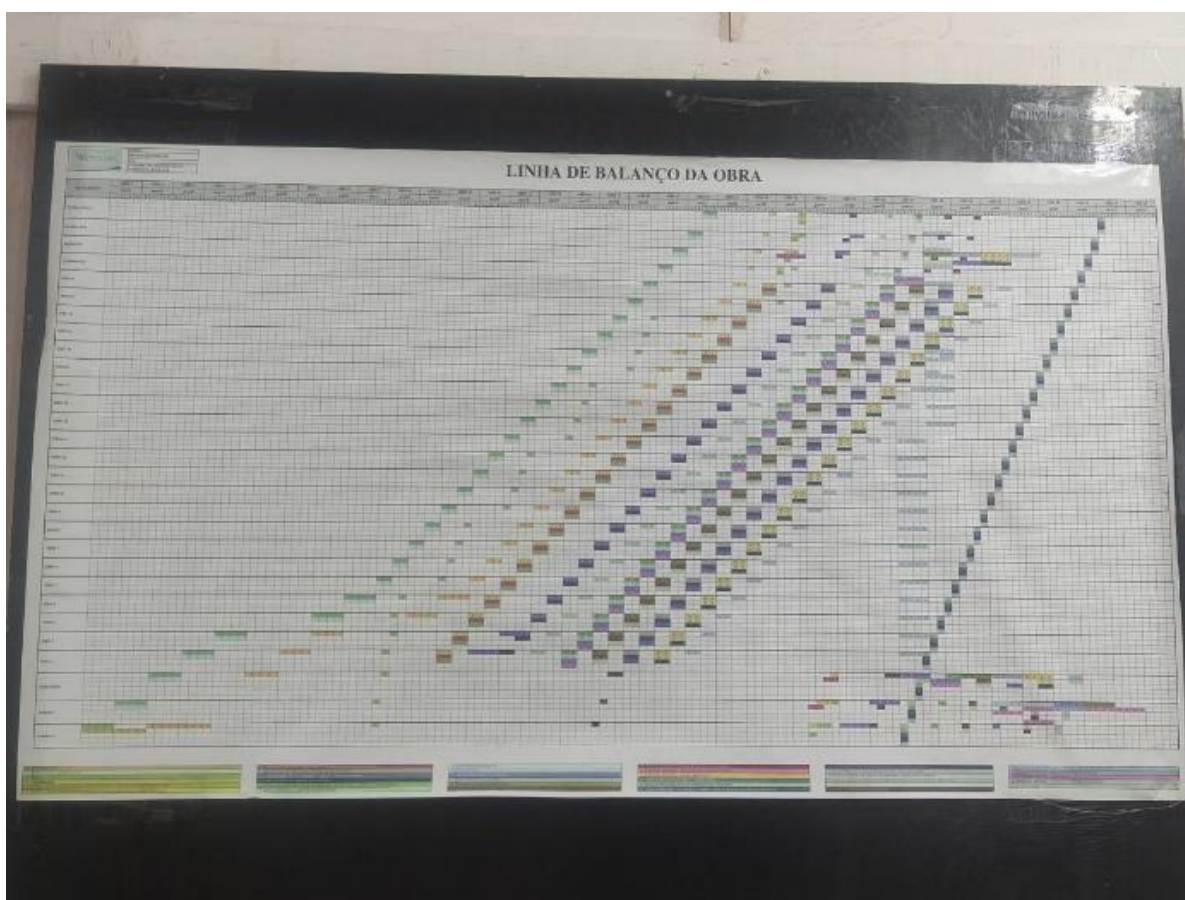
Todos os colaboradores estavam alinhados com a segurança que é exigida na obra, na entrevista quando o funcionário é contratado, a técnica de segurança da obra já fala que a empresa é bem rigorosa na exigência do uso dos equipamentos de segurança individual.

8) Focar o controle no processo global

Uma prática recomendada para implementar esse princípio foi a técnica de programação da linha de balanço, entretanto foi um desafio grande, pois a equipe de engenharia não conhecia essa ferramenta. Então o autor do trabalho pegou o cronograma da obra e elaborou a linha de balanço do edifício, disponível no APENDICE D.

Foi apresentado para a equipe de engenharia e o proprietário da construtora como a linha de balanço funciona, depois de um tempo o engenheiro responsável pela obra já estava utilizando a ferramenta para ajudar na atualização da previsão financeira mensal e ainda facilitou o planejamento e organização das etapas da obra no decorrer do tempo. Na Figura 40 está apresentada a linha de balanço no canteiro de obras.

Figura 40 – Linha de balanço



Fonte: Autor, 2022

Outra prática que foi implementada foi a medição da produtividade dos serviços na obra e consumo de materiais. Na obra já era realizado o diário de obras com informações sobre os serviços executados naquele dia, as ocorrências, o clima, equipe envolvida e equipamentos utilizados, no APENDICE E é possível ver um diário de obras com relatório fotográfico do empreendimento. Então, como já era feito o acompanhamento diário das atividades executadas, não foi tão difícil fazer as medições dos serviços para elaborar uma base de dados com as produtividades da equipe, mas essas medições não foram feitas diariamente, somente uma vez

para cada serviço, e sempre quando se percebia que a equipe estava com uma produção abaixo do esperado a medição era feita novamente.

Fazendo a medição da produtividade e consumo de materiais é possível identificar os serviços que não estão sendo executados conforme o planejamento e os materiais que estão sendo desperdiçados em grandes quantidades, com essas informações é possível formular soluções que eliminem esses problemas e garanta um processo com maior qualidade para a obra.

No que concerne ao engajamento da equipe para estar implementado o princípio de focar o controle no processo global, a linha de balanço foi criada, porém, o engenheiro da obra, em entrevista, afirmou que a atualização mensal da planilha é muito trabalhosa, que seria necessário procurar ou desenvolver uma ferramenta que facilitasse a atualização da planilha elaborada utilizando a ferramenta Excel. Já em relação aos diários de obra, a equipe estava totalmente engajada na sua elaboração, eram diariamente criados diários no Sienge e sempre que necessário podia-se consultar o relatório com as imagens e informações pertinentes.

9) Introduzir a melhoria contínua ao processo

Um desafio encontrado para implementação do princípio de introduzir a melhoria contínua no processo foi criar um ambiente confortável para que os colaboradores compartilhassem suas opiniões e sugestões para melhorar a execução dos serviços, comunicação e relacionamento com outros colegas de trabalho. Diante disso, nas reuniões de diálogo semanal de segurança (DSS), que tinham duração entre 15 e 20 minutos, e acontecia nas segundas e sextas feiras, foram abertos espaços para que os trabalhadores dessem sugestões e fizessem comentários.

No começo os trabalhadores estavam com vergonha de fazer comentários nas reuniões, porém depois de um tempo eles começaram a se sentir mais à vontade, por exemplo, eles davam suas opiniões a respeito do almoço que estava sendo servido, também falavam de algum epi que estava incomodando de maneira que fossem substituídos. O desafio foi criar um ambiente de trabalho que eles se sentissem com total liberdade para fazer críticas construtivas sem sofrer qualquer punição por parte da empresa. Na figura 41, pode-se observar uma reunião com os colaboradores.

Figura 41 – Reunião com os colaboradores



Fonte: Autor, 2022

Além disso, a construtora criou uma rotina de fazer uma reunião com a equipe de gerenciamento da obra toda terça-feira de manhã, onde participam os proprietários da construtora, o engenheiro responsável pela execução do edifício, o mestre de obras, o almoxarife, a técnica de segurança, o assistente administrativo, o assistente de engenharia, o auxiliar de engenharia, o comprador (quando necessário) e os encarregados de carpintaria e armação.

Nessa reunião eram definidas as metas, ajustados os cronogramas de execução das atividades, eram apresentados os problemas e todos cooperavam para encontrar soluções, também as tarefas para a semana eram definidas nessa reunião, colocando a data de entrega e os responsáveis por realizar cada tarefa. Na Figura 42, é possível constatar a reunião de alinhamento com a equipe de gerenciamento da obra.

Figura 42 – Reunião com a equipe de gerenciamento da obra

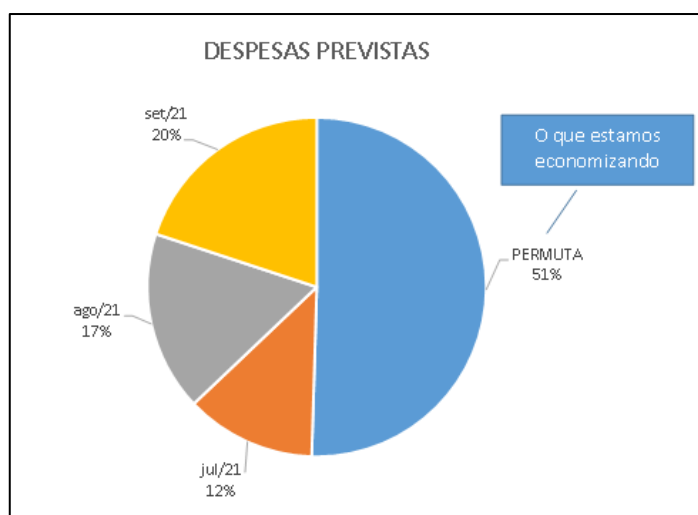


Fonte: Autor, 2022

Outra prática que a construtora não utilizava para gestão da obra eram os indicadores de desempenho. A equipe de engenharia elaborou os indicadores de desempenho para apontar onde a empresa estava se sobressaindo e onde estava deixando a desejar, além de mostrar as dificuldades que comprometiam a produtividade e eficiência da construtora.

