



LEAN SAFETY - IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN NA GESTÃO DE OBRAS AVAC E ANÁLISE DO SEU IMPACTO NA SEGURANÇA DOS TRABALHADORES

CARLOS ALEXANDRE MAGALHÃES MOREIRA

novembro de 2022

LEAN SAFETY - IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN NA GESTÃO DE OBRAS AVAC E ANÁLISE DO SEU IMPACTO NA SEGURANÇA DOS TRABALHADORES

Carlos Alexandre Magalhães Moreira

1161085

2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



LEAN SAFETY - IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN NA GESTÃO DE OBRAS AVAC E ANÁLISE DO SEU IMPACTO NA SEGURANÇA DOS TRABALHADORES

Carlos Alexandre Magalhães Moreira

1161085

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do professor Mestre/Especialista José Carlos de Sá.

2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



JÚRI

Presidente

Doutor António Manuel Pereira da Silva Amaral

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Mestre/Especialista José Carlos Vieira Sá

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutor Paulo Eduardo Miranda dos Santos da Costa Laranjeira

Professor Adjunto, Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Politécnico do Porto

AGRADECIMENTOS

Ao finalizar esta etapa, quero agradecer a todas as pessoas que de alguma forma fizeram parte da minha vida durante esta fase, que de qualquer forma contribuíram para que conseguisse alcançar este objetivo.

Em primeiro lugar agradeço aos meus pais, que sempre fizeram de tudo para nunca me faltasse nada, não só em questões materiais, mas também pela educação, valores, amor, apoio e confiança que sempre me transmitiram e que me tornou na pessoa que sou hoje.

A todos os meus amigos que fizeram parte deste percurso académico, um muito obrigado por terem feito destes anos uns dos melhores anos da minha vida, desde as noitadas de estudo, às noites académicas, às memórias que certamente vão ficar para a vida toda.

À minha namorada, Inês, por todo o apoio e confiança que em mim sempre depositou.

PALAVRAS-CHAVE

Filosofia *Lean*, *Lean Safety*, *Lean Construction*

RESUMO

O setor da construção civil é conhecido pelo desperdício e pela sua característica baixa produtividade, principalmente quando comparado com outras indústrias. Conhecida pelos típicos atrasos na entrega das obras, é dos setores mais tradicionais da atividade económica e também por natureza, um dos mais resistentes à mudança.

Este trabalho tem como objetivo avaliar o impacto das ferramentas *lean*, não só no aumento da produtividade e na redução do desperdício, como é mais habitual, mas também na segurança dos trabalhadores.

Através da revisão bibliográfica foi possível concluir que existem já vários estudos decorrentes da implementação de várias ferramentas *lean* em contexto de obra, sendo que grande maioria dos estudos revistos documentam melhorias por vezes significativas. Algumas das ferramentas *lean* mais citadas no âmbito da construção, são o 5S, o VM e o LPS.

Este caso de estudo consistiu na implementação do *Last Planner System* numa organização cuja principal atividade é a instalação de sistemas AVAC em obras de construção civil.

A primeira fase deste estudo consistiu na implementação da ferramenta sendo que posteriormente foram avaliados os ganhos em termos de produtividade, através da análise dos PPC, e melhorias sentidas em termos de segurança e bem-estar por parte trabalhadores, através de um inquérito distribuído pelos mesmos no final do estudo.

A análise do Percent Plan Complete revelou um aumento do PPC em cerca de 27,5% entre as três primeiras e últimas semanas decorrentes do estudo. Foi também unanime entre os envolvidos, que a implementação do LPS permitiu o ganho de tempo útil em obra bem como a identificação das principais causas do não cumprimento das tarefas planeadas.

A análise do inquérito, tendo como base a resposta dos inquiridos em função da escala de Likert, revelou melhorias ao nível da redução do seu esforço físico, segurança na realização do seu trabalho e diminuição do stress.

KEYWORDS

Lean Philosophy, Lean Safety, Lean Construction

ABSTRACT

The construction sector is known for its high level of waste and low productivity, especially when compared to other industries. Known for the typical delays in the delivery of works, it is one of the most traditional sectors of economic activity and also by nature one of the most resistant to change.

This study aims to evaluate the impact of lean tools in the construction sector, not only in increasing productivity and waste reduction, as is it more common, but also the benefits in the health and well-being of the workers.

Through the literature review, it was possible to conclude that there are already several studies resulting from the implementation of several lean tools in the context of the construction sector. The vast majority of the reviewed studies document improvements, sometimes significant. Some of the most cited lean tools in the construction field are 5S, VM and LPS.

This case study consists in the implementation of the Last Planner System in an organization whose main activity is the installation of HVAC systems in civil construction works.

The first phase of this study consisted of the implementation of the tool, after which the gains in terms of productivity were evaluated, through the analysis of PPC, and improvements felt in terms of safety and well-being by workers, through a survey distributed by them at the end of the study.

The PPC analysis revealed an increase in PPC of about 27.5% between the first and last three weeks of this study. It was also unanimous among those involved that the implementation of the LPS allowed for the gain of useful time on site as well as the identification of the main causes of non-compliance with the planned tasks.

The analysis of the survey, based on the response according to the Likert scale, revealed improvements in terms of reducing their physical effort, safety in carrying out their work and reducing stress.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shituske</i>
AC	Ar condicionado
AVAC	Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado
IA	Investigação Ativa
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
JIPM	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i>
JIT	<i>Just-in-time</i>
LPS	<i>Last Planner System</i>
PPC	<i>Percent Plan Complete</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Dies</i>
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Science</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VM	<i>Visual Management</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WIP	<i>Work-in-Progress</i>
WWP	<i>Weekly Working Plan</i>

Lista de Unidades

mm	Milímetro
----	-----------

Lista de Símbolos

%	Porcentagem
---	-------------

GLOSSÁRIO DE TERMOS

<i>Background</i>	Contexto
<i>Design</i>	Idealização de um produto
<i>Foolproofing</i>	À prova de erro
<i>Gap</i>	Lacuna, intervalo
<i>Gemba</i>	Chão de fábrica
<i>Housekeeping</i>	Termo que significa arrumar a casa
<i>Kanban</i>	Quadro de sinalização que visa aumentar o aumento de produtividade
<i>Lead time</i>	Tempo de ciclo, entrega ou fornecimento de um produto ou serviço
<i>Lean</i>	Metodologia focada na redução de custos
<i>Lean Construction</i>	Filosofia <i>lean</i> aplicada ao setor da construção civil
<i>Lean Safety</i>	Filosofia <i>lean</i> aplicada á segurança dos trabalhadores
<i>Lean Thinking</i>	Pensamento focado na metodologia <i>lean</i>
<i>Lean tools</i>	Ferramentas <i>lean</i>
<i>Output</i>	Desfecho
<i>Report</i>	Relatório
<i>Schedule</i>	Planeamento
<i>Shop-floor</i>	Chão de fábrica
<i>Software</i>	Programa informático

*Work-in-
Progress*

Trabalho a decorrer

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo da metodologia <i>Action Research</i> (Mourato et al., 2020).....	5
Figura 2 - Exemplo de uma folha de resolução de problemas A3 (R. Calado, et al., 2013)	12
Figura 3 - Os 4 tipos de ferramentas de gestão visual (Tezel, 2015).	14
Figura 4 - <i>Design</i> final de uma estação de corte usando a filosofia <i>Poka-Yoke</i> (Helmi et al., 2017).	16
Figura 5 - Os 8 pilares da TPM (Nuno & Pinto, 2012).	17
Figura 6 - (a) Antes da implementação dos 5S; (b) depois dos 5S (Retirado de: Omogbai & Salonitis, 2017)	21
Figura 7- Exemplo de uma Obeya Room (planet-lean.com, 2022).....	25
Figura 8 - Relação entre <i>lean</i> e segurança.....	29
Figura 9 - Instalações da BioFlúidos, Rio Tinto, Porto	43
Figura 10 - As 4 fases da implementação do LPS.....	48
Figura 11 - Quadro de registo do plano semanal	51
Figura 12 - Pré-requisitos necessários à realização de uma tarefa	52
Figura 13 - Folha de registo de obra em excel.....	53
Figura 14 - Relação entre o WWP e o 6 weeks look-ahead plan	55
Figura 15 - Armazém do material (1).....	73
Figura 16 - Armazém do material (2).....	73

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Impacto das ferramentas <i>lean</i> nos diferentes programas de segurança (Adaptado de: Parkash, 2010).	30
Tabela 2 - Os 8 desperdícios da construção (Diego et al., 2019).	36
Tabela 3 - Recomendações para a implementação da filosofia <i>lean</i> no setor da construção.	39
Tabela 4 - Obras em curso BioFluídos	45
Tabela 5 - Folha de registo de trabalho semanal	50
Tabela 6 - Cálculo dos PPC semanais	56
Tabela 7 - Razões para a não conclusão das tarefas previstas	59
Tabela 8 - Escala de Likert	62
Tabela 9 - Output do IBM SPSS para o Alfa de Cronbach	64
Tabela 10 - <i>Output</i> do IBM SPSS para a matriz de correlações entre os vários itens do questionário	64
Tabela 11 - Resultados do questionário <i>lean safety</i>	66

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Enquadramento	3
1.2	Objetivos	4
1.3	Metodologia de investigação	Erro! Marcador não definido.
1.4	Estrutura e organização do trabalho.....	6
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1	Filosofia <i>Lean</i>	9
2.2	Lean Tools.....	10
2.2.1	A3 Problem Solving.....	11
2.2.2	Daily Kaizen.....	13
2.2.3	Visual Management	13
2.2.4	Poka-yoke	15
2.2.5	TPM.....	17
2.2.6	VSM.....	18
2.2.7	5S	19
2.2.8	SMED	22
2.2.9	Standard Work.....	23
2.2.10	Obeya Room	24
2.2.11	Last Planner System.....	26
2.3	Cultura da Segurança	28
2.3.1	<i>Lean Safety</i>	28
2.4	A indústria da construção	31
2.4.1	Lean Construction.....	33

2.4.1.1	O conceito de desperdício na ótica da Lean Construction	34
2.4.1.2	Desafios e implementação da filosofia lean na indústria da construção.....	38
3	DESENVOLVIMENTO	43
3.1	Caso de estudo	43
3.2	Implementação do Last Planner System.....	45
3.2.1	Formação inicial sobre LPS	49
3.2.2	Elaboração do look-ahead planning	51
3.2.3	WWP – Weekly Working Plan.....	54
3.3	MÉTODO DE AVALIAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	55
3.3.1	Avaliação dos ganhos de produtividade em obra.....	56
3.3.1.1	Cálculo e análise dos PPC.....	56
3.3.1.2	Análise das causas de falha no planeamento	59
3.3.2	Avaliação do impacto na segurança e bem-estar dos trabalhadores	61
3.3.2.1	Elaboração do questionário <i>lean safety</i>	61
3.3.2.2	Caracterização da amostra.....	62
3.3.2.3	Resultados do questionário <i>lean safety</i>	63
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS.....	71
4.1	Conclusões	71
4.2	Propostas de trabalhos futuros.....	72
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	77
6	ANEXOS	87
6.1	Anexo 1 – Folhas de plano de trabalho semanais.....	88
6.2	Anexo 2 – Questionário <i>lean safety</i>	100

INTRODUÇÃO

1	INTRODUÇÃO.....	3
1.1	Enquadramento	3
1.2	Objetivos	4
1.3	Metodologia de investigação	5
1.4	Estrutura e organização do trabalho	6

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentado o enquadramento do presente relatório, bem como os seus objetivos e metodologia de investigação. Será também feito um breve resumo da estrutura seguida no relatório.

1.1 Enquadramento

A indústria da construção é uma das indústrias que apresenta maior taxa de acidentes fatais, chegando o número de acidentes a ser cerca de 5 vezes superior quando comparado à média de outras indústrias (Moaveni et al., 2019). Em Portugal só durante o presente ano de 2022, este setor foi responsável por 40 acidentes mortais no decorrer de atividades laborais, num total de 94 registados entre todos os setores.

Por outro lado, os projetos de construção ocupam com regularidade o lugar mais baixo no ranking das indústrias com menores taxas de produtividade. Grande parte dos projetos de construção apresentam atrasos e custos significativamente superiores aqueles inicialmente previstos, assim como um elevado desperdício comparativamente a qualquer outra industrial (Moaveni et al., 2019; Sarhan et al., 2017).

Estudos concluíram ainda que cerca de 8 a 15% do aumento de custos não previstos diretos e indiretos neste tipo de projetos, nos Estados Unidos, advém diretamente de acidentes de trabalho em obra (Waehrer et al., 2007).

Mesmo sabendo que os acidentes de trabalho nesta indústria são tidos como uma das maiores causas de desperdício em projetos de construção, pouca importância se tem dado a incorporar novas ferramentas que possam contribuir para a segurança dos trabalhadores (Moaveni et al., 2019).

Posto isto, e tendo em conta que a segurança deve estar na base de qualquer indústria, perspetiva-se pertinente o estudo do impacto da implementação de ferramentas *lean*, não só no aumento da produtividade na indústria da construção, mas também na segurança dos trabalhadores que estão expostos a todos os perigos que esta indústria apresenta a todos os envolvidos.

1.2 Objetivos

Sendo este trabalho a integração de duas filosofias *lean*, *lean safety* e *lean construction*, o principal objetivo deste trabalho é chegar a uma conclusão quanto ao impacto das ferramentas *lean* cujos principais objetivos passam por melhorar a produtividade e reduzir os desperdícios no contexto de uma empreitada de construção civil, não só no aumento da produtividade, mas também ao nível do impacto na segurança dos trabalhadores.

Objetivos geral:

- Avaliar a eficácia das ferramentas *lean* no aumento da produtividade e na redução do desperdício no âmbito da construção civil;
- Avaliar o impacto da implementação de ferramentas *lean* na segurança dos trabalhadores.

Objetivos específicos que se esperam alcançar com a realização deste relatório:

- Implementar ferramentas que possam aumentar a produtividade e reduzir os custos/desperdícios na realização de uma subempreitada AVAC;
- Identificar quais as maiores causas de desperdício no seio da organização na qual decorreu o estudo em causa;
- Identificar os campos da segurança onde são mais notáveis os ganhos que advém da introdução do *Last Planner System*.

1.3 Action Research

A metodologia adotada para a realização do presente trabalho é a *Action Research*.

O trabalho de investigação tem como objetivo suportar a componente prática do presente relatório na resposta à questão de investigação, que pretende avaliar o impacto das ferramentas *lean* no aumento da produtividade e na segurança dos trabalhadores, no contexto da execução de uma empreitada AVAC.

O método IA foi desenvolvido nos Estados Unidos no decorrer da década de 40/50 através de Kurt Lewin. É, segundo Thiollent (2011), um tipo de pesquisa social com base empírica, concebido e realizado em associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou problema estão envolvidos de modo cooperativo ou associativo.

Na figura 1 temos uma representação gráfica da aplicação desta metodologia.

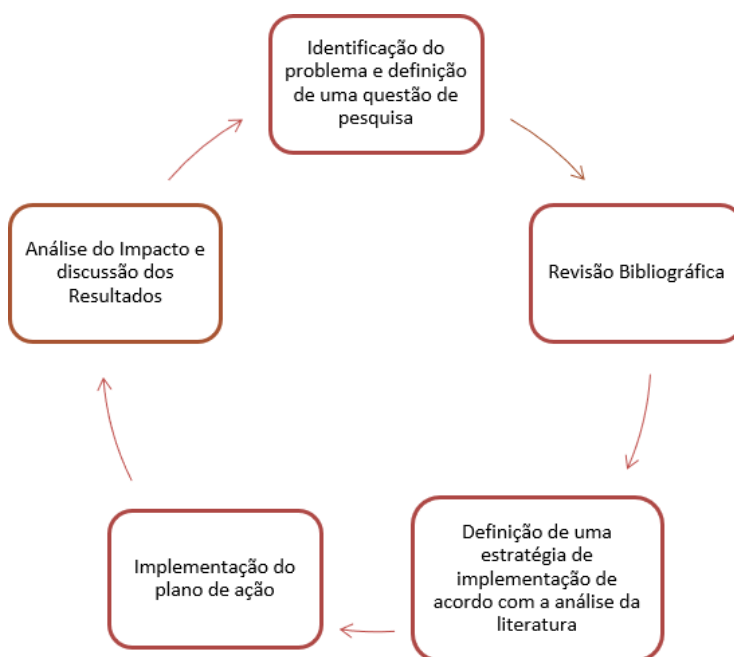


Figura 1 - Ciclo da metodologia *Action Research* (Mourato et al., 2020).

Como podemos observar, segundo o autor, a aplicação desta metodologia dá-se em 4 principais etapas, primeiramente é necessário planejar as melhorias para a resolução do problema, de seguida implementar as melhorias planeadas, monitorizar os efeitos das mesmas, e por fim avaliar os resultados das melhorias implementadas.

1.4 Estrutura e organização do trabalho

O presente relatório encontra-se estruturado em diferentes partes, sendo que no primeiro capítulo é feito o enquadramento temático, definidos os objetivos a atingir, descrita a metodologia de abordagem adotada e descrita a estrutura do presente trabalho.

No segundo capítulo é apresentada a revisão bibliográfica necessária à fundamentação do trabalho prático desenvolvido. É abordada a cultura de segurança e a ferramenta LPS que foi desenvolvida no decorrer da componente prática.

Numa Terceira parte é apresentada a empresa na qual decorrerá o estudo prático, bem como a implementação da ferramenta na organização e análise dos resultados. Esta é feita em duas partes, primeiramente em termos de ganhos de produtividade e redução de desperdícios e numa segunda parte relativamente aos ganhos sentidos em termos de segurança e bem-estar dos trabalhadores.

No quarto capítulo são apresentadas as conclusões retiradas do desenvolvimento da presente dissertação. São ainda descritas as limitações encontradas no desenrolar do trabalho e ainda futuros trabalhos a desenvolver.

Por fim são apresentadas as referências bibliografias que tiveram como base à sustentação do conteúdo teórico, bem como os anexos onde se encontram alguns documentos desenvolvidos no decorrer do estudo.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1	Filosofia <i>Lean</i>	9
2.2	Lean Tools	10
2.2.1	A3 Problem Solving	11
2.2.2	Daily Kaizen.....	13
2.2.3	Visual Management	13
2.2.4	Poka-yoke	15
2.2.5	TPM.....	17
2.2.6	VSM.....	18
2.2.7	5S	19
2.2.8	SMED.....	22
2.2.9	Standard Work.....	23
2.2.10	Obeya Room	24
2.2.11	Last Planner System	26
2.3	Cultura da Segurança	28
2.4	A indústria da construção	31

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta a revisão bibliográfica dos conceitos essenciais que permitem sustentar o desenvolvimento e o estudo prático a levar a cabo no presente relatório.

2.1 *Filosofia Lean*

A origem da filosofia *lean* leva-nos aos *shop-floors* dos fabricantes japoneses, em particular às inovações desenvolvidas no seio da *Toyota Motor Corporation*. O *Toyota Production System* (TPS) surgiu após a segunda guerra mundial, no Japão, pelas mãos de Taiichi Ohno e Shigeo Shingo. Como uma alternativa à produção em massa, o TPS surgiu com o intuito de eliminar o desperdício e focar-se na satisfação do cliente (Monden, 1983; Ohno, 1998).

Dessas inovações, derivadas à falta de recursos e elevada competição entre fabricantes de automóveis, surgiram algumas das ferramentas *lean* mais usadas aos dias de hoje, como o método de produção *Just-in-time* (JIT) e a produção *pull* através do *kanban*. Surgiram também valores importantes como o respeito pelos funcionários e métodos de resolução e prevenção de erros (Hines et al., 2004).

Womack & Jones (1996) define *lean* como uma filosofia organizacional, cujo objetivo é reduzir o uso de tudo, quando comparado à produção em massa, isto é, usar menos espaço, menos mão de obra, menos investimento em ferramentas e menos tempo no desenvolvimento do produto, devem ainda ser mantidos baixos níveis de stock. O objetivo da filosofia *lean* é cortar todas as etapas, ao longo da cadeia de valor, que não acrescentam valor a um produto ou serviço final, pois estas apenas servem para encarecer o produto final.

A filosofia *lean* descreve a cadeia de valor como o conjunto de todas as atividades necessárias para desenhar, produzir e fornecer um determinado produto ou serviço, desde o conceito ao final, da encomenda á entrega, da matéria-prima às mãos do cliente. Womack & Jones (1996) definem ainda valor como a capacidade de fornecer ao cliente o produto que este deseja, quando ele deseja, e a um preço que este considere justo, custo este definido em cada caso pelo cliente. O valor é o ponto inicial do *lean thinking*, e é definido pelo consumidor final.

As atividades ao longo da cadeia de valor podem ser categorizadas em 3 diferentes grupos (Womack & Jones, 1996):

- Atividades de valor adicionado: Atividades que, sem dúvida, adicionam valor ao produto ou serviço final;
- Atividades *Muda* tipo 1: Atividades que não acrescentam valor, mas que parecem impossíveis de eliminar tendo em conta o *setup* de produção adotado ou a tecnologia atual;
- Atividades *Muda* tipo 2: Atividades que não acrescentam valor e podem ser imediatamente eliminadas.

Uma atividade de valor adicionado, é por exemplo, a aplicação de uma pintura metalizada num automóvel, pois o cliente final estará disposto a adquirir esse mesmo bem por um preço superior.

Muda é a palavra japonesa para designar desperdício. Um exemplo de uma atividade do tipo 1, será por exemplo a inspeção de pontos de solda, já que é uma atividade imprescindível para garantir a qualidade do produto final, mas que não é tida em conta pelo cliente final pois não é algo que seja notório. Já uma atividade do tipo 2 será qualquer tipo de atividade que não traga qualquer vantagem ao produto final, por exemplo movimentações desnecessárias de componentes dentro de um armazém.

