



APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS LEAN NA MELHORIA DOS PROCESSOS DE INSTALAÇÃO E FABRICO ?IN SITU? NUMA EMPRESA DE GESTÃO DE PROJETOS ELETROMECCÂNICOS

FÁBIO ROBERTO DA MOTA VALENTE FERREIRA

setembro de 2023

APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS LEAN NA MELHORIA DOS PROCESSOS DE INSTALAÇÃO E FABRICO “IN SITU” NUMA EMPRESA DE GESTÃO DE PROJETOS ELETROMECCÂNICOS

2023

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS LEAN NA MELHORIA DOS PROCESSOS DE INSTALAÇÃO E FABRICO “IN SITU” NUMA EMPRESA DE GESTÃO DE PROJETOS ELETROMECCÂNICOS

Fábio Roberto da Mota Valente Ferreira

1191211

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 Engenheiro Eduardo Gil Costa.

2023

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

AGRADECIMENTOS

Começar, por agradecer e reconhecer toda a disponibilidade e interesse demonstrado pelo Eng. Eduardo Gil Costa, orientador desta tese de mestrado, com permanente incentivo e sugestões para a melhoria deste trabalho.

Agradecer à minha família pelo tempo, pelo suporte e compreensão em todos os dias deste percurso académico

A todos os colegas e professores do ISEP, que me tornaram um melhor estudante e principalmente, melhor pessoa.

Por fim, agradecer à empresa ANDRITZ HYDRO, a disponibilidade para a realização do estágio nas suas instalações, sem a qual não teria sido possível o desenvolvimento desta tese.

A todos o meu muito obrigado.

página propositadamente em branco

RESUMO

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito da Unidade Curricular de Dissertação, referente ao 2º ano do Mestrado em Engenharia Mecânica, Ramo de Gestão Industrial no Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Para o desenvolvimento da dissertação, foi realizado um estágio na empresa ANDRITZ HYDRO, cuja principal atividade passa pela gestão de projetos para a instalação de equipamentos eletromecânicos, bem como, em situações particulares, a construção e montagem de condutas reforçadas em sistemas de electroprodutores de origem hídrica. Assim, houve uma principal participação nos departamentos de gestão de projetos e instalação.

Com um mercado cada vez mais dinâmico, onde os principais operadores entram frequentemente para novos setores comerciais, exigindo uma adaptação, controlo e melhoria dos processos empresariais e produtivos, torna-se premente a diferenciação das empresas nos seus fluxos internos, garantindo a satisfação em tempo e custo dos seus clientes.

Pelo mencionado, os principais objetivos da dissertação relacionam-se com a análise do processo produtivo, com o intuito de obter a sua melhoria e eficiência através da implementação de técnicas e/ou ferramentas *lean*, com vista a redução de custos de instalação.

PALAVRAS-CHAVE

“Mapeamento de processos”, “*Lean manufacturing*”; “Ferramentas *lean*”

página propositadamente em branco

ABSTRACT

This dissertation was developed within the scope of the Curricular Unit Dissertation, referring to the 2nd year of the master's degree in mechanical engineering, branch of Industrial Management at Instituto Superior de Engenharia do Porto.

For the development of the present dissertation, an internship was carried out at the company ANDRITZ HYDRO, whose main activity involves project management for the installation of electromechanical equipment, as well as the manufacturing and installation of penstocks used in hydro powerplants. Thus, there was a main presence in the project management and installation departments.

With an increasingly and dynamic market, where the main operators frequently enter new commercial sectors, leading to adapt, control and improve the business model and production, it becomes urgent to differentiate companies within their workflows, guaranteeing timely projects and cost saving to your customers.

As mentioned, the main objective of the dissertation is related to the analysis of the production process, with the aim of obtaining its improvement and efficiency through the implementation of lean techniques and/or tools, with a view to reducing installation costs.

KEYWORDS

“Process Mapping”, “Lean manufacturing”; “Lean Tools”

página propositadamente em branco

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos	1
1.3. Metodologia	2
1.4. Estrutura.....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. <i>Análise e Mapeamento de Processos</i>	4
2.2. <i>Lean</i>	5
2.2.1. <i>Toyota Production System (TPS)</i>	6
2.2.2. <i>Lean Thinking</i>	8
2.2.3. <i>Técnicas e Ferramentas LEAN</i>	10
3. Caso de Estudo.....	17
3.1. A Empresa.....	17
3.1.1. <i>Missão e Valores</i>	19
3.1.2. <i>Produtos e Mercados</i>	20
3.1.3. <i>A empresa em Portugal</i>	21
3.2. O Projeto	21
3.2.1. <i>Identificação e Caracterização do Projeto</i>	22
3.2.2. <i>Estrutura Organizacional do Projeto</i>	24
3.2.3. <i>Estrutura Organizacional em Obra</i>	24
3.2.4. <i>O Processo Produtivo</i>	25
3.2.5. <i>Estaleiro</i>	31
3.3. <i>Análise do Processo Produtivo</i>	34
3.3.1. <i>Fluxograma</i>	34
3.3.2. <i>Layout do Estaleiro</i>	35
3.3.3. <i>Diagrama de Ishikawa</i>	36
3.4. <i>Principais Problemas Identificados</i>	37
3.4.1. <i>Layout do de Estaleiro</i>	37
3.4.2. <i>Organização do Estaleiro</i>	38
3.4.3. <i>Gestão e Manutenção de Ferramentas</i>	39
3.4.4. <i>Registo e Controlo da Informação</i>	41
3.4.5. <i>Reuniões não normalizadas</i>	41
3.4.6. <i>Diferentes metodologias e registos</i>	42
3.4.7. <i>Resumo dos Problemas identificados</i>	44
4. PROPOSTAS DE MELHORIA	46
4.1. <i>Gestão Visual – Aplicação de marcadores nos tubos fabricados</i>	47
4.2. <i>Implementação 5S’s no Estaleiro</i>	49
4.3. <i>Implementação de sistema de gestão das ferramentas</i>	53

4.4. Normalização dos documentos de registo	55
4.5. Normalização das reuniões	58
4.6. Formação às chefias intermédias	60
4.7. Implementação de quadros para monitorização da produção	60
4.8. Análise da Implementação das medidas propostas	61
5. CONCLUSÃO	63
5.1. Conclusões finais	63
5.2. Limitações e trabalhos futuros	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
APÊNDICE A	73
ANEXO A	75

página propositadamente em branco

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia da dissertação.....	2
Figura 2 - Modelo 4P Toyota Way, adaptado (Liker, 2004)	6
Figura 3 - Casa TPS, adaptado (Liker, 2004)).....	7
Figura 4 - Os sete princípios Lean, adaptado (Comunidade Lean Thinking (CLT), 2008)	9
Figura 5 - Benefícios lean, adaptado (Melton, 2005).....	10
Figura 6 - Metodologia 5s's, adaptado (Vanti, 1999)	12
Figura 7 - Ciclo PDCA	14
Figura 8 - Etapas para elaboração do VSM, adaptado (Rother & Shook, 1999)	15
Figura 9 - Simbologia a utilizar no VSM, adaptado (Rother & Shook, 1999)	16
Figura 10 - Divisões da ANDRITZ AG.....	18
Figura 11 - Percurso M&A Andritz Hydro.....	18
Figura 12 - Variedade de fornecimento da ANDRITZ HYDRO.....	19
Figura 13 - Principais serviços da Andritz Hydro Unipessoal, Lda.....	21
Figura 14 - Esquema da Sistema Electroprodutor do Tâmega.....	22
Figura 15 - Perspetiva geral da Conduta Reforçada de Gouvães	23
Figura 16 - Organograma projeto Conduta Reforçada Gouvães.....	24
Figura 17 - Organograma da estrutura em obra	24
Figura 18 - Local de Armazenamento no Estaleiro	25
Figura 19 - Placas em armazém.....	26
Figura 20 - Posição da placa no sistema de transporte.....	26
Figura 21 - Esquema de curvatura de chapa	27
Figura 22 - Operação da máquina de calandra	27
Figura 23 - Esquema de elevação de tubos.....	28
Figura 24 - Torre de fabrico.....	28
Figura 25 - Exemplo de plataforma soldadura circunferencial	29
Figura 26 - Zona de Armazenamento dos tubos	30
Figura 27 - Diagrama de transporte dos tubos	30
Figura 28 - Localização Estaleiro Andritz, imagem do Google Maps	32
Figura 29 - Zona destinada à implementação do estaleiro, antes de qualquer edificação	32
Figura 30 - Planta Geral do Estaleiro	33
Figura 31 - Estaleiro de Gouvães em funcionamento	33
Figura 32 - Fluxograma do processo produtivo	34
Figura 33 - Esquema do Estaleiro com identificação das diferentes áreas.....	35
Figura 34 - Fotografia do Estaleiro em funcionamento	36
Figura 35 - Diagrama de Ishikawa do processo produtivo	36
Figura 36 - Transporte de tubos para nova zona de armazenagem	38
Figura 37 - Equipamentos na zona de estaleiro.....	38
Figura 38 - Desarrumação das frentes de trabalho.....	39
Figura 39 - Software de gestão da ferramenta	40
Figura 40 - Registo de entrega de EPI's.....	40
Figura 41 - Quadro de registo de ineficiências na linha de produção.....	41
Figura 42 - Duração das reuniões Estimada vs. Real.....	42
Figura 43 - Distribuição do número de colaboradores por tarefa realizada.....	43

Figura 44 - Marcação dos tubos fabricados e prontos para instalar, no caso a verde	47
Figura 45 - Regulamento para a formação de acesso ao estaleiro	48
Figura 46 - Sinalização de zona de acesso restrito	48
Figura 47 – Arrumação de cada máquina de soldar e respetivo material	49
Figura 48 - Organização da Ferramenta	50
Figura 49 - Painel de Informação	51
Figura 50 - Implementação de carrinhos, para os postos de trabalho de soldador	51
Figura 51 - Lista de verificação para a implementação dos 5S's	52
Figura 52 - Compilação de resultados das auditorias	52
Figura 53 - Levantamento das ferramentas existentes.....	54
Figura 54 – Programa para gestão da ferramenta	54
Figura 55 - Levantamento de ferramentas para manutenção	55
Figura 56 - Regulamento Registo Diário Operações	56
Figura 57 - Exemplo de registo diário de operações.....	57
Figura 58 - Registo de Não Conformidades.....	57
Figura 59 - Relatório Não Conformidade	58
Figura 60 - Agenda e registo das reuniões diárias	58
Figura 61 - Registo da Lista de ações	59
Figura 62 - Gráfico da duração dos tempos de reunião estimado vs. real	60
Figura 63 - Progresso de fabrico.....	61
Figura 64 - Mapa de acompanhamento da implementação de tarefas.....	62

página propositadamente em branco

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Símbolos de um fluxograma, adaptado (ISO, 1985).....	5
Tabela 2 - Os 5 princípios da metodologia Lean, adaptado (Womack & Jones, 1997)	8
Tabela 3 - Fases do 5S, adaptado (Patel & Thakkar, 2014)	12
Tabela 4 - Problemas e Principais Consequências do processo produtivo	44
Tabela 5 - Resumo das medidas, respetivas melhorias e estado de implementação.....	46
Tabela 6 - Atribuição da cor de marcador por trecho.....	47

página propositadamente em branco

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Lista de Siglas

CLT	Comunidade <i>Lean Thinking</i>
DPEST	Dissertação / Projeto / Estágio
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
JIT	<i>Just In Time</i>
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
END	Ensaio Não Destrutivo
NC	Não Conformidades
LMS	<i>Logistic Management System</i>
UT	Ultrassons
MT	Partículas Magnéticas

página propositadamente em branco

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é feito o enquadramento e contextualização do trabalho a realizar, explicitando os objetivos do mesmo. É apresentada a metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho, terminando com uma breve descrição da organização ao longo do relatório.

1.1. Enquadramento

Esta dissertação foi realizada no âmbito da Unidade Curricular Dissertação / Projeto / Estágio (DPEST), referente ao segundo semestre do 2º ano do mestrado de Engenharia Mecânica, no ramo de Gestão Industrial do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

Foi realizado um estágio em contexto de trabalho na empresa *ANDRITZ Hydro*, líder mundial no fornecimento e instalação de sistemas e serviços eletromecânicos para produção de energia de fonte hídrica.

A empresa *ANDRITZ Hydro*, com mais de 180 anos de experiência e uma frota instalada de mais de 470 GW de potência, oferece soluções completas para centrais hidroelétricas de todas as dimensões, além de serviços para diagnóstico de equipamentos, reabilitação, modernização e atualização de ativos hidroelétricos existentes. Neste sentido, a empresa dedica-se ao fabrico e posterior instalação de equipamentos eletromecânicos.

Para o presente trabalho foi analisado um projeto em curso, identificado como “Fornecimento e Montagem da Condução Reforçada da Central Hidroelétrica de Gouvães”, relativo ao fabrico e instalação de uma condução reforçada com, aproximadamente, 2800 metros de comprimento, que permite a ligação entre o lago artificial e a central hidroelétrica, alimentando os grupos geradores instalados.

Para o fabrico da supramencionada condução, foi montada uma unidade de fabrico industrial com vista à preparação, produção, gestão de obra e ademais atividades associadas. Esta unidade teve um pico de 340 colaboradores, com mais de 40 fornecedores e um valor de contrato de mais de 80 milhões de euros.

Considerando que a empresa terá um projeto semelhante no curto prazo e a necessidade de implementação de uma infraestrutura para novo fabrico e instalação, foi feita a análise do projeto em curso com o intuito de melhorar o seu aproveitamento através da implementação de técnicas e ferramentas *lean*.

1.2. Objetivos

Com um mercado sucessivamente mais competitivo, devido ao crescimento do número de concorrentes das mais diversas origens, contextos e objetivos, as empresas têm necessidade de se adaptar e melhorar os seus processos e metodologias por forma a garantir a sua adequação e competitividade no mercado.

Assim, com o presente trabalho, pretende-se desenvolver um processo de análise e melhoria de um projeto da empresa, especificamente na fase de instalação com aplicação de ferramentas e técnicas *lean*.

Desta forma, podem-se identificar os seguintes objetivos para este trabalho:

- Análise do processo de fabrico implementado;
- Identificação das oportunidades de melhoria primordiais;
- Análise de aplicação de técnicas e ferramentas *lean*, para obtenção de melhorias no processo;
- Implementação das técnicas e ferramentas consideradas adequadas ao processo, em tempo e custo;
- Avaliação e análise dos resultados obtidos.

Na impossibilidade de acompanhar a implementação prática das medidas identificadas e retirar as respetivas conclusões em tempo útil para presente trabalho, será feita uma identificação e quantificação dos resultados esperados.

1.3. Metodologia

Foi realizado um estágio na empresa, para o qual foi definida uma metodologia de caso de estudo e sua avaliação para melhoria em futuros casos.

Assim, a metodologia de investigação baseia-se numa abordagem sequencial de recolha de dados, identificação e análise de melhorias, implementação e avaliação das medidas, podendo ser descrita nos passos identificados na figura seguinte (Figura 1).

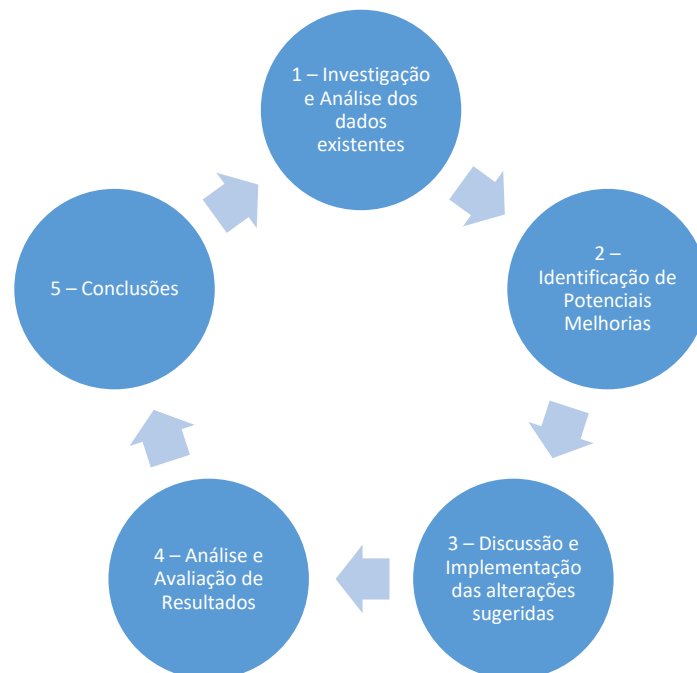


Figura 1 - Metodologia da dissertação

O primeiro passo, define-se pelo levantamento de dados, pesquisa bibliográfica e visita às instalações de produção, por forma a permitir um conhecimento tão extensível quanto possível da realidade da empresa e da sua unidade de produção.

De seguida foi feita uma análise e identificação das principais fragilidades e potenciais melhorias, permitindo a terceira fase com a sugestão de ações que são discutidas e posteriormente implementadas.

Na quarta fase, são recolhidos, analisados e avaliados os resultados das ações tomadas, terminando com a quinta e última etapa, retirando as devidas conclusões. Quando positivas, as ações implementadas são adicionadas aos regulamentos e boas práticas da empresa.

1.4. Estrutura

O presente relatório está organizado em cinco capítulos, onde o presente (Capítulo 1) serve para realizar o enquadramento e contextualização do trabalho, identificar os objetivos a que se propõe, explicar a metodologia de investigação utilizada, bem como a estrutura do mesmo.

No Capítulo 2 é feita a revisão bibliográfica, onde são abordados três temas principais: Análise e mapeamento de processos, metodologia *lean*.

No terceiro capítulo, é feita uma apresentação detalhada da empresa onde o estágio foi realizado, uma descrição detalhada do caso de estudo escolhido, procede-se à identificação e análise do processo produtivo, permitindo a identificação dos potenciais de melhoria.

De seguida, Capítulo 4, são identificadas as ferramentas a implementar para a eliminação ou mitigação das potenciais oportunidades de melhoria, com uma descrição pormenorizada da sua aplicação e resultados obtidos, ou, em caso de impossibilidade de obter resultados, de resultados esperados.

Por fim, no quinto capítulo procedem-se às avaliações finais, retirando as respetivas conclusões e fazendo uma revisão para futuros trabalhos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é realizada a revisão bibliográfica para posterior desenvolvimento na dissertação.

Assim, são explorados os temas análise e mapeamento de processos e a abordagem lean.

No primeiro tema, é identificado o método de análise e mapeamento de processos, especificamente com recurso a fluxogramas.

Relativamente ao conceito lean, é feito o enquadramento do Toyota Production System, abordam-se os princípios e conceitos do Lean Thinking relativamente à sua origem, implementação e benefícios. São, também, abordadas algumas técnicas e ferramentas para implementação organizacional do modelo Lean, especificamente, Gestão Visual, 5S, Standard Work, Kaizen e Value Stream Mapping.

2.1. *Análise e Mapeamento de Processos*

A Análise e Mapeamento de Processos é um importante passo para a melhoria do desempenho de qualquer organização. Esta prática ajuda as empresas a identificar e eliminar desperdícios nos seus processos atuais, além de aumentar a eficiência e eficácia na execução de suas atividades.

A procura da melhoria contínua da organização voltada para o melhor atendimento das necessidades dos clientes, deve ser parte integrante da gestão dos processos empresariais. Pelo que, melhorar os processos é uma ação necessária para as organizações garantirem a reação às mudanças que ocorrem constantemente no seu sector de atividade, permitindo manter um sistema produtivo competitivo. Assim, a competitividade é mantida tendo como objetivo permanecer na frente do negócio proposto (Paim, Cardoso & Caulliriaux, 2009).

Para o mapeamento dos processos é necessário uma observação e exposição dos métodos e processos de trabalho, sendo que, quanto mais rigorosa e exigente for a observação, mais objetiva e precisa será a análise do estado atual, permitindo definir a posterior implementação da melhoria (Azevedo, 2016).

Para Madison (2005), o processo é possível de se definir como um conjunto de atividades que possibilitam uma saída ou resultado, é também o meio pelo qual o trabalho é realizado, sendo um mecanismo que adiciona e entrega valor. O processo é qualquer atividade que recebe uma entrada, adicionando-lhe adiciona valor e posteriormente disponibiliza uma saída (Gonçalves, 2000). Ou seja, é um conjunto de atividades que se possam realizar com uma sequência lógica com a finalidade de oferecer um bem, ou serviço, a um determinado nicho de clientes (Madison, 2005).

Assim sendo, sustenta-se que a realização do mapeamento de um processo auxilia no reconhecimento das fontes de desperdício, representando uma linguagem simples para organizar os processos de fabrico e serviços, o que possibilita a tomada de decisões mais objetiva e passível de discussão (Pinho, Alexandre, Leal, Fabiano, Montevechi, José & Almeida, 2007). Também é identificada a importância da ferramenta, salientando a possibilidade de desenhar e referenciar todos os elementos de um processo através das mais variadas técnicas (Azevedo, 2016). Porém,

recorda que para a realização deste mapeamento é essencial um grande conhecimento de todas as atividades fundamentais ao processo, ou seja, um conhecimento holístico do processo em causa.

Uma das várias técnicas usadas para o mapeamento de processos é o fluxograma.

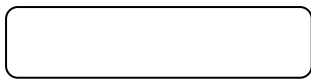
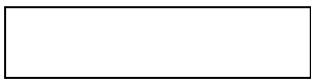
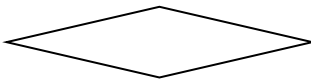

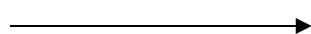
Sendo o fluxograma uma ferramenta que permite esquematizar um fluxo de informação, pessoas, equipamentos ou materiais, representando e sequenciando as várias etapas do processo, tendo estes esquemas uma simbologia própria, onde em caixas existe uma descrição sintética do processo e setas demonstram e definem a sequência e encadeamento das etapas de cada processo (Pinho et al., 2007).

Esta técnica permite a identificação de potenciais gargalos que possam dificultar ou até impedir a disponibilização do serviço adequado ao cliente (Akamavi, 2005). Sendo o fluxograma uma técnica que permite apresentar o processo de forma compacta, de modo que seja possível a sua melhor perceção e posterior melhoria (Barnes, 1977).

Indica, ainda, que este gráfico pode auxiliar na descoberta de operações particulares do processo produtivo que necessitem de uma avaliação mais cuidadosa.

Para que seja de fácil leitura, o fluxograma possui um conjunto de símbolos standard, estando alguns deles representados na Tabela 1.

Tabela 1 - Símbolos de um fluxograma, adaptado (ISO, 1985)

Símbolo	Descrição
	Terminal – Representa o início ou final do processo
	Processo – Representa as atividades no processo
	Decisão – Representa uma decisão com múltiplas possibilidades, onde apenas uma poderá ser escolhida em função da análise das condições
	Documento – Representa documentos importantes no processo
	Linha de Fluxo – Representa a linha de fluxo que encadeia os processos

2.2. Lean

O *lean* surgiu no Japão, especificamente na fábrica da Toyota, no ano de 1940. Este sistema desenvolveu-se em função da necessidade de produção de um fluxo constante, contínuo, e essencialmente eficiente. Sendo que ao mesmo tempo, os sistemas de produção ocidentais, geravam grandes volumes de produto, com reduzidas trocas nos mesmos, o que, em função das condições locais, nomeadamente a Segunda Guerra Mundial, não era uma opção a implementar na Toyota. Com estas condicionantes, foi Taiichi Ohno um dos dinamizadores da chamada

metodologia *lean*, tendo iniciado o seu estudo e desenvolvimento no ano de 1940 e terminado cerca de 40 anos depois (Melton, 2005).

Assim foi a necessidade de produção de produtos com elevada qualidade, com o custo mínimo que levou ao surgimento da metodologia ou filosofia *lean*, com primordial foco na identificação e posterior mitigação ou mesmo eliminação das ações ou atividades que não acrescentam valor, sendo consideradas como desperdícios (Gadre, Cudney & Corns, 2011).

2.2.1. Toyota Production System (TPS)

O *Toyota Production System* (TPS), deve o seu “T” à ideia de pensamento (“*Thinking*” em inglês), segundo afirmação de um ex-presidente da Toyota, sendo o TPS a representação de uma abordagem estratégica de índole positiva para o crescimento individual das pessoas no ambiente de produção global (Minoura, 2003). Em adição, a mentalidade das pessoas é de maior importância nas organizações quando comparada com a aplicação de ferramentas de gestão, pelo que a implementação do TPS, é de elevada dificuldade em função da resistência à mudança, quer nas atitudes quer no pensamento (Alves, Carvalho & Sousa, 2012).

Um outro ex-presidente da Toyota Watanabe, realçou a importância dos dois pilares basilares da Toyota, sendo eles a melhoria contínua e o respeito pelas pessoas (Stewart & Raman, 2007). Em adição, sobre a ideia anterior, é desenvolvido posteriormente o modelo 4P da *Toyota Way* (Figura 2), onde aos dois pilares anteriores são acrescentados dois novos conceitos, o processo e a filosofia (Liker, 2004).