Um desafio encontrado para implementar os indicadores de desempenho foi selecionar quais eram mais importantes para a obra, além de fazer atualização mensal deles. Os indicadores de desempenho foram inseridos nos relatórios de prestação de conta mensais, disponíveis para todos os cooperados da obra, pessoal da administração e todos os interessados que solicitassem acesso. Na figura 43, está apresentado um gráfico com os valores gastos no primeiro trimestre de execução da obra e a porcentagem que as permutas representaram nas despesas da obra.

Figura 43 – Gráfico de despesas no primeiro trimestre de obra



Fonte: Autor, 2021

No gráfico da Figura 43, optou-se por apresentar dados do início da obra para não divulgar dados sigilosos da construtora. Percebe-se que as permutas representavam 51% dos gastos do início da obra, assim, foi uma maneira que a diretoria encontrou para diminuir os desembolsos iniciais da execução do edifício.

No que diz respeito ao engajamento da equipe, os colaboradores sempre participavam dos DSS, pois os avisos eram passados nesses dias, eles tinham a oportunidade de fazer alguma reclamação, as metas também eram atualizadas nesses dias. A equipe de gerenciamento da obra também se engajou em participar das reuniões semanais, pois, as metas eram definidas nessas reuniões então todos precisavam participar. Em relação aos indicadores de desempenho, todo mês eles eram atualizados e enviados aos cooperados que acompanhavam o andamento da obra

através dos relatórios com esses indicadores, então a equipe de engenharia estava alinhada com a elaboração e atualização deles.

10) Preservar um equilíbrio entre as melhorias de conversões e fluxo

Não houve desafios para implementar este princípio no canteiro de obras, uma vez que a construtora começou a se preocupar com a otimização dos processos, definiu qual a função de cada profissional na obra, padronizou os processos mais importantes como solicitação de compras, entrega de equipamentos de segurança, manutenção de equipamentos, armazenamento de materiais, além de verificar se estava tendo espera de materiais para iniciar a execução de serviços, também agilizou a inspeção, fazendo o planejamento anterior do que seria verificado e elaborando mapas para inserir o que já havia sido inspecionado além de criar as fichas de verificação dos serviços.

No período da pesquisa não foi inserida nenhuma nova tecnologia no canteiro de obras além das já utilizadas para melhorar as atividades de conversão. Toda a equipe se engajou em implementar esse princípio no canteiro de obras, pois com a otimização das atividades, os processos ocorriam mais rapidamente e com menos empecilhos para execução das atividades.

11) Fazer Benchmarking

A construtora faz benchmarking com duas das principais construtoras de palmas, onde os engenheiros responsáveis pela execução das obras são amigos, então sempre que um tem dúvidas mais complexas eles se comunicam, e para saber se uma nova tecnologia já foi testada pela outra empresa e ter uma opinião a respeito.

O engenheiro responsável pela obra afirmou que possui um grupo nas redes sociais, onde fazem parte mais de cinquenta profissionais da área da construção civil em Palmas, o grupo é composto em sua maioria por engenheiros da região. Neste grupo eles trocam informações e indicação de profissionais para execução de serviços.

Porém um desafio encontrado foi fazer benchmarking com construtoras fora do estado do Tocantins, pois a empresa objeto de estudo tinha pouco interesse em conhecimentos e técnicas utilizadas em outros lugares e fatores como distância e orçamento não permitiam que isso ocorresse.

O engenheiro da obra se mostrou alinhado com esse princípio e em entrevista, afirmou que pretende levar a equipe de engenharia da obra para participar de congressos e eventos

voltados para o setor da construção civil, como a Feicon e Ibracon, onde é possível trocar colaborativamente informações e ideias com colegas e especialistas das áreas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao iniciar a pesquisa, constatou-se que os edifícios residenciais de alto padrão precisavam atingir uma qualidade elevada mesmo executando tarefas complexas e heterogêneas praticadas por muitas equipes. Por isso, foi importante estudar sobre a filosofia de Construção Enxuta, pois, para uma obra ser entregue no prazo estipulado sem prejudicar a satisfação do cliente, é necessário fazer um gerenciamento dos recursos de forma otimizada, diminuindo o desperdício de insumos, reduzindo custos e mantendo um alto padrão de qualidade do produto final.

Diante disso, a pesquisa teve como objetivo geral, identificar os desafios para implementação da Construção Enxuta no canteiro de obras de um edifício residencial em Palmas — TO. Constatou-se que, o objetivo do trabalho foi atendido, pois, foi possível identificar as dificuldades durante a aplicação das recomendações para implementar os princípios da Construção Enxuta no estudo de caso.

A pesquisa tinha como problema, identificar quais os desafios para implementação da Construção Enxuta no canteiro de obras de um edifício residencial em Palmas – TO, então, após a coleta de dados e a análise das informações, percebeu-se que sem o cronograma da obra bem detalhado, não era possível fazer um estudo da entrega de materiais para as atividades que eram executadas, que se a equipe não conhecesse quais as vantagens que as práticas recomendadas para implementação dos princípios da Construção Enxuta proporcionava, não iriam estar empenhados em sua realização, também foi identificado que algumas tarefas levavam um tempo até se tornarem um hábito dos colaboradores, então era necessário estar fiscalizando e cobrando que fossem postas em prática.

O objetivo específico de descrever a Construção Enxuta, foi alcançado, uma vez que, por meio da pesquisa na literatura, pôde-se apresentar a origem, os conceitos e as técnicas dessa filosofia de construção, além dos princípios e ferramentas para sua implementação.

O objetivo específico de identificar o grau de implementação dos princípios da Construção Enxuta na empresa, também foi atendido, pois, através de questionários e entrevistas, foi possível identificar o grau de aplicação de cada princípio dessa filosofia de construção no canteiro de obras estudado.

Outro objetivo específico, era analisar os processos e resultados da utilização da filosofia da Construção Enxuta no canteiro de obras pesquisado e comparando-os com a literatura, este objetivo também foi alcançado, visto que, após elaborar e aplicar as

recomendações, foram apresentados os desafios encontrados para a implementação dessa filosofia pela construtora responsável pela execução do edifício residencial estudado.

A pesquisa partiu da hipótese de que a falta de engajamento da equipe era um grande desafio a ser superado pelos gestores. Para que a aplicação da metodologia fosse eficaz, a equipe deveria estar alinhada à sua implementação, de maneira que, colaborasse para a eficiência, a produtividade e o bem-estar no ambiente de trabalho. A hipótese foi confirmada, durante a pesquisa, verificou-se que alguns colaboradores não estavam muito empenhados em seguir os novos procedimentos adotados pela empresa, isso se deve ao fato de eles não terem enxergado os benefícios que estas práticas podem trazer tanto para o colaborador quanto à construtora, mesmo depois da apresentação bem detalhada, outros acham que é muito trabalhoso e complexo ficar adotando os princípios da Construção Enxuta no canteiro de obras.

Começou-se a pesquisa fazendo um questionário e entrevista para verificar qual era o conhecimento da equipe de administração da obra a respeito da Construção Enxuta e quais as práticas que a empresa já usava no gerenciamento da obra, depois foi realizada uma apresentação individual expondo a filosofia de construção que seria implementada na obra e também esclarecendo as dúvidas deles, depois disso foram elaboradas recomendações para implementação dos princípios da Construção Enxuta na construção do edifício residencial, por fim, foi feita a identificação dos desafios encontrados para implementar esses princípios.

Diante da metodologia proposta, percebe-se que o trabalho poderia ter sido realizado com uma pesquisa mais ampla, aplicando o questionário e entrevistas não somente a equipe de administração da obra, mas contemplando todos os funcionários efetivos e terceirizados da obra, mas por causa da limitação de tempo e disponibilidade da equipe de produção, só foi possível analisar uma parte dos funcionários da empresa. A reunião de apresentação da Construção Enxuta também poderia ter sido realizada em um único encontro, mas por causa da dificuldade em encontrar um horário em que todos da equipe de gerenciamento pudessem participar, optou-se por fazer de forma individual.

Por fim, destaca-se que esta pesquisa apresentou um estudo com base em um edifício específico, com suas peculiaridades, e por isso, os resultados encontrados não indicam que serão os mesmos para todas as situações. Mesmo assim, ressalta-se a importância da pesquisa como parâmetro de comparação para edifícios com características parecidas, podendo orientar para casos em que se tenha interesse em implementar a Construção Enxuta.