2.2 *Lean Tools*

Com o mercado contemporâneo a apresentar-se cada vez mais feroz e competitivo a uma escala mundial, as organizações estão constantemente sob pressão para melhorar as suas linhas produtivas de modo a apresentarem produtos de elevada qualidade, a um custo reduzido e num curto *lead time*. As ferramentas e técnicas *lean* tem então sido abundantemente usadas pelas organizações para atingir os seus objetivos e ganharem uma vantagem competitiva sobre os seus concorrentes (Luis et al., 2017).

São várias as ferramentas *lean*, que tem como objetivo melhorar os processos produtivos das empresas, promovendo a eficiência e reduzindo os custos através da eliminação de processos que não acrescentam valor (Sohal & Egglestone, 1994).

2.2.1 A3 Problem Solving

Esta ferramenta surge no decorrer dos anos 60, desenvolvida no seio da equipe de controlo de qualidade na empresa *Toyota Motor Corporation*, no Japão, é aos dias de hoje uma das ferramentas *lean* mais usadas para identificação e resolução de problemas (Shook, 2008).

Como o próprio nome indica, esta ferramenta recorre a uma folha de tamanho A3 (297x420 mm), onde são sintetizados os seguintes tópicos (Shook, 2008):

- Título: Nomeia o problema ou falha;
- Detentor/Data: quem o identificou e data da sua última revisão;
- *Background*: Contextualiza o problema e a sua importância;
- Situação Atual: Descreve o que se sabe ao momento sobre o problema;
- Objetivos: Identificação dos resultados a atingir;
- Análise: Avaliação do *gap* que permitiu levar á diferença entre a situação atual e aquela que se pretende atingir, devem ser identificadas as causas que levaram à situação atual;
- Contramedidas propostas: Ações propostas para corrigir a situação, de modo a diminuir o *gap* e atingir os resultados pretendidos;
- Plano de intervenção: Define o plano para implementar as ações corretivas, discriminando quem e quando vão ser tomadas essas ações;
- Plano de acompanhamento: Define indicadores para avaliar o resultado das medidas já implementadas e lista os objetivos por atingir.

Apesar disto, não existe uma estrutura fixa para uma *A3 Problem Solving*, e esta deve ser adaptada às necessidades e realidades de cada organização, uma vez que não é o formato que tem um papel relevante, mas sim o pensamento dos envolvidos (Shook, 2008).

Sobek (2004) concluiu que a aplicação desta ferramenta resultou positivamente na resolução de dezenas de vários problemas na área da saúde, onde já tinham sido aplicadas outras ferramentas sem grande sucesso. Mais constatou que quem aplica esta ferramenta seguindo todos os passos, alcançou resultados positivos, já quem salta apenas um dos passos, reduziu de forma acentuada a probabilidade de sucesso.

Na figura 2 podemos ver um exemplo de uma folha de resolução de problemas A3, aplicada a uma organização no âmbito da cadeia de distribuição.

Problem Identification:	Final Customer Invisible: Absence of communication among companies of the DeFood Supply Chain.	
Historic:	Demand fluctuation observed in the retailers is not followed by partnerships of the DeFood Supply Chain. This has caused many disturbances along the supply chain and raised the cost, what have reduced the competitiveness.	Module No. 3 Date: September 11, 2013 Teamwork: Leader: Juliete Vaz Caminha; Key speaker: Martha Rocha Editor: Roberto Paroti Members: Josenal e Gabriel
Objectives:	1. Remaining competitive in the food sector via competitive prices, and 2. Improving the Chain of Food to respond quickly to market changes.	
Current Situation:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Small fluctuations in the final customer demand has generated large fluctuations of orders along the upstream of chain. 2. Lack of customer's demand visibility causes excess or stockout of raw material. 3. Manufacturers, suppliers, distributors and retailers act on their own regard to projected demand and this has affected the procurement process of materials. As a result, delays on production process of DeFood and delivery of products to clients have been observed. <p>Consequences: growing of costs and immediate loss of competitiveness against the competitors.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 4. Using IT resources to improve the sharing of information (EDI / VMI). <p>Expected result: - attractive and competitive prices - low risk inventory building between partners.</p> <p>Research topics: Topics chosen for research were: (1) <u>Demand forecasting</u>; (2) <u>Synchronization</u>; (3) <u>Collaborative planning</u>; (4) <u>Information technology (EDI, VMI, RFID, ECR)</u></p> <p>Real cases The <u>Barilla</u> case is an ex ample.</p> <p>Action plan: <i>In short term:</i> use assessment tools logistics with frequent reports on inventory levels. Besides creating more efficient communication channels between partners, for example, using an electronic portal (Internet) to exchange information on the consumer market. <i>In long term:</i> adopt a scheme of collaborative demand forecasting, which includes real-time information reliable. For example, using strategies EDI / VMI.</p>
Desirable Situation:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Information sharing about demand among retailers, distributors, manufacturers and suppliers. 2. Demand management using common reliable projections. 3. Encouraging synchronization of material flow along the supply chain order only appropriate amount. 	

Figura 2 - Exemplo de uma folha de resolução de problemas A3 (R. Calado, et al., 2013).

Um estudo conduzido em Portugal por Pereira et al. (2019), numa unidade de produção de componentes do setor automóvel, avaliou os resultados consequentes da implementação da ferramenta A3 *Problem Solving*, registando os seguintes resultados:

- Aumento da produtividade em cerca de 20% (de 187 unidades/hora foi possível passar a fabricar 225unidades/hora);
- Aumento na eficiência de cerca 10 valores percentuais.

Bordin et al. (2018) implementou as folhas A3 *Problem Solving* numa empresa de fabrico de estruturas metálicas, tendo registado ganhos no setor da montagem, logístico e vendas. O autor sugere que a implementação desta ferramenta motivou os trabalhadores na identificação de métodos de melhoria no seu trabalho diário. A aplicação desta ferramenta permitiu reduzir lead times em cerca de 1/3, em alguns processos, bem como canalizar o tempo que era antes utilizado em atividades desnecessárias na resolução de problemas que emergem, formando um ciclo de melhoria continua.

Estudos demonstram que esta ferramenta quando aplicada ao setor da construção civil podem também conduzir a melhorias no fluxo de trabalho. Ko & Tsai (2013) conduziu um estudo com o intuito de comprovar isso mesmo, aplicando esta metodologia a uma empresa especializada na pavimentação, em *Taiwan*. O estudo em causa veio comprovar que o A3 *Problem Solving* pode ser usado para a resolução dos problemas e identificação de desperdícios melhorando de forma global o fluxo de trabalho. O autor sugere ainda que a ferramenta pode ser usada para análise de custos.

2.2.2 Daily Kaizen

Daily Kaizen é uma ferramenta de *team building* que recorre a reuniões diárias tendo como objetivo desenvolver equipas unidas e focadas em melhorar continuamente (G. Santos et al., 2019).

É expectável que decorrendo destas reuniões, a organização consiga perceber quais são as atividades que mais agregam valor.

Esta ferramenta é composta por 4 níveis, seguindo a seguinte ordem: Criação de mecanismos organizacionais no seio da equipa (1) e no posto de trabalho (2), implementação de normalizações (3) e foco na resolução dos problemas (4) (Ricardo Lourenço Oliveira et al., 2019).

Recorrendo a reuniões frequentes, os vários departamentos conseguem analisar indicadores de performance, permitindo abrir caminho para a melhoria contínua, ao mesmo tempo que mantém as equipas conectadas e informadas (Santos et al., 2019).

Tendo esta filosofia originária do Japão, década de 1950, resultados benéficos já documentados na indústria da produção e dos serviços, estes apontam para melhorias na produtividade na ordem dos 20-30% quando a implementação é bem-sucedida (Georgise & Mindaye, 2020).

Ainda que o *daily kaizen* não seja recorrentemente usado na indústria da construção, esta ferramenta foi alvo de estudo em 76 projetos de construção no Brasil. Os resultados demonstram uma queda significativa no controlo de custos (Vivan et al., 2016).

2.2.3 Visual Management

Segundo Imai (1997) o conceito de gestão visual surgiu para destacar os problemas existentes na produção e associar os mesmos diretamente a um posto de trabalho.

O *Visual Management* é uma forma de comunicação informativa que usa diversas ferramentas visuais como forma de planeamento e controlo integral (Abdelkhalek et al., 2019).

É, segundo Liker (2004), uma das mais importantes, simples e fáceis maneiras de partilhar informação importante e garantir a sua clara interpretação.

Também intitulada de controlo visual, a gestão visual pode ser aplicada em outras ferramentas *lean* como *kanbans*, caixas *heijunka*, marcações visuais em paredes ou pisos, entre outros.

Galsworth (1997) separa as ferramentas visuais em 4 categorias:

- Indicadores visuais (Cartazes, fotos, VSM, etc);
- Sinais visuais – Usados para provocar repostas diretas e interpretação do meio envolvente, forçando um comportamento humano previsto e expectável (*Andons*, por exemplo);
- Controlos visuais – Mostram indicações de como os trabalhadores têm de fazer o seu trabalho e quais os cuidados que devem ter ao realizar o mesmo (linhas rodoviárias, *kanbans*, codificação por cores, etc);
- Garantias visuais – Garantem que tudo é feito da forma correta, eliminando erros humanos ao máximo possível.



Figura 3 - Os 4 tipos de ferramentas de gestão visual (Tezel, 2015).

A figura 3 mostra um exemplo de cada uma destas 4 categorias.

O uso destas ferramentas visuais tem tido um crescimento exponencial, nas mais diversas áreas (Schroeder & Warren, 2013).

A especial importância deste método visual consiste no facto do ser humano utilizar a visão em cerca de 75% das situações de interpretação do meio envolvente em situações do dia-a-dia (Pinto, 2014).

É claro que uma melhor aplicação de métodos de gestão visual leva a uma melhoria significativa dos resultados em contexto de obra, este reduz não só os desperdícios, como aumenta significativamente a segurança de todos no terreno (Abdelkhalek et al, 2019).

Tezel & Aziz (2017) conduziram um estudo no âmbito de um projeto de construção civil em Inglaterra, que revelou que o uso de métodos de gestão visual nas reuniões semanais conseguiu reduzir o tempo das mesmas em 59%. O mesmo estudo revela ainda que o PPC, indicador tipicamente usado na ferramenta LPS, aumentou para 76%. O estudo sugere ainda que a implementação de um quadro de gestão visual contribuiu na gestão dos subempreiteiros, minimizando os conflitos e as discussões no decorrer do projeto.

O uso de ferramentas visuais como o recurso a software BIM é algo já usado com bastante frequência no decorrer de obras de construção civil, minimizando os erros em obra e permitindo uma conciliação facilitada entre as várias subespecialidades, reduzindo também o tempo gasto em reuniões (Tjell & Bosch-Sijtsema, 2015).

2.2.4 Poka-yoke

Poka-yoke é definida como um método poderoso de melhoria da qualidade (Stewart & Grout, 2001).

Desenvolvido e implementado por Shigeo Shingo para o sistema produtivo da Toyota, o seu propósito é prevenir falhas durante o processo produtivo. Este método recorre a ferramentas ou técnicas simples, no entanto baratas e eficazes para prevenir a ocorrência da falha humana (Belu et al., 2015).

Gabaritos, interruptores, medidores e outros acessórios são alguns exemplos claros de ferramentas baratas, mas que, no entanto, são meios claros para a prevenção de erros (Stewart & Grout, 2001).

O termo *Poka-yoke* surge por volta de 1963, aquando da implementação desta ferramenta num setor de soldadura de bancos de automóveis, que impedia os bancos de serem soldados na posição contrária. Quando disseram ao responsável do setor que iriam implementar uma ferramenta "*foolproofing*", visto por vezes os trabalhadores trocarem os bancos da esquerda com os da direita, este começou a chorar. Foi aí que percebeu que o termo *foolproofing* poderia ser mal interpretado e decidiu então adotar o termo *poka-yoke* (japonês para "*mistakeproof*") (Shingo, 1985).

O uso de ferramentas anti falha permitiu organizações como a *Toyota Motors* eliminar por completo a necessidade de controlo de qualidade estatístico (SQC), que esteve no coração da qualidade de controlo no Japão durante vários anos (Shingo, 1985).

Esta ferramenta tem ganho popularidade entre a indústria devido à sua eficácia comprovada e a sua natureza intuitiva, o que faz com que seja fácil de explicar e perceber (Stewart & Grout, 2001).

Na figura abaixo podemos ver o exemplo do desenvolvimento de uma estação de corte de papel que permitiu reduzir o tempo de operação necessário para pegar na tesoura, colocando-a posteriormente no sítio correto na mesa de trabalho, eliminando este trabalho repetitivo. Esta ferramenta permitiu ainda eliminar o número de não conformidades e desperdício de matéria-prima, pois reduz significativamente a

probabilidade da falha humana devido às linhas de referência visuais (Helmi et al., 2017).

A figura 4 representa uma ferramenta *poka-yoke* utilizada numa estação de corte de papel.

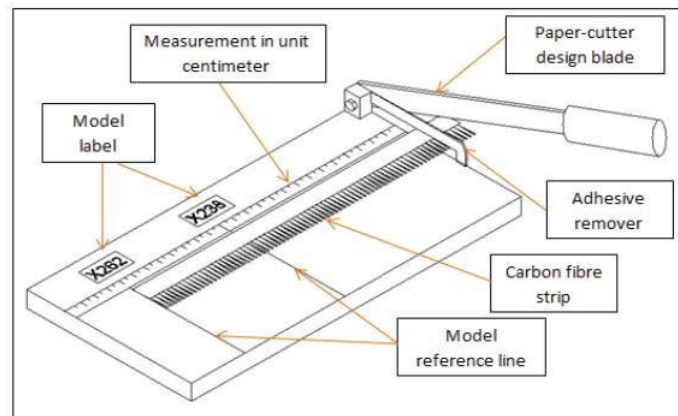


Figura 4 - Design final de uma estação de corte usando a filosofia *Poka-Yoke* (Helmi et al., 2017).

Um estudo levado a cabo por Sadri et al. (2011) teve como objetivo aplicar esta ferramenta numa obra de construção civil, introduzindo a ferramenta anti falha no manuseamento de um trolley que tem como função elevar os materiais desde o nível térreo até aos vários pisos. A implementação desta ferramenta levou a uma redução no tempo de ciclo de 6,4% e a utilização de menos um operador durante este processo permitindo um aumento do tempo gasto em atividades de valor adicionado em cerca de 18%. Em conclusão a implementação da ferramenta no estudo em causa conduziu a um aumento total da produtividade de 37.5% no manuseamento do trolley.

Santos & Powel (1999) levaram a cabo 6 casos de estudo, no Brasil e em Inglaterra, com o intuito de investigar a aplicação do *poka-yoke* na construção. Este estudo revelou que o setor não tira partido destas ferramentas, existindo grande margem para o desenvolvimento e aplicação das mesmas nesse setor. Os investigadores defendem ainda que os fornecedores deste tipo de indústrias deveriam refletir em implementar ferramentas *poka-yoke* nos seus materiais e componentes para garantir o seu correto uso e aplicação em obra. Defendem ainda que existe também oportunidade para desenvolvimento de estudos neste âmbito, com o intuito de identificar os processos que tem uma maior variabilidade e definir as ferramentas anti falha necessárias.

2.2.5 TPM

Em 1951, o TPM foi o primeiro método de manutenção preventiva introduzido no Japão. É uma filosofia de gestão pensada para incorporar a manutenção no processo de produção. Hangad (2013) define TPM como:

- Total (T) – Deve envolver todos os funcionários da organização, desde os trabalhadores até à alta administração;
- Produtividade (P) – Fazer uso total de todos os recursos disponíveis;
- Manutenção (M) – Manter a relação Homem-Máquina-Material num estado ideal.

O *Japan Institute of Plant Maintenance* definiu ainda os 8 pilares que sustentam a metodologia e se encontram representados na figura 5.

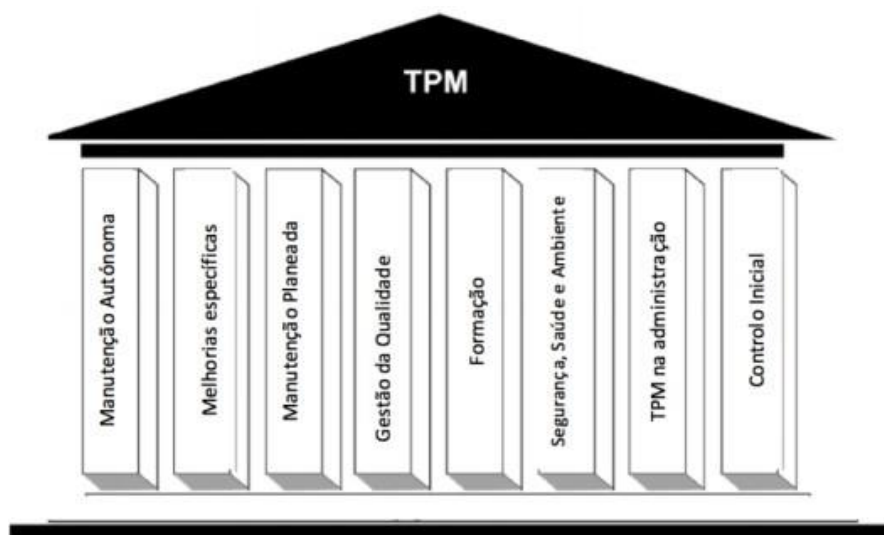


Figura 5 - Os 8 pilares da TPM (Nuno & Pinto, 2012).

Estes são os pilares que sustentam esta filosofia cujo objetivo é atingir zero defeitos, zero paragens não planeadas e zero acidentes.

A implementação desta ferramenta, referida por diversos autores como a melhor para fins de manutenção, traz inúmeras vantagens às organizações, entre elas (S.Nakajima, 1988; Wai et al., 2012):

- Melhoria na qualidade dos produtos;
- Redução dos custos de produção;
- Maior eficiência na gestão dos recursos disponíveis;
- Identificação e redução dos desperdícios;

- Melhoria no estado da manutenção e eficácia dos equipamentos;
- Aumento da vida útil dos equipamentos.

Chan et al. (2005) conduziu um estudo com objetivo de avaliar os impactos na produtividade, numa empresa produtora de componentes elétricos, tendo como consequência da implementação do TPM obtido ganhos de 83% numa máquina responsável pelos moldes.

Um estudo conduzido no Peru, introduziu a filosofia TPM numa empresa de aluguer de máquinas para a indústria da construção. As conclusões do estudo revelam que a disponibilidade das máquinas aumentou em 5%, permitindo à organização em causa aumentar os níveis de competitividade no mercado. A nova rotina de manutenção permitiu ainda reduzir o tempo médio de espera entre avarias, de 13 para 7 horas, reduzindo em 15% o tempo médio em que as máquinas estão inoperacionais.

Zulkifly et al. (2021) concluiu que apesar desta ferramenta ser ainda muito pouco usada na indústria da construção, a generalidade da indústria é recetiva à implementação da mesma. Esta ferramenta pode ajudar projetos de construção na melhoria da produtividade, redução global de custos e na obtenção de um sistema mais fluido e estruturado.

2.2.6 VSM

O VSM, surgiu no final da década de 90 e tem uma importância vital na análise de um sistema operacional, expondo o desperdício existente ao longo da cadeia de valor. Esta ferramenta propõe-se a analisar e desenhar o fluxo de materiais e informação necessários para entregar um produto ou serviço ao cliente final (Shook & Rother, 1999).

É basicamente uma representação gráfica e global do processo de produção, usando matéria-prima como *input* e a entrega do produto final ao cliente como *output*. Divide todas as atividades em 3 tipos, sem valor adicionado, com valor adicionado, sem valor adicionado, mas necessárias. Recorre a símbolos para representar visualmente e de forma clara todos os processos necessários ao longo do processo produtivo.

O VSM leva a uma melhoria nas estratégias de trabalho desenvolvendo uma melhor perceção do fluxo de trabalho do sistema inteiro, estabelecendo uma direção estratégica para melhorias e entrega de valor ao cliente final (Shook & Rother, 1999).

Dado o VSM não identificar todos os possíveis desperdícios, este tem impulsionado o surgimento de outras ferramentas para este mesmo efeito, como por exemplo os diagramas de identificação de desperdício.

De acordo com Pasqualini & Zawislak (2005), desde 1993 que esta ferramenta tem vindo a ser aplicada à indústria da construção, contudo os princípios da VSM focaram-se apenas em algumas áreas, sem nenhuma aplicação aceitável. Estudos prévios demonstra que a aplicação do VSM nesta indústria se foca em macroprocessos como a cadeia de fornecedores, entrega de projetos ou operações únicas como produção de componentes. Pelo que a aplicação desta ferramenta tem sido bastante limitada nesta indústria, ao contrário da indústria da produção, onde esta ferramenta já demonstrou trazer várias melhorias no fluxo das organizações que adotaram o VSM.

Um estudo conduzido por Pasqualini & Zawislak (2005) com o intuito de introduzir esta ferramenta numa empresa de construção no Brasil chegou a conclusão de que a implementação resultou na identificação de fontes de desperdício, soluções para a redução dos mesmos e uma produção mais fluida.

Ko & Tsai (2013) obteve também resultados satisfatórios com a implementação desta ferramenta na gestão de uma obra em *Taiwan*. O autor sugere que a implementação do VSM veio de forma eficiente identificar as causas de desperdício, providenciando informação concisa e visual para aperfeiçoar a eficácia da comunicação.

Apesar das vantagens que esta ferramenta pode trazer às organizações no ramo da construção, esta não pode ser aplicada como uma ferramenta *lean* genérica. A aplicação do VSM à indústria da construção requer uma modificação relevante para que esta se traduza em melhorias significativas (Li & Fernandez, 2013).