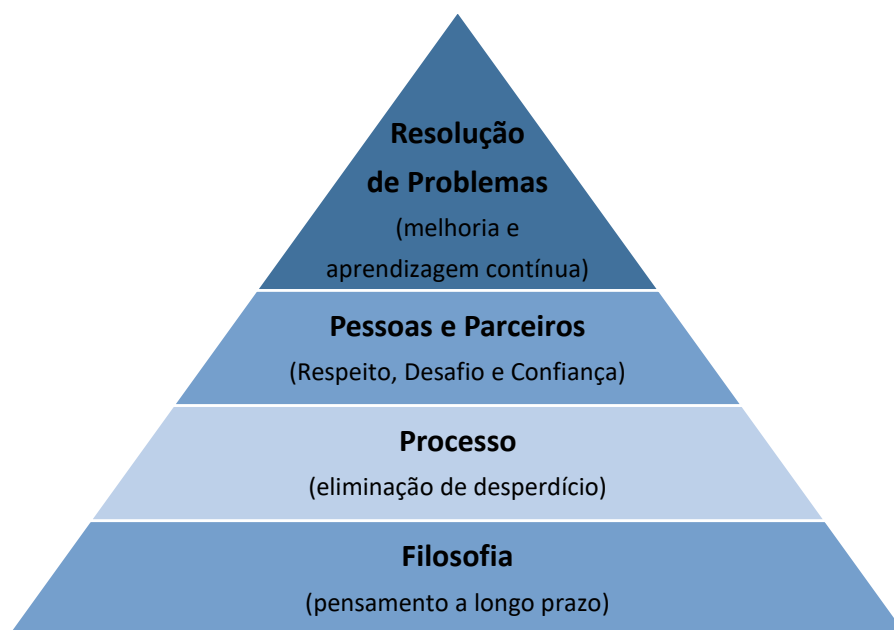


Figura 2 - Modelo 4P Toyota Way, adaptado (Liker, 2004)

Este sistema, o TPS, teve o seu início na linha de produção de motores, onde foi evoluindo continuamente, levando à sua aplicação globalmente na Toyota, em 1948, sendo que mais tarde, em 1965, viu a sua aplicação estender-se inclusive aos fornecedores da marca japonesa (Holweg, 2006).

Com o alargamento do espectro de aplicação, durante décadas a Toyota foi implementando e continuamente evoluindo a sua metodologia TPS. Posteriormente, foi identificada uma carência no registo documental das alterações e mudanças que foram sendo induzidas ao longo do tempo, o que levou a que Ohno, identificasse Fujio Cho para estruturar uma representação, tão simples e objetiva quanto possível da metodologia TPS e a enquadrasse numa esquematização de uma casa, representando nela, os princípios e ideologias defendidos no TPS (Liker, 2004).

O sistema TPS, que começou na linha produtora de motores, evoluiu continuamente desde 1948, estendendo-se a toda a Toyota e mais tarde, em 1965 alastrou-se também aos seus fornecedores (Holweg, 2006). Assim, durante muitas décadas a Toyota implementou e melhorou a sua abordagem TPS. No entanto, as mudanças que iam surgindo na metodologia não estavam documentadas. Assim, Ohno incumbiu Fujio Cho de desenvolver uma representação simples (numa casa) dos princípios e das ideias defendidas no TPS (Liker, 2004).

Na Figura 3, é possível observar uma adaptação da casa TPS (Liker, 2004).

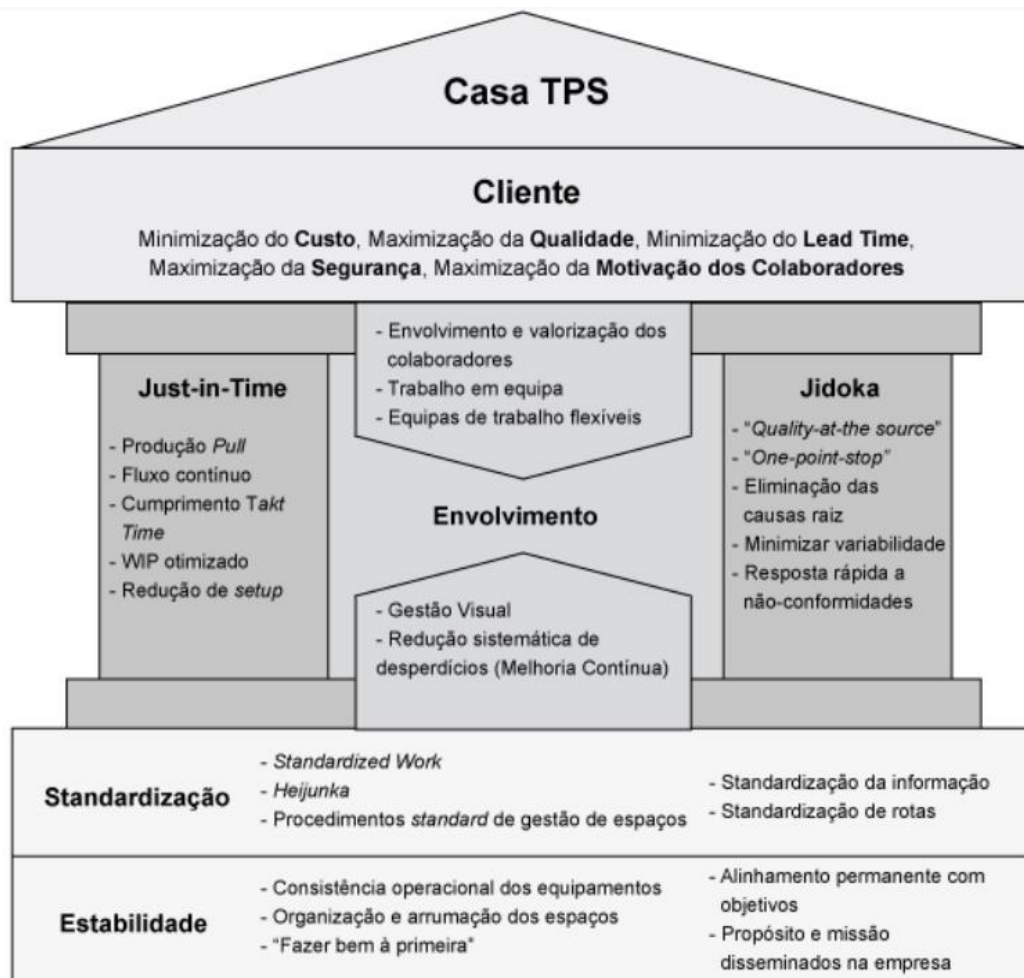


Figura 3 - Casa TPS, adaptado (Liker, 2004))

Com a representação do TPS na esquematização de uma casa, Ohno pretendia que fosse observado um sistema estrutural, onde apenas se consegue chegar ao telhado, com uma base sólida assente em pilares fortes (Liker, 2004). A representação da casa do TPS, tem diferentes versões, permanecendo em todas os princípios fundamentais da metodologia e que sustentam a casa, sendo

eles os pilares *Just-In-Time* (JIT) e Automação (na sua palavra em Japonês *Jidoka*). Em acréscimo aos pilares anteriores, a casa TPS inclui igualmente conceitos que se revelam importantes para a sua aplicação, tais como a melhoria contínua ou *Kaizen*, a produção nivelada, os processos estáveis e normalizados, a gestão visual, o ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act), o *poka-yoke*, o sistema pull, entre outros (Liker, 2004).

2.2.2. Lean Thinking

Coleman (2006) afirma que “O *Toyota Production System* transformou-se no movimento designado como *Just-In-Time*, que, por sua vez, se transformou no *Lean Manufacturing* e, atualmente, como *Lean Thinking*.”.

Assim, o *Lean Thinking*, acrescenta um conjunto de fatores que passam a atuar sobre a produção da organização. Levando a uma análise objetiva de cada posto, bem como o ambiente de trabalho, com o claro objetivo de identificar os seus desperdícios, diminuir o custo da atividade, aumentando a respetiva produtividade. Este processo, passa por identificar e documentar os gargalos da produção, onde são identificadas as restrições e que levam à diminuição do fluxo produtivo, culminando em armazenamentos e recursos desnecessários (Coleman, 2006). Em acréscimo, o *Lean Thinking*, é uma abordagem de gestão que visa a redução do desperdício recorrendo a alterações simples no processo (Pinto, 2006). Com esta abordagem, pretende-se inculcar uma contínua alteração positiva no processo, que tem por base a melhoria contínua, portanto, o pensamento *lean* tem em consideração os diversos princípios que levam à redução do desperdício, gerando, assim, um processo mais produtivo e um aumento da cadeia de valor (Pinto, 2006).

A filosofia *Lean Thinking*, aponta cinco princípios originais (Tabela 2), criados e aplicados pela Toyota, para orientar a cadeia produtiva de modo a aumentar a produtividade e eliminar os desperdícios

Tabela 2 - Os 5 princípios da metodologia Lean, adaptado (Womack & Jones, 1997)

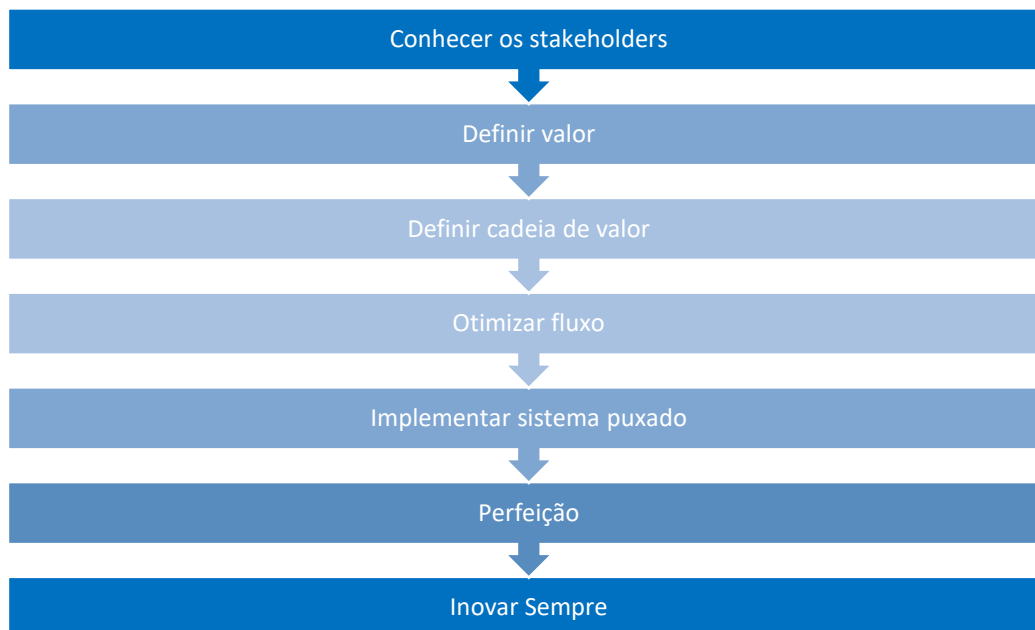
Princípios	Descrição
Valor (<i>Value</i>)	A criação de valor é o primeiro passo para atingir o <i>lean</i> . O valor é algo que é unicamente definido pelo cliente pois representa aquilo que ele está disposto a pagar. Tudo o que não corresponde aos requisitos e às necessidades do cliente (desperdícios) deve ser eliminado ou minimizado.
Fluxo de valor (<i>Value Stream</i>)	Para identificar o fluxo de valor é necessário analisar o sistema no seu todo, isto é, desde o fornecedor até ao cliente final para identificar quais as atividades que são necessárias para responder às exigências dos clientes. Neste fluxo de valor deve ser feita uma análise com o intuito de identificar três tipos de atividades: as que acrescentam valor, as que não acrescentam valor, mas que são necessárias e as que não acrescentam valor e não são necessárias. Estas últimas correspondem a desperdícios e como tal devem ser imediatamente eliminadas.
Fluxo (<i>Flow</i>)	Depois de eliminadas as atividades que representam desperdícios é importante garantir que existe um fluxo de produção contínuo dentro da empresa. Os produtos devem fluir ao longo do sistema produtivo de forma ininterrupta sem tempos de espera, sem stocks, sem nenhum tipo de desperdício.

Tabela 2 (cont.) - Os 5 princípios da metodologia Lean, adaptado (Womack & Jones, 1997)

Princípios	Descrição
Sistema Puxado (<i>Pull</i>)	A criação de um sistema puxado pressupõe que é o cliente quem puxa a produção, isto é, o processo produtivo só se inicia quando é colocada uma encomenda por parte de um cliente. Esta estratégia permite às empresas produzir a quantidade certa no momento certo (que é uma ideologia subjacente à filosofia JIT) eliminando assim a acumulação de stocks intermédios e finais.
Perfeição (<i>Perfection</i>)	A busca pela perfeição é caracterizada pela melhoria contínua (ou <i>Kaizen</i>). A melhoria contínua procura eliminar desperdícios e criar valor com o objetivo último de atingir a perfeição. Nesse sentido, as empresas devem estar em constante evolução tentando encontrar formas de melhorar o seu desempenho.

Com os princípios anteriores, estão definidos os principais e fundamentais conceitos para o sucesso da abordagem *lean*, sendo que, no entanto, são identificadas algumas lacunas nesta abordagem. Assim, é referido que os princípios anteriores se referem apenas à cadeia de valor, não realçando a importância da criação de valor, bem como a implementação de alterações para a redução de desperdícios, descuidando a geração de valor com recurso à inovação em produtos, serviços ou processos (Pinto, 2009).

Foi então proposto, adicionar dois novos princípios (Figura 4), sendo eles “Conhecer os *stakeholders*” e “Inovar Sempre” (Comunidade *Lean Thinking* (CLT), 2008)

Figura 4 - Os sete princípios Lean, adaptado (Comunidade *Lean Thinking* (CLT), 2008)

Para os conceitos anteriores serem aplicados, é necessário induzir alterações na orientação da empresa, na gestão dos seus recursos humanos, focando-se na totalidade do fluxo de valor desde a sua origem ao término da cadeia (Womack, Jones & Roos, 1990).

Nas mais recentes organizações é frequente a necessidade de adicionar um desperdício aos identificados anteriormente na Tabela 2. Assim, pela sua importância na gestão das organizações,

é adicionado o subaproveitamento das capacidades e conhecimentos dos operadores (Kulkarni, Kshire & Chandratre, 2014).

A implementação desta metodologia é caracterizada por trazer benefícios às organizações, sendo que Melton (2005) identifica o seguinte:

- Redução de *lead-times* para os clientes;
- Redução do inventário para a organização;
- Melhoria no conhecimento da gestão;
- Processos mais robustos.

Na Figura 5, é possível observar uma síntese dos principais benefícios da adoção da metodologia *lean* nas organizações.



Figura 5 - Benefícios *lean*, adaptado (Melton, 2005)

2.2.3. Técnicas e Ferramentas LEAN

Conforma já abordado, as ferramentas *lean* tiveram a sua origem no TPS, possibilitando o mapeamento e análise dos processos, que levam à introdução de alterações no mesmo, sendo que quando monitorizadas revelam a redução de desperdícios e a melhoria da eficiência (Conceição Rosa, Silva, Ferreira, Pereira & Gouveia, 2018).

Estando disponíveis uma variedade de ferramentas *lean*, com um largo campo de escolha, optou-se por abordar as seguintes:

- Gestão Visual;
- 5S;
- *Standard Work*;

- Melhoria Contínua – *Kaizen*;
- *Value Stream Map*.

As ferramentas escolhidas são aquelas que, se acredita, melhor adequam para a resolução do caso de estudo em investigação, pois permitem a diminuição dos prazos de produção, bem como o desenvolvimento de um sistema eficiente para responder aos requisitos do cliente.

Gestão Visual

Pode definir-se a gestão visual, como um sistema de gestão que procura melhorar a eficiência de uma organização, recorrendo a estímulos visuais (Steenkamp, Hagedorn-Hansen, & Oosthuizen, 2017). Para isso, estes estímulos devem permitir a identificação da informação relevante à primeira vista, ou seja, de forma fácil e imediata.

Em acréscimo, a gestão visual é definida com um sistema de gestão que visa o incremento do desempenho de uma organização, através do alinhamento do sistema de gestão com a cultura da organização, e, por inerência, dos seus valores, objetivos e visão com os restantes sistemas de gestão implementados (Tezel, Koskela & Tzortzopoulos, 2016). Para tal, são relacionados os sistemas de gestão com os restantes elementos da organização e *stakeholders*, estimulando os cinco sentidos do corpo humano.

Como principais vantagens da implementação de um sistema de gestão visual, podemos identificar a sua complementaridade com a atividade humana, visto que, o ser humano está, por princípio, disponível e acostumado a reagir estímulos visuais e auditivos, portanto sistemas bem implementados de gestão visual, permitem impactos significativamente positivos nos seus sistemas. Destes impactos, é possível salientar o aumento da produtividade, a redução de erros, a melhoria da comunicação, a diminuição de custos e, por fim, a segurança dos colaboradores (Liker, 2004).

Podemos, então, considerar que a aplicação de sistemas de gestão visual, ou seja, disponibilizar informação no seu meio visual, permite uma identificação mais rápida e eficiente de anomalias, permitindo a normalização de comportamentos e processos, permitindo, igualmente o cumprimento das tarefas de forma mais eficiente (Resende, Alves, Batista & Silva, 2014).

Para a implementação dos sistemas de gestão visual, é necessário o desenvolvimento de ferramentas específicas, sendo que a este sistema está frequentemente associado ao uso da ferramenta 5S e da normalização do trabalho.

Existem, também, outros sistemas de gestão que são igualmente utilizados, nomeadamente *Andon*, sendo este, um sistema de luzes que alerta para a existência de uma anomalia em equipamentos, produtos ou sistemas. Como referido, também a documentação para a normalização dos processos de trabalho, distinção de zonas de trabalho e circulação com recurso à marcação visual no solo, ou os quadros sombra, nos quais estão identificados os contornos dos equipamentos ou ferramentas que dele constam permitindo a sua adequada arrumação.

Metodologia 5S

À introdução das ações melhoria num processo, está profundamente ligada à metodologia 5S. Assim, esta metodologia verte a necessidade da redução do ruído visual assente no cumprimento de cinco etapas para a criação de um local de trabalho adequado para a aplicação da abordagem *lean* (Melton, 2005). Na figura Figura 6, podem ser observadas estas 5 etapas, cujas iniciais são a letra S (Vanti, 1999).



Figura 6 - Metodologia 5s's, adaptado (Vanti, 1999)

Esta ferramenta foca-se na redução do desperdício, enquanto melhora a produtividade, eficiência e segurança do local de trabalho (C. Patel, V., & Thakkar, H., 2014)

Tabela 3 - Fases do 5S, adaptado (Patel & Thakkar, 2014)

Fase	Descrição
Seiri (organização)	Consiste na remoção de tudo o que é desnecessário. Deve-se rever tudo o que existe na área de trabalho e apenas manter o essencial.
Seiton (arrumação)	Os itens a usar devem ser arrumados de forma que o acesso aos mesmos seja rápido e fácil, evitando que se perca tempo à procura de determinado objeto e criando um espaço de trabalho à prova de erros.
Seiso (limpeza)	Destaca a necessidade de manter o local de trabalho sempre limpo. Qualquer material usado deve ser colocado no seu lugar, após o uso.
Seiketsu (normalização)	O objetivo deste ponto prende-se com o estabelecimento de regras, por forma a que se mantenham os pontos anteriores e que não se retorne ao estado inicial do local de trabalho.
Shitsuke (disciplina)	Treinar todas as pessoas para a prática contínua do 5S, para que esta se torne um hábito dentro da organização.

Os 5S podem, então, ser descritos como uma ferramenta de organização do espaço de trabalho, de forma limpa, eficiente e segura (Veres, Marian, Moica & Al-Akel, 2018)

Com a implementação do sistema 5S, é possível identificar os principais benefícios para a organização, tais como, o aumento da qualidade de produtos ou serviços, a obtenção de um ambiente de trabalho limpo e mais seguro, redução de custos, aumento do sentido de responsabilidade das pessoas e redução de desperdício (Veres et al., 2018).

Normalização do trabalho

A normalização dos procedimentos de trabalho, do inglês *standard work*, é descrita como uma ferramenta lean, desenvolvida nos anos cinquenta por Ohno (Oliveira, Sá, Fernandes, 2017). Esta ferramenta tem o objetivo de normalizar e padronizar a sequência na execução de cada ação num posto de trabalho da organização, garantindo que os procedimentos de trabalho são executados repetindo o mesmo padrão, independentemente do indivíduo que realiza a ação (Antoniolli, Guariente, Pereira, Ferreira, & Silva, 2017).

A padronização do trabalho, fixa o objetivo da utilização de menos recursos humanos, visando o aumento da produtividade (Monden, 2011). Esta ferramenta auxilia na manutenção da metodologia *lean* implementada, reforçando o processo de melhoria contínua (Kocaküläh, Brown & Thomson, 2008).

As organizações congregam grande parte do conhecimento em cada vez menos recursos, situação motivada pela partilha do conhecimento dos processos apenas pelos recursos diretamente envolvidos na atividade, mas também, força do mercado de trabalho atual, bem como, da resistência na partilha de conhecimento por parte dos colaboradores, levando a dificultar a redução de desperdícios, assim como, tornado o processo de aprendizagem lento e complexo. Assim, a padronização e documentação dos procedimentos de trabalho, o conhecimento fica disponível para todas as pessoas da organização, criando um ambiente de melhoria contínua (Liker, 2006).

Em acréscimo aos benefícios supramencionados, existem ainda outras vantagens na adoção desta ferramenta (J. Oliveira et al., 2017):

- Redução da variabilidade – o trabalho torna-se estável e mensurável;
- Redução de custos – reduzem-se os custos associados a procedimentos de trabalho ineficientes;
- Melhoria da qualidade – antes da normalização, a mesma operação era realizada de forma diferente conforme a pessoa, o que implicava que a probabilidade de defeitos era grande. Após a normalização, isto já não acontece;
- Envolvimento do trabalhador – a relação do operador com o trabalho torna-se mais positiva, já que os erros passam a acontecer por causa do sistema e não da pessoa, quando o procedimento está normalizado.

É, portanto, possível deduzir que esta ferramenta não se reduz à documentação dos procedimentos de trabalho. Similarmente é uma ferramenta que fomenta, nas organizações onde é implementada, um espírito de melhoria contínua, uma vez que não é permanente, mesmo que os processos pareçam otimizados (Martin & Bell, 2017).

Melhoria Contínua

O *Kaizen* é uma metodologia criada por Masaaki Imai (1991), sendo a palavra japonesa que significa melhoria contínua.

Melhoria contínua significa estar o tempo todo insatisfeito com o *status quo*, a fim de identificar problemas e encontrar soluções possíveis (Stewart & Raman, 2007). A metodologia é baseada em três regras básicas: a limpeza, a normalização do trabalho e a eliminação dos desperdícios (Rawabdeh, 2005).

O objetivo principal desta metodologia visa a eliminação dos desperdícios e das atividades que não acrescentam valor, na perspectiva do cliente (Imai, 1991).

A implementação da metodologia *Kaizen*, é sustentada no ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA), ferramenta idealizada por Shewhart e divulgada por Deming. O PDCA (Figura 7) é uma metodologia cíclica e como tal, promove sempre a melhoria contínua (Scyoc, 2008). Na primeira fase do ciclo PDCA, *Plan* (planejar) estabelecem-se os objetivos e as metas a alcançar e seleciona-se o plano de melhoria que vai ser posto em prática. Na segunda fase, *Do* (fazer) põem-se em prática as atividades que constavam do plano de melhoria. Na terceira fase, *Check* (verificar) verifica-se se os resultados obtidos estão de acordo com os resultados esperados. Na última fase, *Act* (atuar) fazem-se as correções necessárias para quando se iniciar um novo ciclo se possa fazer um novo plano sem se recair nos mesmos erros.

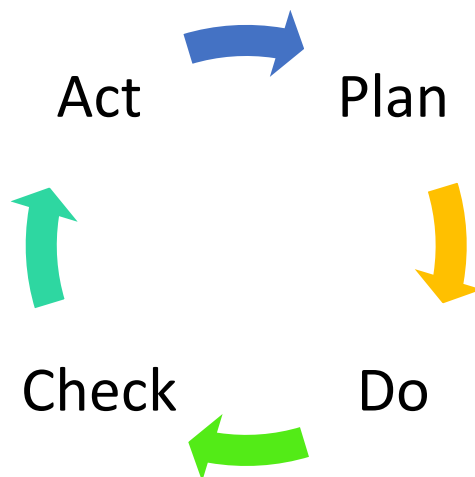


Figura 7 - Ciclo PDCA

Para a implementação de um processo de melhoria contínua, é necessário percorrer as seguintes etapas (Gupta & Jain, 2014):

- Definição da área a melhorar;
- Análise e seleção do problema;
- Identificação da causa a melhorar;
- Implementação do projeto de melhoria;
- Medição, análise e comparação de resultados;
- Uniformização do sistema.