Como sugestões para trabalhos futuros apresenta-se a verificação das vantagens da implementação da Construção Enxuta no canteiro de obras de residências unifamiliares. Outra sugestão é que seja realizada a mesma comparação em edifícios com padrões de acabamento

diferentes do abordado neste trabalho, como projetos de programas sociais do governo federal, para comparar se os resultados aqui encontrados se mantêm verdadeiros com outros objetos de estudo. Outros estudos podem acompanhar a quantidade de resíduos de construção produzidos pela obra depois de implementar a Construção Enxuta, evidenciando a eficácia das otimizações no controle de perdas e na geração de resíduos.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. M. M. **As construções Nuragues e Dolmens no Período Neolítico**. Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/historiag/as-construcoes-nuragues-dolmens-no-periodo-neolitico.htm>> <https://brasilecola.uol.com.br/historiag/as-construcoes-nuragues-dolmens-no-periodo-neolitico.htm#:~:text=Essas%20moradias%20foram%20conhecidas%20por,%20Dlas%20ou%20revesti%20Dlas.&text=Os%20Dolmens%20s%C3%A3o%20constru%C3%A7%C3%B5es%20que%20tamb%C3%A9m%20fazem%20parte%20do%20per%C3%ADodo%20neol%C3%ADtico.>>. Acesso em 19 de agosto de 2021.
- ALARCON, L. F., SEGUEL, L. **Developing incentive strategies for implementation of Lean Construction**. In: INTERNACIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, nº. 10, 2002, Gramado. Proceedings... Gramado: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. p. 6-8.
- ALCANTARA, L. F. B. **Atrasos de obras: uma correlação com problemas no gerenciamento**. 2016. 44f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, Campos Mourão, 2016.
- American Psychological Association (APA):** Fiuza, G. C. P., & Ferreira, K. A. (2021). Gestão das construções com foco na construção enxuta: estudo de casos em construtoras do interior de Minas Gerais. *Exacta*. DOI: <https://doi.org/10.5585/exactaep.2021.18718>.
- ARANTES, P. C. F. G. **Lean Construction: filosofia e metodologias**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto, Departamento de Engenharia Civil. Portugal, Porto, 2008. 108p.
- ARBULU, R., BALLARD, G., HARPER, N. **Kanban in Construction**. In: INTERNACIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, nº.11, 2003, Blacksburg. Proceedings... Blacksburg, Virginia: IGLC, 2003. p. 1-12.
- BALLARD, G., HOWELL, G. **Implementing lean construction: improving downstream performance**. *Lean construction*, p. 111-125, 1997.
- BALLARD, G., HOWELL, G. Lean project management. **Building Research & Information**, v. 31, p. 119-133, 2003.
- BARROS, E. S. **Aplicação da construção enxuta no setor de edificações: um estudo multicaso**. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/5937>>. Acesso em 08 de outubro de 2017.
- BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil**. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora, 2003.
- CUNHA, J. C. **A história as construções: Das grandes pirâmides de Gisé ao templo de Medinet Habu**. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009. v. 2, 373p.

DANTAS FILHO, J. B. P. **Oportunidades de melhoria no processo de projeto de arquitetura sob a perspectiva do lean design**. 2016. 149f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Ceará, Fortaleza, 2016.

FARIA, A. F.; GALVÃO, M. F.; LEMOS, C. F. V. B.; RODRIGUES, M. F. C.; SUZUKI, J.A. **Implantação do Programa 5S: Pesquisa-Ação em um Centro Tecnológico Público e Prestador de Serviço**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 34., 2014, Curitiba. Anais do XXXIV ENEGEP. Curitiba: 2014, p.1-17.

FERREIRA, E. A. F. **Construção Enxuta: uma ferramenta para o enfrentamento do cenário atual de crise econômica**. 2016. 74f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, João Pessoa, 2016.

FILIPPI, G. A. D., MELHADO, S. B. **Um estudo sobre as causas de atrasos de obras de empreendimentos imobiliários na região Metropolitana de São Paulo**. Ambiente Construído, v. 15, p. 161-173, 2015.

FORMOSO, C. T., BERNARDES, M. M., OLIVEIRA, L. F. M. D., OLIVEIRA, K. A. Z. D., PASA, M. B. **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**, 1999. 34p.

FORMOSO, C. T. **Planejamento e controle da produção em empresas de construção**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001, 50p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, A. R.; GOMES JÚNIOR, S. F. **Aplicação da filosofia Lean Construction para o gerenciamento de obras no município de Itaperuna – RJ**, INGEPRO, 2009.

HIROTA, E. H.; FORMOSO, C. T. **Implementação da construção enxuta: contribuições da aprendizagem na ação**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, n°.2., 2001, Fortaleza. Anais... Fortaleza: ANTAC, 2001.

HELFAND, S. M., LEVINE, E. **Changes in Brazilian Rural Poverty and Inequality From 1991 to 2000: The Role of Migration**. In Anais do XLIII Congresso da sociedade brasileira de economia e sociologia rural. 2005.

JUNQUEIRA, L. E. L. **Aplicação da lean Construction para redução dos custos de produção da casa 1.0®**. São Paulo. 2006.

ISATTO, E. L., FORMOSO, C. T., DE CESARE, C. M. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.12p. Disponível em: <<http://www.leansixsigma.com.br/acervo/2011520.PDF>>. Acesso em: 19 de setembro de 2021.

KOPPER, R. **Construção enxuta: a prática do princípio da transparência nos processos construtivos em empresas da grande Porto Alegre/RS**. 2012. 113p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto

Alegre, 2012. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/65443>>. Acesso em: 19 de setembro de 2021.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Technical report No. 72. Stanford University: Koskela, 1992.

KOSKELA, L. **Lean Construction core concepts and new frontiers**. 1. ed. New York: Koskela, 2020.

LIKER, J. K.; MEIER D. **O modelo Toyota - Manual de Aplicação**. Um guia prático para a implementação dos 4PS da Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2007.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MESQUITA, A. S. G. Análise da geração de resíduos sólidos da construção civil em Teresina. Piauí. Revista HOLOS, Ano28, Vol. 2, 2012.

MOTA, B. **Racionalização da produção na obra: Programação dos serviços, treinamentos e produtividade**. Universidade Cidade de São Paulo. 2015.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997. 131 p.

OLIVEIRA, É. R. M. **Metodologia de implantação da construção enxuta: Estudo de caso em construtora de porte médio**. 2013. 175f. Dissertação (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

PERETTI, L. C.; FARIA, A. C.; SANTOS, I. C. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em construtoras verticais: estudo de caso múltiplos na região metropolitana de São Paulo**. XXXVII Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro (RJ), p. 1-5, set. 2013.

RIOS, Alexandra Isadora Rodrigues. A IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE QUALIDADE 5S NA EMPRESA WAYNE FUELLING SYSTEMS: uma abordagem das atividades dos departamentos de inspeção de recebimento e metrologia. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 12., 2016, Rio de Janeiro. **XII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO**. Rio de Janeiro: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2016. p. 1-21. http://www.inovarse.org/sites/default/files/T16_M_019.pdf. Acesso em: 20 abr. 2022.

RÔLA, E. S. **Princípios da Lean Construction e critérios competitivos da produção: existe alguma relação entre eles**. 2010. 63p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

SALEM, O.; GENAIDY, A.; LUEGRING, M.; PAEZ, O.; SOLOMON, J. **The path from Lean Manufacturing to Lean Construction: Implementation and Evaluation of Lean Assembly**. In: Proceedings IGLC-12, Elsinore, Denmark, 2004.

SALVADOR, M. V. **Aplicação do conceito lean construction em obras de pequeno porte.** 2013. 60f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo (Escola de Engenharia de São Carlos), São Paulo, São Carlos, 2013.

SCHMID, M. T. **Lajes planas protendidas.** 3. ed. São Paulo: Schmid, 2009.

SILVA A; SILVA, S. C. **Aplicabilidade do sistema Toyota de Produção a um restaurante.** In: ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2001, Bahia.

SILVA, J. M. **O ambiente da Qualidade na Prática 5S.** 1. ed. Belo Horizonte: Qfco, 1996. 260p.

SILVA, E. Z. **Um modelo de guia para a preparação da implementação da produção enxuta baseado na aprendizagem organizacional.** 2008. 310 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

SILVEIRA, C. B. **Heijunka: flexibilizar e nivelar a produção.** 2017. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/heijunka/>> <<https://www.citisystems.com.br/heijunka/>>. Acesso em: 27/09/2021.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 1997.

SLEIMAN, Sumaia Toufic. **Os pontos críticos na gestão de projetos para empreendimentos residenciais alto padrão em São Paulo.** 2010. 115 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Cap. 2. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fpoli-integra.poli.usp.br%2Flibrary%2Fpdfs%2F0598af22de663dfe9cc0212935d88576.pdf&clen=1018385&chunk=true>. Acesso em: 09 out. 2021.

SOUSA, Ismael Edson Soares. **Avaliação da Implementação da Filosofia da Construção Enxuta em Pequenas Empresas da Construção Civil.** 2021. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Crateús, Curso de Engenharia Civil, Crateús, 2021.

TOMAZONI, A. **Construção enxuta aplicada ao sistema construtivo de lajes protendidas: estudo de caso.** 2021. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, da Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2021.