2.2.7 5S

Os 5S são uma ferramenta de gestão do espaço de trabalho que nasceu no Japão como consequência da aplicação da cultura *Kaizen*. Foi pela primeira vez implementada em 1980 por Takashi (Osada, 1991).

É segundo Kahmis (2009) uma ferramenta usada para manter um ambiente de qualidade dentro de uma organização. Osada (1991) refere-se também aos 5S como as 5 chaves para manter um ambiente de qualidade.

Ainda que uma grande parte da literatura europeia continue a descrever esta ferramenta como uma boa prática de *housekeeping*, esta é maioritariamente incluída no leque das ferramentas *lean*, uma vez que incentiva os trabalhadores a melhorar as

suas condições de trabalho ao mesmo tempo que os ensina a reduzir os desperdícios e tempos de paragens não planeados (Bayo-Moriones et al., 2010).

A implementação deste método consiste na aplicação das 5 etapas que cada um dos 5S que formam o acrónimo transmite:

- *Seiri* (Senso de descarte) – Consiste em separar o útil do inútil. O objetivo é identificar, separar e eliminar os itens não necessários no espaço de trabalho. É necessário classificar todas as ferramentas do ambiente de trabalho em 3 diferentes categorias (Biasoli & Oliveira, 2008):
 - 1- Ferramentas usadas com frequência, estas devem estar em locais de fácil e rápido acesso, próximas do operador;
 - 2- Ferramentas usadas esporadicamente, devem ser guardadas noutra local, ou numa área de menor acesso;
 - 3- Ferramentas sem uso, nunca são usadas e devem por isso ser destinadas ao descarte.

Esta triagem facilita o trabalho, o fluxo dos materiais, o aproveitamento do espaço e a movimentação dos trabalhadores;

- *Seiton* (Senso de Organização) – Após uma triagem bem feita, a organização é uma tarefa simplificada. Nesta fase é suposto que no local de trabalho apenas se encontrem as ferramentas necessárias, desta forma, é apenas necessário organizar os mesmos usando princípios de economia de tempo e movimento (Biasoli & Oliveira, 2008). Pretende-se criar um ambiente que fale por si, sem a necessidade de comunicação verbal (Feld, 2000);
- *Seiso* (Senso de Limpeza) – É considerado como essencial manter o local de trabalho limpo. Nesta etapa é proposto limpar o local de trabalho e todas as ferramentas para realizar o mesmo, todos os trabalhadores devem colaborar nesta tarefa e é do seu dever manter o local limpo no final de cada turno de trabalho. Deve no final ser feita uma inspeção e limpar de novo o que não ficou bem ou o que possa ter ficado para trás;
- *Seiketsu* (Senso de Padronização) - Implementar *standards* e calendarizar as ações de limpeza e arrumação, para que os velhos hábitos não voltem a manifestar-se. Tem como objetivo assegurar os benefícios e continuidade dos 3S iniciais. Estas atividades regulares devem ser bem institucionalizadas dentro da organização, caso contrário corremos o risco de voltar ao estado inicial;

- *Shitsuke* (Senso de autodisciplina) - Por fim, tudo deve ser controlado e avaliado, com o objetivo de continuar a melhorar e respeitar os 4S anteriores (Feld, 2000). É considerada a fase que exige mais empenho e movimento (Biasoli & Oliveira, 2008).

Os 5S devem tornar-se um modo de vida dentro das organizações e, portanto, é essencial a adesão de todos, desde os trabalhadores à administração, que deverá ter um papel principal no reforço da importância destas filosofias, apoiando e dando o exemplo (Feld, 2000).

É uniforme em toda a literatura que a implementação desta ferramenta tem fortes relações diretas com melhorias na produtividade e na qualidade.

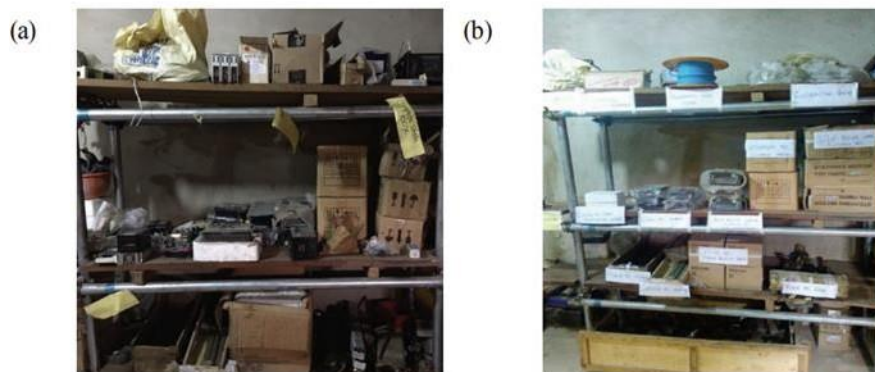


Figura 6 - (a) Antes da implementação dos 5S; (b) depois dos 5S (Retirado de: Omogbai & Salonitis, 2017)

Um estudo levado a cabo em Inglaterra, no setor da construção civil, revelou que a implementação do 5S no armazém onde eram armazenados os materiais utilizados em obra, permitiu um ganho de cerca de 30% em espaço útil de armazém, revelando ainda que os trabalhadores reduziram em cerca de 60% o tempo que passavam no armazém à procura dos materiais, permitindo que esse tempo fosse canalizado em tempo útil de obra (Tezel & Aziz, 2017).

Ajay & Sridhar (2016) implementou os 5S no decorrer de uma obra, na Índia, durante 22 dias. As conclusões do estudo em causa revelaram um significativo aumento na produtividade. O número de metros quadrados cimentados, aumentou de 385,41 m² antes dos 5S para 475,32 m² depois dos 5S. Foi ainda notório a redução do desperdício e dos *lead time*.

2.2.8 SMED

O *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) é uma teoria e um conjunto de técnicas que torna possível reduzir até 90% nos tempos de *setup*, com um custo moderado (Cakmakci, 2009).

Shingo, que introduziu este método em 1989, separa os *setup* em dois tipos, internos e externos. Atividades de *setup* que necessitem da paragem da máquina para serem efetuados, são chamados de *setup* internos, enquanto aqueles que são efetuados com sem parar a máquina são denominados de *setup* externos. Shingo propõe regras para a standardização dos tempos de *setup* e das suas visualizações para contornar o problema de máquinas com múltiplas ferramentas. Segundo o mesmo, o método deve ser aplicado de forma faseada, nas seguintes fases (Sundar et al., 2014):

- Fase 0 – Nesta primeira fase a mudança do formato é desorganizada e não planeada. A mudança de formato é realizada através de diversas tarefas, algumas implicam a paragem da máquina (internas) e outras podem ser feitas com a máquina em produção;
- Fase 1 – Primeiramente é importante fazer a distinção entre operações internas e externas e garantir que se realizam com a máquina parada. Normalmente esta alteração permite poupa cerca de 30% do tempo na mudança de ferramenta;
- Fase 2 – De seguida o objetivo passa por converter as operações internas em operações externas;
- Fase 3 – Esta última fase visa diminuir o tempo das operações externas, desenvolvendo alternativas que permitam realizar as tarefas de uma forma mais fácil, rápida e segura.

Karam et al. (2018) conduziu um estudo com o intuito de avaliar a contribuição do SMED na redução do tempo de enchimento de frascos na indústria farmacêutica. O tempo necessário para o enchimento dos fracos reduziu em 30%, permitindo significativos ganhos financeiros.

Um outro estudo revelou que a implementação do SMED numa linha de montagem de assentos para automóveis permitiu reduzir os tempos de *setup* em 58.3%, correspondendo a um ganho de 210 minutos no período de uma semana. O ganho é expressamente significativo uma vez que permitiu reduzir o número de técnicos para

realizar estas tarefas. A empresa em causa decidiu implementar esta ferramenta nas restantes linhas de montagem, face aos ganhos que foram obtidos (Rosa et al., 2017).

2.2.9 Standard Work

O *Standard Work* é uma ferramenta que visa estabelecer padrões específicos e implementar os melhores métodos e sequencias para cada processo e cada trabalhador. Esta ferramenta, desenvolvida em 1950 por Taiichi Ohno, define como devem ser realizadas as operações num certo posto de trabalho, para que deste modo os operadores sabiam como as levar a cabo de forma não aleatória. Procura-se então manter os tempos de ciclo constantes, para que desta forma não haja variação e assim responder às solicitações da procura nas datas estipuladas (Bragança & Costa, 2015).

Esta ferramenta, era então apenas usada pela equipa de Ohno, pois é uma ferramenta complicada de implementar, requerendo para o seu sucesso, o desenvolvimento dos 3 seguintes diagramas (Ohno, 1998):

- *Parts-production capacity worktable;*
- *Standard operations combination chart;*
- *Standard operations chart or standard work sheet.*

Segundo Monden (1983), esta ferramenta é ainda composta por 3 elementos-chave, fundamentais para o sucesso implementação da ferramenta:

- Tempo de ciclo normalizado: é o tempo de ciclo necessário para a produção de um qualquer produto, desde o início ao fim, de forma a responder á demanda do mercado;
- Sequencia de trabalho padronizado: consiste num conjunto de tarefas que são sequenciadas e que representam a melhor e mais segura forma de completar certo trabalho;
- Inventario *Work-in-Progress* (WIP) padronizado: representa a quantidade mínima de stock que deve ser mantida para que seja possível assegurar a produção sem interrupções e de forma continua.

O *Standard Work* consiste, portanto, num leque de procedimentos que visam estabelecer os melhores métodos para cada processo e operador. As operações devem ser realizadas exatamente como descritas, sem espaço para negligências. É por isso geralmente referido como trabalho padronizado inflexível(Arezes et al., 2010).

Para Rantala & Karjaluoto (2017) esta ferramenta é por isso definida como um método onde é especificado como as operações devem ser conduzidas, precavendo os operadores de as realizarem de forma improvisada.

Este método não defende que todos os trabalhos sejam feitos da mesma maneira, mas que um trabalho específico seja sempre feito da mesma maneira, independentemente do operador, de forma que as preferências individuais sejam eliminadas.

Monden (1983) defende ainda que a padronização do trabalho deve ser a fundação para a melhoria contínua. Quando bem aplicado, o *Standard Work*, pode trazer diversas mais valias para a empresa, tais como:

- Estabilidade;
- Controlo dos processos;
- Previsibilidade das anomalias;
- Redução da variabilidade (*Mura*);
- Melhoria da qualidade e flexibilidade.

Estudos sugerem que a aplicação desta ferramenta trouxe várias vantagens para as empresas que apostaram na sua implementação, tais como um aumento de cerca de 20% na produtividade e um decréscimo de 30% nos *lead time* (Arezes et al., 2010).

2.2.10 Obeya Room

Executivos da Toyota definiram o conceito de *Obeya Room* no início dos anos 90.

Obeya Room, palavra em japonês para grande sala, foi pensada para ajudar na coordenação de complexos projetos de engenharia. Nesta metodologia, folhas de papel A3 são coladas por toda as paredes de uma sala de reuniões com o intuito de descrever diferentes pontos de vista dos vários membros que participam no projeto. Deste modo cada participante consegue ter uma melhor perceção do ponto de vista de cada um, acerca do projeto, no contexto da gestão visual e de melhoria contínua.

Esta ferramenta *lean*, à semelhança de várias outras, provou ser uma mais-valia na melhoria da cadeia de valor na gestão de projetos. Radeka (2012) defende que esta permite tomar decisões mais rápidas, evidenciar fontes de desperdício e mitigar o tempo e barreiras organizacionais.

Com a adoção desta ferramenta, os participantes ganham uma perspetiva acerca das preocupações dos restantes membros, permitindo assim uma maior e mais rápida noção dos problemas e acelerando naturalmente o desenvolvimento de soluções para os mesmos.



Figura 7- Exemplo de uma Obeya Room (planet-lean.com, 2022).

Na figura 7 podemos ver um exemplo de uma *Obeya room*.

Um estudo, conduzido por Nascimento (2018) no âmbito de uma empreitada de tubagem hidráulica numa obra de construção civil concluiu que esta ferramenta provou ser especialmente valiosa na conciliação das várias subempreitas.

O autor defende que a criação do ambiente proporcionado pela ferramenta *Obeya Room* nas reuniões onde estão presentes os responsáveis pelas várias subempreitadas permite uma resolução mais rápida e fácil dos problemas encontrados pois permite que de forma clara e rápida, os responsáveis pelas outras empreitadas e cujos trabalhos tem implicação no nosso, mas que por vezes não compreendem alguns aspetos relacionados com o nosso trabalho, visualizem o que lhes queremos transmitir. Isto faz com que naturalmente a troca de ideias e de possíveis soluções se dê de forma mais fluida, minimizando o tempo despendido não só a encontrar soluções, mas também muitas vezes evitando que duas equipas de diferentes especialidades realizem trabalhos que mais tarde terá de ser feito de novo pois não é compatível entre eles.

Outro estudo levado a cabo por Mikati et al. (2007), tendo como base de estudo a construção do centro médico de Camino, teve como objetivo a implementação de várias ferramentas *lean*, entre elas a *Obeya Room*. Neste projeto esta ferramenta serviu exatamente para o propósito para que foi implementada. Os especialistas tiveram a oportunidade de ter reuniões prioritárias, coordenar e procurar soluções em conjunto com outros especialistas que trabalhavam na mesma obra. Os resultados demonstram que esta ferramenta melhorou de forma significativa a comunicação

entre subespecialidades, reduzindo os conflitos em obra e aumentando a produtividade de forma global.

2.2.11 Last Planner System

Desenvolvida por Ballard (2020), é considerada como um dos caminhos para atingir os 5S e o VSM.

Pensada em específico para a indústria da construção, é considerada por vários autores uma das mais adaptadas, por natureza, à mesma.

As diferentes etapas presentes numa obra são programadas em diferentes níveis de uma empresa, por diferentes responsáveis em diferentes alturas. Já perto da execução alguém será responsável por decidir quando será executado cada trabalho. Essa mesma pessoa é o *Last Planner*.

O LPS recorre a várias outras ferramentas como *make ready design*, *push-pull system*, *weekly work plan* e melhoria contínua, de modo a assegurar que aquando do início de uma nova tarefa todos os pré-requisitos ou condicionantes para a realização desta se encontram resolvidos, definidos ou terminados. Deste modo uma nova tarefa pode ser iniciada sem que existam perturbações para a conclusão da mesma no tempo planeado e sem perturbações externas.

No entanto o LPS não se preocupa apenas em inspecionar o desenrolar das atividades, mas também planear as semanas seguintes de forma a evitar constrangimentos aquando da execução das atividades.

O conceito do *Last planner System* (LPS) baseia-se no que devia ser feito, no que vai ser feito e no que poderia ser feito, através de diferentes fases como o *master planning*, *reverse-phase planning*, *look-ahead planning* e *weekly planning* (Aslam et al., 2020).

O *master* e *reverse-phase planning* determina o que deveria ser feito, através da abordagem pull.

No início da fase de construção/entrada em obra, atividades que serão desenvolvidas são identificadas usando o *look-ahead planning*, análise normalmente realizada 5-6 semanas antes do início das atividades.

Finalmente, durante o planeamento semanal, a equipa de construção compromete-se a levar a cabo atividades que podem ser feitas, com base na capacidade e recursos disponíveis.

Durante a execução das atividades, os resultados são quantificados usando a métrica *Percent Plan Complete* (PPC) (Razão entre o número de atividades executadas numa semana/número de atividades planejadas na mesma semana) de forma a levar a cabo uma análise de todas as semanas de trabalho.

Todo este processo tem como objetivo atingir a eficiência através da colaboração entre todos os participantes.

Ainda que o LPS tenha resultado na melhoria da percentagem do plano completo (PPC) de vários projetos, as empresas continuam a não conseguir completar mais de cerca de 50% dos compromissos semanais, mesmo após a implementação do LPS (Bortolazza & Formoso, 2006).

Howell & Macomber (2002) defende que as empresas deviam esforçar-se para conseguir valores de PPC acima dos 80% e qualquer valor abaixo dos 60% deveria ser considerado como um pobre indicador. Estudos calculam que deste indicador anda por volta dos 68%, bastante abaixo das expectativas, pelo que deveria ser feito um esforço para perceber quais são as principais barreiras que impedem as empresas nesta área de usar o LPS no seu máximo potencial de forma a tirar partido desta valiosa ferramenta.

É ainda importante mencionar a importância que vários autores dão a esta ferramenta no controlo de custos e de atrasos em obra, melhorando a produtividade.

Ballard et al. (2020) quantificou as vantagens do LPS em vários projetos de construção, e concluiu que pode resultar numa redução de custos entre os 10 a 50%, bem como num aumento de produtividade de 30%.

Tezel & Aziz (2017), no decorrer de um estudo para a reabilitação de 76 estações de metro, em Inglaterra, registaram um aumento no PPC, 55~60% para valores de até 85% no final do estudo.

Um outro estudo conduzido na Índia, por Amarshi Maru (2015), no decorrer da construção do campo universitário de Arlington, registou ganhos superiores a 60% no PPC durante as primeiras semanas da implementação do LPS, chegando a valores de 88% na quarta semana e um valor médio de 73% no decorrer das 17 semanas de estudo.

Ahiwako et al. (2015) implementou o LPS num projeto de construção rodoviário na Nigéria, obtendo um valor de PPC médio de 67%, sendo que nas duas primeiras semanas de estudo os valores do PPC registados foram de 45% e 57% e nas últimas duas, 86% e 75%, revelando por isso uma forte tendência do aumento da produtividade ao longo das apenas 8 semanas durante as quais decorreram o estudo em causa.

2.3 Cultura da Segurança

A cultura de segurança é um conceito utilizado para referir os riscos e perigos associados ao desenvolvimento das atividades profissionais.

A segurança tem como objetivo promover e garantir a saúde dos trabalhadores e avaliar situações de risco no sentido de prevenir acidentes. Segundo a atual legislação portuguesa (Lei nº102/2009 de 10 de setembro e respetivas alterações), é uma obrigação do empregador garantir que todos os colaboradores têm condições de segurança para a realização dos seus deveres profissionais.

Vários estudos sugerem uma forte ligação entre a cultura de segurança, nomeadamente a formação dos seus colaboradores, das organizações e o número de acidentes que esta regista.

Um estudo, com uma amostra de 161 empresas, levado a cabo em Portugal revela que entre todos os trabalhadores que sofreram acidentes nos últimos 3 anos, 45.6% frequentaram menos de 25 horas de formação em segurança, enquanto a percentagem de trabalhadores com mais de 50 horas de formação em segurança, apenas 11,7% tiveram envolvidos em algum acidente de trabalho. Estes valores mostram a importância da formação e investimento na prevenção dos acidentes de trabalho.

2.3.1 Lean Safety

A segurança no trabalho é um fenómeno complexo e alvo de estudo há várias décadas.

Os acidentes que levam a graves danos na saúde dos trabalhadores, tem graves impactos não só na vida dos trabalhadores e familiares, mas também apresenta um impacto económico significativo para a empresa empregadora e para a sociedade de forma geral (Enshassi & Zaiter, 2014).

Os acidentes de trabalho são uma forma de desperdício, sendo eventos que não agregam valor em qualquer tipo de indústria onde estes possam acontecer, pelo contrário (Ghosh & Young-Corbett, 2009).

Sendo que os princípios *lean* apontam para reduzir todo o tipo de atividade que não agrega valor o produto/serviço final, implementar medidas que resultem na redução

de acidentes de trabalho seria uma forma óbvia de reduzir desperdícios na ótica *lean* (Ghosh & Young-Corbett, 2009).

A perda ou a lesão de trabalhadores representa uma quebra no fluxo de trabalho e por consequência uma perda significativa na produtividade, no setor da construção. A filosofia *lean* tem como objetivo a redução do desperdício e a melhoria contínua. Os acidentes que levam a uma quebra no fluxo de trabalho são por isso uma forma de desperdício, deste modo a correlação entre *lean* e *safety* é clara (Macomber & Howell, 2004).

Os acidentes são bastante penosos, tanto em termos de sofrimento humano como em custos relativos à compensação para os trabalhadores, tempo perdido, perda de produtividade e substituição do trabalhador por outro que não tem a mesma prática no desempenho daquela função específica (Enshassi & Zaiter, 2014).

Posto isto, pode ser estabelecida uma relação entre a filosofia *lean*, segurança, redução do desperdício e redução dos acidentes de trabalho, representada na figura 8.

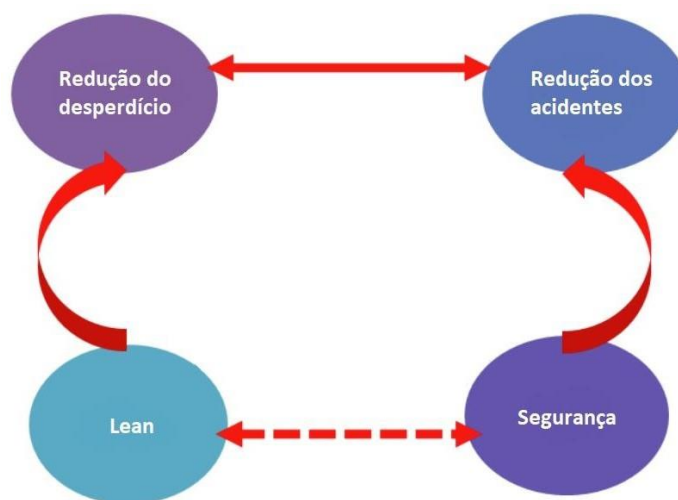


Figura 8 - Relação entre *lean* e segurança

Um estudo realizado por Parkash (2010), permite tirar conclusões sobre o nível de impacto de várias ferramentas *lean* na segurança, especificamente no setor da construção. Na tabela 1 podemos ver então o impacto das diferentes *lean tools* nos diferentes programas de segurança.

Tabela 1 - Impacto das ferramentas *lean* nos diferentes programas de segurança (Adaptado de: Parkash, 2010).