Apenas com a participação de todos os elementos da organização, é possível implementar pequenas alterações que induzam melhoria na procura da perfeição, a melhoria contínua (Maarof & Mahmud, 2016).

Assim, os principais benefícios da implementação desta metodologia são (Manos, 2007):

- Poupança de dinheiro;
- Poupança de tempo (que leva à poupança de dinheiro);
- Menor distância percorrida;
- Menor necessidade de colaboradores;
- Tempo de ciclo reduzido;
- Menos etapas no processo;
- Redução do stock.

Mapeamento do Fluxo de Valor

O mapeamento do fluxo de valor, do inglês *Value Stream Mapping*, é uma ferramenta *lean*, que permite a análise do sistema produtivo (Rother & Shook, 1999). Esta ferramenta, tem como objetivo a representação da totalidade da cadeia de valor, permitindo a identificação dos fluxos de materiais e informação, tomando a visão desde o início ao fim do processo, ou seja, desde a matéria-prima, como sendo o produto entregue pelos fornecedores, até à expedição, como sendo a entrega ao cliente do produto final da organização (Rother & Shook, 1999).

Com esta ferramenta é possível realizar uma análise holística do processo produtivo, sem risco de focar apenas num sector ou fragilidade reconhecida previamente, permitindo a identificação dos desperdícios existentes na cadeia de valor.

Para o desenvolvimento do VSM é necessário recorrer a uma sequência de etapas (Figura 8).

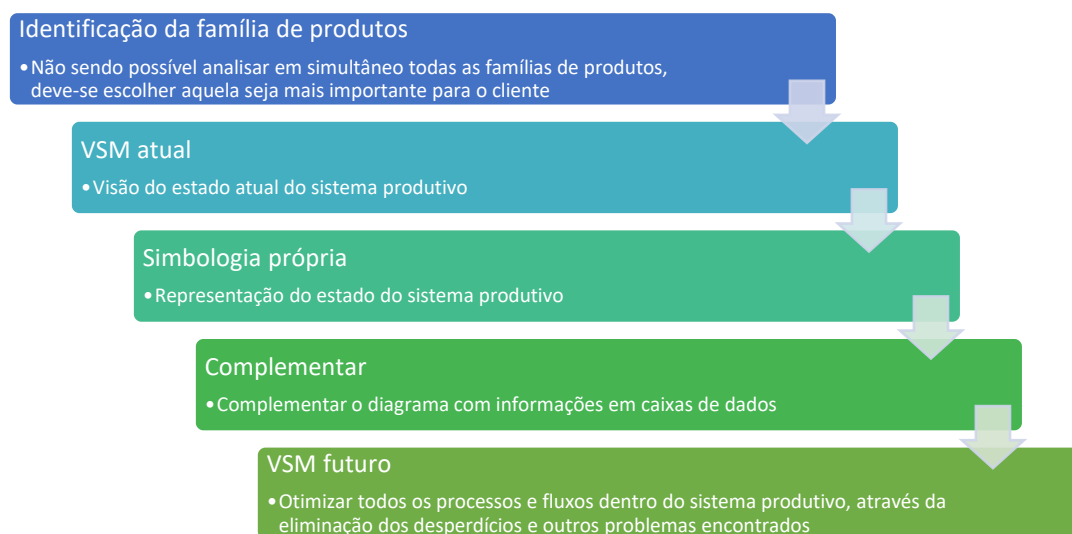


Figura 8 - Etapas para elaboração do VSM, adaptado (Rother & Shook, 1999)

Conforme indicado previamente, para a elaboração do VSM, é necessária a adoção de uma simbologia específica (Figura 9).

















Símbolos do VSM			
 Processo	 Fornecedor / Cliente	 Inventários	 Camião de transporte
 Caixa de dados	 Seta produção <i>push</i>	 Seta produção <i>pull</i>	 Evento Kaizen
 Fluxo de informação eletrónico	 Fluxo de informação manual	 Supermercado	 Stock de segurança
 Kanban de produção	 Kanban de levantamento	 Posto kanban	 Heijunka box

Figura 9 - Simbologia a utilizar no VSM, adaptado (Rother & Shook, 1999)

Por fim, após a definição do fluxo e identificação com a simbologia própria, procede-se ao complemento do diagrama com a informação necessária em caixas de texto ou dados, esta informação pode ser (Rother & Shook, 1999):

- Tempos de ciclo
- Tempos de troca de ferramenta
- Lead time
- Disponibilidade
- Número de turnos trabalhado
- Número de operadores
- Tamanho do lote

Por fim, procede-se ao desenvolvimento do VSM que reflete o estado futuro, também denominado como *Value Stream Design (VSD)*. A representação do estado futuro tem como objetivo otimizar todos os processos e fluxos dentro do sistema produtivo, através da eliminação dos desperdícios e outros problemas encontrados (Rother & Shook, 1999). Por último, cria-se um plano de trabalhos que demonstra como se atingirá o estado futuro.

3. CASO DE ESTUDO

Este capítulo, subdivido em três temas principais, inicia-se com uma breve descrição da empresa, a sua missão e valores, bem como os produtos e mercados abrangidos. No segundo tema, é abordado o projeto em questão, localização, caracterização e alcance do fornecimento, a sua estrutura organizacional e o processo produtivo. Por fim, identificam-se os principais problemas identificados no processo, descrevendo as suas dificuldades.

3.1. A Empresa

Para o desenvolvimento do estágio, parte integrante do Mestrado em Engenharia Mecânica, ramo de Gestão Industrial, foi escolhida a empresa ANDRITZ HYDRO Unipessoal, Lda., entidade portuguesa da ANDRITZ.

Contextualizando, a Andritz AG é uma empresa austríaca que foi fundada em 1852 em Graz, Áustria, sob o nome "Maschinenfabrik Andritz". Ao longo da sua história, a empresa passou por várias mudanças e expansões e tornou-se numa das líderes globais na indústria de tecnologias e serviços de engenharia.

A Andritz opera principalmente nos setores de tecnologia de processos, separação sólido-líquido, automação e sistemas de acionamento, fornecendo equipamentos, sistemas e serviços para várias indústrias, incluindo a do papel e celulose, produção de energia de fonte hídrica, metalúrgica, tratamento de água e efluentes, alimentar e outras indústrias especializadas.

Alguns dos principais concorrentes da Andritz incluem empresas como a Voith Group, Valmet, Siemens e GE Power.

A empresa é reconhecida pelas tecnologias avançadas e produtos inovadores. Alguns dos produtos e serviços oferecidos pela Andritz incluem:

- Equipamentos para a indústria do papel e celulose, como máquinas de papel, sistemas de reciclagem de papel e equipamentos de preparação de polpa;
- Sistemas de automação e controlo para várias aplicações industriais;
- Equipamentos para aproveitamentos hidroelétricos, incluindo turbinas hidráulicas, geradores, sistemas de automação e controlo, condutas e subestações;
- Tecnologias de separação sólido-líquido, como centrífugas e filtros;
- Soluções de tratamento de água e efluentes;
- Equipamentos para a indústria de metais, incluindo laminação a frio e a quente e equipamentos de fundição.

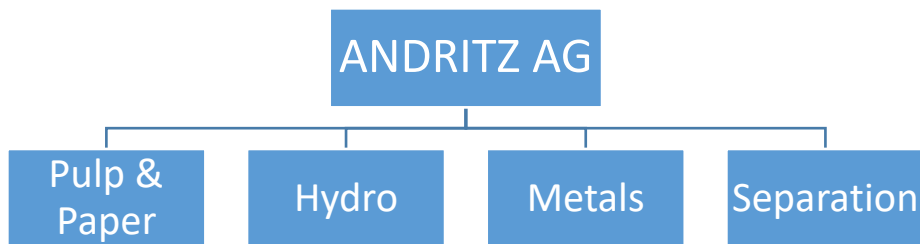


Figura 10 - Divisões da ANDRITZ AG

Assim, como se pode observar pela Figura 10, a Andritz AG está segmentada em quatro divisões, *Pulp & Paper*, *Hydro*, *Metals* e *Separation*. Destas, a *Hydro* é a divisão que se concentra nas tecnologias e serviços relacionados à produção de energia hidroelétrica e gestão de recursos hídricos. A empresa desempenha um papel importante no setor da geração de energia a partir de água e na gestão sustentável dos recursos hídricos.

Tendo as suas raízes na indústria da energia hídrica, a empresa tem uma história rica e remonta ao início do século XIX, iniciando com a empresa Finnshtytan, quando a sua operação começou na Áustria.

Na Figura 11, é visível o percurso da empresa, com as incorporações e alterações até à presente data. Sendo parte do grupo Andritz, é uma empresa global de fornecimento de tecnologia e serviços de engenharia, sendo uma das líderes mundiais na sua área de atuação.



Figura 11 - Percurso M&A Andritz Hydro

Sob o lema “*from water to wire*”, da água até à linha, podemos observar na Figura 12 a diversidade de produtos fornecidos, fabricados e instalados pela empresa, especificamente nas centrais hidroelétricas.

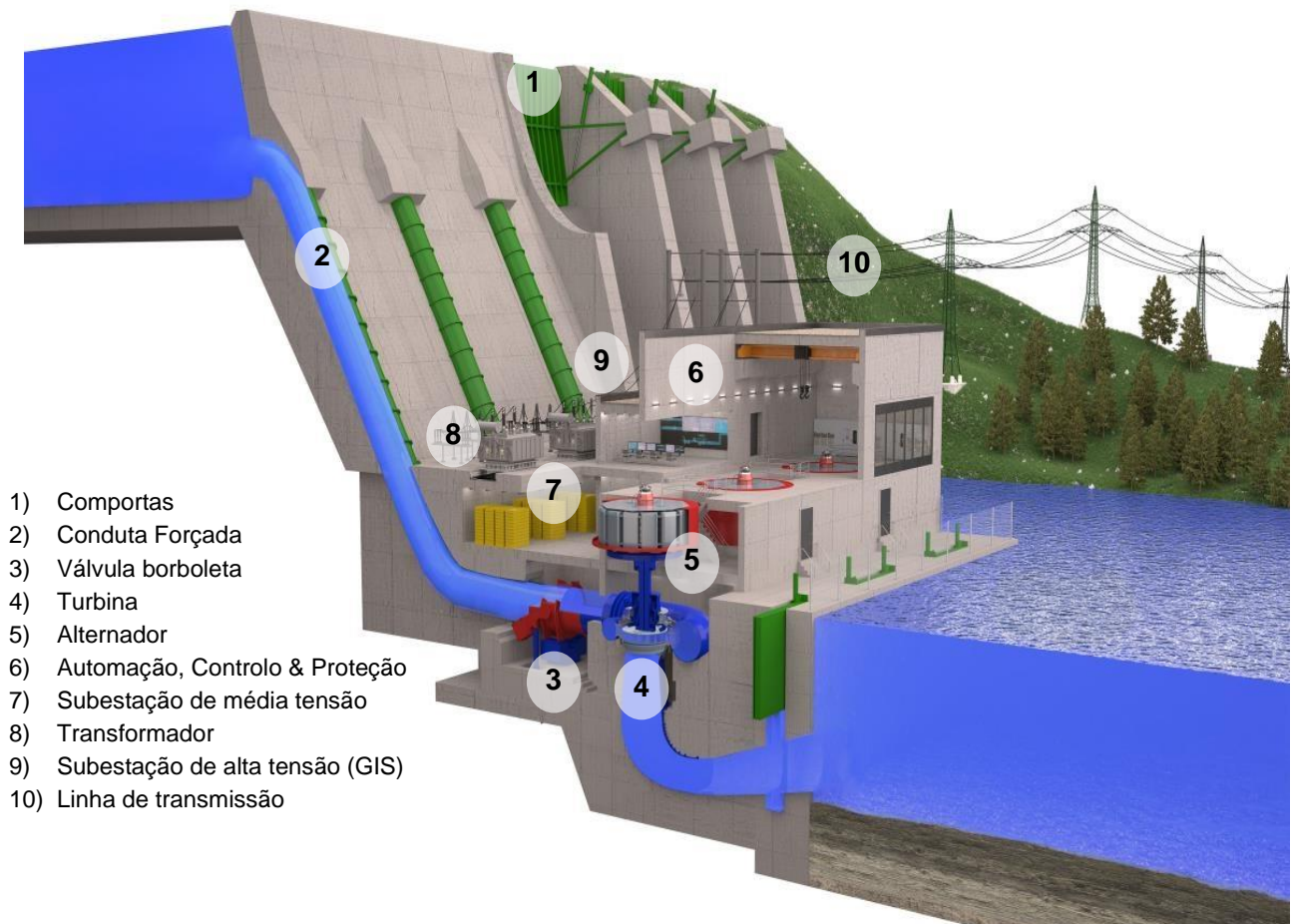


Figura 12 - Variedade de fornecimento da ANDRITZ HYDRO

3.1.1. Missão e Valores

O GRUPO ANDRITZ baseia o seu sucesso na sua capacidade de se adaptar a um mundo em constante mudança, mantendo inalterada a identidade central e a sua missão: possibilitar o sucesso dos seus clientes por meio de soluções de engenharia inovadoras e de qualidade, com um impacto positivo para as indústrias-chave e para o planeta.

A ANDRITZ combina o poder de todas as áreas de negócio e mostra ao mundo o que a empresa é e tem sido ao longo de muitas décadas: líder global em engenharia apaixonada e inovadora.

DECLARAÇÃO DE VISÃO – Para onde quer ir

Nos mercados por si escolhidos, a empresa líder global na procura de soluções de engenharia inovadoras. Como líderes em tecnologia e qualidade, cria valor sustentável para os seus clientes e acionistas, garantindo assim a continuidade do seu crescimento rentável a longo prazo.

DECLARAÇÃO DE MISSÃO – Por que faz o que faz

Impulsiona o sucesso dos seus clientes por meio de soluções de engenharia e serviços inovadores e de qualidade, formando relacionamentos sólidos e sustentáveis - com um impacto positivo para indústrias-chave e para o planeta. O mundo continua a mudar, a paixão da empresa permanece a mesma.

PROMESSA DE MARCA – ENGENHARIA DE SUCESSO

Uma promessa da marca feita aos seus clientes, acionistas e funcionários.

Os Valores da ANDRITZ**PAIXÃO**

Amam o que fazem. A capacidade de extrair o melhor da organização e da sua tecnologia é o que os destaca. Os tempos e as tecnologias mudam, mas paixão da organização mantém-se presente.

PARCERIA

A confiabilidade, a integridade e o respeito são fundamentais na filosofia, funcionando como parceiros. Com uma abordagem especial de pragmatismo tradicional, continua acessível, genuína e em pé de igualdade com todas as partes interessadas. Chama a isso de "parceria ANDRITZ".

PERSPECTIVAS

A ANDRITZ está constantemente a criar perspectivas para a empresa, para si mesma e para os seus clientes. Com base num poder intrínseco de inovação e espírito empreendedor, explora e encontra novos caminhos e tecnologias promissoras e soluções para o futuro, construindo e vivendo parcerias sustentáveis todos os dias.

VERSATILIDADE

Está disposta e capaz de enfrentar novos desafios, muitas vezes inesperados, e lidar com eles de forma flexível e criativa. Essa versatilidade ajuda a alcançar os seus objetivos e permite aceitar os desafios - para os seus clientes e para a própria organização.

3.1.2. Produtos e Mercados

A Andritz Hydro oferece uma ampla gama de produtos, soluções e serviços relacionados com a energia hidroelétrica, incluindo:

- Turbinas Hidráulicas: A empresa projeta e fabrica turbinas hidráulicas altamente eficientes para centrais hidroelétricas de diferentes tipos e tamanhos. Essas turbinas são projetadas para converter a energia da água em eletricidade de forma eficaz e sustentável.
- Geradores: A Andritz Hydro também fornece geradores elétricos que trabalham em conjunto com as turbinas para produzir eletricidade.
- Equipamentos e Sistemas de Controle: A empresa oferece sistemas de controle e automação para otimizar o funcionamento das centrais hidroelétricas, que melhoram a eficiência e a confiabilidade na produção de energia.

- Serviços de Manutenção e Modernização: Além da instalação de equipamentos, a Andritz Hydro oferece serviços de manutenção, reparação e modernização para centrais hidroelétricas, ajudando a prolongar sua vida útil e melhorar o seu desempenho.
- Sistemas de Tratamento de Água e Recursos Hídricos: A Andritz Hydro também oferece soluções para o tratamento de água, gestão de recursos hídricos e controlo de cheias ou inundações, contribuindo para a gestão sustentável dos recursos hídricos.

3.1.3. A empresa em Portugal

A Andritz Hydro Unipessoal, Lda., é uma empresa portuguesa detida a 100% pela Andritz AG, com o objetivo de dar suporte ao mercado Português e Espanhol, com especial enfoque na divisão HYDRO e, portanto, para a instalação dos equipamentos hidromecânicos do GRUPO ANDRITZ na Península Ibérica.

A empresa tem aproximadamente 80 colaboradores prestando, entre outros, os serviços de Instalação e Comissionamento, tal como descrito na Figura 13, exclusivamente para as empresas dentro do GRUPO ANDRITZ.

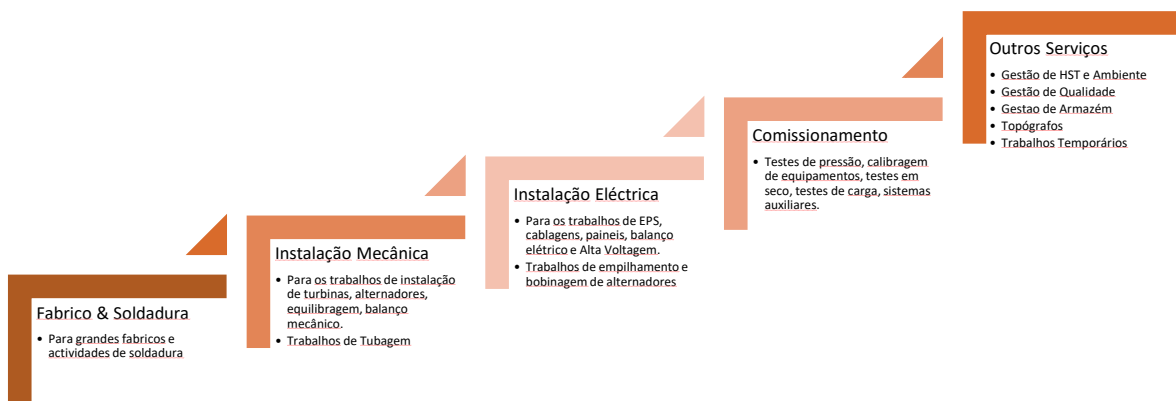


Figura 13 - Principais serviços da Andritz Hydro Unipessoal, Lda.

Dos colaboradores na empresa, cerca de 50% são quadros intermédios ou superiores, sendo os restantes 50%, colaboradores de mão de obra qualificada.

3.2. O Projeto

Para a realização do estágio foi acompanhado e analisado um dos principais projetos ativos da empresa, “Fornecimento e Montagem da Conduta Forçada de Gouvães”.

A importância da análise deste projeto prende-se com perspectiva de execução em 2023 de um projeto semelhante no Senegal, denominado Sambangalou, pelo que podem ser aplicadas e melhoradas as propostas de melhoria identificadas e potencialmente implementadas, avindas da análise do presente projeto.

3.2.1. Identificação e Caracterização do Projeto

A Conduta Forçada de Gouvães, é parte integrante do Aproveitamento Hidroelétrico de Gouvães, que por sua parte está incluído no Aproveitamento Hidroelétrico do Tâmega, sendo este um projeto de geração de energia hidroelétrica localizado na bacia do rio Tâmega, em Portugal.

Este projeto é parte do programa de desenvolvimento de energia hidroelétrica do país e visa aproveitar o potencial hídrico da região para gerar eletricidade limpa e renovável.

O Aproveitamento Hidroelétrico do Tâmega, detido e desenvolvido pela IBERDROLA, está localizado nos rios Tâmega e Torno, na região noroeste de Portugal, abrangendo vários municípios, incluindo Ribeira de Pena, Chaves, Valpaços e Boticas, na Figura 14, é observável um esquema do funcionamento do Sistema Electroprodutor do Tâmega.



Figura 14 - Esquema da Sistema Electroprodutor do Tâmega

A Iberdrola soma ao complexo hidroelétrico do Tâmega, dois parques eólicos que o tornam numa das maiores iniciativas energéticas da história do país.

A denominada giga bateria do Tâmega, prevê um investimento superior a 2 mil milhões de euros, onde se incluem a construção de três barragens e três centrais hidroelétricas (Gouvães, Daivões e Alto Tâmega) com uma capacidade conjunta de 1.158 MW. Os dois parques eólicos chegarão aos 300 MW instalados. Esta potência total instalada significará cerca de 6% da energia consumida na totalidade do país.

O aproveitamento hidroelétrico de Gouvães terá uma potência instalada de 880 MW, graças às suas quatro turbinas reversíveis de 220 MW cada e aproveita uma queda bruta máxima de 665 m entre a albufeira superior (Gouvães) e a inferior (Daivões).

Um dos pontos-chave deste projeto, o sistema de bombagem, fundamental salvaguarda para o sistema elétrico, permite, graças à sua grande flexibilidade, a resposta às variações da procura e do seu contributo para o aproveitamento máximo da energia renovável, reforçando a utilização da energia eólica, visto que permite armazenar energia, através do enchimento de uma albufeira superior, por bombagem de água, em momentos de menor procura. Esta água será novamente

utilizada, em momentos de maior procura, e enviada para uma albufeira inferior gerando, assim, energia.

Parte integrante da Central de Gouvães, é a conduta forçada, integrada no circuito hidráulico do aproveitamento hidroelétrico de Gouvães, tal como a Figura 15 identifica, e que permite a passagem da água armazenada na albufeira de Gouvães, até à albufeira de Daivões, em modo turbina, produzindo energia na Central de Gouvães. No funcionamento em bomba, a passagem da água será em sentido contrário.

Esta conduta forçada, com um peso estimado de 11,800 toneladas, construída em aço, tem um comprimento total superior a 2,800 metros, se tivermos em conta todas as suas ramificações, e diâmetros que variam entre 2.8 e 6 metros.

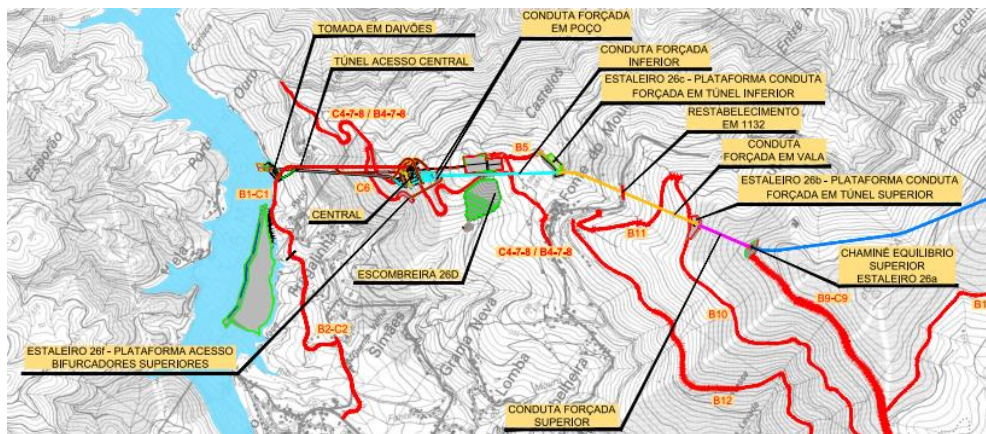


Figura 15 - Perspetiva geral da Conduta Reforçada de Gouvães

A Conduta Forçada de Gouvães está repartida em trechos com as seguintes características genéricas:

- Trecho 1 (F1-F3): Este trecho consiste principalmente em um trecho reto de seção circular ($\varnothing 6,00\text{m}$) com um comprimento desenvolvido de aproximadamente 320 m, terminando em um cotovelo do mesmo diâmetro.
- Trecho 2 (F3 - F12): Este trecho começa imediatamente a jusante do cotovelo do trecho anterior, com uma redução cônica para $\varnothing 5,40\text{ m}$ e um trecho de tubagem do mesmo diâmetro, percorrendo toda a extensão da vala, com um comprimento desenvolvido de aproximadamente 800 metros, até a entrada do túnel inferior.
- Trecho 3 (F12 - F14): Este trecho consiste principalmente em um trecho de tubulação com diâmetro de $\varnothing 5,40\text{ m}$ e um comprimento desenvolvido de aproximadamente 600 metros, uma bifurcação de $\varnothing 5,40\text{ m}$ para $2 \times \varnothing 3,80\text{ m}$, terminando em 2 cotovelos que conduzem ao trecho vertical.
- Trecho 4 (F14 - F15): Este trecho consiste em 2 trechos verticais com diâmetro de $3,80\text{ m}$ e um comprimento de 280 m cada. Estes trechos iniciam com cotovelos de $\varnothing 3,80\text{ m}$.
- Trecho 5 (F15 - F18): Este trecho consistirá em dois (2) cotovelos de $\varnothing 3,80\text{ m}$, seguidos por duas (2) bifurcações com redução para $\varnothing 2,80\text{ m}$ (F16). A partir das quatro (4) saídas dessas bifurcações, serão instalados quatro (4) trechos terminais retos de tubagem até as válvulas esféricas.