VENTURINI, J. S. **Proposta de Ações Baseadas nos 11 princípios Lean Construction para Implantação em um canteiro de obras de Santa Maria.** Universidade Federal de Santa Maria UFSM, Rio Grande do Sul, 2015.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Campus, 2004.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

APENDICE A

06/03/2022 15:06

Construção Enxuta

Construção Enxuta

5 respostas

[Publicar análise](#)

Nome completo:

5 respostas

Renan Alves da Silva

Claudiane Rodrigues de Araújo

wedson pereira sousa

João Marcos Lopes Rios

Rener Conde

Cargo na empresa:

5 respostas

Engenheiro Civil

téc. segurança do trabalho

ALMOXARIFE

Assistente de engenharia

engenheiro civil

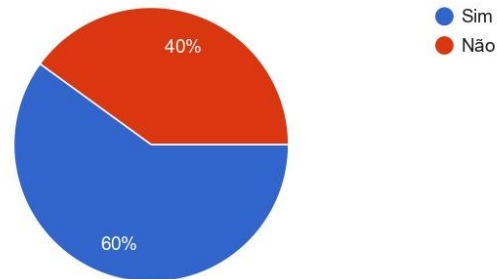


06/03/2022 15:06

Construção Enxuta

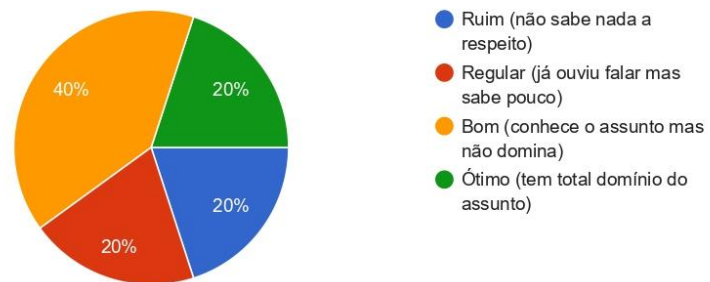
Você já ouviu falar sobre Construção Enxuta?

5 respostas



Qual o seu conhecimento sobre essa filosofia de construção?

5 respostas

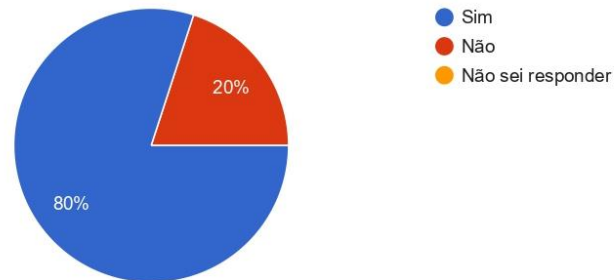
**1º Princípio: Reduzir parcelas de atividades que não agregam valor**

06/03/2022 15:06

Construção Enxuta

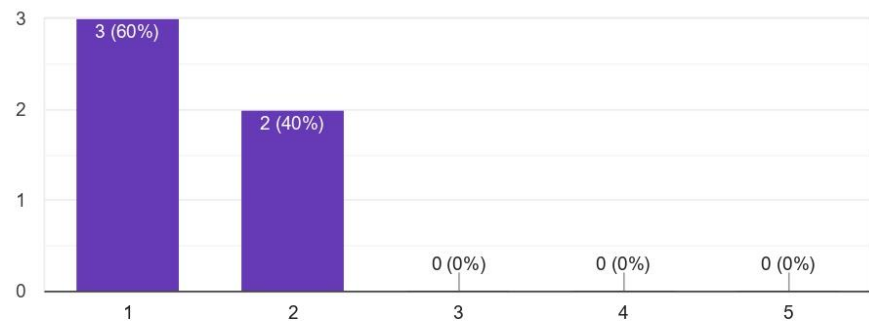
Você sabe quando uma atividade agrega ou não agrega valor para a obra?

5 respostas



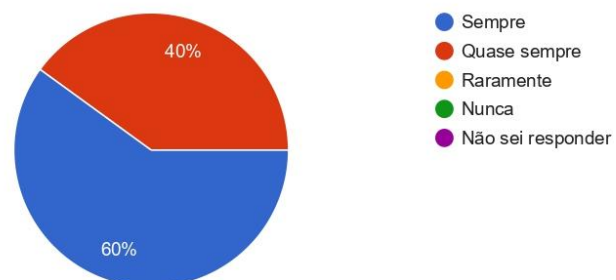
Qual o nível de retrabalho dos serviços na obra?

5 respostas



Quando são identificados defeitos, são tomadas ações para evitar que ocorram novamente?

5 respostas

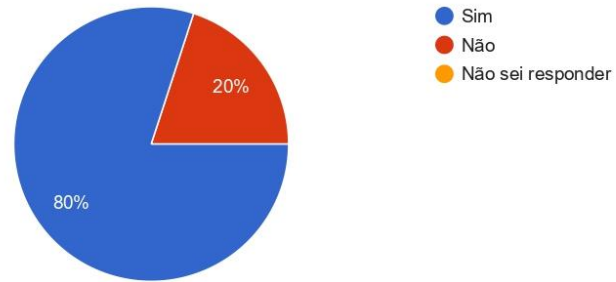


06/03/2022 15:06

Construção Enxuta

O projeto do canteiro de obras é planejado de tal forma que diminua os desperdícios de movimentação de pessoas e transporte de materiais?

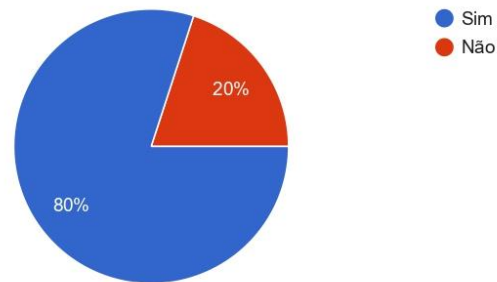
5 respostas



2º Princípio: Elevar o valor do produto, considerando e atendendo as necessidades dos clientes

Você sabe a diferença entre cliente interno e cliente externo?

5 respostas

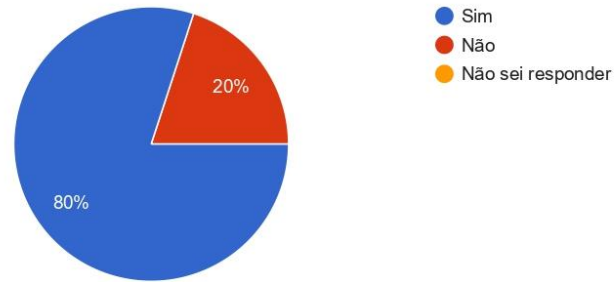


06/03/2022 15:06

Construção Enxuta

O projeto do canteiro de obras é planejado de tal forma que diminuam os desperdícios de movimentação de pessoas e transporte de materiais?

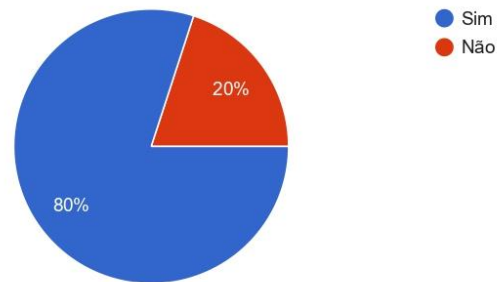
5 respostas



2º Princípio: Elevar o valor do produto, considerando e atendendo as necessidades dos clientes

Você sabe a diferença entre cliente interno e cliente externo?

5 respostas



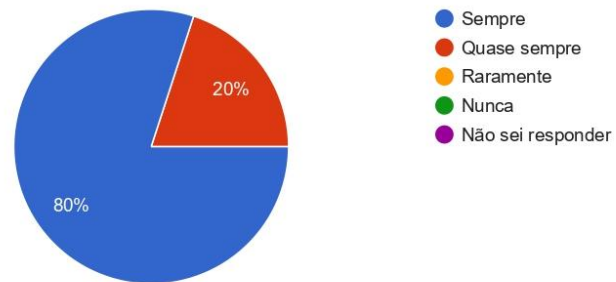
06/03/2022 15:06

Construção Enxuta

3º Princípio: Reduzir a variabilidade

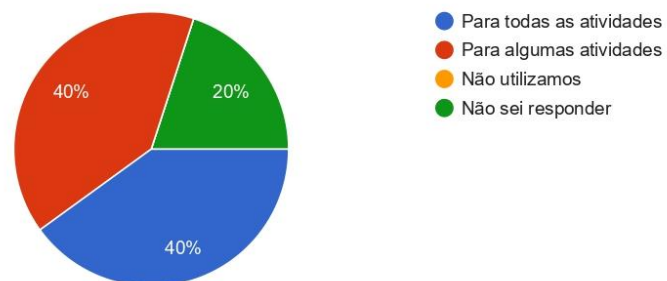
A empresa faz treinamentos para os colaboradores?

5 respostas



Onde você trabalha são utilizados documentos de instrução de trabalho?

5 respostas

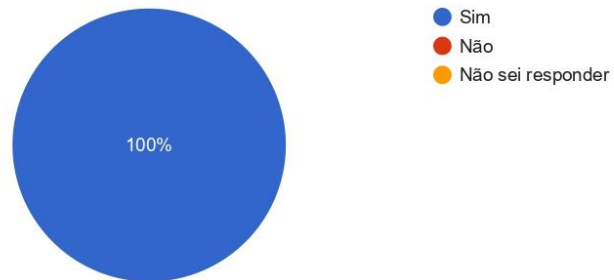


06/03/2022 15:06

Construção Enxuta

Existe algum sistema de controle de qualidade na empresa em que você trabalha?

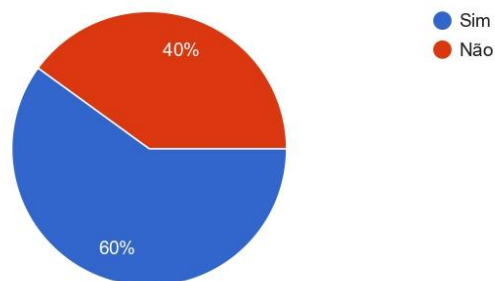
5 respostas



4° Princípio: Reduzir tempo de ciclo

Você sabe o que é tempo de ciclo?