Ferramentas lean	Programas de segurança														
	Técnicas de previsão de acidentes	Amostragem de segurança	Proteção do trabalhador	Medidas de segurança	Guia de sequência de acidentes	Investigação das causas de acidentes	Análise dos perigos no local de trabalho	Sinais de segurança	Formação (Primeiros Socorros, OSHA)	Planeamento de segurança diário pré-tarefa	Programa de incentivo à segurança	Alertas de segurança	Folha de segurança do material	Orientação para a segurança	Armazenamento de relatórios e resultados
Poka-Yoke	Red	Blue	Red	Red	Blue	Red	Blue	Red	Red	Blue	Red	Red	Red	Red	Blue
Just In Time	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Grey	Blue	Blue	Red	Blue	Blue	Red	Blue	Blue
Value Stream Mapping	Red	Red	Blue	Red	Red	Red	Red	Red	Blue	Blue	Red	Blue	Blue	Blue	Red
Kaizen	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Last Planner System	Red	Blue	Red	Red	Blue	Red	Red	Red	Red	Red	Blue	Red	Blue	Red	Red
Visual Management	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
5S	Red	Red	Red	Red	Blue	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

	Sem impacto
	Forte impacto
	Contraditório

Apesar de todas as vantagens possíveis para justificar a implementação de uma cultura de segurança no trabalho dentro de uma organização, existem ainda várias barreiras.

É necessário demonstrar a importância do impacto das ferramentas *lean* na melhoria das condições de trabalho. Considera-se ainda que os investimentos na área da segurança são baixos comparados aqueles que são efetuados na área de produção. A gestão de topo das organizações tem sido lenta a entender a importância do impacto da gestão de segurança no desempenho direto da empresa (Cordeiro et al., 2020).

É ainda importante salientar que tem sido propostas novas ferramentas por parte das comunidade científica com o intuito de avaliar simultaneamente o impacto da implementação de ferramentas *lean* no âmbito da produtividade e da segurança.

O Safety Efficiency Value Stream Mapping (SVSM) surge como uma ferramenta desenvolvida para analisar indicadores da perspectiva da produção e eficiência bem

como da segurança. Ferramentas como o VSM e o OEE contribuíram para o desenvolvimento desta ferramenta (Marques et al., 2021).

2.4 A indústria da construção

A indústria da construção é historicamente uma das mais antigas e tradicionais do mundo. Desde o início das civilizações, o desenvolvimento da ciência e da tecnologia tem sido uma necessidade constante para a melhoria das condições em que todos vivemos. A necessidade de construir data da origem do homem, apesar de se pensar ter sido apenas durante o império romano que se começou, naquela que é hoje chamada de Europa Ocidental, a pensar na construção de forma organizada.

No entanto e como seria de esperar, muito evoluiu desde então esta indústria, desde a conceção da mesma à importância que é dada à fase de planeamento, pois é nesta que é decidida os processos construtivos e os materiais a usar em obra.

Por volta do século XV, com o período renascentista e o desenvolvimento da arquitetura, deram-se então um dos passos importantes no desenvolvimento desta indústria, a separação da fase de projeto e execução de obra.

Esta indústria é uma das mais particulares, devido a vários e numerosos fatores. Os clientes são os mais variados, desde o estado aos clientes particulares, grandes empresas ou pessoas singulares. A enorme variedade de materiais que cobrem uma obra, desde megaprojetos de relevo nacional e internacional e alta complexidade, como a construção de barragens que produzem energia limpa e são fundamentais para a evolução da comunidade. O facto de cada obra, por norma, ter um projeto único e muitas vezes complexo, torna esta indústria uma daquelas mais expostas à variabilidade sendo por isso praticamente impossível standardizar processos de construção. Um dos grandes desafios de uma grande obra e que introduz uma grande variabilidade, é a conciliação e organização entre as várias empreitadas e subespecialidades que constituem uma obra de grande ou até mesmo de pequena envergadura.

O facto de as obras terem todas elas um período variável no tempo, e muitas vezes difícil de calcular, torna esta indústria numa das mais imprevisíveis para as empresas que nela atuam, podendo ter um impacto a nível económico que muitas vezes é difícil de calcular antes do final da obra, pelo que melhorar os processo e fluxos em contexto de obra é de extrema importância para as empresas.

O setor da construção é, em vários países, um dos que maior impacto tem no produto interno bruto nacional. Cerca de 13% da economia global está diretamente ligada a esta indústria, tendo este número tendência a aumentar até 2030 (Perspectives & Economics, 2015).

Apesar de em Espanha, o peso desta indústria no PIB, ascender a mais de 10%, não existem estudos oficiais sobre índices de produtividade, ao contrário do que já se faz em indústrias com um peso menor na economia.

Estes números demonstram a importância da correta gestão de todos os recursos e do impacto que toda e qualquer melhoria na gestão dos mesmos pode ter no impacto económico das empresas e dos próprios países.

Apesar da dimensão desta indústria, estudos levados a cabo demonstram que entre 1964 e 2003 o índice de produtividade neste setor aumentou quase 25%, um número modesto quando comparado com a produtividade da indústria agrícola, por exemplo, que aumentou o mesmo índice em quase 200% (Pons, 2014).

No gráfico 1 podemos ver um comparativo do aumento da produtividade entre 1963 e 2003, da indústria da construção comparativamente a outras indústrias, nos Estados Unidos.

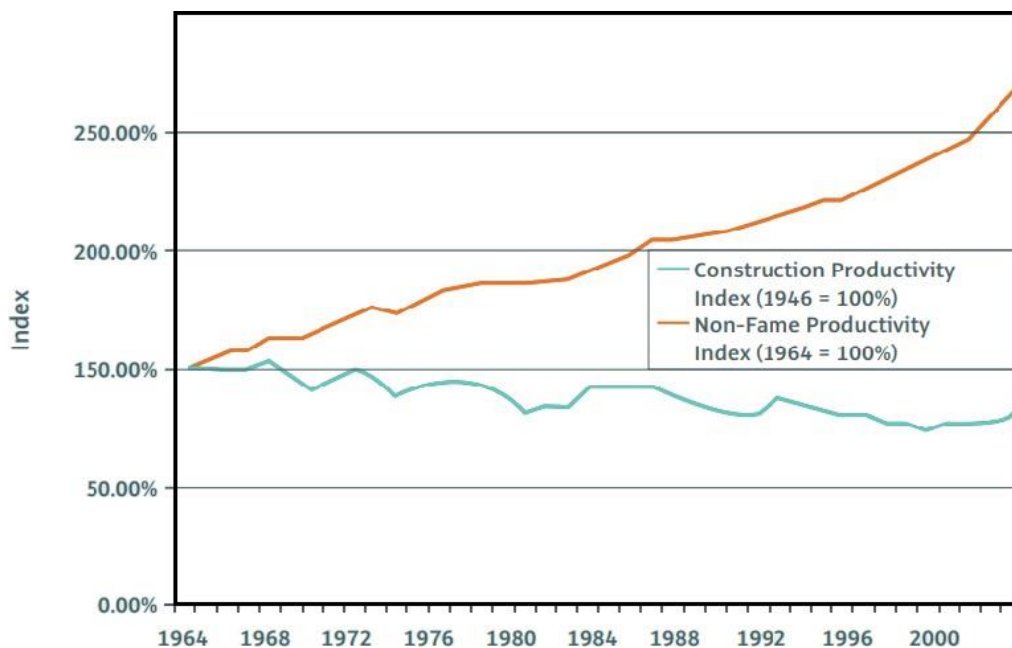


Gráfico 1 - Comparativo da evolução da produtividade (Pons, 2014).

Face a todos estes dados era um facto consumado que a indústria da construção estava a ficar para trás e que novas ferramentas teriam de ser introduzidas se esta indústria quisesse ter um ganho de produtividade que se pudesse aproximar ao de outras indústrias.

É importante referir que a indústria da construção é aquela que apresenta o maior registo de taxa de acidentes de trabalho, quando comparada com qualquer outra indústria.

2.4.1 Lean Construction

O setor da construção civil foi fundamental no desenvolvimento de todas as comunidades e tem evoluído desde então. Esta evolução deu-se em termos de materiais, projetos, metodologias, ferramentas e métodos de gestão. O cenário económico atual requiere que as empresas sejam o mais eficientes possível de modo a manterem-se competitivas no mercado. O investimento em tecnologia e métodos de gestão que possam tornar uma obra mais eficiente e que levem a uma redução do desperdício é essencial (Souza et al., 2010).

Sendo a indústria da construção, várias vezes retratada como conservadora, resistente a mudanças e tardia em adotar os avanços tecnológicos, na realidade, este é um retrato que geralmente se ajusta bem á realidade. Falando-se há vários anos e dado como provado à data a eficiência das metodologias *lean* noutras indústrias, a mesma filosofia de pensar começou a ser aplicada no setor da construção. Foi em 1992, que Koskela, apresentou as suas adaptações das metodologias *lean*, usadas já em larga escala noutras indústrias, no campo da construção civil. No ano seguinte, 1993, surgiu o termo *lean construction*, aquando do primeiro encontro do grupo, posteriormente denominado de *International Group for Lean Construction* (Rodegheri & Serra, 2020; Sarhan et al., 2017).

Ficava a dúvida, se poderia ser esta nova filosofia capaz de acabar com os longos *lead-times* característicos desta indústria e identificar os conflitos existentes e resolve-los se necessário.

Visto o conceito *lean* ter surgido no setor do fabrico, é importante ainda definir as principais diferenças ou particularidades que o setor da construção apresenta respetivamente a este. Koskela (2020) destaca 3:

- Cada projeto tem uma natureza característica e única;
- É algo único que cada vez tem lugar num sítio diferente;
- Será levado a cabo por uma equipa multi-organizacional de carater temporal e que em cada lugar necessitará de meios e recursos diferentes e próprios de cada zona.

Lean Construction é uma filosofia que foi pensada para maximizar o valor e reduzir o desperdício ao mesmo tempo que entrega o projeto com todos os requerimentos do cliente. Esta filosofia propõe-se a identificar as causas de desperdício e removê-las

com métodos e ferramentas adequadas bem como encorajar a prevenção do risco em vez de tentar atenuar o efeito negativo do mesmo (Lapinski et al., 2006). É segundo o mesmo autor, uma filosofia que pede emprestado conceitos de melhoria contínua da filosofia *lean* e do TPS com o objetivo de eliminar desperdícios e adicionar valor a projetos de construção.

Lean construction, também apelidada de construção sem perdas é no fundo a aplicação dos conceitos e ferramentas do sistema *lean* ao longo de todo o ciclo de vida de um projeto de construção.

Quando aplicada corretamente, a organização apresenta um aumento na qualidade, melhorias na relação interpessoal e no aspeto financeiro (Sarhan et al., 2017).

Vários estudos concluem que a implementação de ferramentas *lean* nesta indústria levam a um aumento da qualidade e da produtividade.

Os estudos levados a cabo nos últimos 20 anos, demonstraram que com a *lean construction* podemos alcançar melhores índices de produtividade, qualidade, segurança e satisfação do cliente e redução dos prazos de entrega. Hoje em dia estas melhorias levam à diferença entre um projeto ser ou não financeiramente viável.

Um estudo de Forbes & Ahmed (2010) concluiu que as filosofias *lean* quando aplicadas podem resultar num aumento da qualidade de produtividade de um projeto de construção em cerca de 77%. O autor refere ainda que as práticas *lean* na construção resultaram em melhores condições de trabalho reduzindo o stress físico e psicológico.

Apesar destas vantagens, em Espanha, a implementação destas ferramentas tem sido escassa e as poucas experiências levadas a cabo estão focadas na aplicação pontual de ferramentas BIM, na sua vertente mais tecnológica, como ferramenta e não como sistema integral.

Experiências anteriores demonstraram ainda que é necessária uma mudança cultural e que este deve partir da gerência das empresas, neste caso, construtoras e empresas subcontratadas, do âmbito público e privado.

2.4.1.1 O conceito de desperdício na ótica da Lean Construction

O conceito de desperdício na construção civil ainda está em evolução. O esforço para o entender o conceito de desperdício nesta indústria é relativamente pequeno quando comparado com outros tópicos de pesquisa e análise (Sarhan et al., 2017).

Segundo Viana et al. (2012) a maior parte dos estudos foca-se em como lidar com o desperdício em vez de identificar as causas que conduzem ao mesmo, de forma a

poder evitá-lo. O desperdício é normalmente visto em duas dimensões, instrumentalmente e intrinsecamente, no entanto essas interpretações de desperdício são diferentes no setor da construção, requerendo uma justificação empírica, conceitual, persuasiva e motivacional para agir (Koskela et al., 2013).

Vários estudos identificaram as causas de desperdícios na indústria da construção civil. Ohno (1998) sugere que as causas de desperdício estão ligadas á produção excessiva, espera, transporte, movimento, stock e defeitos.

Estudos ingleses demonstram que até 30% do tempo total de construção corresponde a trabalho refeito, apenas 40-60% correspondendo a trabalho eficiente e pelo menos 10% dos materiais são desperdiçados.

Um estudo, levado a cabo pelo *Lean Construction Institute*, em 2004, revela que até 57% do tempo, esforço e material gasto em alterações a projetos de construção não acrescentou valor ao produto final, enquanto na indústria fabril este número anda nos 26%.

Macomber & Howell (2004) acredita que o pobre uso do potencial humano é uma causa de desperdício. Koskela et al. (2013) acrescenta ainda que o *making-do* é uma das grandes fontes de desperdício neste setor. *Making-do* é a circunstância onde se dá início a uma tarefa sem estarem cumpridos todos os *inputs* standard iniciais. O autor refere-se *inputs* como toda a maquinaria, mão de obra, ferramentas, condições e instruções necessárias para realizar a tarefa (Pons, 2014).

Garas et al. (2001) classificou o desperdício em dois grupos principais. O primeiro, referente ao desperdício de material, nomeadamente: encomendas e produção em excesso, armazenamento incorreto, defeitos de produção, roubo e vandalismo. O segundo, desperdício relativo ao tempo, tempo de espera, paragens, clarificações, variação de informações e erros de projeto.

Em suma, os problemas mais comuns nesta indústria e que levam a uma maior quebra no fluxo são:

- Fraca formação e experiência dos novos sistemas de gestão e planificação de obras;
- Controlo de qualidade ineficaz baseado em métodos estatísticos que estão longe de garantir a qualidade a 100%;
- Fraco rigor no cumprimento das medidas de segurança;
- Erros e omissões nos projetos;
- Falta de interesse na formação e capacitação dos trabalhadores;
- Falta de coordenação entre as várias especialidades presentes numa obra;
- Falta de transparência e comunicação entre as partes interessadas.

Todos estes fatores levam a uma notória baixa produtividade quanto comparada com outras indústrias (Pons, 2014).

Já em 1998, Taiichi Ohno classificou os 7 desperdícios que causavam a maior parte das interrupções no fluxo da cadeia de valor, na fábrica que dirigia na época. A tabela 2 reflete a adaptação de Diego et al. (2009) destes 7 desperdícios, à indústria da construção, acrescentando aquele que é também classificado como um dos principais desperdícios por outros autores, o desperdício de talento e de criatividade.

Tabela 2 - Os 8 desperdícios da construção (Diego et al., 2019).

Desperdícios	Descrição
Sobre Produção	Produção de quantidades superiores aquelas que são requeridas ao ponto atual; Planos adicionais (não essenciais, pouco práticos ou excessivamente detalhados); Uso de equipamento altamente sofisticado quando um muito mais simples seria suficiente; Qualidade superior à esperada.
Esperas	Esperas, interrupções do trabalho ou tempo de inatividade devido à falta de informação, dados, especificações ou ordens, planos, materiais, mão de obra, espera pelo término da atividade precedente, área de trabalho inacessível, comunicação entre especialidades, contradições entre desenhos, repetição de trabalhos devido a revisões e alterações ao projeto e acidentes por falta de segurança.
Transporte	Refere-se ao transporte desnecessário relacionado com o movimento em torno dos recursos (materiais, dados, etc.) na obra. Regra geral, está relacionado com a má distribuição e falta de planificação dos fluxos de materiais e informação. As suas consequências naturais são: perda de horas de trabalho, perda de energia, perda de espaço em obra e a possibilidade de

Desperdícios	Descrição
	perda de material durante o transporte.
Sobre processamento	Processos adicionais na construção e instalação de elementos que causam o uso excessivo de matéria-prima, mão de obra, energia, etc. Monitorização e controlo adicional (Inspeções excessivas e inspeções duplicadas).
<i>Stock</i>	Refere-se a inventários excessivos, desnecessários e prematuros, que levam a perdas de materiais (por deterioramento, desatualização, condições inadequadas de armazenamento, roubo e vandalismo), pessoas adicionais para gerir o excesso de material e custos financeiros antecipados.
Movimento	Refere-se a movimentos desnecessários ou insuficientes realizados pelos trabalhadores durante o seu trabalho. Este pode ser causado pela utilização de equipas inadequadas, métodos de trabalho ineficazes, falta de standardização ou má gestão do local de trabalho. Perda de tempo e baixas laborais.
Defeitos de qualidade	Erros nos desenhos, medições ou planos. Desajuste entre os projetos das várias especialidades, uso de métodos de trabalho incorretos e mão de obra pouco qualificada. Das possíveis consequências de má qualidade são: repetição do trabalho e clientes insatisfeitos.
Falta de potencialização do talento	Não aproveitamento do talento disponível. Leva à perda de tempo, ideias, atitudes, melhorias e desperdício de oportunidades de aprendizagem e de

Desperdícios	Descrição
Falta de potencialização do talento	conseguir melhores rendimentos por não ter em conta as preocupações dos funcionários e por ter uma mão de obra pouco qualificada, formada e mal informada, com falta de estímulos e recursos para uma melhoria contínua e a resolução dos problemas.

Foi inspirado em todas estas lacunas encontradas no setor, que o finlandês Koskela (1992) escreveu sobre os estudos que levou a cabo durante a sua passagem pela universidade de Standford, na Califórnia, sendo estes os princípios fatores, que este acreditava levar a uma melhoria considerável na eficiência da gestão de uma obra:

- Reduzir a proporção de atividades que não agregam valor;
- Aumentar o valor de saída através da consideração sistemática das necessidades do cliente;
- Reduzir a variabilidade;
- Reduzir tempo de ciclos;
- Simplificar minimizando o número de etapas;
- Aumentar a transparência do processo;
- Foco no controlo total do processo;
- Trabalhar na melhoria contínua do processo.

Em termos simples, *lean construction* procura tal como a filosofia *lean*, maximizar o valor e diminuir o desperdício dos projetos através das ferramentas *lean*, passando a entender a construção como um fluxo com atividades bem definidas e identificadas.

2.4.1.2 Desafios e implementação da filosofia lean na indústria da construção

Implementar uma filosofia *lean* num meio tão conservador e agarrado às mesmas práticas de sempre, como o setor da construção, requer romper com paradigmas.

Esta mudança pode ser mais difícil em organizações que já trabalham com o mesmo sistema há vários anos. Muitas vezes aceitam-se ideias, pensamentos e crenças como sendo verdadeiras ou falsas sem as por a prova de uma nova análise. Por outras palavras, fazemos a mesma coisa, da mesma maneira, há tantos anos, que assumimos

como a única forma correta de o fazer, mesmo estando longe de ser eficiente segundo os *standards* atuais da competitividade de classe mundial.

Li et al. (2021) enumeram aquelas que consideram ser as maiores barreiras a ultrapassar para a implementação bem-sucedida desta filosofia:

- Falta de conhecimento do significado de *lean* e os seus benefícios;
- Falta de formação;
- Falta de compromisso por parte dos gerentes e proprietários;
- Ideia de que o *lean* absorve demasiado tempo;
- Falta de comunicação entre promotores, construtores, clientes e consultores externos;
- Dificuldade em alinhar os interesses das várias partes;
- *Lean* requiere uma mudança de pensamento e no comportamento que nem todos aceitam;
- Falta de compromisso;
- Perceção de que o *lean* é demasiado complexo.

Uma vez tomada a decisão de implementar *lean construction*, as mudanças vão afetar todos, desde os designers e projetistas, que terão de se adaptar a novas tecnologias, como o BIM e as novas tecnologias de informação, aos promotores, porque lhes irá ser exigido um papel mais participativo na hora de concretizar as necessidades reais do cliente e transmiti-las ao longo de toda a cadeia de valor, compreender melhor as dificuldades do projeto e participar mais ativamente na melhoria contínua e na tomada de decisões, aos construtores e prestadores de serviços porque a sua participação começara numa etapa mais precoce do projeto, participando na tomada de decisões e na resolução de problemas de uma forma mais ativa.

O estudo levado a cabo por Bernstein & Jones (2010) propõe as seguintes recomendações para uma implementação bem-sucedida da filosofia *lean*, presentes na tabela 3.

Tabela 3 - Recomendações para a implementação da filosofia *lean* no setor da construção.

Recomendações gerais	Recomendações específicas
<p>Proporcionar formação sobre a necessidade de uma maior eficiência.</p> <p>As organizações do setor tem de oferecer mais informação sobre a <i>lean</i></p>	<p>Adotar uma postura de colaboração sobre a filosofia <i>lean</i> de modo a maximizar os lucros.</p> <p>As empresas devem aprender a trabalhar</p>

<p><i>construction</i>, patrocinar a investigação e promover uma filosofia de melhoria contínua.</p>	<p>de forma mais colaborativa para obter o maior benefício possível da aplicação da filosofia.</p>
<p>Criar <i>software</i> que apoie a necessidade da colaboração interna e externa.</p> <p>As empresas de desenvolvimento de <i>software</i> tem a oportunidade de criar ferramentas para apoiar a tendência <i>lean</i>.</p>	<p>Promover a mudança cultural necessária para uma adoção plena do <i>lean</i>.</p> <p>As organizações que queiram implementar a <i>Lean Construction</i> tem de ter em conta como atrair e integrar os seus funcionários como parte da sua estratégia.</p> <hr/> <p>Seguir e partilhar o fluxo de dados desde o nível mais baixo da organização.</p> <p>As empresas que queiram melhorar a eficiência beneficiam mais se compreenderem e analisarem os processos desde o nível mais baixo, dos funcionários, seguindo cada passo e vendo onde se pode implementar melhorias.</p>

Inicialmente é necessário estabelecer uma base de conhecimento e colaboração através de formação e um pouco de ajuda externa. Requer a colaboração e compromisso por parte de todos, mas especialmente da gerência. Superada esta primeira fase deve ser a empresa a impulsionar uma filosofia de melhoria contínua (Pons, 2014).