3.2.2. Estrutura Organizacional do Projeto

Para o desenvolvimento deste projeto, a empresa tem um padrão de estrutura, que inclui as posições de suporte e em obra, conforme sintetizado na Figura 16, a estrutura é liderada pelo Gestor Projeto que é responsável pela comunicação entre a Andritz e o Cliente, com o suporte técnico dos departamentos de Sistema e Instalação.

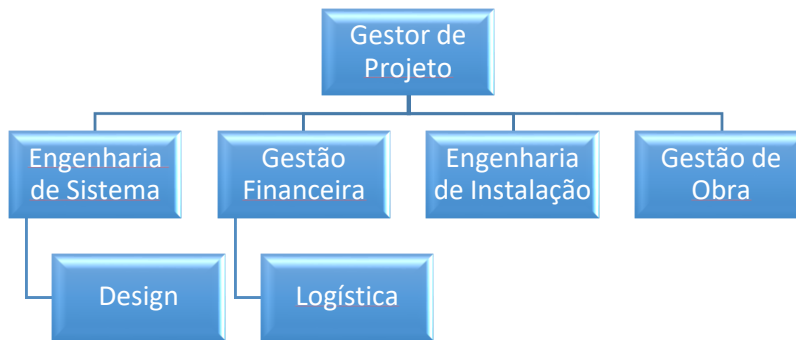


Figura 16 - Organograma projeto Conduta Reforçada Gouvães

3.2.3. Estrutura Organizacional em Obra

Para a atividade em obra, é estruturada uma equipa que permita dar resposta às necessidades de fabrico lideradas pela Gestão de Obra e suportadas pelas equipas de Qualidade, Ambiente e Segurança.

Conforme está indicado na Figura 17, a equipa em obra, é liderada pelo Gestor de Obra (*Site Manager*), o qual é responsável pelo bom desenrolar de todas as atividades em obra e reportar ao Gestor de Projeto, conforme indicado anteriormente.

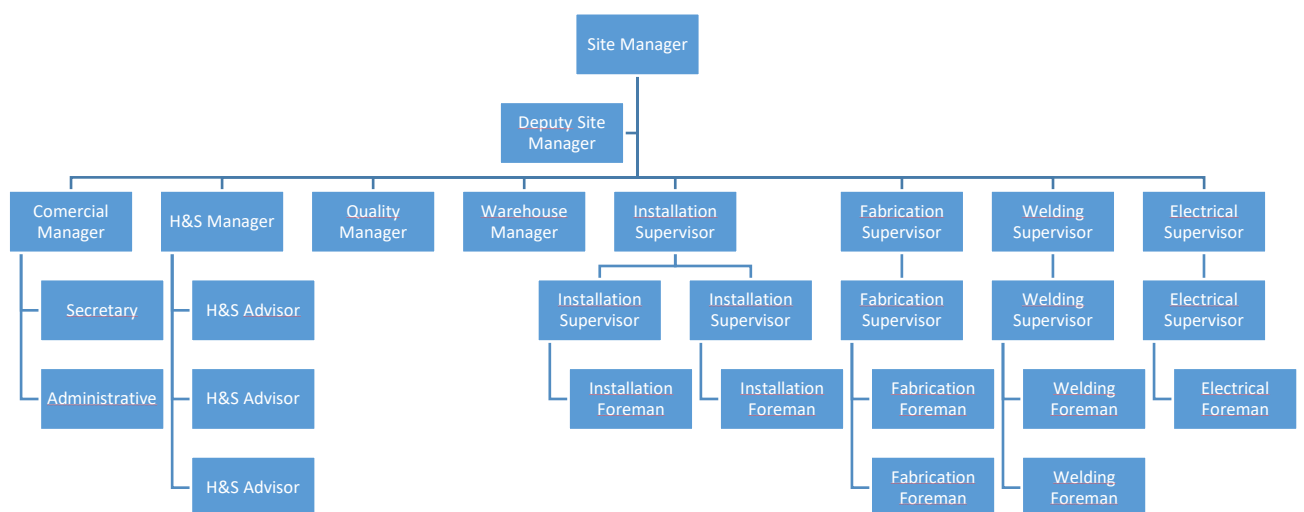


Figura 17 - Organograma da estrutura em obra

Para a execução dos trabalhos, existem equipas definidas de instalação, fabrico e soldadura, lideradas pelos respetivos supervisores com suporte dos encarregados e chefes de equipa de cada secção.

Em paralelo, os processos, de qualidade, ambiente, segurança e administrativos, são realizados por equipas dedicadas, que respondem ao Gestor de Obra, ou ao Gestor de Obra adjunto.

Por fim, existe uma equipa de manutenção que é, também, responsável pela instalação elétrica, esta equipa é liderada por um Supervisor com o suporte dos seus encarregados e chefes de equipa.

3.2.4. O Processo Produtivo

Para o fornecimento do alcance anteriormente indicado, foi considerado o fabrico no local de todos os componentes, com exceção dos bifurcadores pois a espessura do aço destes equipamentos ultrapassa a capacidade da calandra a instalar em estaleiro.

Assim, foi montado um estaleiro para o fabrico dos troço da Conduto Forçada, bem como o seu armazenamento até ao transporte para as frentes de trabalho e, finalmente, a respetiva instalação de cada troço.

De forma resumida, podemos dividir o processo produtivo nas seguintes fases:

1. Receção e armazenagem das placas;
2. Curvatura das Placas;
3. Soldadura Longitudinal;
4. Soldadura Circunferencial;
5. Acabamento;
6. Transporte;
7. Instalação.

Receção e armazenagem das placas

As placas de aço são rececionadas pelo Responsável de Armazém e Supervisor de Fabrico, sendo de seguida armazenadas no estaleiro, conforme a distribuição da Figura 18.

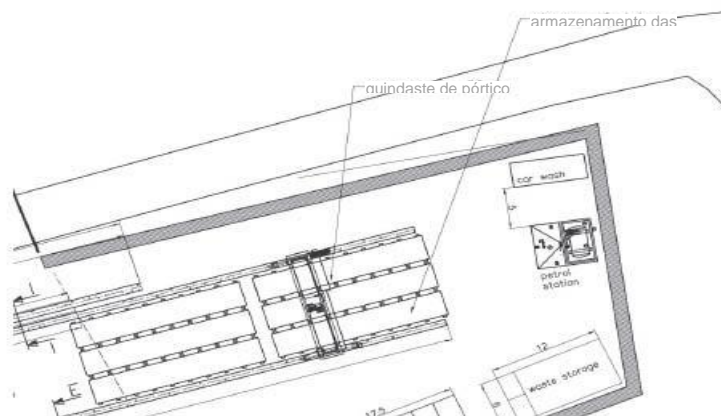


Figura 18 - Local de Armazenamento no Estaleiro

São utilizadas vigas de madeira para evitar o contacto entre as placas e o chão e entre cada placa. A altura máxima para as pilhas de placas é de aproximadamente 3 metros, conforme a Figura 19.



Figura 19 - Placas em armazém

De seguida, as placas de aço seleccionadas pelo Supervisor ou pela Gestão de Obra, de acordo com as condições de fabrico ou necessidades de instalação, estas chapas são elevadas com o pórtico rolante utilizando uma viga de carga de 20T ou balancim, que está disponível no local para este objetivo e transportadas para a zona da calandra, para se iniciarem as operações de curvatura das chapas.

Processo de Curvatura

A placa é elevada com recurso ao pórtico rolante e deslocada para o sistema de transporte da calandra.

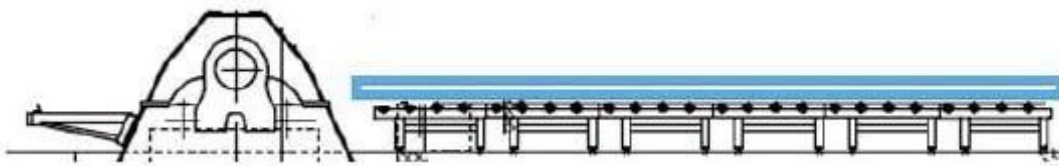


Figura 20 - Posição da placa no sistema de transporte

A operação de curvatura das placas segue o esquema indicado na Figura 21, iniciando-se com a entrada das placas de chapa na calandra, de seguida, os rolos da calandra de forma progressiva procedem à curvatura da chapa até culminar num tubo com a curvatura pretendida.

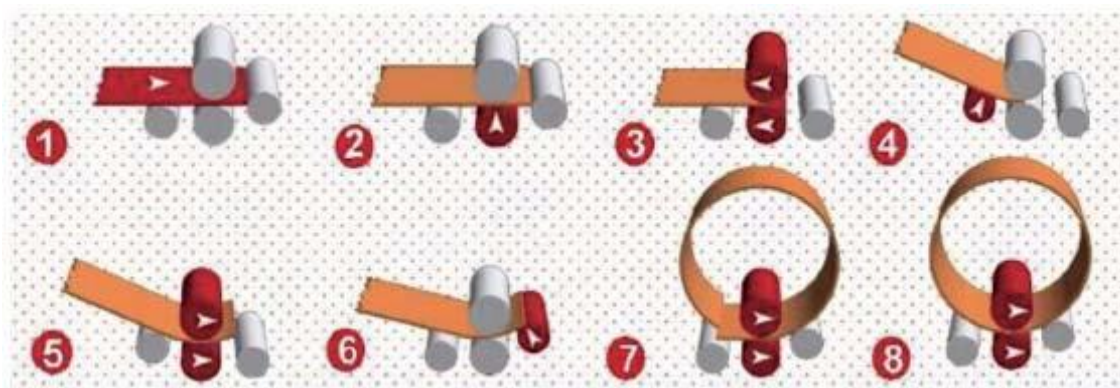


Figura 21 - Esquema de curvatura de chapa

Toda a operação de curvatura, é acompanhada pela presença dos técnicos especializados, garantido a boa execução e conformidade na operação, conforme é visível na Figura 22.



Figura 22 - Operação da máquina de calandra

Após a operação de curvatura é realizado um controlo dimensional sobre o tubo, em caso de estar conforme segue para a operação seguinte, caso seja necessário retificar, é devolvido à calandra.

Processo de Soldadura Longitudinal

Os tubos são, depois, elevados com um pórtico rolante e as necessárias condições para os deslocar em condições de segurança, para a oficina de soldadura, sendo este tubo pousado nos carris existentes e seguindo o esquema de transporte da Figura 23.

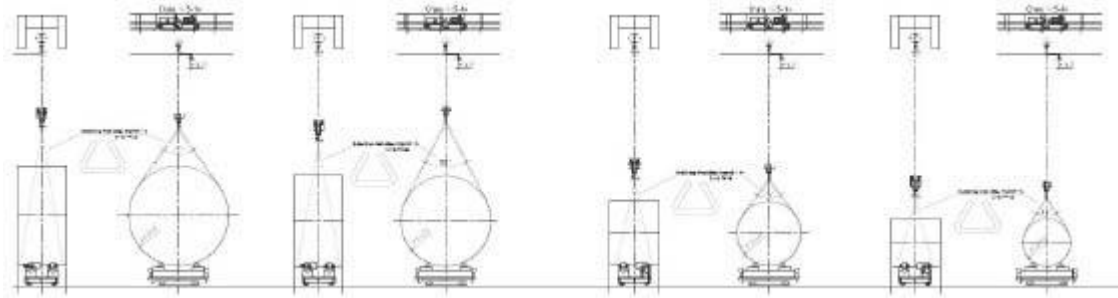


Figura 23 - Esquema de elevação de tubos

Após a colocação do tubo na devida posição, com recurso aos carris, o tubo fica disponível para a operação de soldadura longitudinal que vai “fechar” o tubo, com recurso ao processo de arco submerso.

Nesta etapa do processo fabricam-se, maioritariamente, tubos com 3 metros de comprimento, dos mais variados diâmetros em função das necessidades para as frentes de trabalho e melhor utilização das oficinas em estaleiro.

Para os processos de soldadura, estão instaladas plataformas denominadas, torres de fabricos, conforme representado na Figura 24.

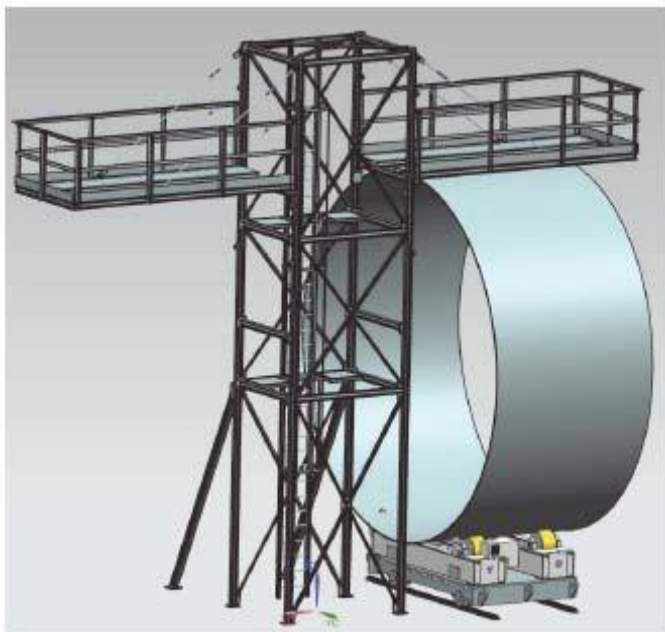


Figura 24 - Torre de fabrico

Após terminada a soldadura longitudinal, é iniciada a inspeção visual e ensaios não destrutivos (END) para garantir a conformidade da operação, permitindo o avanço no processo, ou devolução para reparação.

Processo de Soldadura Circunferencial

Após o término da operação de soldadura longitudinal, inicia-se à operação de soldadura circunferencial, com o objetivo de juntar dois, ou mais, dos tubos fabricados no processo anterior.

Para isso, as partes curvadas e soldadas longitudinalmente são deslocadas com o pórtico rolante e transportadas no sistema de carris para a oficina seguinte.

Dentro da oficina, as peças são unidas e alinhadas e são instalados os anéis de encosto e de reforço necessários. A montagem do tubo é feita com o auxílio de posicionadores que permitem que o tubo possa ser ajustado ou nivelado, conforme as necessidades.

Cada seção do tubo, geralmente duas seções com 3m de comprimento cada, é alinhada de acordo com o seu desenho, utilizando o esquema indicado na Figura 25, permitindo, depois, o sistema de encaixe funcionar, sendo, assim, assegurado o alinhamento correto dos tubos. De seguida, é iniciada a soldadura circunferencial dos tubos.

Este processo é repetido até se obterem tubos com 9 ou 12 metros de comprimento.

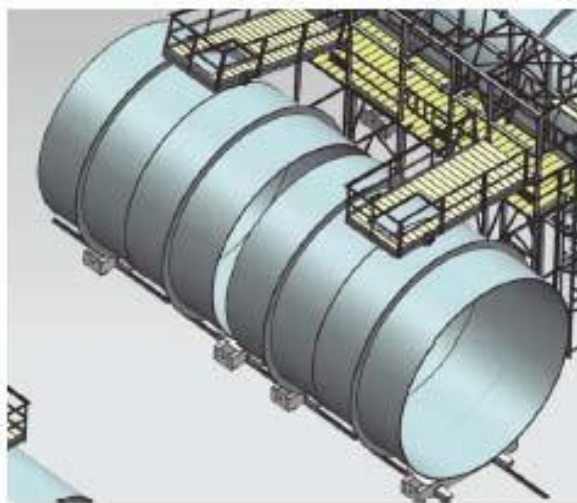


Figura 25 - Exemplo de plataforma soldadura circunferencial

Com as operações de soldadura terminadas, são realizados controlos dimensionais e END's.

Acabamento

Após a verificação da conformidade, o tubo, montado e soldado, é deslocado para fora da zona de oficina de soldadura circunferencial, sendo transportado para a zona de acabamento e no rodador de tubos (posicionadores) são verificados todos os requisitos necessários, tais como:

- Retificação;
- 48 horas de tempo de espera após a soldadura;
- END tal como definido nos procedimentos;
- Trabalho de reparação, se necessário.

Depois de passar os ensaios com sucesso, o tubo é novamente elevado e deslocado para a área de armazenamento, que está localizado a montante das oficinas, conforme Figura 26.

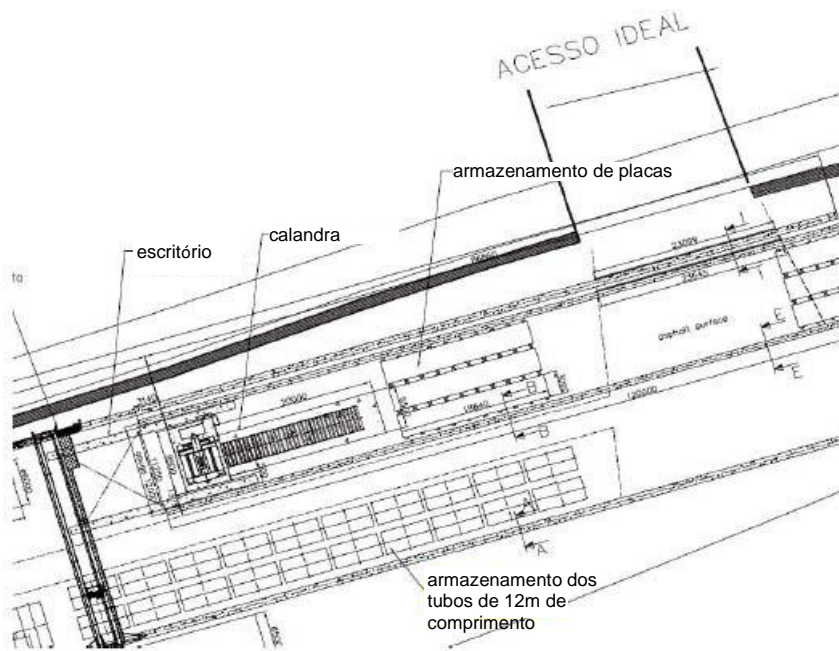


Figura 26 - Zona de Armazenamento dos tubos

O tubo é, então, pousado sobre blocos de madeira e, de forma a assegurar que não se move, são aplicados os calços em ambos os lados. Estes tubos ficam na zona de armazém até serem transportados para as frentes de obra para se proceder à sua instalação.

Transporte

Para o transporte dos tubos, com o material necessário, carregam-se os tubos no camião e reboque, recorrendo ao pórtico rolante disponível no estaleiro.

A carga é colocada nos berços de transporte previamente fixados ao chassi do camião ou reboque, conforme Figura 27.

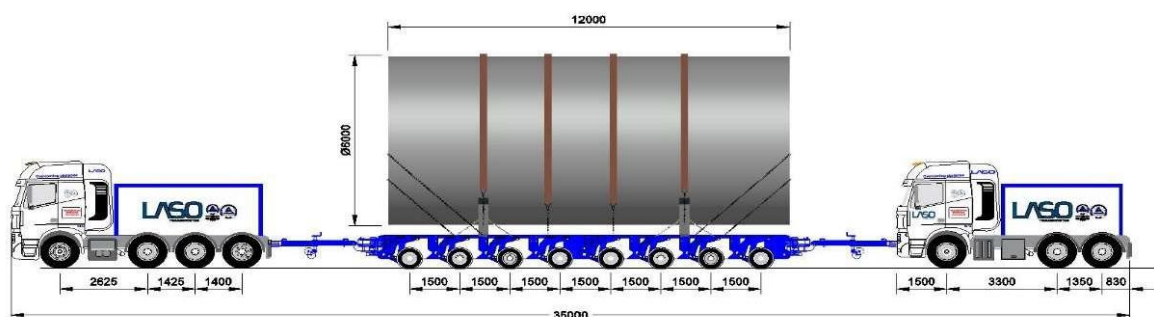


Figura 27 - Diagrama de transporte dos tubos

Instalação

Após o transporte é iniciada a instalação do tubo na frente de trabalho, esta operação é realizada em três etapas:

– Etapa 1 – Posicionamento do tubo

Efetua-se o movimento descendente do tubo para a trincheira com o carro de transporte, até se aproximar do tubo já instalado.

De seguida procede-se à instalação dos macacos hidráulicos no tubo de forma a ser possível ajustar o posicionamento.

– Etapa 2 – Remoção das plataformas de transporte

Inicia-se a montagem e acerto dos dois tubos com apoio de macacos hidráulicos instalados no interior pelo interior do tubo, quando terminado o processo de alinhamento, as plataformas de trabalho são removidas para as restantes posições de montagem de tubos.

– Etapa 3 – Soldadura

Depois do ajuste final dos tubos, as plataformas de montagem são movidas para os próximos tubos, e a plataforma de soldadura é movida e posicionada na respetiva junta, sendo a soldadura realizada pelo interior.

Posteriormente, e assim que a temperatura permitir, fazem-se os primeiros testes de Ultrassons (UT) e Partículas Magnéticas (MT). Se nada aparecer, é removido o sistema de pré-aquecimento. São, depois, necessárias 48 horas de espera para se poderem iniciar os testes finais de END's.

Após a validação dos ensaios realizados, é considerada a instalação terminada.

3.2.5. Estaleiro

Parte fundamental do projeto é a criação do estaleiro para o fabrico e armazenamento dos tubos.

Foi montado um estaleiro em zona próxima às frentes de trabalho, especificamente na localidade de Bustelo, com a localização indicada na Figura 28, concelho de Vila Pouca de Aguiar.

Esta zona exclusiva, foi indicado pela Iberdrola, onde foram instaladas os necessários edifícios e equipamentos.

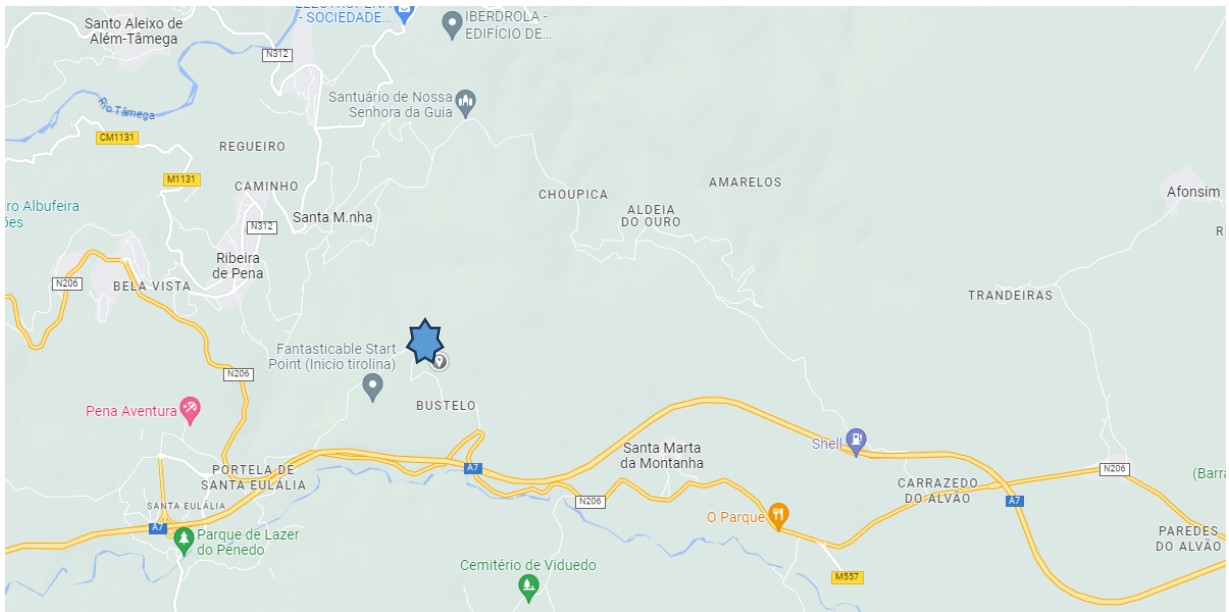


Figura 28 - Localização Estaleiro Andritz, imagem do Google Maps

O terreno para a edificação do estaleiro foi cedido pela entidade municipal local, no qual não tinha qualquer infraestrutura instalada, conforme é visível na Figura 29.



Figura 29 - Zona destinada à implementação do estaleiro, antes de qualquer edificação

Foram então instaladas as oficinas de fabrico, armazéns, escritórios e zonas de circulação, seguindo a planta da Figura 30.

Ficando as áreas de fabrico a jusante e as áreas de armazenamento a montante do estaleiro.