5 respostas

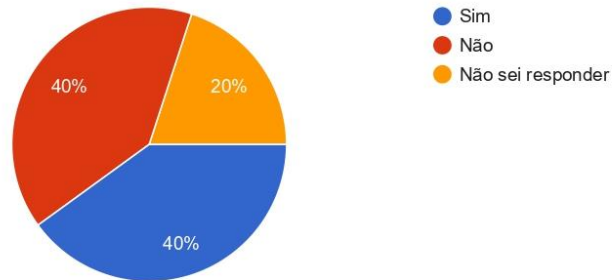


06/03/2022 15:06

Construção Enxuta

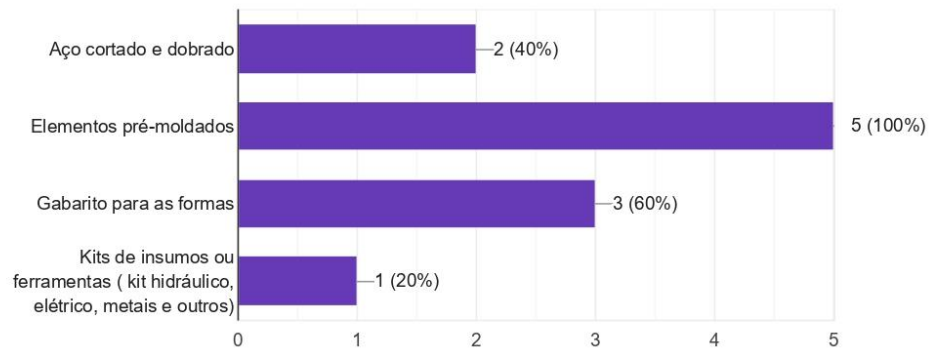
A produtividade dos trabalhadores é registrada?

5 respostas

**5° Princípio: Simplificar com a redução do número de partes e passos**

A empresa adota algumas dessas práticas para reduzir o número de partes e passos?

5 respostas

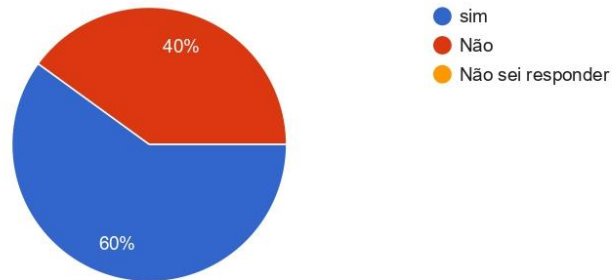


06/03/2022 15:06

Construção Enxuta

Os projetos são elaborados pensando na redução de passos e partes?

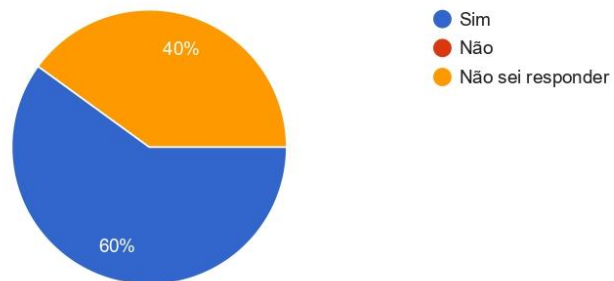
5 respostas



6° Princípio: Possibilitar a flexibilidade da execução

Onde você trabalha os funcionários são polivalentes?

5 respostas

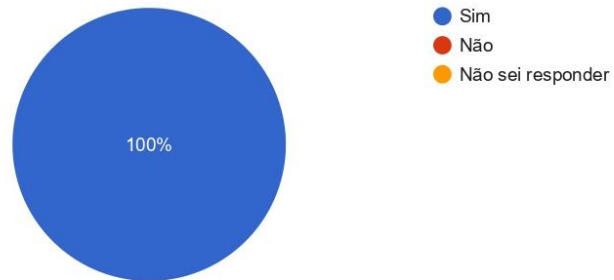


06/03/2022 15:06

Construção Enxuta

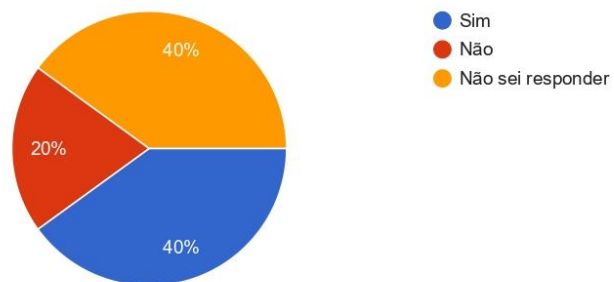
A flexibilização de produtos e processos é aplicada na empresa?

5 respostas



O Modelo de Informação da Construção ou BIM (Building Information Modelling) é aplicado na elaboração dos projetos da obra?

5 respostas



7º Princípio: Aumentar a transparência do processo

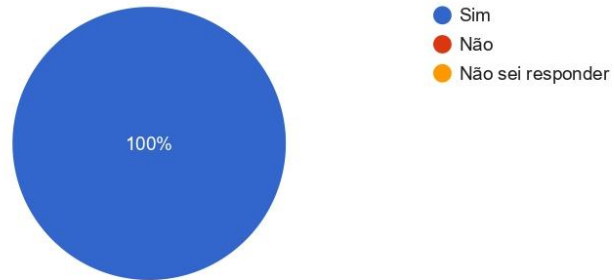


06/03/2022 15:06

Construção Enxuta

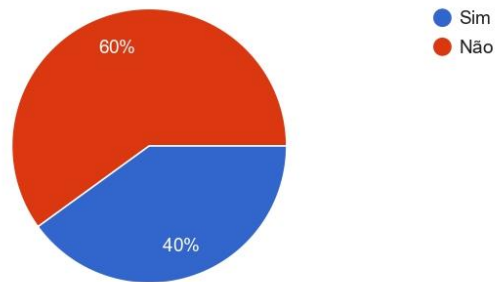
A empresa possui algum quadro, painel ou placas de gestão à vista?

5 respostas



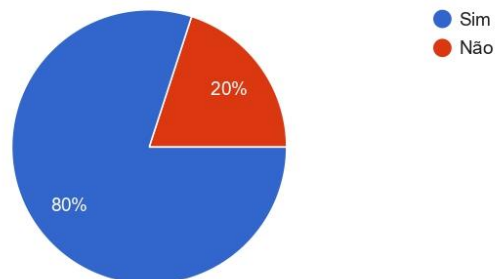
Você conhece os objetivos da empresa?

5 respostas



São feitas reuniões para apresentar metas de produção e cronograma da obra?

5 respostas

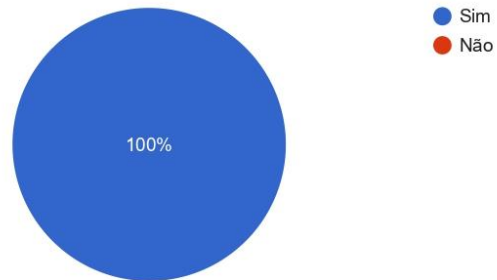


06/03/2022 15:06

Construção Enxuta

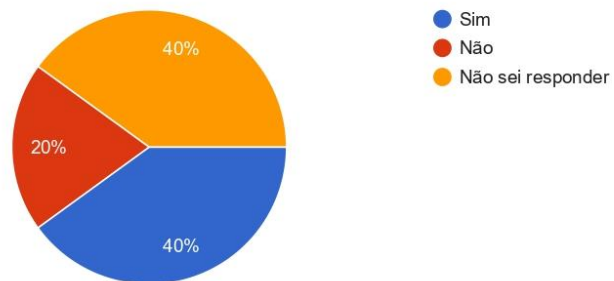
Existem placas de sinalização no canteiro de obras?

5 respostas

**8° Princípio: Focar o controle no processo global**

A empresa adota a técnica de programação da linha de balanço?

5 respostas

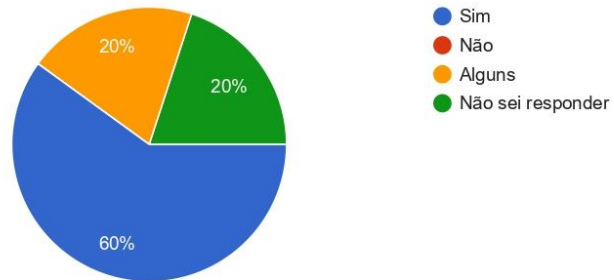


06/03/2022 15:06

Construção Enxuta

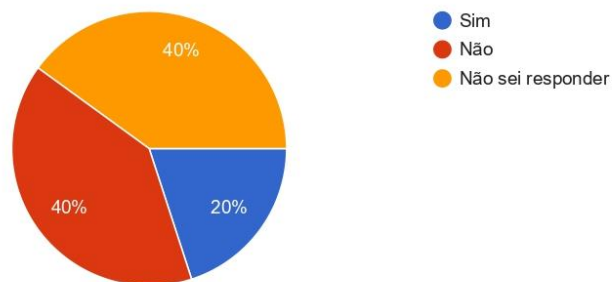
Os processos da empresa são controlados e medidos?