DESENVOLVIMENTO

3	DESENVOLVIMENTO.....	43
3.1	Caso de estudo	43
3.2	Implementação do Last Planner System.....	45
3.2.1	Formação inicial sobre LPS	49
3.2.2	Elaboração do look-ahead planning	51
3.2.3	WWP – Weekly Working Plan	54
3.3	– MÉTODO DE AVALIAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	55
3.3.1	Avaliação dos ganhos de produtividade em obra	56
3.3.1.1	Cálculo e análise dos PPC	56
3.3.1.2	Análise das causas de falha no planeamento	59
3.3.2	Avaliação do impacto na segurança e bem-estar dos trabalhadores.....	61
3.3.2.1	Elaboração do questionário <i>lean safety</i>	61
3.3.2.2	Caracterização da amostra	62
3.3.2.3	Resultados do questionário <i>lean safety</i>	63

3 DESENVOLVIMENTO

Este capítulo foca-se na implementação da ferramenta *Last Planner System* (LPS) na empresa BioFluídos Lda. Após a implementação da mesma será avaliado o seu impacto na produtividade e melhorias sentidas no bem-estar e na segurança dos trabalhadores.

3.1 Caso de estudo

A BioFluídos, fundada em 2003 e atualmente sediada em Rio Tinto, distrito do Porto, tem como principal atividade a instalação e manutenção de sistemas AVAC.

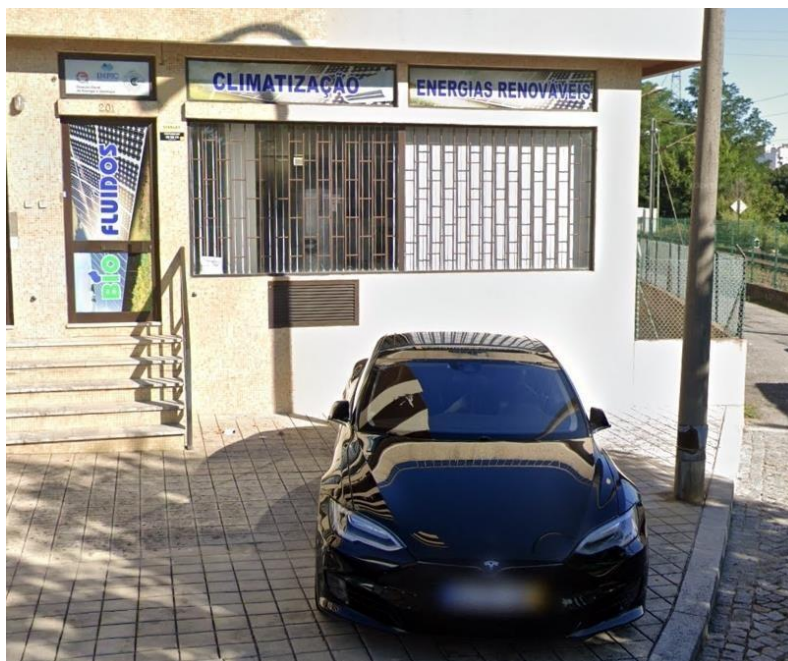


Figura 9 - Instalações da BioFluídos, Rio Tinto, Porto.

Especializada em diversas áreas, destaca-se pela qualidade, rigor, personalização e pela capacidade de oferecer aos seus clientes as melhores soluções.

Possui uma equipa de técnicos credenciados nas seguintes áreas:

- Engenheiro Mecânico
- TIM II
- TIM III
- TQAI
- Técnico certificado fluorados
- Técnico de instalações e manutenções (ADENE)
- Técnico responsável por instalações elétricas – nível II
- Técnico de gás
- Instalador e soldador de gás
- Técnico de aparelhos de queima
- Técnico instalador de solar térmico

É uma empresa certificada pela Direcção Geral de Energia com a Autorização nº138/EI, pelo Instituto dos Mercados Publicos do Imobiliario e da Construção com o alvará n.º 61831-PUB, certificado pela CERTIF com o nº SAC-752/201.

Tem como principais atividades o projeto, fornecimento, instalação e manutenção nas seguintes áreas:

- Ar condicionado;
- Bombas de calor;
- Caldeiras e esquentadores;
- Painéis solares térmicos;
- Painéis solares fotovoltaicos;
- Energia geotérmica;
- Biomassa;
- Piso radiante;
- Aquecimento central;
- Ventilação e renovação de ar;
- Aspiração central;
- Redes de gás.

3.2 Implementação do Last Planner System

Tendo atualmente várias obras em curso, não tendo nenhuma delas um volume de trabalho que permita ter uma equipa em obra durante o período em que decorrerá este mesmo estudo, o mesmo não irá incidir sobre uma obra em específico, como é mais habitual nos casos de estudo onde se aplica esta ferramenta, mas sim nas várias obras que atualmente a empresa tem em curso.

Tendo um leque variado de clientes, desde gabinetes de arquitetura, empresas de construção civil, clientes particulares, entre outros, a BioFluídos tem obras em curso de diferentes áreas e em diferente estado de conclusão, as quais estão sintetizadas na tabela 4.

Tabela 4 - Obras em curso BioFluídos

Obra	Cliente	Especialidade
Edifício habitacional Rua Mouzinho da silveira	FAG	AC + Ventilação + Desenfumagem
Moradia Silva Escura	Eng. Tiago	GÁS + AC + Aspiração + AQS
Moradia Maia	Eng. Tiago	GÁS + AC + Aspiração + AQS
Farmacia de São Mamede	Eng. Pedro Couto	AC
Moradia Madalena	Pedro Sampaio	Fotovoltaico + AC + GÁS
Escola Maia	INOVACASA	AC
Clinica Dentária Avenida de Gaia	Decorando	Ventilação + AC
Moradia Foz - Rua da Agra	Tamiex	Ventilação + AQS
Edifício Scania Porto Circunvalação	Scania	AC (UTA) + Ventilação
Moradia 4 Caminhos Gaia	Fernando Santos	AQS + AC
Moradia Areosa	AVS	AQS + Fotovoltaico + AC + Exaustão
Restaurante Culto ao Bacalhau - Bolhão	OBBA	Gás + AC + Extração hottes + Ventilação
Restaurante Brasão Areosa	OBBA	AC + Ventilação + Extração hottes
Moradia Lavra	José Campos	Substituição BC AQS + Fotovoltaico
Edifício Dunas	Digito	AC + Ventilação + AQS
Moradia Pedrouços	Arq. Julio Vieira	AC + AQS
Moradia Rafael Araujo	Rafael Araujo	Gás
Edifício habitacional LUXUS Rio Tinto	INOVACASA	AQS + Ventilação + AC
Teatro Retorta	G.D.R. da Retorta	Ventilação + Climatização
Moradia Rogério Soeiro - Matosinhos	Rogério Soeiro	Piso Radiante + AQS + Fotovoltaico
Marques Soares Aliados	Arq. Mario Oliveira	Substituição AC
Moradia Cinfães	Arq. Mario Oliveira	AC

O *Last Planner System* é uma ferramenta pensada para minimizar os impactos negativos da variabilidade, incertezas e atrasos característicos do setor.

Foi desenvolvida com o intuito de acompanhar as obras do início ao fim, através de um planeamento colaborativo e eficaz.

No entanto, e como todas as ferramentas *lean*, estas podem ser alvo de leves adaptações para irem de encontro às necessidades e à realidade de cada organização.

Tradicionalmente a implementação do LPS inclui o planeamento mestre.

O *Master Schedule*, é descrito na literatura como a primeira fase a levar a cabo na implementação do LPS. O objetivo do plano mestre é promover uma visão geral do projeto e dividir o mesmo em várias fases de trabalho, juntando todos os envolvidos, de modo que se possa de forma precoce começar a analisar possíveis constrangimentos entre várias especialidades, discutir os mesmos e de forma conjunta chegar a soluções de forma a garantir o sucesso de todos os intervenientes e consequentemente garantir o sucesso da obra.

Estando a organização onde o presente trabalho está a ser desenvolvido, de momento a trabalhar já em várias obras, de pequena ou média envergadura, esta fase do LPS irá ser substituída por uma primeira reunião onde será explicado a todos os funcionários da organização em que consiste a mesma, e aproveitar a sua essência para fazer um ponto de situação sobre o estado em que se encontram as várias obras de modo a podermos fazer um planeamento, o *look-ahead planning*, de uma forma o mais assertiva possível.

O facto de termos várias obras em curso, onde estamos a realizar diferentes trabalhos, em diferentes fases de conclusão, introduz uma variabilidade acrescida na gestão da mão de obra disponível pelas várias obras e na gestão de todos os materiais necessários para as várias obras.

Em qualquer obra, o planeamento tem uma relevância de primeiro plano, quer pela gestão do pessoal, materiais, equipamentos e constrangimentos, isto porque quase todas as atividades dependem da conclusão de outras, por vezes da responsabilidade de outras especialidades/organizações.

A implementação do LPS irá ser realizada em quatro fases distintas.

A primeira fase é reservada para informar todos os envolvidos sobre a ferramenta em causa e as suas vantagens, discutir o modo como se irá implementar na empresa e qual é o papel de cada um nesta fase. É ainda previsto a discussão da situação atual, analisando o fluxo de informação, material e pessoal.

Na segunda fase recorrer-se á ao *look-ahead planning*, uma componente chave do *Last Planner System*, que define qual deverá ser o trabalho a levar a cabo no futuro próximo. Analisa as possíveis causas de constrangimentos que possam impedir a que os trabalhos definidos não sejam levados a cabo com sucesso e foca-se na melhor maneira de maximizar o fluxo de trabalho da próxima semana.

A terceira fase envolve o planeamento a curto prazo, semanal, onde são descritas de forma concreta as atividades que cada um deve levar a cabo na semana seguinte. Este plano de trabalho semanal deve conter apenas atividades que sejam passíveis de ser executadas, após qualquer constrangimento à realização das mesmas ter sido analisado e removido. Não deve ser considerado um plano de trabalho semanal até todos os envolvidos aceitarem o plano para a próxima semana, considerando todas as condicionantes. É ainda contemplada nesta fase o cálculo do PPC, bem como uma análise detalhada deste indicativo.

Por fim, a 4ª fase de implementação desta ferramenta tem como objetivo avaliar o sucesso da mesma, recorrendo a entrevistas com todos os participantes e realizando um questionário de forma a avaliar também o impacto do LPS na segurança e no bem-estar dos trabalhadores.

A figura 10 resume graficamente estas diferentes fases.

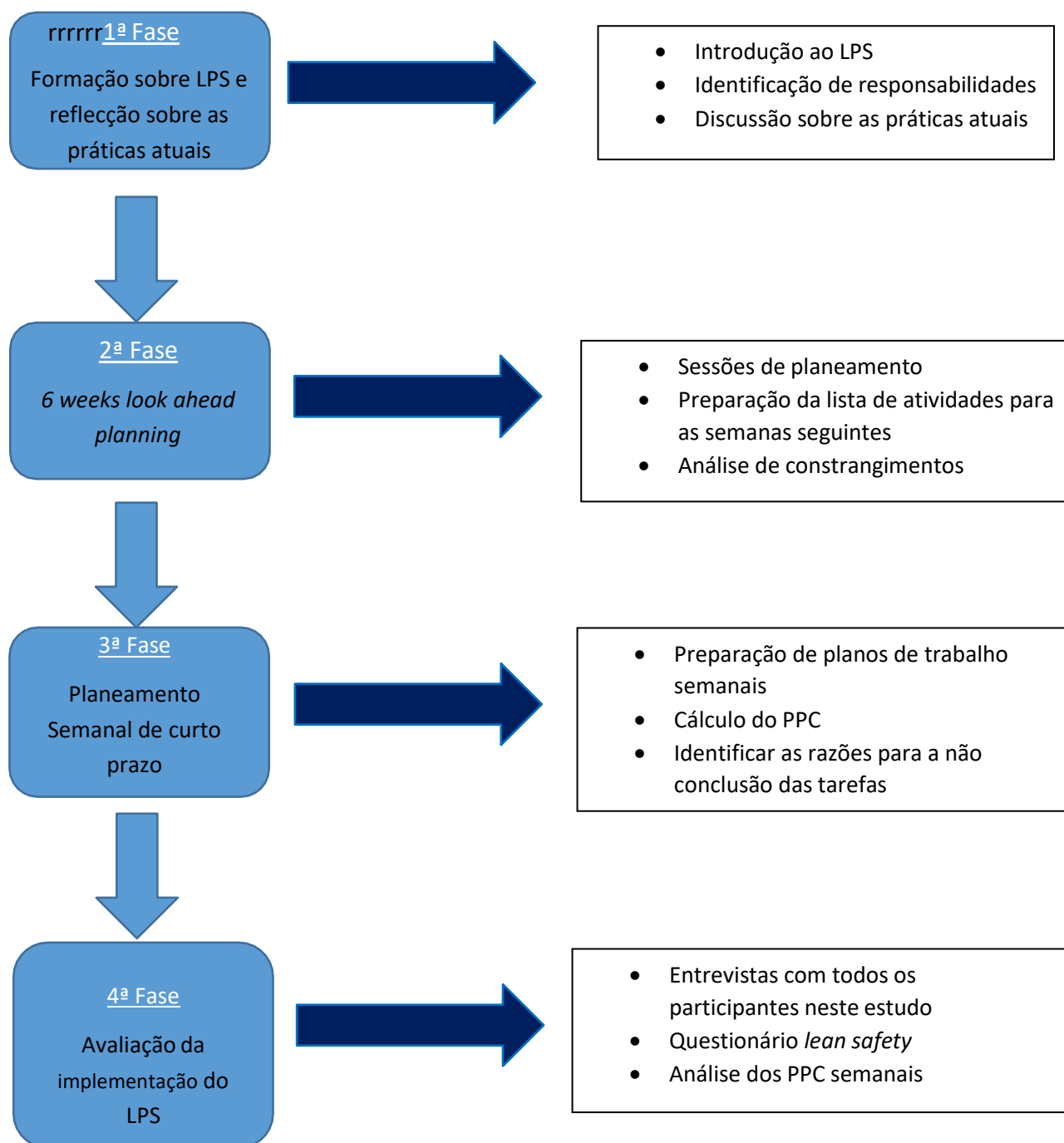


Figura 10 - As 4 fases da implementação do LPS

3.2.1 Formação inicial sobre LPS

No dia 27 de maio deu-se lugar à primeira reunião, com o intuito de dar a conhecer a todos os envolvidos a ferramenta em causa. A reunião teve lugar na sede da BioFluídos, como é habitual, numa sexta-feira, como parte integrante da reunião semanal que é hábito ter lugar todas as sextas-feiras de modo a planear os trabalhos a levar a cabo na próxima semana.

Foi discutido na reunião a forma como era atualmente feito o planeamento, e como poderíamos beneficiar da implementação de uma ferramenta que permitisse visualizar o planeamento com um espetro temporal mais alargado.

Foi também dada a oportunidade a todos os intervenientes exporem as suas opiniões sobre quais os processos a melhorar ou alterar de modo a conseguirmos aumentar a produtividade e a segurança dos trabalhadores em obra. Desta reunião surgiram algumas deficiências, algumas delas já conhecidas da chefia, mas que, no entanto, nunca tinham sido alvo de análise de modo a encontrar possíveis soluções. Os principais pontos são:

- Desconhecimento por parte dos técnicos sobre as tarefas que estes irão realizar no decorrer da semana e por vezes no próprio dia;
- Falta de meios para os trabalhos a realizar;
- Falta de materiais necessários para as tarefas a realizar;
- Falta de controlo do stock dos vários materiais em armazém;
- Desarrumação e falta de limpeza do armazém;
- Tempo perdido a levantar materiais nos fornecedores para as tarefas que têm de realizar em obra.

Foi bastante oportuno a identificação destes problemas, pois possibilitou explicar como o LPS poderá ajudar a resolver os mesmos através de um planeamento colaborativo e mais alargado no espetro temporal.

Foi apresentado aos técnicos a Folha de serviço semanal, que estes devem preencher ao final de cada dia de trabalho, de modo a perceber e analisar quais as principais causas do não cumprimento das tarefas previstas.

De forma à familiarização dos intervenientes com esta nova ferramenta, e mais especificamente à familiarização dos técnicos com o preenchimento da folha que consta na tabela 5, foi definido que na semana de 30/05/2022 a 3/06/2022 iria decorrer um período experimental.

Foi também perceptível que nenhum dos trabalhadores tinha noção do que era uma ferramenta *lean* ou mesmo de que existem ferramentas específicas cujo principal objetivo é aumentar a produtividade dentro de uma organização.

Tabela 5 - Folha de registo de trabalho semanal



Semana: ___/___/2022 a ___/___/2022

	Tarefas a realizar:	Obra:	Funcionário(s):	Tarefa concluída:		Razões para não conclusão das atividades propostas:
				Sim	Não	
Segunda				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Terça				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Quarta				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Quinta				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sexta				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Razões para não conclusão das atividades previstas:

- 1 Condições climáticas
- 2 Falta de material
- 3 Material errado/defeituoso
- 4 Falta de equipamento
- 5 Erros/omissões de projeto
- 6 Trabalho pré-requisitório não concluído
- 7 Alterações de prioridade(s)
- 8 Falta de mão de obra

Foi ainda decidido que todas as semanas seria transcrito para um quadro branco, apresenta na figura 11, colocado na parede do escritório, o plano de trabalho programado para a semana, de modo a permitir de forma visualmente imediata todos saberem quais eram as tarefas destinadas a cada colaborador.

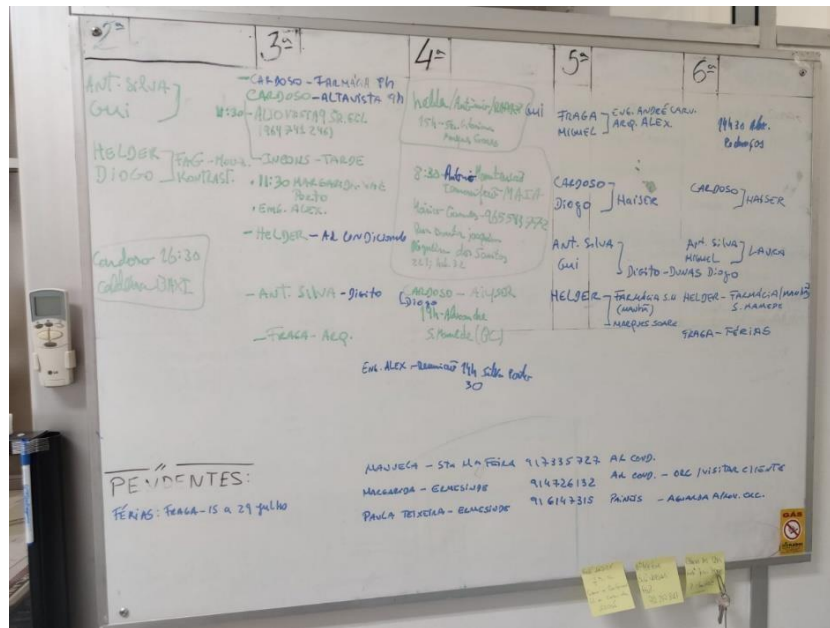


Figura 11 - Quadro de registro do plano semanal

3.2.2 Elaboração do look-ahead planning

O planeamento antecipado para o período temporal de 6 semanas durante o qual decorrerá este estudo pormenoriza atividades ao nível de processos/operações, identifica constrangimentos, elege responsabilidades e deve tornar as tarefas realizáveis aquando da sua execução, eliminando os constrangimentos existentes.

Este plano foi elaborado conjuntamente entre os responsáveis pela gestão das obras e os técnicos que executam as tarefas, pois estes conhecem as obras melhores que ninguém, de modo a reunir a maior informação possível sobre todas as obras. Neste plano constam as atividades a levar a cabo nas próximas 6 semanas e as possíveis barreiras à realização de alguma dessas atividades.

À medida que os trabalhos previstos para cada semana se aproximam da sua execução estes são revistos, de modo a criar uma lista de atividades que estão prontas a ser executadas, atividades estas que reúnem todas as condições necessárias, condições estas definidas em reunião e representas na figura 12.



Figura 12 - Pré-requisitos necessários à realização de uma tarefa

No final de cada semana, aquando da elaboração do WWP da semana seguinte, é atualizada a lista de tarefas prontas para execução.

Para facilitar este processo foi criada uma folha em excel que contem um simples registo de todas as obras em curso. Nesta folha constam as tarefas, os materiais necessários à realização das mesmas e o respetivo lead time, bem como os pré-requisitos necessários para que os técnicos possam executar a tarefa que lhes são atribuídas.

Na figura 13 podemos ver o exemplo desta mesma folha, respetiva a uma das últimas obras que foi adjudicada à BioFluídos.

Desta forma considerou-se ser mais fácil o registo de todas as condicionantes respetivas a uma obra. Sempre que um dos constrangimentos é removido, este deve ser também retirado da folha, de modo a tornar essa tarefa pronta para execução e elegível para ser incluída no WWP.