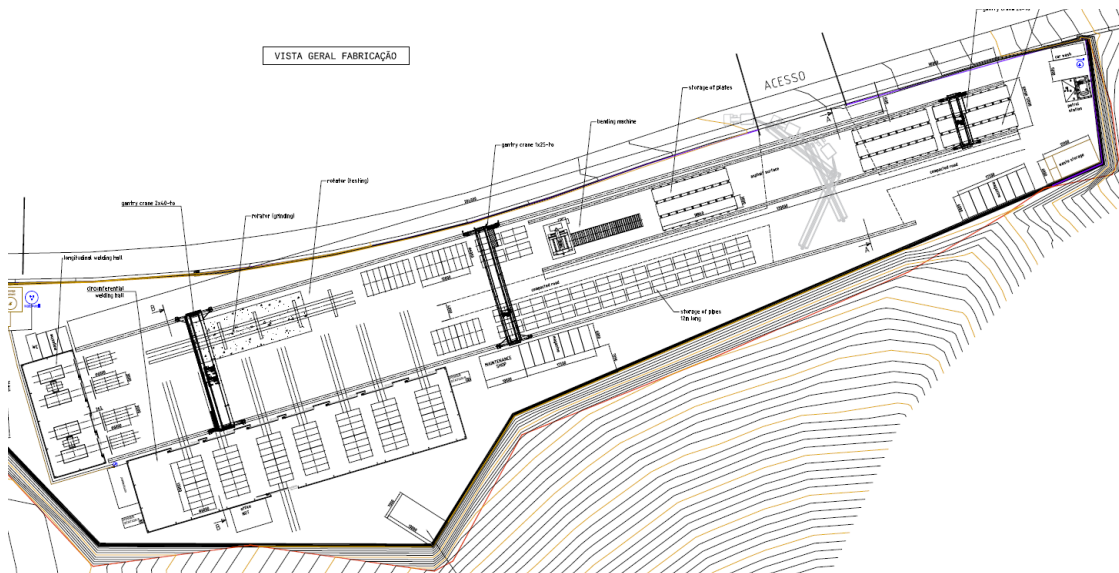


Figura 30 - Planta Geral do Estaleiro

Após preparação e edificação das infraestruturas necessárias, o estaleiro para fabrico e armazenagem dos tubos iniciou a sua operação, tendo ficado com a configuração que a Figura 31 aparenta.



Figura 31 - Estaleiro de Gouvães em funcionamento

3.3. Análise do Processo Produtivo

A metodologia para análise do processo produtivo consistiu na criação do fluxograma para mapeamento da linha de produção, observação direta das condições e fluxo de trabalho para desenvolvimento do modelo de Layout do estaleiro, bem como na realização de questionários junto das chefias de topo (Gestão de Obra e Supervisores) e das chefias intermédias (encarregados e chefes de equipa) para identificação dos principais problemas em obra.

3.3.1. Fluxograma

Para o desenvolvimento do fluxograma de produção considerou-se que a linha de produção é constituída por cada uma das etapas indicadas anteriormente na descrição do processo produtivo, tendo sido acrescentados os momentos de inspeção e controlo integradas no processo.

A produção nesta linha é descontínua, operando 16h por dia, 5 dias por semana, em dois horários distintos, com duração de 8h cada. Quando existe incumprimento dos objetivos ou necessidades especiais de produção, é necessário recorrer à realização de trabalho suplementar, podendo este ser realizado durante a semana ou ao fim de semana, em função das necessidades.

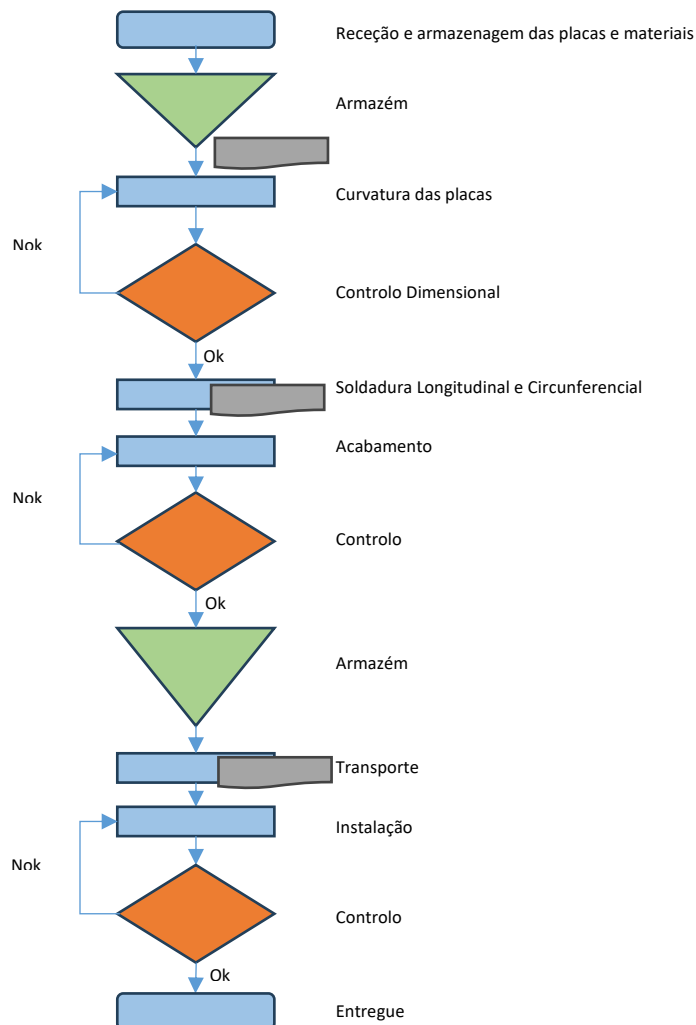


Figura 32 - Fluxograma do processo produtivo

A distribuição das etapas e o seu fluxo encontra-se descrito na Figura 32, utilizando o código de formas para a indicação da etapa do processo, operação, transporte, controlo e armazenamento.

Conforme descrito, em cada controlo ou inspeção é produzido um protocolo de conformidade que é armazenado na pasta da qualidade do produto.

Pela análise do fluxograma, identificamos que há 3 momentos de controlo, onde é avaliada a conformidade do produto, permitindo a sua continuidade para a operação seguinte. A elevada quantidade de controlos para as operações realizadas deve-se à necessidade de garantir a conformidade do produto para cada operação, devido à elevada dificuldade de retificação após cada operação adicional.

Assim, é necessário garantir o melhor controlo para eliminar reduzir perdas de material e tempo de produção.

3.3.2. Layout do Estaleiro

Tal como referido anteriormente, foi montado um estaleiro para o fabrico e armazenamento dos tubos fabricados.

Em função do tipo atividade e equipamentos disponíveis é possível dividir o estaleiro em quatro zonas de trabalho, sendo as restantes, consideradas zonas de circulação, na Figura 33 é possível observar o esquema do estaleiro, com as zonas seguintes a sobressaírem:

1. Oficina da Soldadura Longitudinal;
2. Oficina da Calandra;
3. Oficina de Soldadura Circunferencial;
4. Zona de Armazenagem.

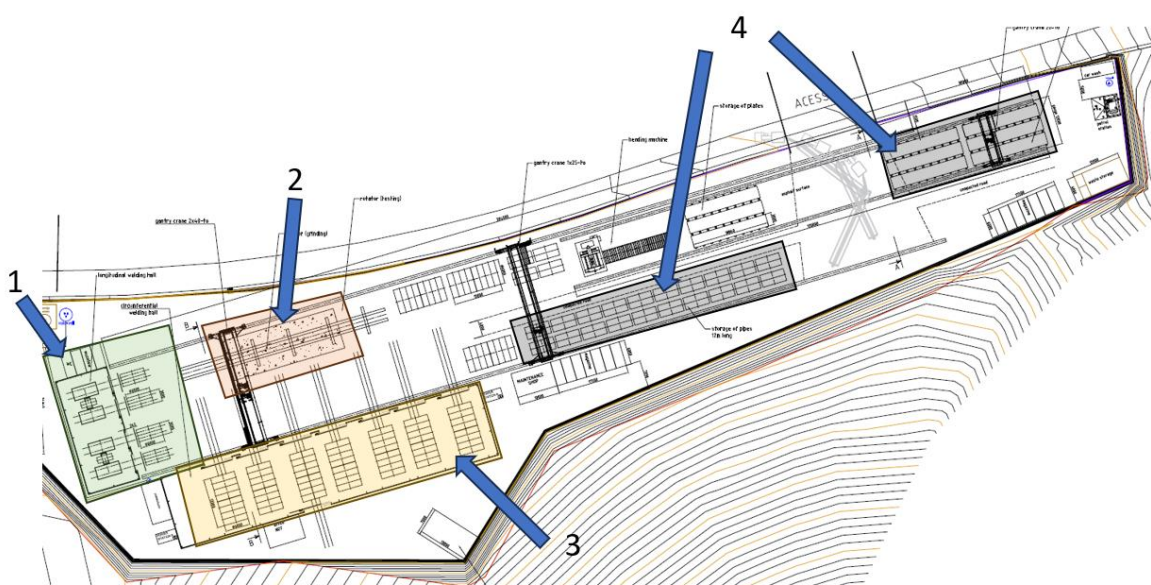


Figura 33 - Esquema do Estaleiro com identificação das diferentes áreas

O estaleiro é então constituído, por uma oficina de calandra, onde existe uma máquina de calandrar as chapas, uma oficina para as soldaduras longitudinais, onde existem duas torres de soldadura, permitindo a criação de dois postos de trabalho, de seguida no processo produtivo, encontra-se a oficina de soldadura circunferencial onde existem seis postos de trabalho.

No mesmo estaleiro, existe um edifício de suporte onde é possível encontrar os escritórios, salas de reuniões e armazém de ferramenta e consumíveis. Na Figura 34 é possível observar uma vista geral do estaleiro quando em funcionamento.



Figura 34 - Fotografia do Estaleiro em funcionamento

3.3.3. Diagrama de Ishikawa

Para uma melhor aferição do processo produtivo, foi preparado um Diagrama de Ishikawa do processo produtivo que leva a ineficiências na produção, utilizando os 6 M's (Meio Ambiente, Mão de Obra, Máquina, Medida, Método e Material), relacionando com as principais causas que levam à existência de ineficiências, conforme a Figura 35, definindo ineficiência como a interferência de um fator no cumprimento dos objetivos delineados.

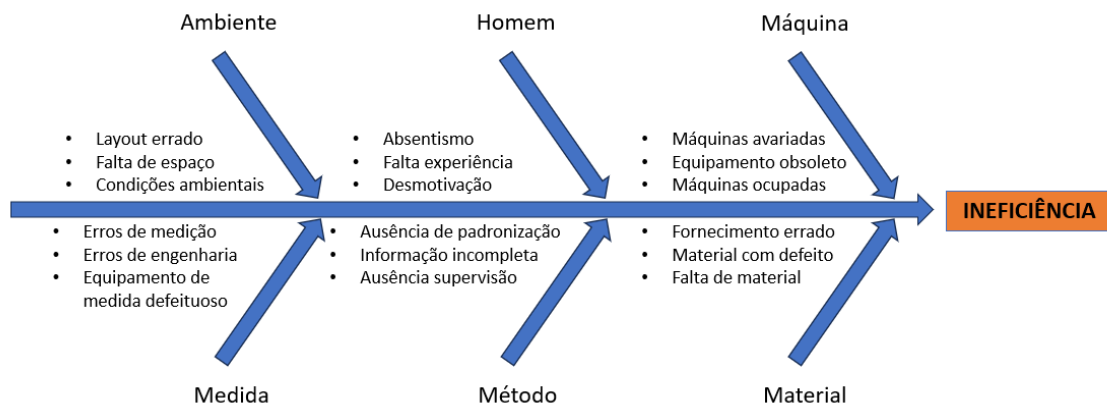


Figura 35 - Diagrama de Ishikawa do processo produtivo

3.4. Principais Problemas Identificados

Assim, com base na descrição do processo produtivo anterior, analisando o fluxograma, com base nos questionários e após discussão com a Gestão de Projeto e Obra, foram identificados os pontos com maior risco ou significado para o bom desenrolar da atividade em obra, onde possam ser implementadas potenciais melhorias, quer no presente projeto quer em projetos futuros com características equiparadas.

3.4.1. Layout do de Estaleiro

No estaleiro instalado, a zona de produção, a jusante, encontra-se bem enquadrada, com os meios de transporte adequados, nomeadamente os pórticos rolantes e os carris instalados, não apresentando falhas de fluxo significativas. Com base no histórico de projetos semelhantes da empresa, este layout foi sofrendo melhorias, tendo atualmente a configuração indicada.

Enquanto, no que diz respeito à zona de armazenagem de tubos após fabrico, a mesma encontra-se na zona montante do estaleiro e é onde são armazenados os tubos fabricados e que depois são recolhidos para serem transportados para as frentes de trabalho para instalação.

Com relação direta ao Layout do estaleiro, a localização e identificação dos tubos já fabricados na zona de armazém foi identificado como um problema com impacto significativo, visto que em função do pouco espaço, o acesso a cada um dos tubos demonstrava ser uma tarefa difícil, dificultando a identificação e posterior transporte dos tubos corretos para as frentes de trabalho onde se procedia à sua instalação.

Os tubos armazenados, são marcados no seu interior, utilizando a referência do fabrico e o trecho a que se destinam, esta marcação é realizada aquando da fase de acabamento, sendo o único marcador das peças terminadas em zona de armazém.

Em função do reduzido de espaço disponível, houve necessidade de acrescentar uma zona de armazenamento em nova localização que dista cerca de 6km do estaleiro. Foi, por isso, necessário proceder ao transporte de alguns dos tubos para a nova área, conforme a Figura 36.

Para eleger os tubos a transportar foi considerada a necessidade dos mesmos nas frentes de obra, tendo sido mobilizados os tubos que mais tarde seriam necessários.



Figura 36 - Transporte de tubos para nova zona de armazenagem

3.4.2. Organização do Estaleiro

Durante as visitas à obra e com base na informação disponibilizada pelos Supervisores e Encarregados, foi identificado a dificuldade de manter o estaleiro arrumado, limpo e organizado, quer diretamente nos posto de trabalho quer nas zonas de circulação e armazenagem.



Figura 37 - Equipamentos na zona de estaleiro

Assim, foi possível identificar nas visitas, que os equipamentos e ferramentas não estavam a ser devidamente arrumados, quando não em utilização, conforme se observa nas Figura 37 e Figura 38.



Figura 38 - Desarrumação das frentes de trabalho

A falta de arrumação e organização nos postos de trabalho, representa não só uma perda de tempo frequente à procura das ferramentas ou materiais necessários, mas também um risco acrescido no que à Segurança e Saúde no local de trabalho diz respeito.

3.4.3. Gestão e Manutenção de Ferramentas

Considerando a dimensão do projeto, com um pico estimado de trezentos colaboradores, onde maioritariamente se realizam tarefas manuais e com recurso a ferramentas elétricas, a gestão destes bens assume uma importância relevante.

Em obra, existe um sistema para registo das ferramentas existentes, sendo um sistema simples, baseado num programa informático interno, onde os equipamentos em obra são registados, como visível na Figura 39.

Tool No	Description	Serial No	Tool Status	Owner	Creation Date	Delivery Date	Issued Date	Storage #
LNZ04.080.000048	CHAIN HOIST - 6.3 T / STROKE 20...	1211807	02 In Stock		09/05/2023 07:50	09/05/2023 15:53		Campa 16
LNZ04.080.17040158	CHAIN HOIST - 6.0 T / STROKE 3.0...	17040158	02 In Stock		09/05/2023 07:50	09/05/2023 15:53		Campa 16
WEZ_COM.4276	Differential Probe 9322 Serial No: 101219642	101219642	02 In Stock		05/06/2023 11:33	01/09/2023 11:47		Campa 16
WEZ02.020.00011	Cordless drill machine Bosch GSR... 18V 0-3800/0-1600U/min Dmax. 13mm		02 In Stock		09/05/2023 07:53	09/05/2023 15:53		Campa 16
WEZ02.020.00024	Battery drill Makita DDF 482 RTS... + 1 set of bitsets	Ser-Nr.13680888+0903621	02 In Stock		09/05/2023 07:52	09/05/2023 15:53		Campa 16
WEZ02.020.00081	Cordless angle grinder DM=125mm... Inderm-Nr.Ser-Nr.448302R+630718N5	309000204	01 Incoming		09/05/2023 07:52			Campa 16
WEZ02.050.00004	Cordless impact wrench Bosch GD... with charger and 2 batteries with...		02 In Stock		09/05/2023 07:52	09/05/2023 15:53		Campa 16
WEZ04.080.1405838	chainhoist Yale 6.2tons 3m liftable...	1405838	02 In Stock		09/05/2023 07:50	09/05/2023 15:53		Campa 16
WEZ04.080.1608118	Chain hoist Yale 6.3tons, 3m stroke	1608118	02 In Stock		09/05/2023 07:50	09/05/2023 15:53		Campa 16
WEZ04.080.220731	Bravo lift 0.25 to. chain hoist.chal...	8220731	01 Incoming		09/05/2023 05:53			Campa 16
WEZ04.080.220732	Bravo lift 0.25 to. chain hoist.chal...	8220732	01 Incoming		09/05/2023 05:47			Campa 16
WEZ04.080.220733	Bravo lift 0.25 to. chain hoist.chal...	8220733	01 Incoming		09/05/2023 05:36			Campa 16
WEZ04.080.220734	Bravo lift 0.25 to. chain hoist.chal...	8220734	01 Incoming		08/05/2023 12:44			Campa 16

Figura 39 - Software de gestão da ferramenta

Sendo o administrativo do armazém o responsável por este sistema, sendo responsável pelos pedidos de manutenção e potencial aquisição, que são encaminhados para a equipa de manutenção ou responsável comercial respetivamente, puramente por sensibilidade, ou necessidade repentina.

No dia a dia, os equipamentos utilizados em obra, são entregues aos colaboradores mediante requisição e devolvidos após a sua utilização, sendo este fluxo registado num documento validado bilateralmente através de assinatura. O mesmo sistema é utilizado para a gestão de EPI's e fardamento, conforme exemplo na Figura 40.

Worker's Name: Luis Manuel Figueiredo		Function: Mechanic		Company Deploy:	
Job Number / Job Designation (if Applicable):		QTD	Risks to Protect (1)	Reception (2) (Signature/Date)	Returns (3) (Signature/Date)
<input checked="" type="checkbox"/>	Protective Helmet	1	1,2,3,4,9,10,11		
<input checked="" type="checkbox"/>	Hearing protectors	1	16		
<input checked="" type="checkbox"/>	Ear Pluggs	1	16		
<input checked="" type="checkbox"/>	Shoe anti-slip with insole and steel toe	1	2, 4, 5, 6, 7, 12		
<input type="checkbox"/>	Loot rubber with insole and steel toe		4,5,6,7,12,17		
<input type="checkbox"/>	Rubber shoe without insole and without steel toe		13		
<input checked="" type="checkbox"/>	Safety Glasses	1	8,11,18		
<input type="checkbox"/>	Welders Face Shield ou Helmet		8,11,14,15,18		
<input checked="" type="checkbox"/>	Gloves of Mechanical Protection	1	5, 10, 12,14		
<input type="checkbox"/>	Gloves of Chemical Protection		5, 10, 12, 14		
<input type="checkbox"/>	Insulating Rubber Gloves		13		

Figura 40 - Registo de entrega de EPI's

3.4.4. Registo e Controlo da Informação

Com base nos inquéritos realizados e no diagrama de espinha, um dos principais problemas incidia na dificuldade que as chefias intermédias tinham em passar a informação relativamente ao estado de produção nas oficinas, nomeadamente em situações de ineficiência mais severas cujo modelo de gestão era sustentado no seu registo na ata da reunião de produção diária bem como no quadro branco que servia de base de dados de registos na sala de reuniões, conforme a Figura 41.

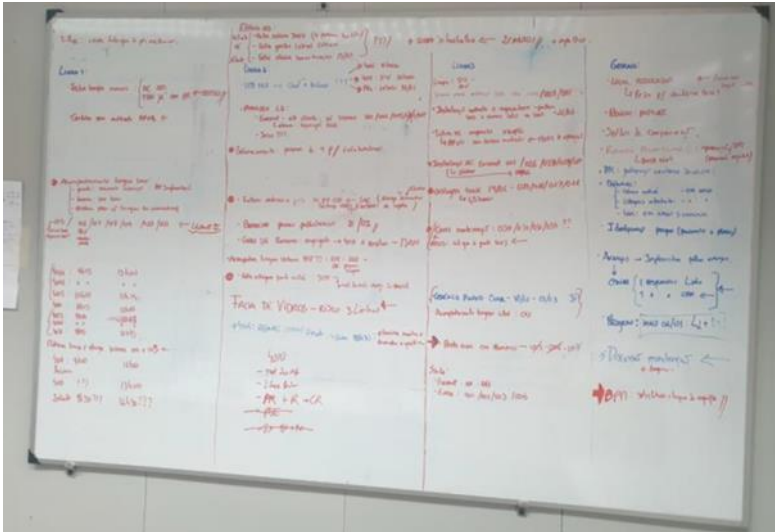


Figura 41 - Quadro de registo de ineficiências na linha de produção

Sustentado no diagrama de espinha da Figura 35, concluiu-se que os principais imprevistos com impacto na produção prevista não eram devidamente registados, sendo a sua gestão feita por emergências, provocando estagnações na linha de produção e dificuldade no seguimento dos tubos em produção. Levando, assim, a um acumular de horas suplementares e, por inerência, custos para a empresa.

Por fim, a ausência de uma sistematização dos dados, impossibilita a realização de uma análise correta destes mesmos dados, nem, mesmo, utilizar a experiência de situações passadas para potenciais ineficiências futuras.

3.4.5. Reuniões não normalizadas

Diariamente, ao início do turno é pedido aos supervisores de cada oficina que se realize uma reunião com os seus encarregados e chefes de equipa, para a passagem de informação nos dois sentidos. Do acompanhamento destas reuniões, foi perceptível a perda de informação que se verificava em ambos os sentidos, quer pela desorganização da informação, quer pela falta de método para o registo desta informação. Assim, toda a informação relativa ao estado de produção, problemas encontrados ou tempos de produção eram passados exclusivamente por via verbal, limitando a informação disponível.

Após o início dos trabalhos, é realizada uma reunião de produção, onde está presente a Gestão De Obra, Supervisão, Ambiente, Segurança e Qualidade e Armazém, nesta reunião é feito o ponto de situação da obra, aferidas as presentes ineficiências e abordados os planeamentos e interfaces para o dia de produção.

Os resultados desta reunião são registados no quadro branco de produção, conforme a Figura 41.

As perdas de tempo para a realização desta reunião em virtude da ausência de informação foram significativas, pois era necessário um contacto permanente novamente com as frentes de trabalho, para obter as informações necessárias, levando a que as reuniões de produção, originalmente de 45 minutos se alongassem de forma significativa.

Para uma melhor perceção do tempo despendido, foi feito um registo durante um mês de trabalho do tempo para estas reuniões, cujos resultados estão demonstrados graficamente na Figura 42.

Como reflexo da ausência de padronização das reuniões dos encarregados e chefes de equipa com os elementos a seu cargo, o envolvimento dos operadores é diminuto, levando a menor motivação e a uma menor disponibilidade para adicionarem valor.

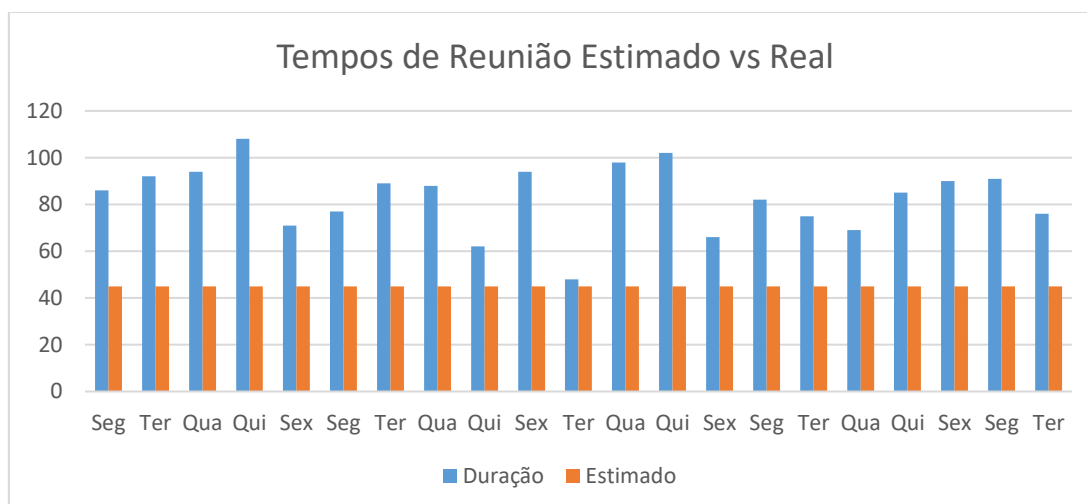


Figura 42 - Duração das reuniões Estimada vs. Real

3.4.6. Diferentes metodologias e registos

Em função dos diversos postos de trabalho existentes em oficinas diferentes e com processos e operações diferentes, a organização em obra, pressupõe uma elevada quantidade de chefes de equipa que são acompanhados por um número ainda significativo de encarregados, que por fim respondem aos supervisores de cada oficina, sendo este número duplicado em função dos dois horários de trabalho.