5 respostas



A empresa possui conhecimento e controle sobre todas as atividades de fluxo e de conversão envolvidas no processo de produção?

5 respostas



9º Princípio: Introduzir a melhoria contínua ao processo

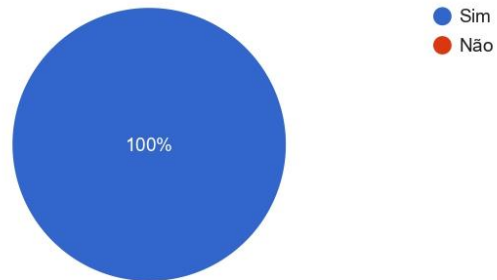


06/03/2022 15:06

Construção Enxuta

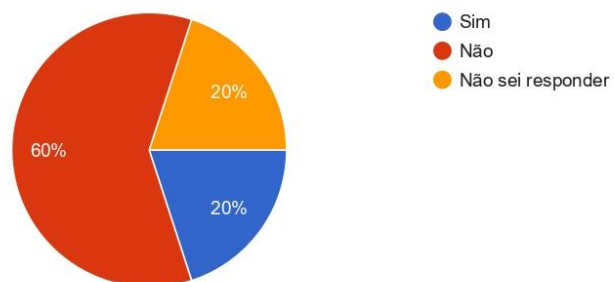
Você sabe o que é melhoria contínua?

5 respostas



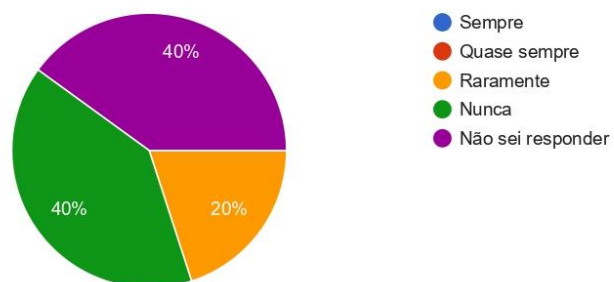
São utilizados indicadores de desempenho onde você trabalha?

5 respostas



Existe recompensa para incentivar a busca de melhorias?

5 respostas



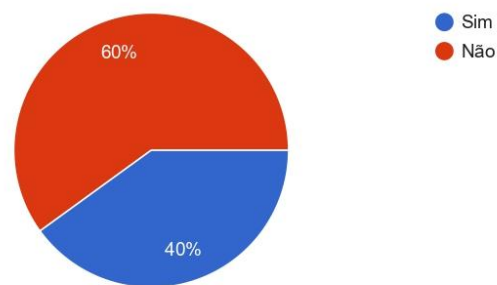
06/03/2022 15:06

Construção Enxuta

10º Princípio: Preservar um equilíbrio entre as melhorias de conversões e fluxo

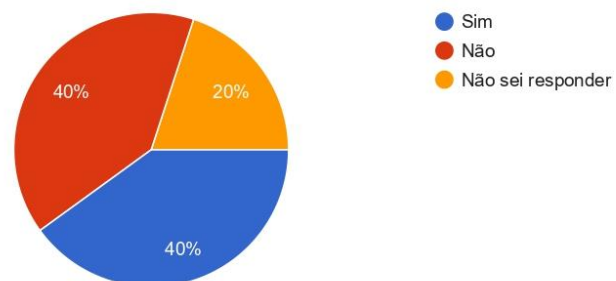
Você entende a diferença entre atividades de conversão e atividades de fluxo?

5 respostas



A empresa implementa melhorias nas atividades de conversão?

5 respostas

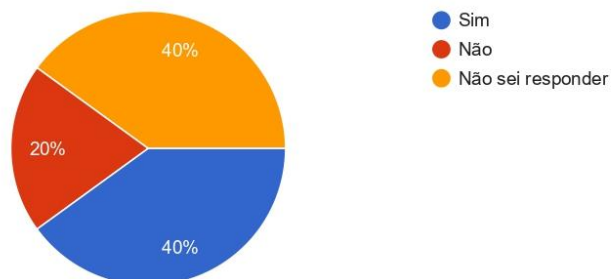


06/03/2022 15:06

Construção Enxuta

A empresa implementa melhorias nas atividades de fluxo?

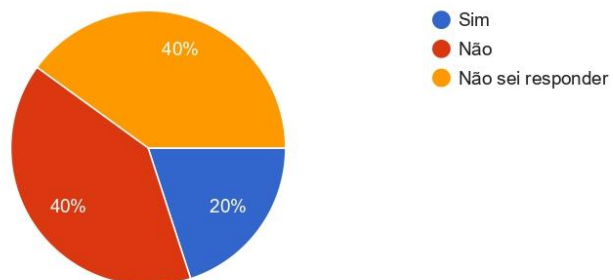
5 respostas



11° Princípio: Fazer Benchmarking

Através do benchmarking, é possível comparar a realidade da sua empresa com as melhores construtoras do mercado e incorporar o melhor, modificando ou adotando as melhores práticas das líderes do setor da construção civil. A empresa faz uso do benchmarking?

5 respostas



Como a empresa faz uso do benchmarking?

1 resposta

Entrando em contato com engenheiros de outras obras para ver as novas tecnologias que estão sendo adotadas

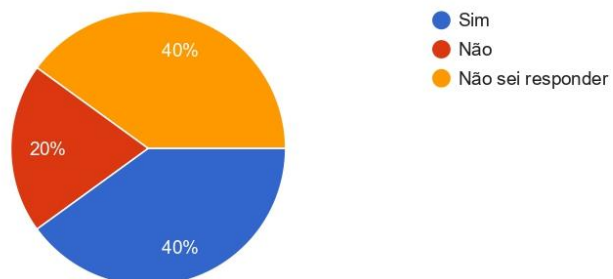


06/03/2022 15:06

Construção Enxuta

A empresa implementa melhorias nas atividades de fluxo?

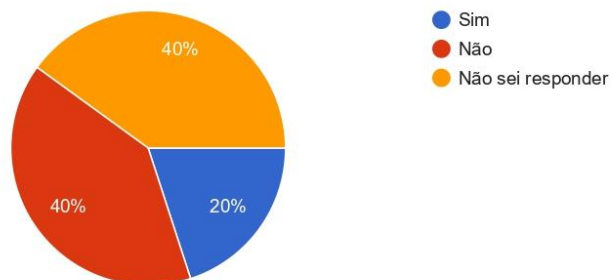
5 respostas



11º Princípio: Fazer Benchmarking

Através do benchmarking, é possível comparar a realidade da sua empresa com as melhores construtoras do mercado e incorporar o melhor, modificando ou adotando as melhores práticas das líderes do setor da construção civil. A empresa faz uso do benchmarking?

5 respostas



Como a empresa faz uso do benchmarking?

1 resposta

Entrando em contato com engenheiros de outras obras para ver as novas tecnologias que estão sendo adotadas



06/03/2022 15:06

Construção Enxuta

OBRIGADO!!

Porquê a empresa não faz uso do benchmarking?

2 respostas

Pouco interesse e conhecimento nas técnicas utilizadas em outros lugares e fatores como distância e orçamento não permitem que isso ocorra.

Não fazemos incorporações, porem fazemos pesquisas de mercado para viabilizar um produto a ser comercializado por meio de cooperativa onde fazemos o uso de acabamentos e processos de mercado atual

OBRIGADO!!

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários



APÊNDICE B



Desafios para Implementação da Construção Enxuta no Canteiro de Obras

Estudo de Caso de um Edifício Residencial Em Palmas – TO



REFERENCIAL TEÓRICO

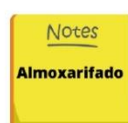
Técnicas e ferramentas a serem utilizadas na
implantação da Construção Enxuta

- Just in Time
- Kanban
- Programa 5S

REFERENCIAL TEÓRICO

Just in Time

- Entrega do produto certo na hora certa
- Comprar apenas quando existir demanda, sem acumular muitas mercadorias na obra



REFERENCIAL TEÓRICO

Kanban

- É uma ferramenta, na qual são utilizados painéis e cartões normalmente nas cores vermelho, verde e amarelo. Esses cartões são movimentados entre as colunas de painéis e indicam atividades que estão por fazer, em andamento e concluídas.



REFERENCIAL TEÓRICO

Programa 5S

- Baseado em cinco ações, no qual é considerado como suporte para a organização e padronização do local de trabalho, facilitando o acesso às ferramentas e melhorando o dia a dia da obra
- 1) Seiri – (Utilização): manter no ambiente apenas os insumos necessários a execução daquela atividade
 - 2) Seiton – Classificar (Organização): definir locais apropriados e critérios para se estocar, guardar ou dispor materiais, equipamentos, ferramentas, objetos de escritório, utensílios e dados, de modo a facilitar o seu uso, o seu manuseio e a procura de qualquer item ou informação.
 - 3) Seiso – (Limpeza): Fazer a limpeza e investigação minuciosa do local de trabalho, em busca de rotinas que geram sujeira ou imperfeições. Identificar as causas e a origem da sujeira e, em seguida, bloqueá-las.