Obra:	Moradia Rua Calvário
Localização:	Rio Tinto, Porto
Especialidade:	AC + BC AQS c/ apoio solar + Fotovoltaico

Tarefas:	Materiais necessários	lead time (week's)	Pré requisitos em falta
Pré instalação do AC	50 mt's Cobre 1/4"	0	Abertura de roços/furos ; Desenhos da localização das unidades interiores
	50 mt's Cobre 3/8"	0	
	Caixas pré instalação AC	0	
	Tubo anelado com guia 20mm	0	
	Cabo elétrico FVV 4x1.5	0	
	Tubo anelado 20mm	0	
Pré Instalação do painel solar	Tubo de cobre para circuito solar	0	Abertura de roços/furos
	Tubo anelado com guia 20mm	0	
Instalação das unidades de AC	Unidades de AC Haier GEOS Plus	5	Alimentação elétrica às unidades exteriores
Instalação da bomba de calor	Bomba de calor Proteu 200L	2	Ponto de água fria/quente deixado pelo picheleiro. Alimentação elétrica
	Vaso de expansão Proteu 20L	1	
	Grupo de enchimento	0	
	Lira/Casquilhos/Passadores	0	
Instalação do coletor solar	Coletor Solar Proteu + estrutura	3	
Instalação dos painéis FotoV.	5 Painéis 355Wp + estrutura + inversor 2kW	2	Negativo do quadro elétrico à cobertura
	Cabo solar 4mm	0	
	Disjuntor + Diferencial	0	
	Ficha solar mc4	0	

Figura 13 - Folha de registo de obra em excel

O objetivo da criação desta folha de registos é apoiar o *look ahead planning*, pelo que ao contrário do WWP, este não discrimina nem pormenoriza tarefas. Por exemplo, a tarefa descrita como “Instalação das unidades de AC”, na folha de registo presente na figura 13, aquando da sua passagem para o planeamento semanal, teria de ser dividida em várias tarefas, instalação das unidades interiores no Piso 1, instalação das unidades interiores no Piso 0 e instalação das unidades exteriores. Estas tarefas podem ser atribuídas no mesmo dia, ou em dias diferentes, consoante o tempo definido para a execução das mesmas, juntamente com os técnicos.

Esta folha permitiu assim criar um registo de todas as obras que era até então inexistente, permitindo acautelar o lead time de todos os materiais necessários aquando da entrada em obra e evitar que os trabalhadores entrem em obra sem que todos os pré-requisitos estejam então concluídos.

Foi definido que este registo é criado sempre que uma nova obra é adjudicada à empresa, de modo a manter este registo para todas as obras.

3.2.3 WWP – Weekly Working Plan

O planeamento de trabalho semanal advém do *look-ahead plan*, pormenorizando as atividades de forma detalhada, este só pode conter tarefas que estão prontas para serem executadas, após algum possível constrangimento que impedia a realização dessa atividade ter sido removido, através do *look-ahead plan*.

Na figura 14 Podemos ver a relação entre o *look-ahead plan* e o WWP.

No planeamento de trabalho semanal devem constar as seguintes informações:

- Qual é a tarefa (ex: Passar cobres do AC);
- Onde será realizada a tarefa (Obra e localização, por exemplo, Obra X, Piso 1);
- Quem irá realizar a tarefa;
- Quando será feita a tarefa.

O objetivo do WWP é proteger os trabalhadores da incerteza e da variabilidade, o máximo possível, programando apenas tarefas que não terão qualquer entrave à sua execução. O WWP avalia a fiabilidade da execução de qualquer tarefa antes da sua inclusão no planeamento semanal.

É importante notar que o WWP para a semana seguinte, é realizado todas as semanas, na reunião semanal, e que este só pode ser considerado um plano de trabalho semanal quando todos os intervenientes concordarem com a exequibilidade e o *timing* de cada uma das atividades propostas.

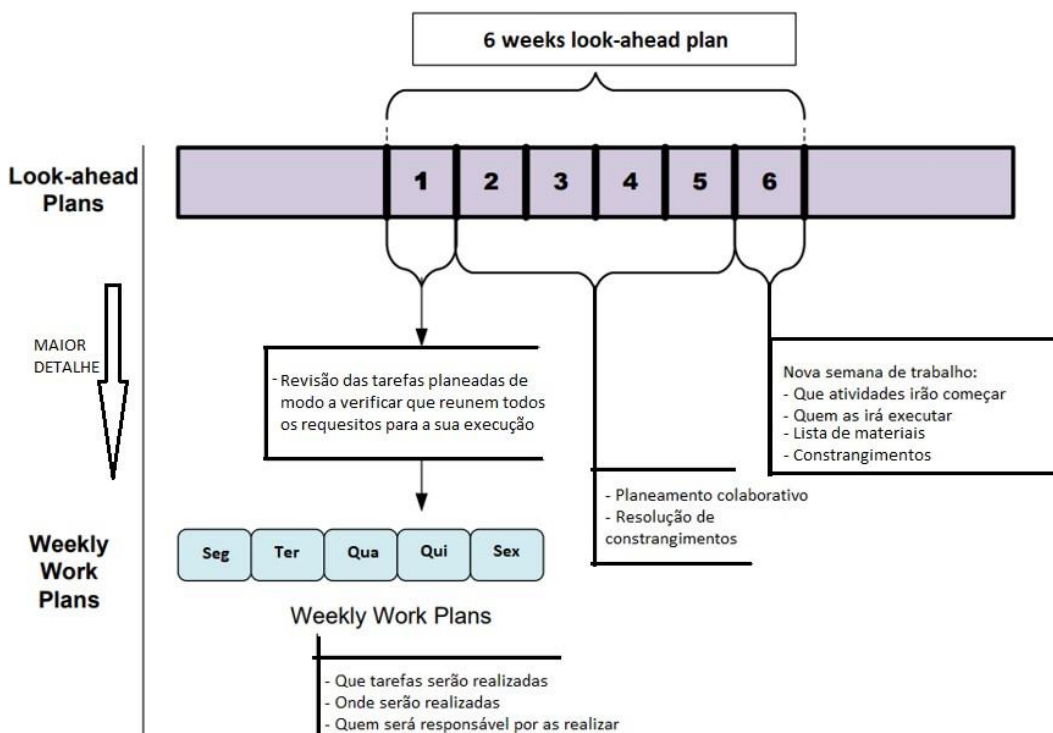


Figura 14 - Relação entre o WWP e o 6 weeks look-ahead plan

3.3– Método de avaliação e análise dos resultados

No presente subcapítulo iremos analisar os resultados da implementação do LPS.

Esta avaliação irá ser feita em dois campos, primeiramente avaliando os possíveis ganhos em termos de rentabilidade e redução de desperdício, sendo este o principal foco da ferramenta e fim para o qual esta foi pensada.

Posteriormente irá ser avaliado o impacto da implementação do LPS na segurança dos trabalhadores, através de um questionário distribuído pelos trabalhadores.

3.3.1 Avaliação dos ganhos de produtividade em obra

Com o intuito de se avaliar e quantificar os ganhos de rentabilidade e a redução do desperdício em obra, procedeu-se ao cálculo do PPC e a entrevistas com os intervenientes na implementação da ferramenta, de forma a ter os vários pontos de vista, desde a chefia até ao pessoal em obra, sobre o ganho de rentabilidade que a implementação desta ferramenta proporcionou à empresa.

3.3.1.1 Cálculo e análise dos PPC

O PPC é um indicativo da proporção entre as tarefas previstas e aquelas que são efetivamente realizadas, calculado através da equação (1). Este é apresentado sobre a forma de percentagem. O objetivo deste indicativo é analisar quais são os principais motivos da não realização das tarefas planeadas e quantificar até que ponto o sistema de planeamento é fiável em antecipar o que pode realmente ser feito (Patel, 2011).

$$PPC (\%) = \frac{\text{Atividades realizadas}}{\text{Atividades planeadas}} * 100 \% \quad (1)$$

Resultante da análise de dados das folhas dos planos de trabalho semanais, preenchidos pelos técnicos, foi sintetizado na tabela 6 o número de atividades planeadas, cumpridas e o respetivo PPC, para cada uma das semanas.

Tabela 6 - Cálculo dos PPC semanais

Semana	Nº de Atividades Planeadas	Nº de Atividades completadas	PPC (%)
1ª	8	4	50
2ª	8	3	37,5
3ª	8	4	50
4ª	10	7	70

Semana	Nº de Atividades Planeadas	Nº de Atividades completadas	PPC (%)
5ª	10	7	70
6ª	10	8	80

Analisando a tabela acima, podemos constatar que apesar de na segunda semana decorrente da implementação do LPS, o PPC baixar relativamente à primeira semana de estudo, a tendência geral de evolução deste indicador foi crescente, crendo a levar que a implementação efetivamente teve um impacto positivo no desempenho da organização.

Esta tendência crescente do índice é mais notória quando analisando o gráfico 2, no qual é evidente que o PPC teve uma tendência crescente ao longo das 6 semanas, chegando a atingir o valor de 80% na sexta semana, um número satisfatório quando comparado aos números típicos habitualmente registados na literatura.

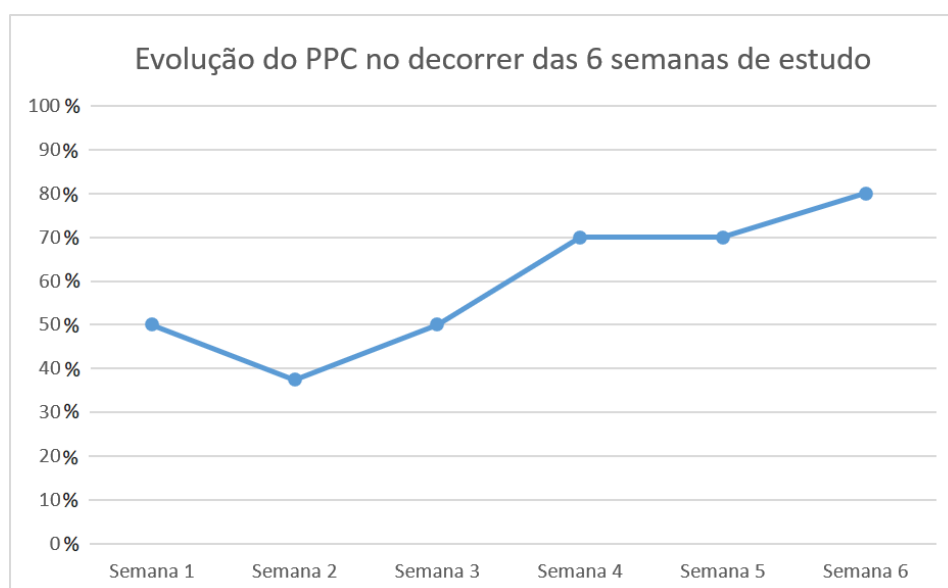


Gráfico 2 - Evolução do PPC ao longo das 6 semanas

Se considerarmos a média do PPC ao longo das 6 semanas, o valor de 59,6% fica um pouco aquém do que é registado em vários estudos, após a implementação do PPC.

No entanto se considerarmos o PPC médio das últimas 3 semanas, este valor aproxima-se dos valores registados na literatura após a implementação do LPS.

Apesar de ser visível e bastante notório o aumento na percentagem de planeamento concluído, é importante ter em conta que este índice pode por vezes representar uma baixa fiabilidade para só por si avaliar o sucesso da implementação do LPS.

É importante notar que uma tarefa catalogada como não concluída poderá ter sempre duas possíveis leituras, falha de planeamento ou falha na execução da mesma.

Se uma tarefa não foi concluída porque, por exemplo, a meio da semana surgiu uma prioridade numa outra obra que não a que estava prevista no WPP para a realização de uma ou mais tarefas e foi necessário ir realizar outra tarefa a outra obra, e essa mesma tarefa foi concluída com sucesso, as tarefas que estavam inicialmente previstas no WPP iram ser marcadas como não concluídas. No entanto foi concluída uma tarefa com sucesso pelo que a produtividade não baixou necessariamente. No entanto isto indica que houve uma falha no planeamento e que apesar da nova tarefa que não estava inicialmente prevista ter sido concluída, é provável que tenha havido a necessidade de fazer deslocações extras ao fornecedor para ter o material necessário para a realização de uma tarefa que não estava prevista ser realizada naquela mesma semana, o que leva por exemplo a gastos desnecessários caso o planeamento não tivesse falhado.

Por estas razões, e de modo a ser possível ter um também um método qualitativo de avaliar os ganhos produtivos que esta ferramenta proporcionou, procedeu-se a entrevistas informais com os envolvidos, das quais ficaram as seguintes notas:

- A implementação desta ferramenta permitiu minimizar de forma significativa as deslocações feitas aos fornecedores, para levantamento dos materiais necessários para as várias obras. Isto deve-se ao facto de consultando o planeamento, ser fácil ter a perceção de quais são as tarefas que irão ser levadas a cabo num futuro próximo e de uma só vez ser feita a encomenda do material a um fornecedor, para as várias obras;
- Maximização do tempo útil em obra. Isto deve-se também ao facto de no próprio dia os técnicos não terem de passar no fornecedor para levantar o próprio material que irão necessitar para as tarefas que irão realizar. O facto de muitas vezes os técnicos terem de ir levantar ao fornecedor o próprio material que necessitavam, fazia com que estes chegassem à obra, por vezes, à volta das 10h, isto visto apanharem a hora de maior trânsito. Isto significava que por vezes os técnicos perdiam 25% do total das horas de trabalho uteis de um dia;
- Várias vezes era perdido tempo útil em obra devido à espera da realização de trabalho pré-requisitório por parte de outras especialidades. O facto de termos registo de quais

as tarefas que dependiam de intervenção de outras especialidades antes da nossa, minimizou bastante a quantidade de vezes que um técnico ia realizar uma tarefa e posteriormente tinha de esperar em obra.

3.3.1.2 Análise das causas de falha no planeamento

Um dos grandes objetivos do PPC é perceber quais são as causas de não conclusão das tarefas previstas, durante o período em estudo.

Na tabela 7 são representadas as várias causas para a não conclusão das tarefas, bem como o número de vezes que uma tarefa deixou de ser concluída devido a essas causas.

Tabela 7 - Razões para a não conclusão das tarefas previstas

Causa para a não conclusão das tarefas previstas	Nº de tarefas não realizadas devido a esta causa
Condições climáticas	0
Falta de material	8
Material errado/defeituoso	1
Falta de equipamento	2
Erros/Omissões de projeto	3
Trabalho pré-requisitório não concluído	4
Alterações de prioridade(s)	2
Falta de mão de obra	1

Para termos uma melhor perceção do peso relativo da cada uma destas causas, no gráfico 3 são apresentadas sobre o formato de percentagem, as causas listadas na tabela 7.

CAUSAS PARA A NÃO EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES PLANEADAS

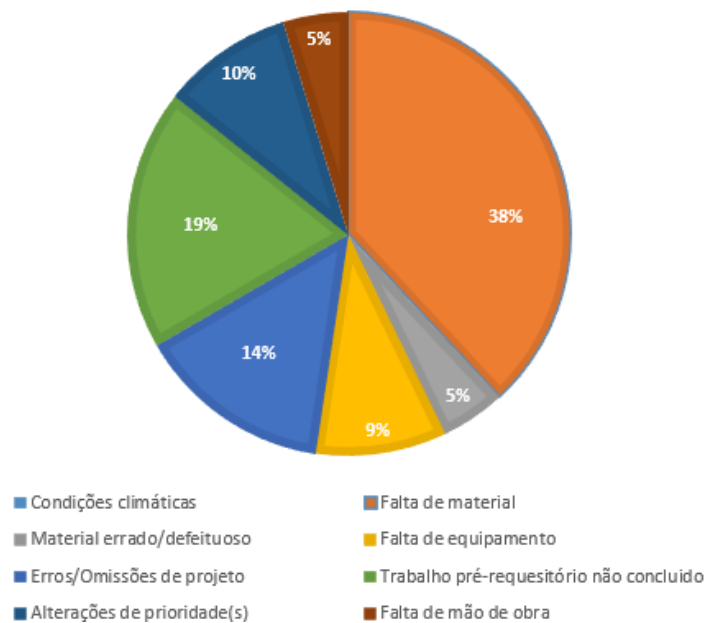


Gráfico 3 - Causas para a não conclusão das tarefas previstas

Podemos concluir, pela análise da tabela 7 e do gráfico 3, que sem margem de dúvidas a maior causa para o não cumprimento das tarefas previstas é a falta de material. Este resultado vem ao encontro daquilo que já era esperado. Apesar da implementação ter atenuado este problema, a gestão dos vários materiais necessários para a realização das várias tarefas nas diversas áreas continua a ser o problema mais crítico.

A segunda causa para a não conclusão das tarefas previstas é falta de trabalho pré-requisitório, e mais uma vez, apesar da implementação desta ferramenta ter vindo a ajudar na resolução deste problema, é um problema que persiste e representa 19% das causas para a não conclusão das tarefas previstas.

Os erros ou omissões de projeto são também um fator com algum peso relativo e, portanto, uma causa que deve ser tida em conta, representando 14%, no entanto é uma das causas que dificilmente se consegue controlar enquanto empresa instaladora subcontratada.

As alterações de prioridade representaram 10%, no entanto muitas vezes estas não representam necessariamente uma perda na produtividade.

O facto deste estudo ter decorrido durante os meses de junho e julho, eliminou uma das possíveis causas, as condições climáticas. Apesar de esta não ser considerada uma das causas mais proeminentes, é sabido que já por várias vezes e principalmente nos

meses de inverno tiveram de no próprio dia, já com os técnicos no local, ter de se levar a cabo outro trabalho que não o previsto devido à falta de condições para realizar os mesmos.

3.3.2 Avaliação do impacto na segurança e bem-estar dos trabalhadores

Neste subcapítulo iremos avaliar o impacto da ferramenta em termos de condições de segurança.

De forma a analisar o impacto do *Last Planner System* na melhoria do bem-estar e segurança dos trabalhadores, foi desenvolvido um questionário com esse mesmo intuito. O questionário foi posteriormente distribuído em papel, pelos vários trabalhadores da empresa.

Teria sido mais fácil realizar o mesmo questionário recorrendo a plataformas como a *Google Forms*, que permitem que os dados sejam diretamente extraídos para ferramentas como o excel, no entanto e pelo facto de alguns trabalhadores não estarem familiarizados com o uso de ferramentas tecnológicas, optou-se pela distribuição do questionário em formato físico (papel).

3.3.2.1 Elaboração do questionário *lean safety*

O questionário, disponibilizado no anexo 2, cujo objetivo é então avaliar o impacto da ferramenta em causa no bem-estar dos trabalhadores é composto por 10 questões, devendo os inquiridos assinalar o seu grau de concordância com cada uma das afirmações com que são confrontados.

Cada colaborador deverá então, de acordo com a escala de Likert, atribuir um valor de 1 a 5, relativamente a cada uma das afirmações.

A correspondência entre o grau de concordância e a escala numérica é representada na tabela 6.

Tabela 8 - Escala de Likert

Concordância	Pontuação numérica
Concordo totalmente	5
Concordo	4
Não concordo, nem discordo	3
Discordo	2
Discordo totalmente	1

3.3.2.2 Caracterização da amostra

Como referido anteriormente, o questionário foi distribuído pelos 7 funcionários da empresa que diariamente estão em obra, e que por isso podem diretamente beneficiar das melhorias derivadas da implementação da ferramenta.

Os gráficos 4 e 5 permitem, respetivamente, percebermos a distribuição dos colaboradores da empresa por gênero e grau de escolaridade.

Distribuição dos colaboradores por gênero

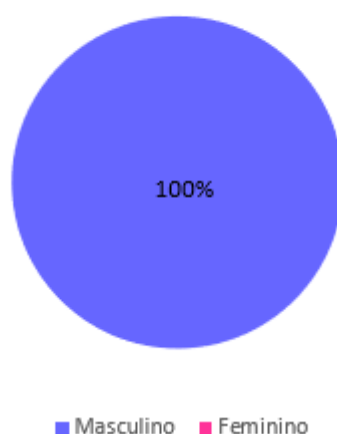


Gráfico 4 - Distribuição dos colaboradores por gênero

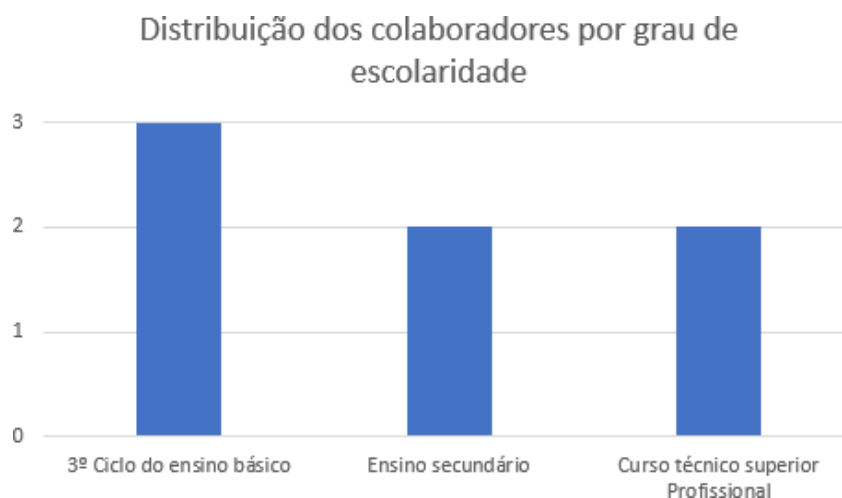


Gráfico 5 - Grau de escolaridade dos inquiridos

Fazendo uma leitura dos gráficos 4 e 5 percebemos que todos os trabalhadores são do sexo masculino e que apenas menos de 30% têm um grau de formação superior ao ensino secundário.

3.3.2.3 Resultados do questionário *lean safety*

O questionário, presente no anexo 2, foi respondido pelos 7 colaboradores caracterizados anteriormente.