Devida a complexidade e quantidade das hierarquias descritas anteriormente, são expectáveis diferenças significativas nas abordagens às equipas, comunicação e metodologias de trabalho, algo ganha principal relevo ao operar em horários distintos o que promove discrepâncias significativas.

Assim, procedeu-se à realização de questionários, onde se procurou caracterizar as diferentes abordagens das chefias intermédias. Este questionário, centrou-se na realização das tarefas que foram identificadas pelas chefias de topo como devendo ter de serem realizadas pelas chefias intermédias, assim:

- Reuniões diárias;
- *Toolbox Talk* Segurança;
- Controlo de Produção;
- Controlo de Absentismo;
- Registos de Qualidade;
- Não Conformidades;
- Implementação 5's;
- Sugestões de Melhoria.

Como resultado dos questionários realizados, foi possível compilar os dados da realização das tarefas identificadas e reproduzir os resultados graficamente, estando os resultados visíveis na Figura 43.

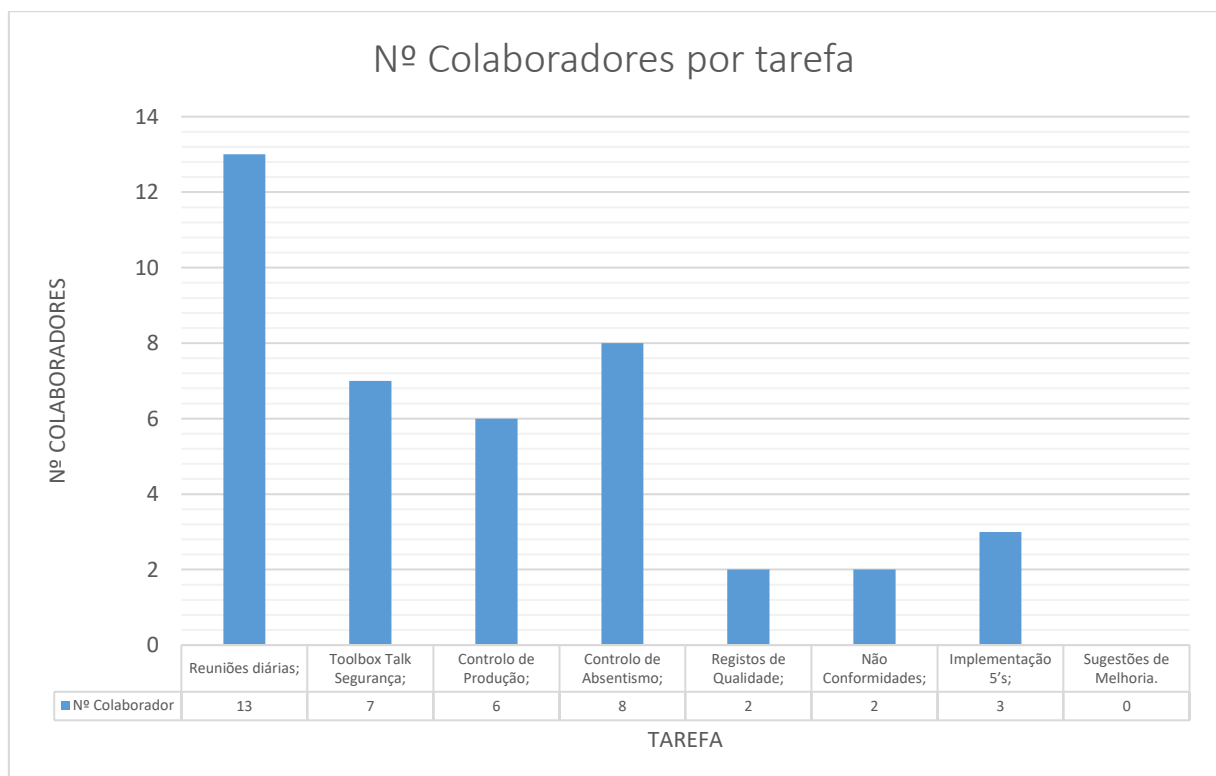


Figura 43 - Distribuição do número de colaboradores por tarefa realizada

A dispersão de atividades realizadas pelas chefias intermédias, é demonstrativo da dificuldade de harmonização e uniformização da informação disponibilizada.

Da mesma análise, identificou-se que os protocolos e documentos de registo não são utilizadas pelas chefias intermédias ou revelaram a existência de diferentes documentos de registo desenvolvidos por cada um dos intervenientes.

Pela reduzida execução das tarefas identificadas, identificou-se uma discrepância entre a descrição de funções das funções de encarregados e chefes de equipa e a sua execução no terreno.

3.4.7. Resumo dos Problemas identificados

Após a identificação dos principais problemas identificados, na Tabela 4 é feito um resumo das consequências que advêm destes problemas.

Tabela 4 - Problemas e Principais Consequências do processo produtivo

	Problemas Identificados	Principais Consequências
1	Layout do Estaleiro	<ul style="list-style-type: none"> • Tempo perdido a localizar os tubos • Acidentes de Trabalho • Danificar tubos já fabricados
2	Organização do Estaleiro	<ul style="list-style-type: none"> • Acidentes de Trabalho • Perdas de tempo a procurar ferramenta
3	Gestão e Manutenção de Ferramentas	<ul style="list-style-type: none"> • Maiores necessidades de imobilizado • Ausência de responsabilização pela ferramenta • Ferramenta inativa para reparação ou manutenção
4	Registo e Controlo da Informação	<ul style="list-style-type: none"> • Impossibilidade de identificação dos gargalos • Incumprimento dos planos de produção • Atrasos de produção • Perda de produtividade • Trabalho suplementar

Tabela 4 (cont.) - Problemas e Principais Consequências do processo produtivo

	Problemas Identificados	Principais Consequências
5	Reuniões não normalizadas	<ul style="list-style-type: none">• Falta de tempo para outras tarefas• Não envolvimento dos colaboradores• Perda de foco e motivação
6	Diferentes metodologias e registos	<ul style="list-style-type: none">• Incumprimento das tarefas esperadas• Variabilidade de comportamentos• Documentos não uniformes

4. PROPOSTAS DE MELHORIA

Após o diagnóstico dos principais problemas do processo produtivo em análise, assim como a identificação das principais consequências motivadas por estes problemas no capítulo anterior, neste capítulo são abordadas as soluções para esses problemas, podendo com a implementação de uma medida, eliminar ou mitigar um ou mais dos problemas identificados.

Tabela 5 - Resumo das medidas, respetivas melhorias e estado de implementação

Medidas a implementar	Problemas a solucionar	Melhorias esperadas	Estado da implementação
Gestão Visual - Aplicação de marcadores nos tubos fabricados	1, 6	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de tempos perdidos • Redução de transporte de tubos desnecessários • Mitigação dos acidentes de trabalho 	Finalizado
Implementação 5S's no Estaleiro	2	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de produtividade • Mitigação de acidentes de trabalho 	Finalizado
Implementação de sistema de manutenção de ferramentas	3	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de inatividade das ferramentas por avaria • Redução de imobilizado • Visibilidade sobre as ferramentas 	Sistema implementado, medição dos resultados em curso
Normalização dos documentos de registo	4,5,6	<ul style="list-style-type: none"> • Clareza na informação • Uniformização por frentes de trabalho 	Sistema implementado, medição dos resultados em curso
Normalização das reuniões	5	<ul style="list-style-type: none"> • Redução dos tempos de reunião • Uniformização da informação 	Finalizado
Formação às chefias intermédias	4, 5, 6	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorar a comunicação • Reduzir tempos perdidos • Integração de todos os colaboradores no processo 	Finalizado
Implementação de quadros para monitorização da produção	4, 6	<ul style="list-style-type: none"> • Visibilidade do produto acabado 	Finalizado

4.1. Gestão Visual – Aplicação de marcadores nos tubos fabricados

Um dos principais problemas identificados foi a dificuldade de identificar e localizar os tubos já finalizados do processo de fabricados e armazenados, preparados para o transporte.

Assim, uma das melhorias implementadas foi a criação de uma escala de cores em função das zonas de instalação. Considerando que os tubos produzidos divergem em características em função da zona de instalação, foi criado um esquema cromático por tipo de tubo (espessura, comprimento e frente de instalação), resumido na Tabela 6.

Tabela 6 - Atribuição da cor de marcador por trecho

Trecho	Cor do marcador
Trecho 1 (1-3)	Azul
Trecho 2 (3 - 12)	Verde
Trecho 3 (12 - 14)	Vermelho
Trecho 4 (14 - 15)	Branco
Trecho 5 (15 - 18)	Amarelo

Assim, após o fabrico de cada tubo, é utilizado o marcador da cor indicada para a zona de instalação do tubo fabricado, indicando a referência do tubo fabricado. Na Figura 44, é possível observar um tubo marcado a cor verde com a sua referência e local de instalação.



Figura 44 - Marcação dos tubos fabricados e prontos para instalar, no caso a verde

Com a adoção do esquema de cores, passou a ser possível observar à distância a que zona se destina a instalação do tubo, reduzindo significativamente o tempo despendido para identificar o tubo pretendido.

No que diz respeito à circulação de pessoas no estaleiro, foi identificado que esta se fazia de forma anárquica e muitas vezes sem conhecimento das regras de segurança, indispensáveis para a sua permanência no local.

Assim para prevenir situações mais gravosas, sugeriu-se e implementou-se uma formação de indução para visitas e subcontratados (folheto em ANEXO A), para que se possa tomar conhecimento das regras em prática antes da entrada em obra.

Em acréscimo foi desenvolvido o regulamento relativo a Induções de Segurança, *Toolbox Talks* e Formações, conforme a Figura 45.

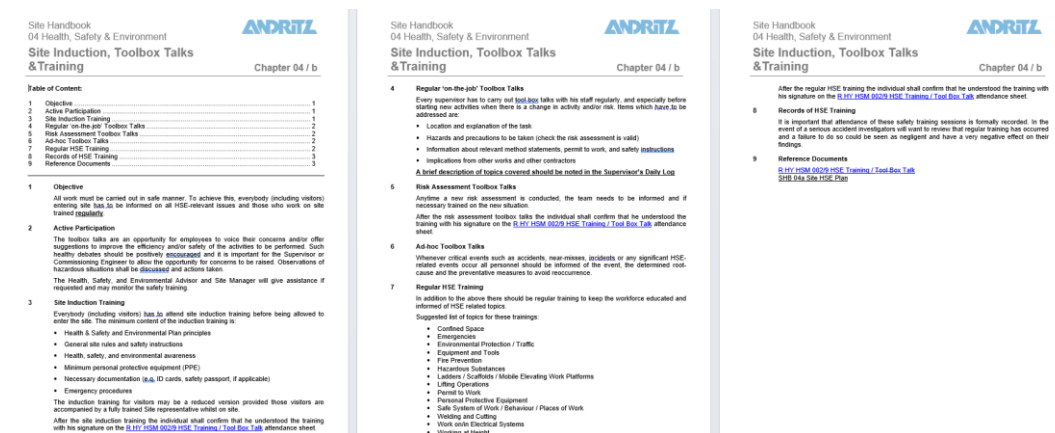


Figura 45 - Regulamento para a formação de acesso ao estaleiro

Foi também adicionada, informação visual no estaleiro relativamente a acessos, zonas de circulação e zonas restritas, para a estruturação desta informação, sendo visível um exemplo da sua aplicação na Figura 46.



Figura 46 - Sinalização de zona de acesso restrito

Por fim, e considerando a dificuldade de alteração das dimensões e características do estaleiro após a sua implementação, é altamente recomendável que, para futuros projetos, haja uma melhoria na quantificação do espaço necessário para o armazenamento dos tubos fabricados. Para tal, é estritamente necessário que se considerem os diferentes fluxos de produção e instalação, bem como a produção sequencial por diâmetro dos tubos, o que leva à necessidade de armazenamento por períodos significativos dos tubos.

4.2. Implementação 5S's no Estaleiro

No que diz respeito à organização de estaleiro e para mitigar as questões de limpeza e arrumação, é sugerido a aplicação da metodologia 5S's. Assim, e, conforme indicado na revisão bibliográfica do presente documento, esta metodologia visa melhorar as zonas de trabalho através da arrumação, limpeza e identificação de todos os equipamentos e/ou ferramentas no local de trabalho.

Para a correta aplicação desta medida, foi igualmente, necessário ministrar, previamente, formação aos colaboradores para que estes possam aplicar e esta ferramenta.

O 5S é aplicado segundo um ciclo de 5 passos:

Seiri (organização)

Começou por ser feito o levantamento da ferramenta disponível nas zonas de trabalho, identificando o qual a ferramenta necessária para cada posto de trabalho. Retiraram-se as ferramentas danificadas ou desnecessárias e procedeu-se a organização da ferramenta indispensável.

Posteriormente, foi então sugerido, a criação de seções de trabalho em cada posto, como na Figura 47, com a identificação de zonas de arrumação para cada utensílio, sendo o colaborador o responsável pela manutenção das condições.



Figura 47 – Arrumação de cada máquina de soldar e respetivo material

Seiton (arrumação)

A ferramenta de utilização menos frequente ficou devidamente arrumada e disponível, como se constata pela Figura 48, tendo sido organizada pela frequência da sua necessidade e características físicas. Permitindo uma mais simples localização e reduzindo os tempos perdidos.



Figura 48 - Organização da Ferramenta

Seiso (limpeza)

Sendo a manutenção da limpeza dos espaços, fundamental para um posto de trabalho eficiente, foram criados, zonas de separação de resíduos, com indicação dos respetivos códigos LER, metais, plásticos, papel. material contaminado, para posterior reciclagem.

Seiketsu (normalização)

Com vista à implementação da normalização do organização, arrumação e limpeza dos locais de trabalho, além das ferramentas, também outros equipamentos presentes no estaleiro, foram alvo do mesmo processo, contando com a criação de painéis de normalização dos comportamentos em obra, conforme visível na Figura 49.



Figura 49 - Painel de Informação

Shitsuke (disciplina)

Por último, é fundamental manter a disciplina no posto trabalho, para tal é importante inculir em todos os colaboradores a necessidade de manter os locais de trabalho conforme foram planeados.

Com o incentivo da Supervisão e o apoio de todas as equipas em obra, foi possível manter as frentes de trabalho nas condições pretendidas, conforme se observa na Figura 50.



Figura 50 - Implementação de carrinhos, para os postos de trabalho de soldador

Foi estabelecido que o prazo para a implementação destas medidas seria de 60 dias, sendo que após a implementação das medidas, foi acordada uma visita semanal, em conjunto pela Supervisão e equipa de Segurança, junto das frentes de trabalho para proceder à verificação do cumprimento das medidas estipuladas, nesta visita é solicitado que seja preenchida uma lista de verificação da implementação dos 5S's, como exemplo na Figura 51 e disponível no APENDICE A.

Judging criteria		Weighting	Performance Subareas *					Ø	Comments / Actions
			Subarea A	Subarea B	Subarea C	Subarea D			
1	Floor markings (Working areas, material, workpieces, delivery and hand-over area, staging/ supply areas, shelves) are marked according to standardized regulations, the marking/labelling is visible and not covered by any goods and everything within the dedicated areas is well arranged. Footpaths and roadways are clear.	20	**						
2	Floor clear of waste. No oil and/or cooling lubricant spillages. No slipping hazard are present.	10							
3	All tools and instruments/ devices (Hoisting equipment, instep materials, empty palletes, wedges, cables, piping/ hoses) have a dedicated storage place, withdrawing and returning on its dedicated storage locations is easy. No random storage.	10							
4	After using the tools, instruments/ devices and auxiliary material is cleaned and returned, the storage area is free of waste, aids and appliances and material left-overs.	10							
5	Auxiliary material and operational supplements (Lubricants, cleaning agents, cleaning rags, etc.) have a dedicated storage place which is clean and well arranged.	10							
6	Documentation (maintenance schedules, labels, manufacturing documents, inventory lists, information panels); only up to date documentation is available, clean and orderly	10							
7	Personal Belongings (bag, food, drink, jacket, etc.); dedicated storage location, clean and orderly, no personal belongings are left lying around.	20							
8	Safety First aid equipment is available and freely accessible. Fire extinguisher, fire-fighting facilities, fire alarm equipment is freely accessible (if available). Working equipment, ladders, stair ways, scaffoldings and hoisting equipment is free of evident damages. Hazard symbols and name plates indicating the containing material are attached to the containers accordingly. The personal protective equipment is used and treated carefully. Safety notes like pictogrammes e.g. "wearing protective glasses" are used accordingly.	10							
TOTAL		100							

Observations:

Performance actual week

Last Performance

80 to 100 points	●
50 to 79 points	●
20 to 49 points	●
0 to 19 points	●

* If 5S area is divided into subareas ** O.K = 1 ; not appropriate = 0

Figura 51 - Lista de verificação para a implementação dos 5S's

Com os resultados das auditorias semanais, foi possível criar uma base dados para avaliação da implementação das melhorias indicadas, sendo que o objetivo era atingir um resultado de 80% de sucesso na implementação no final do período de implementação (60 dias), conforme Figura 52.

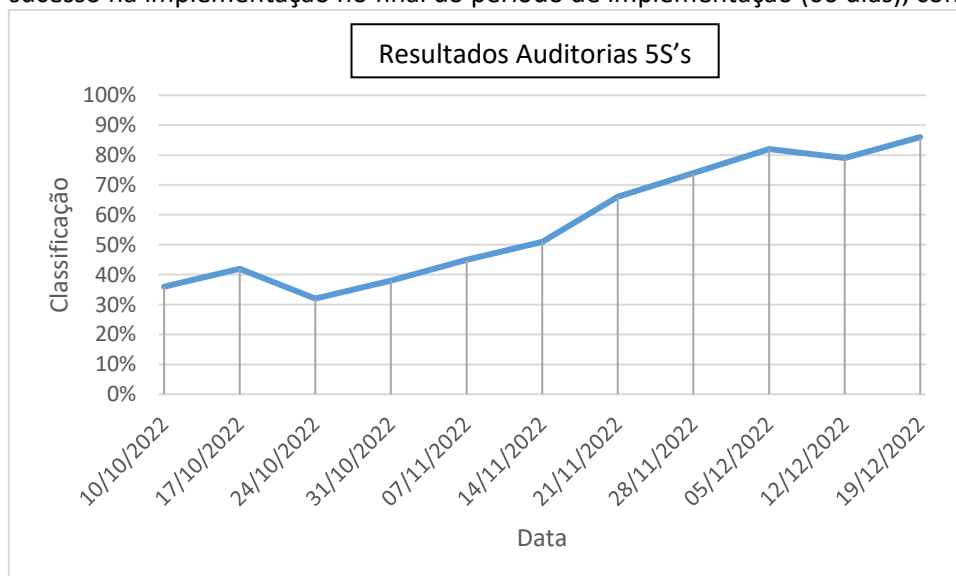


Figura 52 - Compilação de resultados das auditorias

Com esta medida, visa-se melhorar a arrumação, limpeza e organização dos postos e frentes de trabalho, evitando perdas de tempo, mas também reduzir o inventário/imobilizado de ferramentas e equipamentos, que como foi identificado é também um gargalo na organização. Assim, a implementação desta medida melhorará o fluxo produtivo.

Além da melhoria do processo produtivo, foi identificado uma redução dos acidentes de trabalho relacionados com a adoção dos 5S's.

4.3. Implementação de sistema de gestão das ferramentas

Relativamente à normalização da informação nos postos de trabalho, a empresa tem como objetivo disponibilizar instruções de trabalho em todos os postos.

Se para os postos de trabalho de fabrico e instalação existem procedimentos de trabalho desenvolvidos específicos a cada tarefa ou operação, para a manutenção não existe o mesmo nível de detalhe.

Para reduzir a vulnerabilidade destas tarefas, além da criação de instruções para a equipa de manutenção, foi implementado um sistema para gestão das ferramentas em obra.

Para a implementação do sistema, estando disponível o módulo para a ferramenta no programa de gestão logística em obra, foi feito um levantamento de todas as ferramentas em obra, tendo sido desenvolvido um documento para a sua identificação, como na Figura 53, onde foram recolhidos os dados:

- Referência;
- Descrição;
- Marca;
- Modelo;
- Nº Serie;
- Frente de Trabalho;
- Data de entrada em obra;
- Manual de Instruções;
- Certificados de calibração (se disponíveis);
- Próxima inspeção (de acordo com os manuais ou experiência);
- Fotografia do equipamento.

Has Files	Has Notes	Has Deviations	Has Tasks	Tool No	Description	Serial No	Tool Status	Owner	Creation Date	Delivery Date	Issued Date	Storage Area	Storage Position	Next Inspection	Days until next inspection
False	False			WE202.030.3629	Angle grinder Bosch GWS 21-230 230V 50Hz 3629		01 Incoming		18/08/2023					07/05/2022	-501
False	False			WE202.030.4513	Angle grinder AHS DCG 125-S 230V 50-60Hz 4513		01 Incoming		18/08/2023					07/05/2022	-501
False	False			WE202.030.4963	Angle grinder Bosch GWS 660 230V 50-60Hz 4963		01 Incoming		18/08/2023					09/09/2022	-376
False	False			WE202.030.5023	Angle grinder Milwaukee AG 21-230 230V 50-60Hz 5023		01 Incoming		18/08/2023					07/05/2022	-501
False	False			WE202.030.5026	Angle grinder Milwaukee 230V 50Hz 2100W 5026		01 Incoming		18/08/2023					18/11/2022	-306
False	False			WE202.030.5603	Straight grinder Bosch GWS 8 Ce 230V 50-60Hz 5603		01 Incoming		11/09/2023					09/08/2024	324
False	False			WE202.030.5618	Straight grinder Fein M6H65S-1 230V 5603797006		01 Incoming		18/08/2023					20/04/2023	-153
False	False			WE202.030.7174	angle grinder Makita GA4540C1 230V 50-60Hz 14496		01 Incoming		11/09/2023					09/08/2024	324
False	False			WE202.030.7481	Angle grinder D=125mm 900W/230V. / Meta/00374000		01 Incoming		18/08/2023					21/01/2023	-242
False	False			WE202.030.7614	Straight grinder Makita GD 0800C 230V 50Hz 7614		01 Incoming		18/08/2023					07/05/2022	-501
False	False			WE202.030.991	Electric file Black & Decker, KA250, 230V (s/n:9720-7)		01 Incoming		18/08/2023					10/08/2024	325
False	False			WE202.030.0012	Air impact wrench 1/2" Steiner12060m	WE202.030.0012	01 Incoming		18/08/2023						
False	False			WE202.070.0081	fan heater Makita HG551V 230V 50-60Hz 180X Sr.Nr.:114521		01 Incoming		18/08/2023						
False	False			WE202.090.0002	jigsaw Makita SVO600, 230V, 650W, 50-60Hz, 2980R		01 Incoming		18/08/2023					12/11/2022	-312
False	False			WE205.080.1380	insulation resistance measuring device LEM 01050438ED		01 Incoming		18/08/2023					04/08/2026	1049
False	False			WE205.110.0004	Thermocouple Type K temperature sensor set		01 Incoming		17/03/2023						
False	False			WE205.110.0005	Temperature measurement set "Pico Data10 A0090/231		01 Incoming		17/03/2023					17/03/2026	969
False	False			WE205.190.0001	Sola-Tape measure 20m		01 Incoming		18/08/2023						
False	False			WE205.190.0002	Telescopic measuring staff 4 m		01 Incoming		18/08/2023						
False	False			WE208.060.0004	workbench with vice, 1,5x0,75x0,82m		01 Incoming		18/08/2023						
False	False			WE208.060.0005	Work bench, 1,5x0,75x0,82		01 Incoming		18/08/2023						
False	False			WE208.150.0014	URACA-Test pump0-60bar, R1/2"	523836	01 Incoming		18/08/2023						
False	False			WE208.910.7842	Assembly Light Rohrlux Power Lux LED9W 60 7842		01 Incoming		11/09/2023					09/08/2024	324
False	False			WE208.230.7521	Industria power cable 230V 3 way 10m	7521	01 Incoming		11/09/2023					09/08/2024	324

Figura 53 - Levantamento das ferramentas existentes

Após a criação da base de dados, foram carregados na plataforma, permitindo a criação de uma ficha individual por ferramenta, com a informação relativa a cada equipamento, com as especificações e detalhes de manutenção, conforme a Figura 54.