REFERENCIAL TEÓRICO

Programa 5S

- 4) Seiketsu – (Segurança): criar condições favoráveis à saúde física e mental, garantir um ambiente não agressivo e livre de poluentes, manter em boas condições sanitárias as áreas comuns, zelar pela higiene pessoal e cuidar para que informações e comunicados sejam claros, de fácil leitura e de boa compreensão
- 5) Shitsuke – Manter (Autodisciplina): A disciplina, que pode ser considerada a chave do programa, existe quando cada um exerce seu papel para a melhoria do ambiente de trabalho, do desempenho e da saúde pessoal, sem que ninguém o cobre por isso.

PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

1º Princípio

Reduzir a quantidade de atividades que não agregam valor

Minimizar qualquer tipo de movimentação inadequada, os insumos devem ser colocados de forma estratégica para que sua utilização tenha o mínimo de perdas.



PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA



PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

2º Princípio

**Aumentar o valor do produto
considerando os requisitos do cliente**



Pesquisa de mercado

É importante fazer uma pesquisa de mercado para identificar a necessidade dos clientes



Alteração na planta

A alteração de plantas pode ser feita e implantada dependendo do estágio que a obra se encontra

PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

3º Princípio

Reduzir a variabilidade

A padronização facilita a entrega da obra no prazo ou até antecipadamente em relação ao cronograma estipulado inicialmente, além deste benefício o desperdício minimizado baixa o custo da obra, dando mais lucratividade para empresa.

A empresa pode estar elaborando instruções de trabalho para padronizar as atividades, além de cursos e treinamentos para a equipe.

PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

4º Princípio

Diminuir o tempo de ciclo da produção

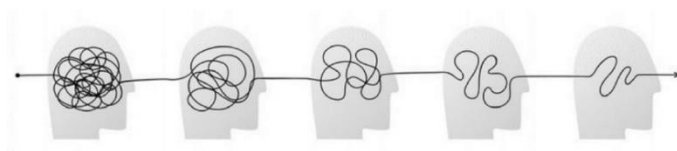
Tempo de ciclo é o tempo necessário para concluir uma tarefa

Tempo de ciclo = tempo de processamento + tempo de inspeção + tempo de espera + tempo de movimentação

PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

5º Princípio

Simplificar através da redução do número de passos ou partes



PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

Simplificações



Churrasqueira pré-moldada



Shaft pré-fabricado



Peças pré-moldadas

PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

6º Princípio

Possibilitar a flexibilidade da execução



Variação

A empresa deve estar preparada para possíveis variações dentro do processo



Polivalência

A empresa deve possuir uma mão de obra polivalente



Conhecimento

Importante conhecer mais de uma forma de executar determinada atividade

PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA



Curto, médio e longo prazo

Esclarecer os objetivos de curto, médio e longo prazo para todos os colaboradores.

7º Princípio

Tornar o processo transparente



Mão de obra polivalente

Um mesmo funcionário pode estar envolvido em diferentes etapas do processo, acompanhando na íntegra o ritmo da produção.



Reuniões

Fazer reuniões para esclarecer dúvidas, apresentar as metas de produção, projetos e cronogramas, que são também apresentadas em quadros de gestão à vista, com indicadores de produtividade de cada etapa do processo.

PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

8º Princípio

Focar no controle do processo completo

Conhecimento e controle de todo o processo, através do acompanhamento da execução e medições de tempo e consumo de materiais e recursos.



PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

9º Princípio

Implantar a melhoria continua no processo

Estimular a comunicação entre os funcionários e bonificar melhorias apontadas que diminuam o tempo de execução.



PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

10º Princípio

Preservar um equilíbrio entre as melhorias de conversões e fluxo



Processos de fluxo

Inicialmente o foco são nas melhorias de fluxo, pois são nos fluxos que se encontram as atividades que não agregam valor ao produto.



Processos de conversão

As melhorias nas atividades de fluxo acabam também agregando valor nas atividades de conversão.

PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

11º Princípio

Benchmark

Buscar por boas práticas analisando empresas concorrentes ou de outros países, caso identifique alguma prática interessante, fazer um teste para analisar qual será o resultado da aplicação na obra. Se informar sobre as tecnologias apresentadas ao mercado da construção civil.



OBRIGADO!!

APÊNDICE C

	Serviço EXECUÇÃO DE FUNDAÇÃO EM TUBULÃO A CÉU ABERTO	RESPONSÁVEL: OBRA		
	SISTEMA DA QUALIDADE PES – Procedimento de Execução de Serviço	IDENTIFICAÇÃO PES.OBR.002	VERSÃO 1	FOLHA N.º 1/4

1 – VERIFICAÇÃO DE SERVIÇOS ANTERIORES

- Limpar o terreno que será escavado até a proximidade das cotas definidas.
- Conferir o gabarito ou tábua;

2 – EXECUÇÃO:

- O centro do tubulão deve ser identificado através do gabarito e projetado sobre o terreno, utilizando o prumo de centro;
- Fazer a marcação do eixo da peça utilizando uma ponta de vergalhão de aço;
- Com um arame amarrado na ponta de vergalhão de aço, marcar no terreno a circunferência que delimita o tubulão, de acordo com o projeto.
- Uma vez locado, será iniciada a escavação do fuste do tubulão até a cota especificada em projeto. A escavação pode ser feita manualmente ou com auxílio de trado mecânico. No caso de escavação manual usa-se pá de corte, balde e um sarilho para retirada de terra.
- A escavação manual só poderá ser executada acima do lençol freático ou em casos especiais onde é possível bombear a água sem risco de desmoronamento ou perturbação na fundação do terreno vizinho.
- Caso seja encontrada água na escavação com trado mecânico, pode-se proceder com a escavação abaixo do nível d'água desde que seja utilizada lama bentonítica para manter o furo estável e escoramentos para evitar desmoronamento.
- Caso alguma camada do solo não resista a perfuração e desmorone, será necessário o encamisamento (revestimento) da peça ao longo destas camadas. Isto poderá ser feito através de tubos de concreto com diâmetro interno igual ao diâmetro do fuste do tubulão.
- Conferir a profundidade dos tubulões antes de iniciar a base e após a conclusão da mesma afim de evitar que o tubulão não seja aterrado quando for feita a abertura da base. Caso o tubulão não seja aprovado na inspeção, continuar a escavação até que sejam encontradas condições adequadas ao projeto.

	Serviço EXECUÇÃO DE FUNDAÇÃO EM TUBULÃO A CÉU ABERTO	RESPONSÁVEL: OBRA		
	SISTEMA DA QUALIDADE PES – Procedimento de Execução de Serviço	IDENTIFICAÇÃO PES.OBR.002	VERSÃO 1	FOLHAN.º 2/4

- Fazer o alargamento da base de acordo com as dimensões do projeto. Caso a base seja alargada mecanicamente, os últimos 50 cm devem ser executados manualmente afim de evitar o rompimento das camadas do terreno.

- Após iniciar a abertura do fuste, o mesmo deve ser protegido com tampa de madeira e caixote para evitar queda de pedras, de objetos, animais ou até pessoas.

- Fazer pré-aeração dos tubulões antes da entrada de pessoas evitando assim problemas de gás acumulado no tubulão.

- Verificar se os poços estão limpos.

- Fiscalizar desde o início a escavação a verticalidade e as dimensões do tubulão. A verticalidade pode ser conferida utilizando prumos de face

- Colocar a armadura.

-Deve-se tomar cuidados especiais durante a colocação da armadura para evitar queda do solo no fundo da base.

- Após a conferência rigorosa das dimensões do tubulão, deve-se iniciar a concretagem no máximo 24 horas após o alargamento da base. Deve-se limitar o lançamento do concreto a altura de 2 metros afim de evitar a segregação do material e sua mistura com terra.

3 – AVALIAÇÕES DOS SERVIÇOS:

Deve ser preenchida a ficha de controle diariamente para cada tubulão, devendo conter pelo menos as seguintes informações:

- Identificação da obra e local, e nome do contratante e executor;
- Data e horário do início e fim da escavação, e da concretagem;
- Identificação ou número do tubulão;
- Cota do terreno;
- Cota de arrasamento;
- Dimensões do fuste e da base;
- Profundidade ou cota de apoio da base;

	Serviço EXECUÇÃO DE FUNDAÇÃO EM TUBULÃO A CÉU ABERTO	RESPONSÁVEL: OBRA		
	SISTEMA DA QUALIDADE PES – Procedimento de Execução de Serviço	IDENTIFICAÇÃO PES.OBR.002	VERSÃO 1	FOLHA N.º 3/4

- h) Desaprumo e desvio de locação;
- i) Especificação dos materiais e insumos utilizados;
- j) Consumo de materiais por tubulão;
- k) Volume de concreto real e teórico;
- l) Anormalidade de execução.
- m) Observações pertinentes.

4 – EQUIPE:

- Engenheiro
- Encarregado/Mestre-de-obras;
- Poceiros;
- Motorista da perfuratriz;
- Serventes.