De forma a analisar a consistência interna do conjunto de dados recolhidos, recorreu-se ao software de análise estatística IBM SPSS.

A consistência interna pode ser entendida como uma forma de atestar a fiabilidade de um teste, baseada na correlação entre os diferentes itens que constituem esse mesmo teste, de modo a avaliar se o mesmo é livre da variância de erros aleatórios. Uma das ferramentas mais comuns para medir a consistência interna é o alfa de *Cronbach*. Este indicador varia entre valores de 0 a 1. Valores entre 0,6 e 0,7 indicam uma fiabilidade aceitável e valores acima de 0,8 uma boa fiabilidade. Por outro lado, uma fiabilidade acima de 0,95 não é normalmente desejada já que pode indicar que as questões são redundantes (Monteiro & Hora, 2014).

Na tabela 9, podemos ver o valor do alfa de Cronbach relativo ao questionário *lean safety*.

Tabela 9 - Output do IBM SPSS para o Alfa de Cronbach

Estatísticas de confiabilidade		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach com base em itens padronizados	N de itens
,896	,890	10

Podemos então verificar que o Alfa de Cronbach apresenta um valor de 0.896, valor este que transmite uma boa fiabilidade relativamente ao questionário.

De forma a aferir também a correlação entre as várias questões, foi elaborado, através do mesmo *software*, a matriz de correlações entre as mesmas, presentes na tabela 10.

Tabela 10 - Output do IBM SPSS para a matriz de correlações entre os vários itens do questionário

Matriz de correlações entre itens										
	Perg 1	Perg 2	Perg 3	Perg 4	Perg 5	Perg 6	Perg 7	Perg 8	Perg 9	Perg 10
Perg 1	1,000	,730	,849	,750	,548	,767	,258	,730	,650	,418
Perg 2	,730	1,000	,710	,867	,750	,560	-,059	,708	,411	,000
Perg 3	,849	,710	1,000	,636	,645	,651	,091	,710	,354	,000
Perg 4	,750	,867	,636	1,000	,730	,844	-,258	,867	,400	,418
Perg 5	,548	,750	,645	,730	1,000	,420	-,354	,750	-,091	,000
Perg 6	,767	,560	,651	,844	,420	1,000	-,149	,805	,499	,642
Perg 7	,258	-,059	,091	-,258	-,354	-,149	1,000	-,059	,710	,000
Perg 8	,730	,708	,710	,867	,750	,805	-,059	1,000	,411	,382
Perg 9	,650	,411	,354	,400	-,091	,499	,710	,411	1,000	,418
Perg 10	,418	,000	,000	,418	,000	,642	,000	,382	,418	1,000

A tabela 10 transmite-nos os valores de correlação entre as várias questões. Valores negativos sugerem uma correlação negativa enquanto valores positivos sugerem uma correlação positiva. Valores superiores a 0.7 e inferiores a -0.7 sugerem que estamos, respetivamente, perante uma correlação forte positiva e uma correlação forte negativa.

Pela análise da mesma tabela, podemos por exemplo constatar que a questão 1 (Sinto que o meu esforço físico diminuiu de forma geral) apresenta a maior correlação com a questão 3 (As minhas lesões musculoesqueléticas diminuíram), com um grau de correlação de 0,849. Este valor sugere que a diminuição do esforço físico está fortemente correlacionada com a diminuição das lesões musculoesqueléticas, como seria de esperar.

Na tabela 11, é apresentada a média de concordância com cada uma das questões.

Tabela 11 - Resultados do questionário *lean safety*

Questão	Média de nível de concordância	Desvio padrão
1- Sinto que o meu esforço físico diminuiu de forma geral	3,86	0,69
2- Diminuiu o stress no final do dia de trabalho	3,29	0,76
3- As minhas lesões musculoesqueléticas diminuíram (dores de costas, etc.)	3,71	0,49
4- Os acidentes de trabalho diminuíram	2,14	0,69
5- No geral sinto-me mais seguro a realizar o meu trabalho	3,86	0,38
6- Tenho mais facilidade reconhecer os possíveis perigos a que estou exposto, permitindo munir-me de ferramentas que possam eliminar ou reduzir esse mesmo risco	2,86	0,9
7- A organização no local de trabalho melhorou	3,00	0,53
8- Tenho um maior conhecimento das tarefas que tenho a realizar durante o decorrer da semana	4,30	0,76
9- A gestão das minhas ferramentas de trabalho tornou-se mais fácil	3,90	0,69
10- A abertura para dar sugestões que possam melhorar as condições de segurança na realização do meu trabalho aumentou	4,00	0,58

Face aos dados representados na tabela 11, e tendo em conta a escala de *Likert* presente no questionário, é de seguida feita uma análise dos resultados do questionário, tendo em conta a média das respostas dos trabalhadores inquiridos.

Face à 1ª pergunta, podemos constatar que a maioria dos trabalhadores tende de forma geral a concordar que a implementação desta ferramenta permitiu reduzir o esforço físico de forma geral, com um indicador médio de 3,86. Consequentemente, pelo nível médio de concordância com a 3ª pergunta, de 3,71, os trabalhadores tendem também a concordar que reduziram as suas lesões musculo esqueléticas. De forma um pouco menos acentuada, tendem ainda a concordar que o stress no final do dia trabalho diminuiu (3,29 na escala de likert).

Por outro lado, os trabalhadores tendem a discordar de forma geral, que a implementação do LPS tenha contribuído para a diminuição do número de acidentes de trabalho. Sendo importante referir, para a análise desta questão, que não foram registados acidentes de trabalho nos últimos anos. Apesar disso, tendem a concordar com a 5ª afirmação, sentindo-se mais seguros na realização do seu trabalho. No entanto, não consideram que o LPS os tenha ajudado a reconhecer os perigos a que possam vir a estar expostos, de modo a munir-se de ferramentas que os possam ajudar a minimizar a exposição a esses riscos.

Da mesma forma os trabalhadores não consideram que a organização no local de trabalho tenha melhorado com a implementação do LPS.

A oitava afirmação foi aquela que obteve um maior grau de concordância, pelo que os inquiridos consideram de forma unanime terem um maior conhecimento das tarefas que iram realizar durante a sua semana de trabalho. Consideram também que a gestão das suas ferramentas de trabalho se tornou mais fácil.

Por fim, tendem de forma unanime a concordar com a décima afirmação, tendo uma maior abertura para dar sugestões que possam melhorar as suas condições de segurança na realização do seu trabalho.

CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	71
4.1	CONCLUSÕES.....	71
4.2	PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	72

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo é feita um breve resumo dos resultados que podem ser retirados do desenvolvimento da presente dissertação, das dificuldades e limitações sentidas, bem como do trabalho futuro a desenvolver.

4.1 Conclusões

O presente estudo tem como objetivo avaliar o impacto das ferramentas *lean* na produtividade e na segurança dos trabalhadores, no decorrer de instalações AVAC em obras de construção civil.

Com o intuito de estudar o contributo das práticas *lean* no âmbito da construção civil, o estudo teve como ponto de partida uma revisão bibliográfica, da qual se pode concluir que apesar do uso de ferramentas *lean* ter ainda pouca representação na indústria da construção, principalmente quando comparada com outras indústrias, como a indústria fabril, os estudos que avaliam o seu impacto na indústria da construção revelam aumentos satisfatórios ao nível da produtividade e da segurança.

As ferramentas que revelam maior impacto quando aplicadas neste setor, são o 5S, *Visual Management*, *Daily Kaizen*, *Just-in-time* e o *Last Planner System*.

O desenvolvimento prático deste estudo focou-se na implementação do *Last Planner System* na empresa. A avaliação da implementação da ferramenta revela os seguintes ganhos ao nível da produtividade:

- Aumento do PCC em cerca de 27,5 pontos percentuais, quando comparados estes indicadores entre as três últimas e primeiras semanas do estudo;
- Diminuição dos gastos com acumulação de stock desnecessário para tarefas que não serão executadas nas semanas seguintes;
- Aumento da produtividade em obra assegurando os meios necessários para a execução das tarefas planeadas, derivado de um planeamento mais eficaz e colaborativo entre gestores de obra e trabalhadores;
- Aumento do tempo útil em obra, devido à diminuição das deslocações dos técnicos aos fornecedores, do tempo de espera por trabalhos pré-requisitórios à realização do nosso e pelo agendamento de tarefas que não reúnem todos os requisitos para serem executadas.

Ao nível do impacto sentido na segurança trabalhadores, a análise do questionário distribuído pelos trabalhadores revelou melhorias ao nível da redução do seu esforço físico, segurança na realização do seu trabalho e diminuição do stress, obtendo graus de concordância entre os trabalhadores de 3.86, 3.86 e 3.29 respetivamente, segundo a escala de Likert.

O conhecimento das tarefas previstas, a gestão das ferramentas de trabalho e a abertura para dar sugestões tiveram também um impacto positivo com a implementação do LPS (4.30, 3.90, e 4 de concordância entre os trabalhadores segunda a escala de Likert).

Os resultados deste estudo vão de encontro aos resultados documentados na bibliografia, aquando da aplicação do *Last Planner System*.

A implementação desta ferramenta demonstrou ainda que as práticas *lean* são um termo totalmente desconhecido entre a maior parte dos envolvidos no setor da construção, em Portugal, o que leva a uma grande relutância na implementação das mesmas. A principal dificuldade na implementação desta ferramenta foi exatamente a relutância por parte dos trabalhadores quanto à colaboração inicial com a implementação desta ferramenta, como por exemplo com o preenchimento da folha de registo de trabalho semanal.

O facto da ferramenta LPS ter sido aplicada no seio da empresa, isto é, em todas as obras que esta tem atualmente em curso contribuiu para os notórios resultados positivos obtidos. A invariabilidade que o facto de ter várias obras ao mesmo tempo em curso traz à empresa em questão favorece bastante a implementação de uma ferramenta como o LPS.

4.2 Propostas de trabalhos futuros

Como trabalho futuro propõe-se a continuação do desenvolvimento do *Last Planner System* na empresa, uma vez que os resultados foram satisfatórios, durante um período de adaptação à mesma de apenas 6 semanas.

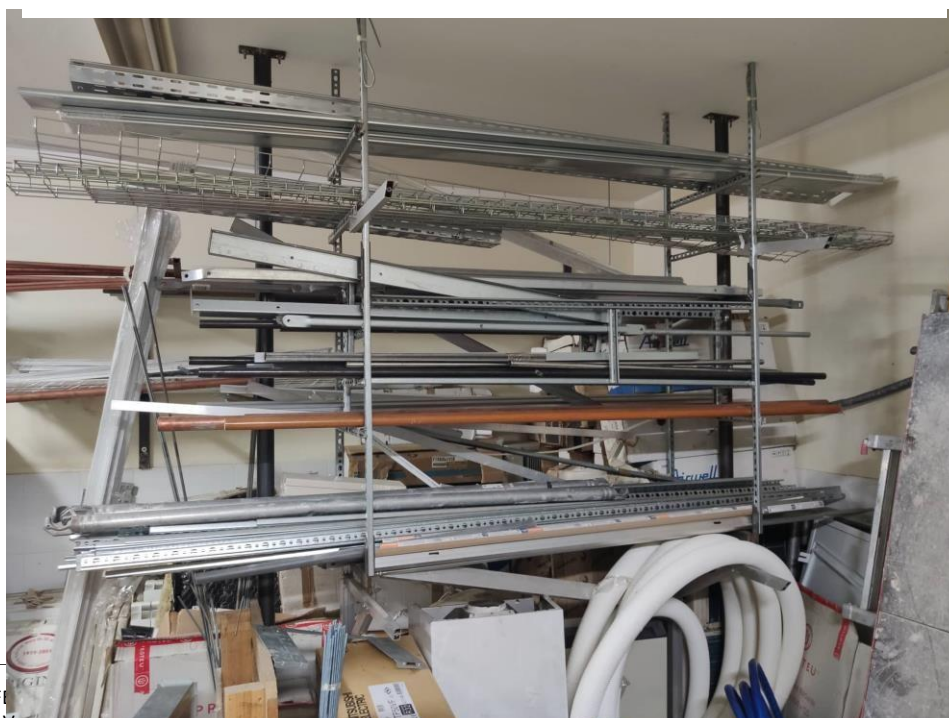
Um trabalho que se prospeta igualmente oportuno é a implementação do 5S na gestão do armazém, uma vez que por vezes se perde tempo considerável à procura de materiais. Outra razão para implementar os 5S é ajudar no controlo de *stock's*. Devido ao estado atual de desarrumação do armazém, visível nas figuras 15 e 16, é praticamente impossível existir qualquer tipo de controlo de stocks, o que faz com que

muitas vezes a empresa tenha despesas a comprar material que existe em *stock* mas que se desconhece a existência e a localização do mesmo.

Perspetiva-se ainda interessante um estudo que quantifique a correlação entre as melhorias ao nível segurança dos trabalhadores e as melhorias ao nível da produtividade, de modo a consciencializar as organizações para a importância da melhoria das condições de segurança dos trabalhadores.



Figura 15 - Armazém do material (1)



LEAN SAFETY
OBRAS AVANÇADAS E ANÁLISE DOS SEUS IMPACTOS NA SEGURANÇA DOS
TRABALHADORES

Figura 16 - Armazém do material (2)

re Moreira

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Ahiwako, O., Oloke, D., Suresh, S., & Khatib, J. (2015). Implementing The Last Planner System in a Road Construction Project in Nigeria. *Built Environment Journal*, 12(2).
- Ajay, R., & Sridhar, M. B. (2016). Incorporation of 5S methodology in construction practices. *International Journal of Chemical Sciences*, 14.
- Amarshi Maru, A. (2015). Lean Construction in Civil Engineering and Project Management: Case Study Analysis of UT Arlington College Park. *American Journal of Civil Engineering*, 3(3). <https://doi.org/10.11648/j.ajce.20150303.13>
- Arezes, P. M., Dinis-Carvalho, J., & Alves, A. C. (2010). Threats and Opportunities for Workplace Ergonomics in Lean Environments. *17th International Annual EurOMA Conference -Managing Operations in Service Economics*.
- Aslam, M., Gao, Z., & Smith, G. (2020). Development of Innovative Integrated Last Planner System (ILPS). *International Journal of Civil Engineering*, 18(6). <https://doi.org/10.1007/s40999-020-00504-9>
- Bastos, A., Sá, J., Silva, O., & Fernandes, M. C. (2014). A study on the reality of portuguese companies about work health and safety. *Occupational Safety and Hygiene II - Selected Extended and Revised Contributions from the International Symposium Occupational Safety and Hygiene, SHO 2014*. <https://doi.org/10.1201/b16490-121>
- Bayo-Moriones, A., Bello-Pintado, A., & de Cerio, J. M. D. (2010). 5S use in manufacturing plants: Contextual factors and impact on operating performance. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 27(2). <https://doi.org/10.1108/02656711011014320>
- Belu, N., Ionescu, L. M., Misztal, A., & Mazăre, A. (2015). Poka Yoke system based on image analysis and object recognition. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 95(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/95/1/012138>

- Bernstein, H., & Jones, S. (2010). Lean construction - Leveraging collaboration and advanced practices to increase project efficiency. In *SmartMarketReport* (Vol. 3, Issue 2).
- Bordin, M. F., Dall'Agnol, A., Dall'Agnol, A., Lantelme, E. M. V., & Costella, M. F. (2018). Kaizen - Analysis of the implementation of the A3 reporting tool in a steel structure company. *IGLC 2018 - Proceedings of the 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Evolving Lean Construction Towards Mature Production Management Across Cultures and Frontiers*, 1. <https://doi.org/10.24928/2018/0265>
- Bortolazza, R. C., & Formoso, C. T. (2006). A quantitative analysis of data collected from the last planner system in Brazil. *Understanding and Managing the Construction Process: Theory and Practice - 14th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC-14*.
- Bragança, S., & Costa, E. (2015). An application of the lean production tool standard work. *Jurnal Teknologi*, 76(1). <https://doi.org/10.11113/jt.v76.3659>
- Cakmakci, M. (2009). Process improvement: Performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 41(1-2). <https://doi.org/10.1007/s00170-008-1434-4>
- Chan, F. T. S., Lau, H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K., & Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *International Journal of Production Economics*, 95(1). <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.10.021>
- Cordeiro, P., Sá, J. C., Pata, A., Gonçalves, M., Santos, G., & Silva, F. J. G. (2020). Correction to: *The Impact of Lean Tools on Safety—Case Study*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41486-3_88
- de Diego, A. T., Sierra, N. M., & Arcía, S. J. (2009). «Las claves del éxito de Toyota». LEAN, más que un conjunto de herramientas y técnicas. *Cuadernos de Gestion*, 9(2).
- dos Santos, A., & Powel, J. (1999). Potential of Poka-Yoke Devices To Reduce Variability in Construction. In *Proceedings IGLC-7: Seventh Conference of the International Group for Lean Construction* (Issue April 2015).
- Enshassi, A., & Zaiter, M. A. (2014). Implementation of lean tools on safety in construction projects in palestine. *22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Understanding and Improving Project Based Production, IGLC 2014*.

- Feld. (2000). *Lean Manufacturing; Tools, Techniques, and How to Use Them* (1st Edição). Boca Raton: CRC Press.
- Forbes, L. H., & Ahmed, S. M. (2010). Modern construction: Lean project delivery and integrated practices. In *Modern Construction: Lean Project Delivery and Integrated Practices*. <https://doi.org/10.1201/b10260>
- Garas, G. L., Anis, A. R., & Gammal, A. el. (2001). MATERIALS WASTE IN THE EGYPTIAN CONSTRUCTION INDUSTRY. In <http://cic.vtt.fi/lean/singapore/Garasetal.pdf>. <https://doi.org/10.1.1.212.9083>
- georgise, F. B., & Mindaye, A. T. (2020). Kaizen implementation in industries of Southern Ethiopia: Challenges and feasibility. *Cogent Engineering*, 7(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1823157>
- Ghosh, S., & Young-Corbett, D. (2009). Intersection between lean construction and safety research: A review of the literature. *IIE Annual Conference and Expo 2009*.
- Helmi, S. A., Nordin, N. N., & Hisjam, M. (2017). Errors prevention in manufacturing process through integration of Poka Yoke and TRIZ. *AIP Conference Proceedings*, 1902. <https://doi.org/10.1063/1.5010642>
- Hines, P., Holwe, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. In *International Journal of Operations and Production Management* (Vol. 24, Issue 10). <https://doi.org/10.1108/01443570410558049>
- Howell, G., & Macomber, H. (2002). A guide for new users of the Last Planner TM System nine steps for success (second draft). *Construction*.
- Karam, A. A., Liviu, M., Cristina, V., & Radu, H. (2018). The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project. *Procedia Manufacturing*, 22. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.125>
- Ko, C. H., & Tsai, P. C. (2013). Applying lean production A3 to enhance construction work flow. *Life Science Journal*, 10(2).
- Koskela, L., Bølviken, T., & Rooke, J. (2013). Which are the wastes of construction? *21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2013, IGLC 2013*.
- Lapinski, A. R., Horman, M. J., & Riley, D. R. (2006). Lean Processes for Sustainable Project Delivery. *Journal of Construction Engineering and Management*, 132(10). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9364\(2006\)132:10\(1083\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9364(2006)132:10(1083))

- Li, Y., & Fernandez, J. (2013). A structured literature review: value stream mapping (VSM) in construction industry. *Management*, 53(2).
- Li, Y., Lin, J., Cui, Z., Wang, C., & Li, G. (2021). Workforce productivity evaluation of the US construction industry from 2006 to 2016. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 28(1). <https://doi.org/10.1108/ECAM-07-2019-0366>
- Luis, R. L., Jose Arturo, G. R., & Kumar, V. (2017). Building quality management systems: Selecting the right methods and tools. In *Building Quality Management Systems: Selecting the Right Methods and Tools*. <https://doi.org/10.1201/b15000>
- Macomber, H., & Howell, G. (2004). Two great wastes in organizations. *IGLC, Denmark*.
- Marcio Mendes Biasoli, & Carla A. de Oliveira. (2008). Programa 5S. *Control Lab* .
- Marques, J. P., Sá, J. C., Silva, F. J. G., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Santos, G. (2021). Safety efficiency value stream mapping (SEVSM) - A new tool to support the implementation of Lean Safety. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1193(1).
- Mikati, S. O., Roller, T. G., Tommelein, I. D., & Khanzode, A. (2007). Priority conversations: A case study on priority walls. *Lean Construction: A New Paradigm for Managing Capital Projects - 15th IGLC Conference*.
- Moaveni, S., Banihashemi, S. Y., & Mojtahedi, M. (2019). A conceptual model for a safety-based theory of lean construction. *Buildings*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/buildings9010023>
- Monden, Y. (1983). Toyota production system: Practical approach to production management. In *Atlanta, G.A.*
- Nascimento, D., Caiado, R., Tortorella, G., Ivson, P., & Meiriño, M. (2018). Digital Obeya Room: exploring the synergies between BIM and lean for visual construction management. In *Innovative Infrastructure Solutions* (Vol. 3, Issue 1). <https://doi.org/10.1007/s41062-017-0125-0>
- Ohno, T. (1998). Toyota production system: beyond large-scale production. *Harvard Business Review*, 35(1).
- Omogbai, O., & Salonitis, K. (2017). The Implementation of 5S Lean Tool Using System Dynamics Approach. *Procedia CIRP*, 60. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.01.057>
- Osada, T. (1991). The 5S's : five keys to a total quality environment. In *Asian Productivity Organisation*.