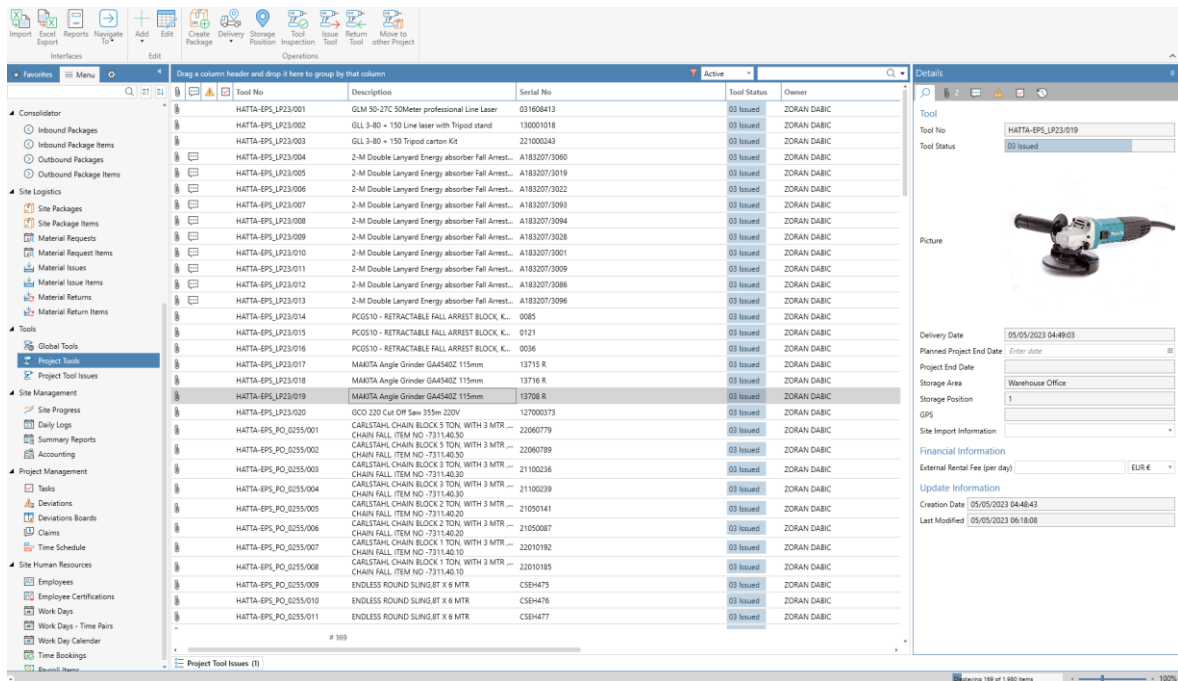


Figura 54 – Programa para gestão da ferramenta

Com o suporte do programa, as indicações de manutenção, passaram a ter a periodicidade expectável, sendo possível aferir a qualquer momento quais os equipamentos que necessitam de uma tarefa, seja ela inspeção, manutenção ou calibração.

Sendo lançado semanalmente a listagem de ferramentas para manutenção, conforme Figura 55.

TOOL PICKING LIST

created by Theoneste.Nziyomaze@andritz.com

Location / Project: Hatta

Toolbox / Container No.:

Cost Centre / WBS:

Pos	Tool No. and Description	Picture	Serial No / Type	Manufacturer	Weight	Price	CoC
1	HATTA-EPS_LP23/017 MAKITA Angle Grinder GA4540Z 115mm		13715 R /	MAKITA	kg		
2	HATTA-EPS_LP23/018 MAKITA Angle Grinder GA4540Z 115mm		13716 R /	MAKITA	kg		RO
3	HATTA-EPS_LP23/019 MAKITA Angle Grinder GA4540Z 115mm		13708 R /	MAKITA	kg		RO

To Zoran
05/05/2023
[Signature]

ANDRITZ

Figura 55 - Levantamento de ferramentas para manutenção

Para avaliar o impacto da implementação deste sistema, foi criado um relatório com todas as ferramentas em obra presentes mensalmente, com a compilação destes dados ao longo de 12 meses, será possível aferir sobre as reduções de imobilizado conforme era a expectativa.

4.4. Normalização dos documentos de registo

Um dos problemas identificados prendia-se com a reduzida visibilidade dos trabalhos executados nas frentes de trabalho, como identificado no capítulo anterior, tal deve-se à disparidade de metodologias de trabalho e tarefas realizadas pelas chefias intermédias, inviabilizando a chegada da informação de forma coerente e consistente aos supervisores e por inerência à Gestão de Obra.

Para reduzir esta variabilidade, foram introduzidos modelos de documentos para utilização diária, permitindo o registo de informações primárias fundamentais para o acompanhamento dos trabalhos.

Com o pressuposto anterior em mente, foi desenvolvido um modelo para um registo diário de operações, regulamentado conforme a Figura 56, uniformizando a caracterização diária das frentes de trabalho.

Site Handbook
03 Reporting
Daily Log

ANDRITZ
Chapter 03 / a

Table of Contents:

1	Objective	1
2	Project specific content and sample form	1
3	Minimum required content	2
4	Reference documents	2

1 Objective

In general Daily Logs should be kept by all Supervisors responsible for a section of works as well as HSE Representatives and the Site Manager. Specific responsibilities for Daily Log keeping for the project are defined in SHB 02b Roles, Responsibilities and Communication.

Daily Logs are absolutely necessary:

a) To keep track of progress, delays, bottlenecks, future needs, etc., for the:

- i. Weekly/monthly report process. See SHB 03b Weekly / Monthly reports
- ii. Scheduling and Planning process. See SHB 03d Schedule, Planning & Cost Control

b) As memory aid to ensure relevant issues are raised at Coordination Meetings. See SHB 02c Coordination Meetings

c) As construction projects increase in complexity and contracts place more risk on Andritz Hydro, the need for proper documentation to support a delay analysis and claim for additional time-related costs or additional work is vital. See SHB 03e Change & Claim management

d) As increased HSE regulations necessitate detailed documentation recording HSE concerns, events and statistics to protect the Site Supervision and the Company in the event of an accident or incident. See SHB 04a Site HSE Plan

Therefore daily records of site activities, site conditions and events that affect progress, quality, costs and HSE must be made to record the complete documentary history of works.

Entries in the Daily Log should be made as soon as possible after the events occur, or at the latest by the end of each day.

As the name infers, the Daily Log must be filled out DAILY for every working day, regardless as to whether any significant events occurred or not.

Note: in cases of litigation or arbitration daily logs will be accepted as the primary evidence provided that the individual(s) can prove that he/she has consistently kept a detailed daily log. Conversely a report detailing an event that is made some time after the event will most likely be disregarded as hearsay.

2 Project specific content and sample form

The R HY EX50 01/5 Daily Log contains minimum requirements. The documents may be saved either digitally or in printed form or in the form of a [log-book](#).

Site Handbook
03 Reporting
Daily Log

ANDRITZ
Chapter 03 / a

Example: The Contractor shall prepare and submit to the Employer copies of daily manpower reports indicating the total number of manual personnel by craft and non-manual personnel including those of his Subcontractors working at the Site in the form of Attachment 3. These daily reports shall be summarised on a weekly basis and the summary submitted to the Employer.

3 Minimum required content:

1	Project name	11	Inspections and handovers
2	Section/System name	12	Quality issues & Non-conformities (from supplier or occurred on site)
3	Date	13	Shortages: (permanent equipment, personnel, tools, etc.)
4	Weather conditions that affect activities	14	Delays: (internal or interference by others)
5	Working hours	15	Goods received & Storage activities
6	Andritz personnel at site	16	HSE issues: (accidents, near misses, operations, etc.)
7	Visitors on site	17	HSE activities: (permit to work, confined space, etc.)
8	Personnel of suppliers / subcontractors at site	18	Security concerns
9	Summary of activities of the day	19	Relevant photos (a good photo saves a lot of words)
10	Major tool or equipment usage	20	Other significant events

4 Reference documents

[R HY EX50 01/5 Daily Log](#)
[SHB 02b Roles, Responsibilities and Communication](#)
[SHB 02c Coordination Meetings](#)
[SHB 03b Weekly / Monthly reports](#)
[SHB 03d Schedule, Planning & Cost Control](#)
[SHB 03e Change & Claim management](#)
[SHB 04a Site HSE Plan](#)

Figura 56 - Regulamento Registo Diário Operações

Para a realização destes registos diários, é exigido o fornecimento de pelo menos informação referente a:

- Data
- Sector/Frente de Trabalho
- Condições Meteorológicas/Ambientais
- Horas trabalhadas
- Pessoal em obra Interno e Externo
- Subcontratados
- Sumário das tarefas realizadas
- Principais problemas identificados
- Principais ferramentas e equipamentos utilizados

Os relatórios diários de operações, cujo exemplo é visível na Figura 57, são diariamente entregues aos supervisores permitindo uma visibilidade sobre os trabalhos em execução, bem como uma melhor preparação para as reuniões diárias de produção.

Projeto	Gouveas
Sistema	Penstock
Relatório	Diário de obra
	14-03-2023
Geral	
Editor	Christian Peter Demschar
Condições climáticas	Cloudy
Temperatura em °C	27
Visitas na obra	
Atividades	
Resumo das atividades do dia	<p>Day shift from 07:00 - 17:00</p> <p>Prefabrication:</p> <ul style="list-style-type: none"> Daily Maintenance and Cleanup work Material preparing for sent pack to Austria Line3: Pipe A46/1-A46/2 with Man hole on CW inside welding done outside Gauging and Grinding done welding ongoing <p>P.H Gantry Cran work on Prefabrication:</p> <ul style="list-style-type: none"> Rail clamp pos. 5 and 15 on Plate pos. 13-16 welding and MT done according to Beket Rail Fastening Systems instruction. Plate with Rail Clamp Zinc Spray Paint done and prepare for installation on rails <p>Al Thani Storage area:</p> <ul style="list-style-type: none"> I-Beams transport with AH Boom Truck to Prefabrication. Are used for Power house Gantry crane pre-assembly <p>Steel Liner pipe A43-44-45:</p> <ul style="list-style-type: none"> Fabtech Not present today. Open works material removal and area cleanup On pipe A43-44-45 Geo-Textile installation done One Pipe A42/3 Sylomer installation done Tomorrow Decagon planned Scaffold dismantling on pipe A43-44-45 <p>Unit1&2 Closing section pipe C42-D4/2. Handover to SOJV for Block D Concreting on 06.02.2023 at 15.00 done</p> <p>Bifurcator: SOJV has started the works in Block A on 18.01.2023</p> <ul style="list-style-type: none"> Preparing work for 6th step concreting on Block A ongoing Preparing work for 2nd step concreting on Block D ongoing <p>Inclined Shaft Unit:</p> <ul style="list-style-type: none"> Unit2 waiting for delivery of the rope ladder. Delivery expected on 30.03.2023 Two Davit arm rescue systems Delivery from Austria. Delivery expected on

Figura 57 - Exemplo de registo diário de operações

Além dos registos diários, foi igualmente distribuído um modelo para o registo das não conformidades (NC) encontradas.

Conforme nos restantes modelos, foi desenvolvido um regulamento, na Figura 58, com as regras para o preenchimento dos relatórios de não conformidade.

<p>Site Handbook 05 Quality Documents Non-Conformities Chapter 05 / b</p> <p>ANDRITZ</p> <p>Table of Content:</p> <ol style="list-style-type: none"> Objective NC Thresholds Definitions and Abbreviations Types of Non-Conformities <ol style="list-style-type: none"> Health & Safety & Environmental NC Product NC Process NC Process Flowchart Product marking Non-Conformity Report (NCR) <ol style="list-style-type: none"> Numbering Description of NC Cause Proposed actions and disposition Released Actions Verification of implementation Communication of NCs Project specific NC Processes Corrective and Preventive Action Request Reference Documents 	<p>Site Handbook 05 Quality Documents Non-Conformities Chapter 05 / b</p> <p>ANDRITZ</p> <p>NC-List The NC-List is a list that gives an overview of the status of the NCs and should be continuously updated with the status of the NC.</p> <p>Non-Conformity Report (NCR) A form used to record non-conformities as defined above.</p> <p>Corrective and Preventive Action Request A form used to record issues that are not specifically non-conformities, but are suggestions or requests to improve the design, process or an alternative way of performing the works.</p> <p>4 Types of Non-Conformities</p> <p>Health & Safety & Environmental NC Health and Safety non-conformities are deviations from defined Health and Safety requirements, such as:</p> <ul style="list-style-type: none"> Proposed localities Health, Safety & Environmental legislation Andritz Hydro Regulations & Guidelines Customer/Client HSE rules Andritz Project HSE plan <p>Examples: missing barriers, damaged cranes, unsafe machines, pollution caused by oil or grease, chemical etc.</p> <p>The employee and the persons in the vicinity shall limit the damages and risks by appropriate measures.</p> <p>4.2 Product NC Product non-conformities can be:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dimensions of product are not according specification The used material of the product is not according specification The design does not fit, function or perform as per specification <p>Examples:</p> <ul style="list-style-type: none"> A pulley and pulley gate's spindle dimension that is outside the allowable tolerances A bolt that is 30 mm long, where the specification calls for 20 mm A component after site installation is outside the specification tolerances Bolts made from grade 4.6 mild steel when the specification calls for grade 8.8 high tensile steel Equipment delivered painted with only primer and first coat, when the specification calls for the full system of paint to be applied The unit shrouds excessively (beyond the specification criteria) when operating within its designed operating parameters The specification calls for a 24-conductor cable to connect the governor panel with the pumping unit. The layout of the conduit does not allow for the 24-conductor cable to be pulled due to excessive bends, or non 24-conductor cables are installed instead A top cover drainage system is installed entirely as per the specification, but on commissioning does not have sufficient capacity to cope with the shaft seal leakage. <p>4.3 Process NC The intended process or sequence of the activity cannot be performed as per the</p>	<p>Site Handbook 05 Quality Documents Non-Conformities Chapter 05 / b</p> <p>ANDRITZ</p> <ul style="list-style-type: none"> Change of insulator sequence to suit the delivery of equipment of site dynamics. Change paint process from two coats for 40 approx to one coat of 50 micron dry film thickness. Change of AC Hppt to DC Hppt
--	---	---

Figura 58 - Registo de Não Conformidades

Nestes relatórios, conforme Figura 59, foi solicitado que contenha pelo menos:

- Identificação da zona de trabalho;
- Breve descrição da NC;

- Equipa impactada pela NC;
- Custos paralelos associados;
- Registo fotográfico.



Figura 59 - Relatório Não Conformidade

Com a introdução destes documentos de controlo, é esperada uma padronização da informação que chega aos Supervisores e Gestão de Obra, reduzindo tempos perdidos em esclarecimentos e melhorando a tomada de decisão.

4.5. Normalização das reuniões

A duração e conteúdo das reuniões diárias, foi considerado um dos problemas na eficiência da obra, assim, para combater a falta de normalização das reuniões foi desenvolvido um modelo de agenda específico para a obra, na Figura 60, para as reuniões diárias em paralelo com os, anteriormente referidos registos diários de operação, que permitiram a uniformização da chegada de informação à sala de reuniões.

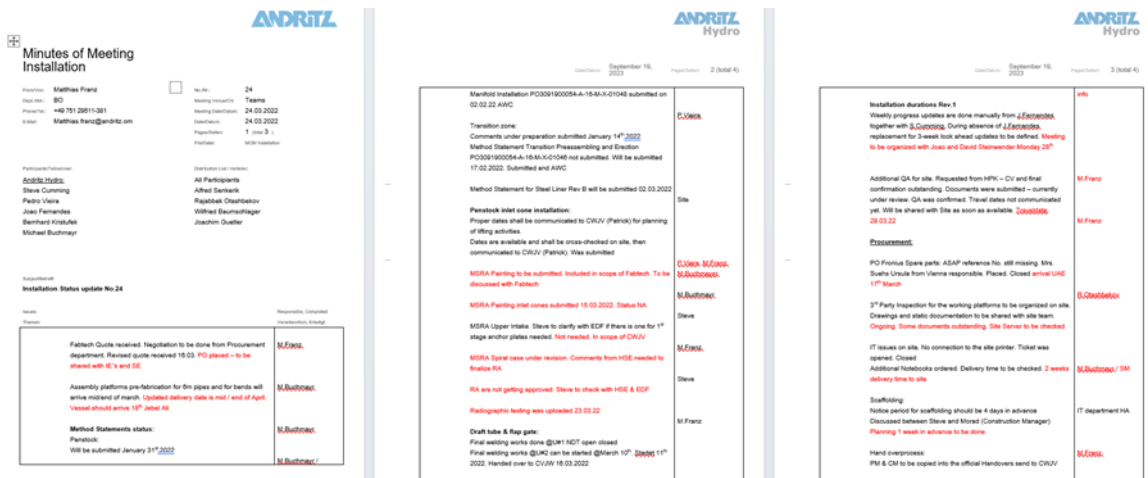


Figura 60 - Agenda e registo das reuniões diárias

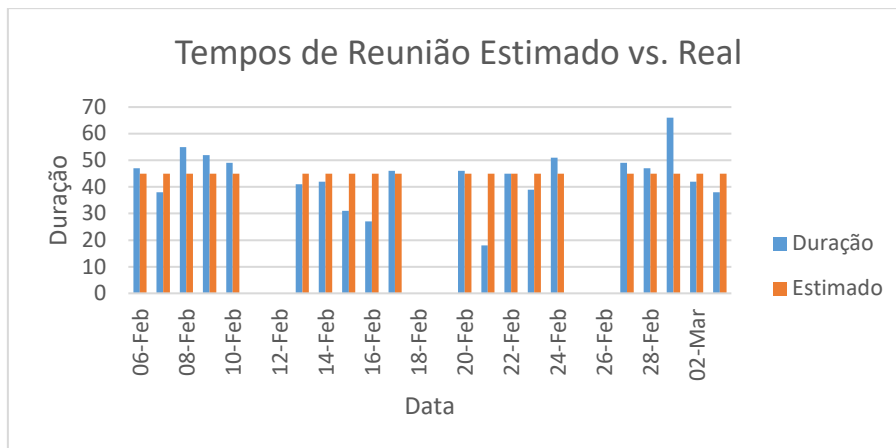


Figura 62 - Gráfico da duração dos tempos de reunião estimado vs. real

Da observação dos dados, é possível verificar uma redução drástica dos tempos de reunião, conforme era desejado.

4.6. Formação às chefias intermédias

Para a implementação das medidas propostas, foi necessário proceder ao incremento da formação, verticalmente na organização em obra.

Assim, foram criados grupos de formação, dividindo os grupos por função, tendo sido ministradas ações de formação, pelos diferentes departamentos (Qualidade, Segurança, Gestão de Obra), com o intuito de dotar os colaboradores da maior informação. Como suporte à formação, foram disponibilizados os regulamentos e panfletos com o resumo das alterações que se pretendem induzir.

Foram também disponibilizados, formulários relativos às auditorias por forma a que os mesmos fossem do conhecimento generalizado e permitissem uma perceção do valor que se espera acrescentar.

Tendo sido identificadas uma variação significativa no desempenho das funções das chefias intermédias, existiu um esforço adicional para dotar estes colaboradores de informação relativa às suas funções e tarefas que se esperam sejam desenvolvidas.

Para melhorar a comunicação com as equipas, foi também definido que frequentemente, os supervisores devem acompanhar os seus encarregados e chefes de equipa nas reuniões que têm com as suas equipas, para verificar a implementação das medidas propostas, mas também ajudar a identificar potenciais dificuldades na comunicação com as equipas.

4.7. Implementação de quadros para monitorização da produção

Por fim, para reduzir a falta de visibilidade sobre o curso dos trabalhos por parte da Gestão de obra, foram implementados dois quadros de monitorização para a produção.

Estes quadros versam fundamentalmente, sobre o progresso de fabrico já atingido e os tubos em produção em cada instante.

Para isto, foi impresso em papel A1 uma imagem total da conduta a ser fabricada, sendo esta imagem atualizada diariamente e preenchida a cores o progresso na produção de tubos, conforme Figura 63.

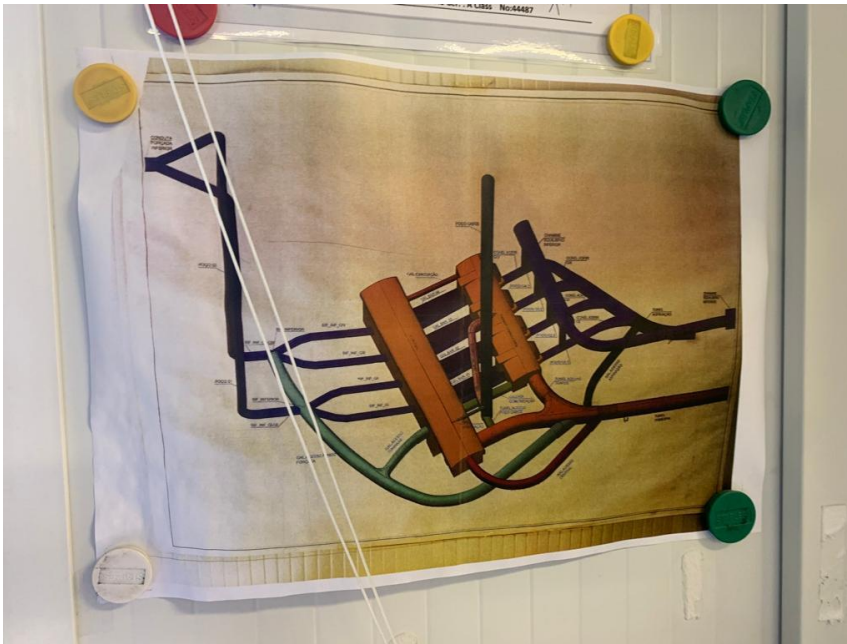


Figura 63 - Progresso de fabrico

4.8. Análise da Implementação das medidas propostas

A implementação das medidas propostas decorreu de forma orgânica, com a integração dos diversos departamentos em obra e equipa de projeto.

Para aferir da melhoria conseguida com a implementação das medidas propostas, foi acordado um procedimento acompanhamento com uma auditoria interna a ser realizada pelo departamento de Qualidade e Segurança, com periodicidade semestral. Nessa auditoria, será avaliado a perenidade das medidas propostas.

De forma a controlar as ações definidas, foi proposto a adoção da ferramenta PDCA uma vez que era uma ferramenta que alguns elementos da Gestão de obra e Supervisão já se encontravam familiarizados. Para a adoção desta ferramenta foi contruído um quadro de gestão visual com o ciclo PDCA, representado na Figura 64.



Tarefas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Tarefa 1										
Tarefa 2										

Figura 64 - Mapa de acompanhamento da implementação de tarefas

Como se pode observar pela Figura 64, no quadro consta a identificação da tarefa a ser realizada, bem como dos colaboradores (C#) e o ciclo PDCA. A ideia passa por colocar a tarefa do lado esquerdo da tabela e associar um ciclo PDCA por baixo dos membros da equipa alocados a essa tarefa. À medida que as fases do ciclo vão sendo completadas, vai-se preenchendo o ciclo PDCA. Assim, além de se acompanhar melhor as diferentes fases dos planos de ação, espera-se que este método permita estimular os diferentes membros envolvidos, uma vez que vão acompanhando o ritmo dos seus colegas na concretização das diferentes fases dos planos de ação traçados.

5. CONCLUSÃO

Neste capítulo são apresentadas as conclusões de maior relevo retiradas do projeto desenvolvido, sendo acrescentadas sugestões para trabalhos futuros e limitações identificadas no presente projeto.

Neste capítulo serão apresentadas as principais conclusões alcançadas durante esta investigação. No final do capítulo são ainda tecidas algumas sugestões para o desenvolvimento de trabalho futuro.

5.1. Conclusões finais

O presente trabalho é resultado do estágio realizado na empresa Andritz, focado no projeto do fornecimento da conduta reforçada de Gouvães, tendo visado a aplicação das ferramentas LEAN no seu processo produtivo.

Assim, foi feita uma caracterização do processo produtivo, em conjunto com a direção de obra e demais responsáveis em obra, foram aferidas as oportunidades de melhoria e identificadas metodologias para eliminação ou mitigação das deficiências identificadas.

Com recurso a algumas ferramentas, foram identificados os principais problemas, como sendo a estrutura e organização do estaleiro, a inoperacionalidade das ferramentas, os registos documentais, o tempo das reuniões as diferentes metodologias usadas pelas chefias.

Para a eliminação dos problemas identificados, e usando a aplicação das Ferramentas LEAN, implementaram-se algumas alterações como a aplicação de esquema de cores para a marcação dos tubos em armazém, a implementação dos 5S's no estaleiro, um programa de gestão para a ferramenta, uniformização documental, normalização e redução dos tempos das reuniões, formação às chefias e adoção de quadros de controlo da produção.

Como resultado das medidas implementadas, dentro do que foi possível identificar e caracterizar, foi possível observar uma redução significativa nos tempos de identificação dos tubos, bem como uma maior segurança na mobilidade dentro da zona de estaleiro.