5 – MATERIAIS:

- Concreto com $f_{ck} \geq 20$ mpa;
- Aço estrutural CA-50;

6 – EQUIPAMENTOS/FERRAMENTAS:

- Mangueira de nível ou aparelho de nível a laser;
- Trado manual ou mecânico;
- Pá, Enxada e Cavadeira;
- Ponteiro;
- Trena metálica;
- Prumo de centro;
- Carrinho de mão;
- Sarilhos metálicos ou guinchos mecânicos, conforme o caso;

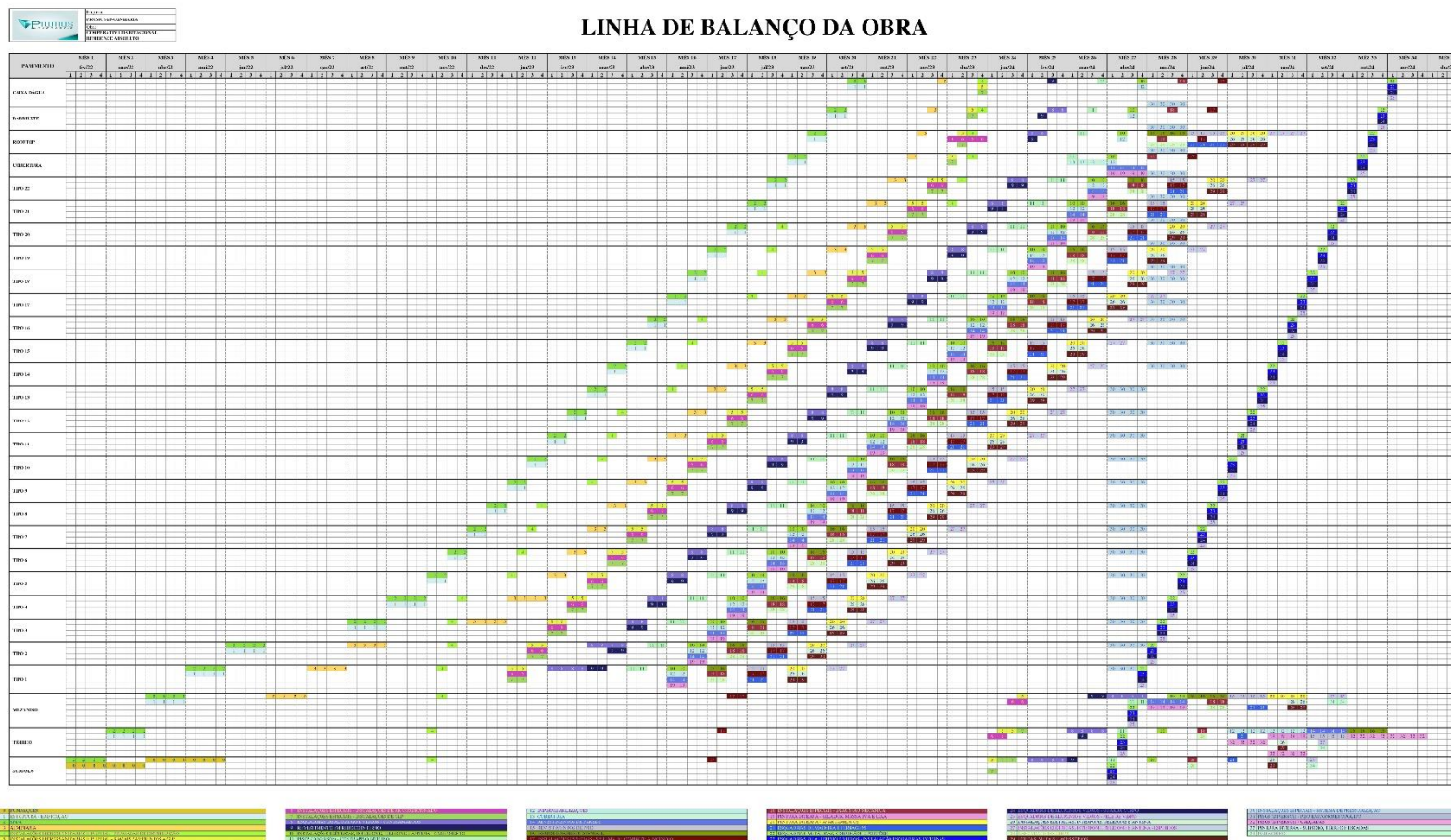
	Serviço EXECUÇÃO DE FUNDAÇÃO EM TUBULÃO A CÉU ABERTO	RESPONSÁVEL: OBRA		
	SISTEMA DA QUALIDADE PES – Procedimento de Execução de Serviço	IDENTIFICAÇÃO PES.OBR.002	VERSÃO 1	FOLHA.º 4/4

- Carrinhos de mão;
- Bombas de sucção ou submersas;
- Tubo de concretagem ou tremonha;
- Carregadeiras;
- Caminhões basculantes;
- Caminhões providos de pequenos guindastes;
- Trado mecânico para escavação;
- Rompedor hidráulico ou marteleto;
- Caminhões betoneiras;
- Vibradores de imersão para concreto.

Elaborado / revisado por:		Aprovado para uso:	
_____	12/03/2022	_____	12/03/2022
ASSINATURA	DATA	ASSINATURA	DATA

APÊNDICE D

LINHA DE BALANÇO DA OBRA



APÊNDICE E

		Diário de Obra	
Obra	1 - RESIDENCIAL ABSOLUTO	Início da obra	01/07/2019
Prazo da obra	2131 dia(s)	Término da obra	01/05/2025
Responsável técnico			
Data	11/03/2022	Dia da semana	sexta-feira
Responsável	João Marcos Lopes		
Observação			

Turno/Tempo	
Manhã	07:00 a 12:00
Tarde	13:00 a 17:00
Noite	

Tarefas realizadas	
Tarefas avulsas	
Descrição	Observações
ESCAVAÇÃO TUBULÃO R3	EQUIPE JOSÉLIO
ESCAVAÇÃO TUBULÃO R4	EQUIPE JOSÉLIO
MONTAGEM FORMA PILAR 20	
MONTAGEM FORMA DAS VIGAS	
MONTAGEM PILAR 17	EQUIPE JOSÉLIO

Equipe envolvida		
Código	Descrição	Quantidade utilizada
2	Pedreiro	2,0000
3	Carpinteiro	6,0000
4	Armador	6,0000
9	Engenheiro	1,0000
11	Mestre Geral	1,0000
38	Ajudante	6,0000
1151	Apontador / Almozanife	1,0000
4699	Auxiliar de Engenharia	2,0000
4700	Administrativo de Obra	1,0000
5274	TEC. SEG. TRABALHO	1,0000
5275	POCEIROS TERCEIRIZADOS	4,0000
5276	SERVIÇOS GERAIS	1,0000
5278	OPERADOR DE BOB CAT/ MINI CARREGADEIRA	1,0000

Equipamentos utilizados		
Código	Descrição	Quantidade utilizada
5084	Lavadora de alta pressão - karcher k1 flex	1,0000
5085	Bomba submersível	1,0000
5107	Serra Circular Manual Bosch GKS150	1,0000
5183	Martelete de Impacto 3 kg SDS	1,0000
5277	MINI CARREGADEIRA	1,0000
5279	SERRA CÍRCULAR DE BANCADA	1,0000
5282	MARTELETE 10 KG SD MAX	1,0000
5283	FURADEIRA DE IMPACTO BOSCH GSB 13 RE 650W	1,0000

Relatório fotográfico no Anexo I.

	Diário de Obra
---	-------------------------

Obra	1 - RESIDENCIAL ABSOLUTO		Início da obra	01/07/2019	Término da obra	01/05/2025
Prazo da obra	2131 dia(s)		Tempo decorrido	984 dia(s)	Saldo de prazo	1147 dia(s)
Responsável técnico						
Data	11/03/2022		Dia da semana	sexta-feira		
Responsável	João Marcos Lopes					
Observação						

Turno/Tempo	
Manhã	07:00 a 12:00
Tarde	13:00 a 17:00
Noite	

Tarefas realizadas	
Tarefas avulsas	
Descrição	Observações
ESCAVAÇÃO TUBULÃO R3	EQUIPE JOSÉLIO
ESCAVAÇÃO TUBULÃO R4	EQUIPE JOSÉLIO
MONTAGEM FORMA PILAR 20	
MONTAGEM FORMA DAS VIGAS	
MONTAGEM PILAR 17	EQUIPE JOSÉLIO

Equipe envolvida		
Código	Descrição	Quantidade utilizada
2	Pedreiro	2,0000
3	Carpinteiro	6,0000
4	Armador	6,0000
9	Engenheiro	1,0000
11	Mestre Geral	1,0000
38	Ajudante	6,0000
1151	Apontador / Almojarife	1,0000
4699	Auxiliar de Engenharia	2,0000
4700	Administrativo de Obra	1,0000
5274	TEC. SEG. TRABALHO	1,0000
5275	POCEIROS TERCEIRIZADOS	4,0000
5276	SERVIÇOS GERAIS	1,0000
5278	OPERADOR DE BOB CAT/ MINI CARREGADEIRA	1,0000

Equipamentos utilizados		
Código	Descrição	Quantidade utilizada
5084	Lavadora de alta pressão - karcher k1 flex	1,0000
5085	Bomba submersível	1,0000
5107	Serra Circular Manual Bosch GKS150	1,0000
5183	Martelete de Impacto 3 kg SDS	1,0000
5277	MINI CARREGADEIRA	1,0000
5279	SERRA CÍRCULAR DE BANCADA	1,0000
5282	MARTELETE 10 KG SD MAX	1,0000
5283	FURADEIRA DE IMPACTO BOSCH GSB 13 RE 650W	1,0000

Relatório fotográfico no Anexo I.