- Pasqualini, F., & Zawislak, P. A. (2005). Value stream mapping in construction: A case study in a Brazilian construction company. *13th International Group for Lean Construction Conference: Proceedings*.
- Perspectives, G. C., & Economics, O. (2015). Global Construction 2030| A Global Forecast for Construction Industry to 2030. *ConstructionMarket*.
- Pons, J. F. (2014). Introducción a Lean Construction Introduccion a Lean construction. *Fundación Laboral de La Construcción*.
- Radeka, K. (2012). The Lean Machine: How Harley-Davidson Drove Top-Line Growth and Profitability with Revolutionary Lean Product Development Dantar P. Oosterwal. New York: Amacom, 2010. 254 + xvii pages. US\$27.95; Mastering Lean Product Development: A Practical, Event-Drive. *Journal of Product Innovation Management*, 29(6). <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2012.00977.x>
- Rantala, K., & Karjaluo, H. (2017). Combining digitization with healthcare service processes: Value co-creation opportunities through standard work. *30th Bled EConference: Digital Transformation - From Connecting Things to Transforming Our Lives, BLED 2017*. <https://doi.org/10.18690/978-961-286-043-1.33>
- Ricardo Lourenço Oliveira, J., Carvalho Silva, T., Faria dos Reis Oliveira, H., Henrique Prevital Fileni, C., Borelli Camargo, L., Nascimento Lima, B., Celestino Martins, G., Passos, R. P., & Barros Vilela Junior, G. (2019). IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO KAIZEN: UMA EXPERIÊNCIA TRANSDISCIPLINAR DO PROCESSO DE MELHORIA CONTÍNUA APLICADO A UMA ASSESSORIA DE SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO. *Centro de Pesquisas Avançadas Em Qualidade de Vida*, 11(3). <https://doi.org/10.36692/cpaqv-v11n3-10>
- Rodegheri, P. M., & Serra, S. M. B. (2020). Maturity models to evaluate lean construction in Brazilian projects. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 17(2). <https://doi.org/10.14488/bjopm.2020.016>
- Rosa, C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Campilho, R. (2017). SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.110>
- Sadri, R., Taheri, P., Azarsa, P., & Ghavam, H. (2011). Improving Productivity through Mistake-proofing of Construction Processes. *International Conference on Intelligent Building and Management*, 5.

- Santos, G., Sá, J. C., Oliveira, J., Ramos, D. G., & Ferreira, C. (2019). Quality and safety continuous improvement through lean tools. In *Lean Manufacturing: Implementation, Opportunities and Challenges*.
- Sarhan, J. G., Xia, B., Fawzia, S., & Karim, A. (2017). Lean construction implementation in the Saudi Arabian construction industry. *Construction Economics and Building*, 17(1). <https://doi.org/10.5130/AJCEB.v17i1.5098>
- Shook, J., & Rother, M. (1999). Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda (Lean Enterprise Institute). In *Lean Enterprise Institute Brookline*.
- S.Nakajima. (1988). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance.pdf. *Productivity Press, Cambridge*. https://doi.org/http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml
- Sohal, A. S., & Egglestone, A. (1994). Lean Production: Experience among Australian Organizations. *International Journal of Operations & Production Management*, 14(11). <https://doi.org/10.1108/01443579410068639>
- Souza, L. S., Brandstetter, M. C. G. de O., & Amaral, T. G. do. (2010). A Lean Construction No Cenário Da Construção Civil da Cidade de Goiânia. *XIII Encontro Nacional de Tecnologia Do Ambiente Construído*, 1.
- Stewart, D. M., & Grout, J. R. (2001). The human side of mistake-proofing. *Production and Operations Management*, 10(4). <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2001.tb00086.x>
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheesh Kumar, R. M. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. *Procedia Engineering*, 97. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Tezel, A., & Aziz, Z. (2017). Benefits of visual management in construction: Cases from the transportation sector in England. In *Construction Innovation* (Vol. 17, Issue 2). <https://doi.org/10.1108/CI-05-2016-0029>
- Thiollent, M. (2011). Action research and participatory research: An overview. *International Journal of Action Research*, 7(2). https://doi.org/10.1688/1861-9916_IJAR_2011_02_Thiollent
- Tjell, J., & Bosch-Sijtsema, P. M. (2015). Visual Management in Mid-sized Construction Design Projects. *Procedia Economics and Finance*, 21. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(15\)00167-7](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(15)00167-7)
- Torres Rego Monteiro, G., & Rego Monteiro da Hora, H. (2014). Pesquisa em Saúde Pública: Como Desenvolver e Validar Instrumentos de Coleta de

- Dados. In *Pesquisa em Saúde Pública: Como Desenvolver e Validar Instrumentos de Coleta de Dados*. <https://doi.org/10.18366/gtrm.1606.2017>
- Viana, D. D., Formoso, C. T., & Kalsaas, B. T. (2012). Waste in construction: A systematic literature review on empirical studies. *IGLC 2012 - 20th Conference of the International Group for Lean Construction*.
- Vivan, A. L., Ortiz, F. A. H., & Paliari, J. C. (2016). Model for Kaizen project development for the construction industry. *Gestao e Producao*, 23(2). <https://doi.org/10.1590/0104-530X2102-15>
- Waehrer, G. M., Dong, X. S., Miller, T., Haile, E., & Men, Y. (2007). Costs of occupational injuries in construction in the United States. *Accident Analysis and Prevention*, 39(6). <https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.03.012>
- Wai, S. H., Yusof, A. M., Ismail, S., & Tey, K. H. (2012). Critical Success Factors for Sustainable Building in Malaysia. *International Proceedings of Economics Development and Research*, 45.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). From lean production to the lean enterprise. *IEEE Engineering Management Review*, 24(4).
- Zulkifly, U. K. Z., Zakaria, N., & Mohd-Danuri, M. S. (2021). The adoption of total productive maintenance (Tpm) concept for maintenance procurement of green buildings in Malaysia. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, 12(1). <https://doi.org/10.30880/ijscet.2021.12.01.005>

ANEXOS

6	ANEXOS.....	87
6.1	Anexo 1 – Folhas de plano de trabalho semanais.....	88
6.2	Anexo 2 – Questionário <i>lean safety</i>	100

6 ANEXOS

6.1 Anexo 1 – Folhas de plano de trabalho semanais

PLANO DE TRABALHO SEMANAL



Semana: 06/06/2022 a 10/06/2022

	Tarefas a realizar:	Obra:	Funcionário(s):	Tarefa concluída:		Razões para não conclusão das atividades propostas:
				Sim	Não	
Segunda	Instalação de Bomba de calor no Apartamento 1.1 e 1.2	Edifício Dunas	Fraga e Guilherme	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Terça	Instalação de Bomba de calor no Apartamento 1.3 e 2.1	Edifício Dunas	Fraga e Guilherme	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Quarta	Instalação de Bomba de calor no Apartamento 2.2 e 2.3	Edifício Dunas	Fraga e Guilherme	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	7 - Tiveram de ir a outra obra da parta da tarde
Quinta	Ligação do inversor e ligação a o quadro elétrico	Morada leça de palmeira - Ferovalho	Fraga e Guilherme	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2 - Falta de material (String's macho-fêmea)
Sexta	Feriado					

Razões para não conclusão das atividades previstas:

- 1 Condições climáticas
- 2 Falta de material
- 3 Material errado/defeituoso
- 4 Falta de equipamento
- 5 Erros/omissões de projeto
- 6 Trabalho pré-requisitório não concluído
- 7 Alterações de prioridades
- 8 Falta de mão de obra

PLANO DE TRABALHO SEMANAL



Semana: 06/06/2022 a 10/06/2022

	Tarefas a realizar:	Obra:	Funcionário(s):	Tarefa concluída:		Razões para não conclusão das atividades propostas:
				Sim	Não	
Segunda	Pré instalação da rede de gás	Moradia Silva Escura	Helder e Miguel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Terça	Pré instalação de ar condicionado	Moradia Silva Escura	Helder e Miguel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Quarta	Pré instalação do sistema solar térmico e aspiração central	Moradia Silva Escura	Helder e Miguel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	5- Não estava definido no desenho onde passavam os tubos de cobre do sistema solar
Quinta	Montagem dos painéis solares e BC AQS	Moradia Silva Escura	Helder e Miguel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2 - Falta de material
Sexta	Feriado					

Razões para não conclusão das atividades previstas:

- 1 Condições climáticas
- 2 Falta de material
- 3 Material errado/defeituoso
- 4 Falta de equipamento
- 5 Erros/omissões de projeto
- 6 Trabalho pré-requisitório não concluído
- 7 Alterações de prioridade(s)
- 8 Falta de mão de obra

PLANO DE TRABALHO SEMANAL



Semana: 13/06/2022 a 17/06/2022

	Tarefas a realizar:	Obra:	Funcionário(s):	Tarefa concluída:		Razões para não conclusão das atividades propostas:
				Sim	Não	
Segunda	Instalação do AC no Apartamento 1.1	Edifício Dunas	Fraga e Guilherme	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	5 -Erros/omissões de projeto (Estava omissso no projeto qual era a parede onde seria instalado o AC na divisão OpenSpace)
Terça	Instalação do AC no Apartamento 1.2	Edifício Dunas	Fraga e Guilherme	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	5 -Erros/omissões de projeto (Estava omissso no projeto qual era a parede onde seria instalado o AC na divisão OpenSpace)
Quarta	Instalação do AC no Apartamento 1.3	Edifício Dunas	Fraga e Guilherme	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Quinta	Feriado					
Sexta	Instalação do AC no Apartamento 2.1	Edifício Dunas	Fraga e Guilherme	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6- Trabalho pré-requisitório não concluído (A empresa de construção Civil tinha feito betonilha no dia

Razões para não conclusão das atividades previstas:

- 1 Condições climáticas
- 2 Falta de material
- 3 Material errado/defeituoso
- 4 Falta de equipamento
- 5 Erros/omissões de projeto
- 6 Trabalho pré-requisitório não concluído
- 7 Alterações de prioridade(s)
- 8 Falta de mão de obra

PLANO DE TRABALHO SEMANAL



Semana: 13/06/2022 a 17/06/2022

	Tarefas a realizar:	Obra:	Funcionário(s):	Tarefa concluída:		Razões para não conclusão das atividades propostas:
				Sim	Não	
Segunda	Ventilação wc's Piso 0	Ed. Scania	Helder e Miguel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Terça	Ventilação wc's Piso 1	Ed. Scania	Helder e Miguel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Quarta	Rede de condutas do Open Space	Ed. Scania	Helder e Miguel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2 - Falta de Material (Redução em chapa de aço galvanizado p/ conduta)
Quinta	Feriado					
Sexta	Instalação 2 máquinas de AC	Escola Maia	Helder e Diogo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4 - Falta equipamento de solar cobre

Razões para não conclusão das atividades previstas:

- 1 Condições climáticas
- 2 Falta de material
- 3 Material errado/defeituoso
- 4 Falta de equipamento
- 5 Erros/omissões de projeto
- 6 Trabalho pré-requisitório não concluído
- 7 Alterações de prioridade(s)
- 8 Falta de mão de obra

PLANO DE TRABALHO SEMANAL



Semana: 20/06/2022 a 24/06/2022

	Tarefas a realizar:	Obra:	Funcionário(s):	Tarefa concluída:		Razões para não conclusão das atividades propostas:
				Sim	Não	
Segunda	Instalação do AC no Apartamento 2.2	Edifício Dunas	Fraga e Guilherme	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Terça	Instalação do AC no Apartamento 2.3	Edifício Dunas	Fraga e Guilherme	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Quarta	Passagem dos Cobre das máquinas de AC	Moradia Areosa AVS	Fraga e Guilherme	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6 - courette ainda estava por abrir
Quinta	Instalação das máquinas do Piso 0	Moradia Areosa AVS	Fraga e Guilherme	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2- Falta de material (Faltavam apoios anti-vibráticos para a instalação das unidades interiores)
Sexta						

Feriado

Razões para não conclusão das atividades previstas:

- 1 Condições climáticas
- 2 Falta de material
- 3 Material errado/defeituoso
- 4 Falta de equipamento
- 5 Erros/omissões de projeto
- 6 Trabalho pré-requisitório não concluído
- 7 Alterações de prioridade(s)
- 8 Falta de mão de obra

PLANO DE TRABALHO SEMANAL



Semana: 20/06/2022 a 24/06/2022

	Tarefas a realizar:	Obra:	Funcionário(s):	Tarefa concluída:		Razões para não conclusão das atividades propostas:
				Sim	Não	
Segunda	Marcação de obra	Ed. Luxus / Moradia 4 caminhos	Helder e Miguel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Terça	Manutenção AC + Solar	Morada Lavra	Helder e Miguel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Quarta	Rede de condutas dos escritórios	Ed. Scania	Helder e Miguel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	8- Miguel faltou
Quinta	Pré instalação das caixas de AC Piso 0, 1 e 2	Ed. Luxus	Helder e Miguel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6- Trabalho pré-requisitório não concluído (Rasgos no piso 2 não estavam abertos)
Sexta						

Feriado

Razões para não conclusão das atividades previstas:

- 1 Condições climáticas
- 2 Falta de material
- 3 Material errado/defeituoso
- 4 Falta de equipamento
- 5 Erros/omissões de projeto
- 6 Trabalho pré-requisitório não concluído
- 7 Alterações de prioridade(s)
- 8 Falta de mão de obra

PLANO DE TRABALHO SEMANAL



Semana: 27/06/2022 a 01/07/2022

Tarefas a realizar:	Obra:	Funcionário(s):	Tarefa concluída:		Razões para não conclusão das atividades propostas:
			Sim	Não	
Segunda Instalação do exaustor de cozinha, ventilador e conduta	Morada Areosa AVS	Fraga e Guilherme	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Terça Instalação dos plenos e ligação á rede de condutas	Clinica Dentária Avenida de Gaia	Fraga	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Quarta Instalação da estrutura dos painéis fotovoltaicos e BC	Morada Areosa AVS	Fraga e Diogo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4- Falta de equipamento - O Grivaldo para carregar os maços e os painéis Fotovoltaicos para o telhado
Quinta Pré instalação do AC Piso 1 e 2	Ed. Hab. Mouzinho da silveira	Fraga	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sexta Pré instalação do AC Piso 3 e 4	Ed. Hab. Mouzinho da silveira	Fraga	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Razões para não conclusão das atividades previstas:

- 1 Condições climáticas
- 2 Falta de material
- 3 Material errado/defeituoso
- 4 Falta de equipamento
- 5 Erros/omissões de projeto
- 6 Trabalho pré-requisitório não concluído
- 7 Alterações de prioridade(s)
- 8 Falta de mão de obra



PLANO DE TRABALHO SEMANAL

Semana: 27/06/2022 a 01/07/2022

	Tarefas a realizar:	Obra:	Funcionário(s):	Tarefa concluída:		Razões para não conclusão das atividades propostas:
				Sim	Não	
Segunda	Passagem do tubo multicaçada dos coletores até aos VC'S	Morada 4 caminhos	Helder e Miguel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Terça	Colocação das máquinas de AC no exterior	Ed. Scania	Helder e Miguel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Quarta	Instalação das unidades internas de AC	Ed. Scania	Helder e Miguel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3 - Foi carregado na carrinha uma unidade interior de outra obra
Quinta	Instalação e ligação hidráulica das Bombas de calor nos Apartamentos do Piso 2	Ed. LUXUS Moradia	Helder e Miguel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sexta	Pré instalação do AC	Madalena	Helder e Miguel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2 - Faltava caixas de pré instalação

Razões para não conclusão das atividades previstas:

- 1 Condições climáticas
- 2 Falta de material
- 3 Material errado/defeituoso
- 4 Falta de equipamento
- 5 Erros/omissões de projeto
- 6 Trabalho pré-requisitório não concluído
- 7 Alterações de prioridade(s)
- 8 Falta de mão de obra

PLANO DE TRABALHO SEMANAL

Semana: 04/07/2022 a 08/07/2022



	Tarefas a realizar:	Obra:	Funcionário(s):	Tarefa concluída:		Razões para não conclusão das atividades propostas:
				Sim	Não	
Segunda	Instalação da conduta da prumada	Ed. Hab. Mouzinho da silveira	Fraga e Guilherme	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Terça	Condutas de ventilação wc's Piso 1 e 2	Ed. Hab. Mouzinho da silveira	Fraga e Guilherme	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Quarta	Condutas de ventilação wc's Piso 3 e 4	Ed. Hab. Mouzinho da silveira	Fraga e Guilherme	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2 - Faltava curvas spiro DN125 90graus
Quinta	Instalação do AC no Apartamento 3.1	Edifício Dunas	Fraga e Guilherme	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sexta	Instalação do AC no Apartamento 3.2	Edifício Dunas	Fraga e Guilherme	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Razões para não conclusão das atividades previstas:

- 1 Condições climáticas
- 2 Falta de material
- 3 Material errado/defeituoso
- 4 Falta de equipamento
- 5 Erros/omissões de projeto
- 6 Trabalho pré-requisitório não concluído
- 7 Alterações de prioridade(s)
- 8 Falta de mão de obra

PLANO DE TRABALHO SEMANAL



Semana: 04/07/2022 a 08/07/2022

	Tarefas a realizar:	Obra:	Funcionário(s):	Tarefa concluída:		Razões para não conclusão das atividades propostas:
				Sim	Não	
Segunda	Pré instalação dos da tubagem do VMC no Piso 0	Moradia Madalena	Helder e Miguel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Terça	Pré instalação dos da tubagem do VMC no Piso 1	Moradia Madalena	Helder e Miguel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Quarta	Instalação da conduta de desenfumagem no Piso-1	Ed. LUXUS	Helder e Miguel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	7-Faltava instalar plenos numa outra obra para poderme fechar os tetos com plabur
Quinta	Instalação da conduta de desenfumagem no Piso-2	Ed. LUXUS	Helder e Miguel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sexta	Instalação de curvas e bocas de extração nas casas de banho	Ed. LUXUS	Helder e Miguel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2 - Falta de Bocas de extração DNI25

Razões para não conclusão das atividades previstas:

- 1 Condições climáticas
- 2 Falta de material
- 3 Material errado/defeituoso
- 4 Falta de equipamento
- 5 Erros/omissões de projeto
- 6 Trabalho pré-requisitório não concluído
- 7 Alterações de prioridade(s)
- 8 Falta de mão de obra

PLANO DE TRABALHO SEMANAL



Semana: 11/07/2022 a 15/07/2022

	Tarefas a realizar:	Obra:	Funcionário(s):	Tarefa concluída:		Razões para não conclusão das atividades propostas:
				Sim	Não	
Segunda	Instalação do AC no Apartamento 3.3	Edifício Dunas	Fraga e Guilherme	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Terça	Instalação dos ventiladores in-line nos pisos 1 e 2.	Ed. Hab. Mouzinho da silveira	Fraga e Guilherme	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Quarta	Instalação dos ventiladores in-line nos pisos 3 e 4	Ed. Hab. Mouzinho da silveira	Fraga e Guilherme	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Quinta	Pré instalação da rede de Gás	Moradia Rafael Araujo	Fraga e Guilherme	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sexta	Arranque das máquinas de ar condicionado e instalação das grelhas	Clinica Dentária Avenida de Gaia	Fraga e Guilherme	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Razões para não conclusão das atividades previstas:

- 1 Condições climáticas
- 2 Falta de material
- 3 Material errado/defeituoso
- 4 Falta de equipamento
- 5 Erros/omissões de projeto
- 6 Trabalho pré-requisitório não concluído
- 7 Alterações de prioridade(s)
- 8 Falta de mão de obra

PLANO DE TRABALHO SEMANAL



Semana: 11/07/2022 a 15/07/2022

	Tarefas a realizar:	Obra:	Funcionário(s):	Tarefa concluída:		Razões para não conclusão das atividades propostas:
				Sim	Não	
Segunda	Rede de extração do Piso 0	Restaurante Brasão Areosa	Helder e Miguel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Terça	Conduitas climatização e plenos Piso 0	Restaurante Brasão Areosa	Helder e Miguel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Quarta	Instalação das 3 máquinas de AC	Restaurante Brasão Areosa	Helder e Miguel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Quinta	Ligação das conduitas de extração das hottes	Restaurante Brasão Areosa	Helder e Miguel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	6- Trabalho pré-requisitório não concluído (Rasgos na hotte ainda não estavam abertos)
Sexta	Ligação das conduitas de extração das hottes	Restaurante Brasão Areosa	Helder e Miguel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2- Falta de material (Peças em cha pa de aço galvanizado)

Razões para não conclusão das atividades previstas:

- 1 Condições climáticas
- 2 Falta de material
- 3 Material errado/defeituoso
- 4 Falta de equipamento
- 5 Erros/omissões de projeto
- 6 Trabalho pré-requisitório não concluído
- 7 Alterações de prioridades(s)
- 8 Falta de mão de obra

6.2 Anexo 2 – Questionário lean safety



Questionário – Estudo do impacto da ferramenta *Last Planner System*

Na sequência da implementação da ferramenta *Last Planner System*, pedimos que avalie as seguintes afirmações numa escala de 1 a 5 de acordo o seu nível de concordância como cada uma delas, tendo em conta a seguinte escala de Likert:

1	2	3	4	5
Discordo totalmente	Discordo	Não concordo, nem discordo	Concordo	Concordo totalmente

Afirmação	Grau de concordância (1 a 5)
1- Sinto que o meu esforço físico diminuiu de forma geral	
2- Diminuiu o stress no final do dia de trabalho	
3- As minhas lesões musculoesqueléticas diminuíram (dores de costas, etc.)	
4- Os acidentes de trabalho diminuíram	
5- No geral sinto-me mais seguro a realizar o meu trabalho	
6- Tenho mais facilidade reconhecer os possíveis perigos a que estou exposto, permitindo munir-me de ferramentas que possam eliminar ou reduzir esse mesmo risco	
7- A organização no local de trabalho melhorou	
8- Tenho um maior conhecimento das tarefas que tenho a realizar durante o decorrer da semana	
9- A gestão das minhas ferramentas de trabalho tornou-se mais fácil	
10- A abertura para dar sugestões que possam melhorar as condições de segurança na realização do meu trabalho aumentou	