Com as alterações na gestão da ferramenta, espera-se uma maior disponibilidade da mesma, sendo que a redução da inoperabilidade não foi possível identificar dentro do período do estágio.

Com a adoção de modelos para os documentos de registo, como registos diários de operação, não conformidades e agendas para as reuniões, conseguiu-se uma redução significativa nos tempos de reuniões, que passaram, geralmente a ficar dentro do período estipulado.

A formação às chefias intermédias e a disponibilização de modelos de registo diário, também melhoraram a integração de todos os colaboradores no processo produtivo, permitindo um ambiente de trabalho mais positivo, com o envolvimento de todas as partes.

Por fim, a adoção de quadros para o controlo e visibilidade da produção ou da implementação das tarefas, permitiu uma rivalidade saudável entre indivíduos e sectores que se espera revelar positiva na produtividade.

Com as alterações implementadas, procurou-se dotar a empresa de uma dinâmica mais eficiente, reduzindo as perdas e aumentando a disponibilidade das ferramentas em obra.

Apesar da dimensão do projeto dificultar a observação dos resultados, foi possível, junto dos responsáveis obter um retorno positivo das medidas implementadas, bem como uma dinâmica positiva dentro das alterações induzidas, fazendo perceber que estas alterações serão adotadas em futuros projetos na organização.

Resumindo, as intervenções realizadas na organização cumpriram com os seus objetivos, permitindo uma melhoria no processo produtivo, redução de imobilizado resultando no aumento de competitividade da empresa.

5.2. Limitações e trabalhos futuros

As principais dificuldades encontradas, prenderam-se com a dimensão do projeto, onde, sendo uma organização multinacional, existem regras e restrições para grande parte das alterações que se poderiam introduzir.

A multiculturalidade encontrada em obra, com diferentes idiomas, experiências e objetivos, também foi um desafio para a implementação das medidas que se sugeriram.

Neste projeto, tendo sido cumpridos os objetivos a que se tinha proposto, ficaram ainda por implementar outras medidas que podem alavancar a melhoria da empresa, assim, é sugerido que se faça uma avaliação de todos os postos de trabalho, com vista a normalização dos mesmos.

Também na fase de projeto, devem ser mais bem aferidas as zonas de armazenagem necessárias em função do planeamento de instalação para reduzir o impacto nas áreas de armazenagem. Sugere-se o desenvolvimento de uma folha de cálculo como matriz para que adeque a quantificação da área necessária em função das características físicas do componente, o processo produtivo e o progresso da instalação.

Por fim, propõe-se o desenvolvimento do programa de gestão de ferramenta para incorporar a função de associar a utilização da ferramenta por parte dos trabalhadores. Permitindo fechar o ciclo de controlo e gestão da ferramenta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akamavi, R. K. (2005). Re-engineering service quality process mapping: E-banking process. *International Journal of Bank Marketing*, 23(1 SPEC. ISS.), 28–53. <https://doi.org/10.1108/02652320510577357>

Alefari, M., Salonitis, K., & Xu, Y. (2017). The Role of Leadership in Implementing Lean Manufacturing. *Procedia CIRP*, 63, 756–761. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.169>

Alves, A., Carvalho, D., & Sousa, R. (2012). Lean production as promoter of thinkers to achieve companies' agility, *The Learning Organization*. 19(3), 219-237

Antoniolli, I., Guariente, P., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. G. (2017). Standardization and optimization of an automotive components production line. *Procedia Manufacturing*, 13, 1120–1127. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.173>

Ávila, P. A. S. (2010). "Vertentes da Optimização do Processo."

Azevedo, I. C. G. (2016). FLuxograma como Ferramenta de Mapeamento de Processo no Controle de Qualidade de uma Indústria de Confeção. 1–14. Obtido de http://www.inovarse.org/sites/default/files/T16_M_024.pdf

Barbosa, F. A. (1999). "Um estudo da Implantação da Filosofia Just in Time em uma empresa de grande porte e a sua integração ao MRPII. Dissertação de Mestrado, São Carlos."

Barnes, M. R. (1977). *Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho (6a)*. São Paulo - Brasil: Editora Blucher.

Black, J. T. (1998). "O projecto da fábrica com futuro." Porto Alegre: Ares Médicas Editora Bookman.

C. Patel, V., & Thakkar, H. (2014). A Case Study: 5s Implementation in Ceramics Manufacturing Company. *Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science*, 4(3), 132–139. <https://doi.org/10.9756/bijiems.10346>

Coleman, H. (2006). Lean Thinking in Distribution. Obtido 5 de Dezembro de 2019, de <https://bit.ly/3dtanHh>

Comunidade Lean Thinking (2008)

Costa, T., Silva, F. J. G., & Pinto Ferreira, L. (2017). Improve the extrusion process in tire production using Six Sigma methodology. *Procedia Manufacturing*, 13, 1104–1111. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.171>

Dias, J. A., Pinto Ferreira, L., Gonçalves, M. A., Silva, F. J. G., & Ares, E. (2020). Analysis Of An Order Fulfilment Process At A Metalwork Company Using Different Lean Methodologies. 41, 399–406

Gadre, A., Cudney, E., & Corns, S. (2011). Model development of a virtual learning environment to enhance lean education. *Procedia Computer Science*, 6, 100–105. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2011.08.020>

Gupta, S., & Jain, S. K. (2014). The 5S and kaizen concept for overall improvement of the organisation: a case study. *International Journal of Lean Enterprise Research*, 1(1), 22–40. <https://doi.org/10.1504/ijler.2014.062280>

Hill, J., Thomas, A. J., Mason-Jones, R. K., & El-Kateb, S. (2018). The implementation of a Lean Six Sigma framework to enhance operational performance in an MRO facility. *Production and Manufacturing Research*, 6(1), 26–48. <https://doi.org/10.1080/21693277.2017.1417179>

Holweg, M. (2006). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 20, 420-437

Hunglin, C. (2011). 5S implementation in Wan Cheng Industry Manufacturing Factory in Taiwan. Wisconsin-Stout

Imai, M. (1991). Kaizen. (ky'zen). The key to Japan's competitive success, New York: Random House

Jadhav, J. R., Mantha, S. S., & Rane, S. B. (2014). Development of framework for sustainable Lean implementation: an ISM approach. *Journal of Industrial Engineering International*, 10(3). <https://doi.org/10.1007/s40092-014-0072-8>

Jiménez, M., Romero, L., Domínguez, M., & Espinosa, M. del M. (2015). 5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. *Safety Science*, 78, 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.04.022>

Kenneth, W. (2005). *The kaizen pocket handbook*, DW Publishing Co.

Kocaküläh, M., Brown, J., & Thomson, J. (2008). Lean manufacturing principles and their application. *Journal of cost management*, 22(3), 16–27.

Kulkarni, P. P., Kshire, S. S., & Chandratre, K. V. (2014). Productivity Improvement Through Lean Deployment & Work Study Methods. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 03(02), 429–434. <https://doi.org/10.15623/ijret.2014.0302076>

Lee, C. and W. Wilhelm (2010). "On integrating theories of international economics in the strategic planning of global supply chains and facility location." *International Journal of Production Economics* 124(1): 225-240.

Liker, J. & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook – A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps*, McGraw Hill.

Liker, J. (2004). *The Toyota Way : 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill. ISBN: 9780071392310

Liker, J. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill

Liker, J. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill

Liker, J. K. (2006). *The Toyota Way Fieldbook*. McGraw-Hill Education. <https://doi.org/10.1036/0071448934>. ISBN: 9780071448932

Lima Gonçalves, J. E. (2000). Processo, Que Processo? *RAE - Revista de Administração de Empresas*, 40, 8–19

Maarof, M. G., & Mahmud, F. (2016). A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises. *Procedia Economics and Finance*, 35, 522–531. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(16\)00065-4](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(16)00065-4)

Madison, D. (2005). *Process Mapping, Process Improvement, and Process Management: A Practical Guide for Enhancing Work and Information Flow*. California: Paton Professional.

Manos, A. (2007). The Benefits of Kaizen and Kaizen Events. *Quality Progress*, 40, 47–48. Obtido de <https://search.proquest.com/openview/9d2fe051fa4889fcd7cfd18f6cae1d2b/1?pqorigsite=gscolar&cbl=34671>

Martin, T. D., & Bell, J. T. (2017). *New Horizons in Standardized Work: Techniques for Manufacturing and Business Process Improvement*. In Productivity Press. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b10507>

Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83 (6), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>

Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83 (6), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>

Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83 (6), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>

- Mika, G. (2006). Kaizen event implementation manual, Society of Manufacturing Engineers (4a ed).
- Minoura, T. (2003). The ‘thinking’ production system: TPS as a winning strategy for developing people in the global manufacturing environment.
- Monden, Y. (2011). Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time (4a). CRC Press
- Monks, J. G. (1987). Administração da produção.
- Muther, R. (1978). Planejamento do layout: sistema SLP, E. Blucher.
- Neves, P., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, T., Gouveia, A., & Pimentel, C. (2018). Implementing Lean Tools in the Manufacturing Process of Trimmings Products. *Procedia Manufacturing*, 17, 696–704. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.119>
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- Oliveira, J., Sá, J. C., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082–1089. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- Osada, T. (1991). The 5S’s: Five keys to a Total Quality Environment. Tokyo: Asian Productivity Organisation.
- Pinho, A., Leal, F., Montevechi, J., & Almeida, D. (2007). Combinação entre técnicas de fluxograma e mapa de processo no mapeamento de um processo produtivo. *Enegep*, pp. 1–11.
- Pinho, A., Leal, F., Montevechi, J., & Almeida, D. (2007). Combinação entre técnicas de fluxograma e mapa de processo no mapeamento de um processo produtivo. *Enegep*, pp. 1–11.
- Pinto, J. P. (2006, Setembro). Novas Oportunidades. *Revista Exame*, 24–25

Pinto, J. P. (2009). <i>Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras</i> (6th ed.). Lidel. ISBN: 9789897520327.
Rafael Paim, Vinicius Cardoso, Heitor Caulliroux, R. C. (2009). <i>Gestão de Processos: Pensar, Agir e Aprender</i> . Bookman Editora
Raphael, L., Butz, F., & Vitalo, P., (2003). <i>Kaizen desk reference standard</i> , Hope: Lowery Press.
Rawabdeh, I. (2005). A model for the assessment of waste in job shop environments. <i>International Journal of Operations & Management</i> , 25(8), 800-822.
Resende, V., Alves, A. C., Batista, A., & Silva, Â. (2014). Financial and human benefits of lean production in the plastic injection industry: An action research study. <i>International Journal of Industrial Engineering and Management</i> , 5(2), 61–75. https://doi.org/10.22116/jiems.2018.80685
Rosa, Conceição, Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, T., & Gouveia, R. (2018). Establishing Standard Methodologies to Improve the Production Rate of Assembly Lines Used for Low Added-Value Products. <i>Procedia Manufacturing</i> , 17, 555–562. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.096
Rother, M., & Shook, J. (1999) <i>Learning to See – Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda</i> , Massachusetts: The Lean Enterprise Institute.
Sá, J., Carvalho, J. & Sousa, R. (2011). Waste Identification Diagrams, <i>A Engenharia como Alavanca para o Desenvolvimento e Sustentabilidade</i> , 6º Congresso Luso – Moçambicano de Engenharia, Maputo, Moçambique.
Scyoc, K. (2008). Process safety improvement – Quality and target zero, <i>Journal of Hazardous Materials</i> , 159, 42–48
Slack, N., S. Johnston and Chambers (1996). <i>Administração da Produção</i> . Atlas, 1996.
Slack, N., S. Johnston and Chambers (1996). <i>Administração da Produção</i> . Atlas, 1996.
Soltan, H., & Mostafa, S. (2015). Lean and Agile Performance Framework for Manufacturing Enterprises. <i>Procedia Manufacturing</i> , 2(February), 476–484. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.082

Steenkamp, L. P., Hagedorn-Hansen, D., & Oosthuizen, G. A. (2017). Visual Management System to Manage Manufacturing Resources. *Procedia Manufacturing*, 8(October 2016), 455–462. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.058>

Stewart, T., & Raman, A. (2007). Lessons from Toyota's long drive. *Harvard Business Review*, 74-83

Stewart, T., & Raman, A. (2007). Lessons from Toyota's long drive. *Harvard Business Review*, 74-83

Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2016). The Functions of Visual Management. *Technological Forecasting & Social Change*, 104, 1–15

Tompkins, J. A., J. A. White, Y. A. Bozer, E. H. Frazelle, J. M. A. Tanchoco and J. Trevino (1996). "Facilities Planning." John Wiley e Sons Inc. Copyright.

Vanti, N. (1999). "Ambiente de qualidade em uma biblioteca universitária: aplicação do 5S e de um estilo participativo de administração." *Ciência da Informação* 28(3): 333-339

Veres, C., Marian, L., Moica, S., & Al-Akel, K. (2018). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*, 22, 900–905. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.127>

Veres, C., Marian, L., Moica, S., & Al-Akel, K. (2018). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*, 22, 900–905. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.127>

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600967>

Womack, James P, Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *A Máquina Que Mudou o Mundo*. Em Gulf Professional Publishing. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(92\)90400-V](https://doi.org/10.1016/0024-6301(92)90400-V)

APÊNDICE A

Lista de verificação para auditoria 5S's

5S Audit Checklist



5S Area:

Date:

5S Coach:

Auditor:

Performance Subareas *

Judging criteria	Performance Subareas *				Weighting	Subarea A	Subarea B	Subarea C	Subarea D	Ø	Comments / Actions
	Subarea A	Subarea B	Subarea C	Subarea D							
1 Floor markings (Working areas, material, workpieces, delivery and hand-over area, staging/ supply areas, shelves) are marked according to standardized regulations, the marking/labelling is visible and not covered by any goods and everything within the dedicated areas is well arranged. Footpaths and roadways are clear.					20	**					
2 Floor clear of waste. No oil and/or cooling lubricant spillages. No slipping hazard are present.					10						
3 All tools and instruments/ devices (Hoisting equipment, instep materials, empty palletes, wedges, cables, piping/ hoses) have a dedicated storage place, withdrawing and returning on its dedicated storage locations is easy. No random storage.					10						
4 After using the tools, instruments/ devices and auxiliary material is cleaned and returned, the storage area is free of waste, aids and appliances and material left-overs.					10						
6 Auxiliary material and operational supplements (Lubricants, cleaning agents, cleaning rags, etc.) have a dedicated storage place which is clean and well arranged.					10						
7 Documentation (maintenance schedules, labels, manufacturing documents, inventory lists, information panels); only up to date documentation is available, clean and orderly					10						
8 Personal Belongings (bag, food, drink, jacket, etc.): dedicated storage location, clean and orderly, no personal belongings are left lying around.					20						
9 Safety First aid equipment is available and freely accessible. Fire extinguisher, fire-fighting facilities, fire alarm equipment is freely accessible (if available). Working equipment, ladders, stair ways, scaffoldings and hoisting equipment is free of evident damages. Hazard symbols and name plates indicating the containing material are attached to the containers accordingly. The personal protective equipment is used and treated carefully. Safety notes like pictogrammes e.g. "wearing protective glasses" are used accordingly.					10						
TOTAL					100						

Observations:

	Performance actual week	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">80 to 100 points</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">50 to 79 points</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">20 to 49 points</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0 to 19 points</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </table>	80 to 100 points		50 to 79 points		20 to 49 points		0 to 19 points	
80 to 100 points										
50 to 79 points										
20 to 49 points										
0 to 19 points										
	Last Performance									

* If 5S area is divided into subareas ** O.K = 1 ; not appropriate = 0

ANEXO A

Folheto da formação de indução para colaboradores externos e visitas

GOUVÃES



CAVERNA DE GOUVÃES EM CONSTRUÇÃO

Curiosidades



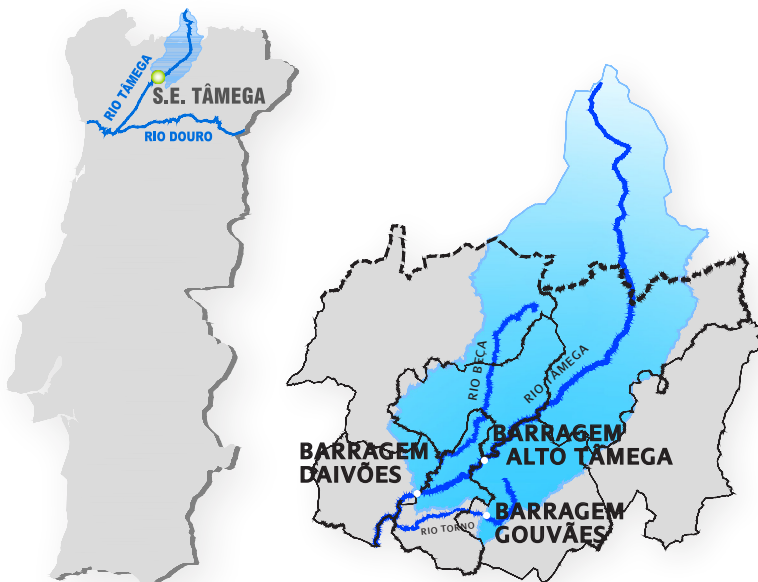
A CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO EM GOUVÃES É EQUIVALENTE AO CONSUMO DIÁRIO DA ZONA METROPOLITANA DO PORTO, O EQUIVALENTE A 1,5 MILHÕES DE BATERIAS PARA USO RESIDENCIAL, 400.000 BATERIAS DE CARRO ELÉTRICO OU MESMO ÀS BATERIAS DOS TELEMÓVEIS DE TODA A POPULAÇÃO DA CHINA



O VOLUME DA CAVERNA DO APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO DE GOUVÃES, ESCAVADA NA ROCHA A QUASE 400 METROS DE PROFUNDIDADE, EQUIVALE A 25 PISCINAS OLÍMPICAS



O SISTEMA DE BOMBAGEM É A ÚNICA TECNOLOGIA QUE PERMITE ARMAZENAR EFICIENTEMENTE GRANDES QUANTIDADES DE ENERGIA



SISTEMA ELETROPRODUTOR DO TÂMEGA

WEBSITE

<http://tamega.iberdrola.pt>

ATENDIMENTO SISTEMA ELETROPRODUTOR DO TÂMEGA

EMAIL

set_atendimento@iberdrola.com

TELEFONE

(+351) 259 493 065

IBERDROLA CLIENTES PORTUGAL

WEBSITE

www.iberdrola.pt

TELEFONE

808 502 050

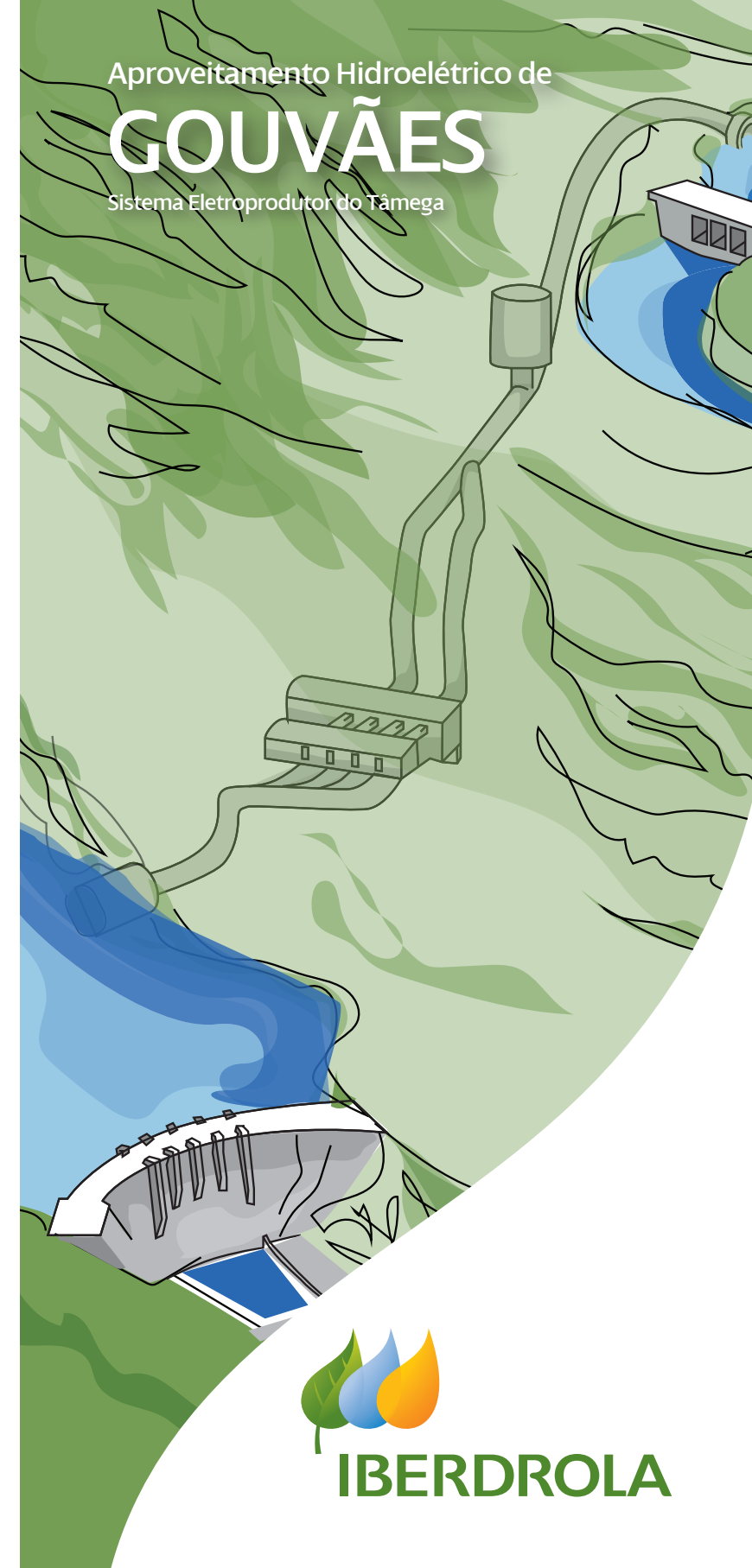
IMPRESSO EM PAPEL RECICLADO

Dos pequenos detalhes às grandes obras, a IBERDROLA protege o ambiente

Aproveitamento Hidroelétrico de

GOUVÃES

Sistema Eletroprodutor do Tâmega



IBERDROLA

Aproveitamento Hidroelétrico de GOUVÃES

BARRAGEM

30 m
Altura

40.000 m³
Volume de betão

887,5 msnm
Metros sobre o nível do mar
Cota do coroamento

232 m
Comprimento do coroamento

ALBUFEIRA

176 ha
Área

13,7 hm³
Volume

885 msnm
Metros sobre o nível do mar
Nível Pleno de Armazenamento (NPA)

GALERIAS E TÚNEL DE ASPIRAÇÃO

4 uds x 3,8 m + 1 ud x 7,3 m
Diâmetro

813 m
Comprimento médio

CONDUTA FORÇADA

1 ud x 6 m + 1 ud x 5,4 m + 2 uds x 3,8 m + 4 uds x 2,8 m
Diâmetro

2.154 m
Comprimento médio

11.000 t
Peso total de aço

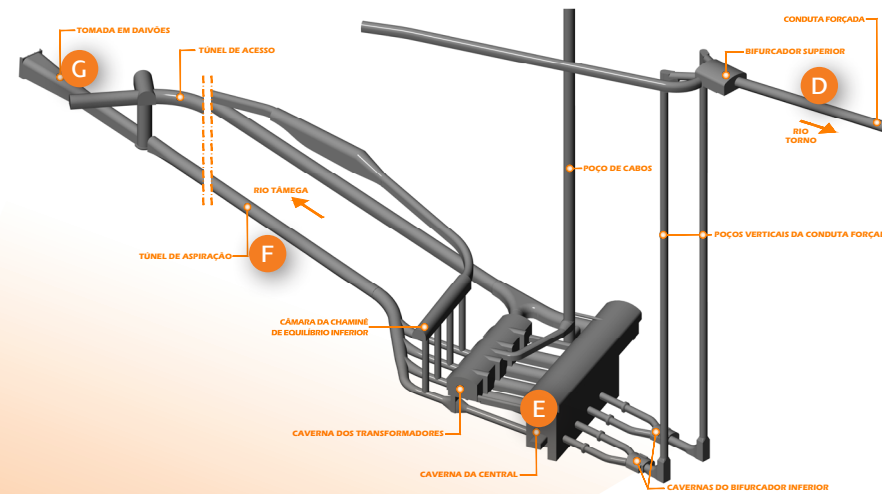
CENTRAL

880 MW
Potência

160 m³/s
Caudal

4 uds tipo Francis reversíveis
Grupos

CENTRAL E CIRCUITO HIDRÁULICO



- A** Tomada de água em Gouvães
- B** Túnel de adução
- C** Chaminé de equilíbrio superior
- D** Conduta forçada
- E** Central hidroelétrica
- F** Túnel de aspiração
- G** Tomada de água em Daivões

