

Melhoria da Eficiência do Processo e da Segurança: um Estudo numa Empresa Transformadora

Mafalda Peixoto Laranjeira

mp.laranjeira@campus.fct.unl.pt

Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial,
NOVA School of Science and Technology (NOVA FCT), Universidade NOVA de Lisboa
ORCID 0009-0009-4824-1616

Maria Celeste R. Jacinto

mcej@fct.unl.pt

UNIDEMI, Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial,
NOVA School of Science and Technology (NOVA FCT), Universidade NOVA de Lisboa
ORCID 0000-0002-1292-0782

Helena V. G. Navas

hvgn@fct.unl.pt

UNIDEMI, Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial,
NOVA School of Science and Technology (NOVA FCT), Universidade NOVA de Lisboa
LASI - Intelligent Systems Associate Laboratory, 4800-058, Guimarães, Portugal
ORCID 0000-0003-4637-0755

Resumo:

No ambiente empresarial atual, caracterizado por uma competitividade crescente, a adoção da filosofia *Lean* permite que as organizações melhorem processos e promovam melhores condições de trabalho para os seus colaboradores. Este estudo foi realizado numa empresa fabricante de sistemas de ventilação e climatização, visando aumentar a eficiência do processo produtivo de Unidades de Tratamento de Ar e melhorar a segurança dos trabalhadores envolvidos.

Foram aplicadas ferramentas como o *Gemba Walk*, a observação direta, questionários, Diagrama de Pareto, 5 Porquês, Diagrama de Ishikawa, Matriz Esforço-Impacto e 6S. Além disso, realizou-se uma análise dos riscos ocupacionais através do método *Job Safety Analysis*. A partir dessas análises, foram sugeridas melhorias na organização e limpeza de certas áreas fabris, na comunicação interna, na redução de defeitos e na gestão de componentes das Unidades de Tratamento de Ar, para além de outras medidas de segurança para reduzir riscos laborais.

Embora nem todas as propostas tenham sido implementadas, a aplicação do 6S na produção de painéis/portas aumentou o nível de conformidade nas auditorias de 20% para 41%. Espera-se que a implementação completa das medidas aumente a eficiência produtiva e promova um ambiente de trabalho mais organizado e seguro.

Palavras-chave: *Lean*, Melhoria Contínua, Segurança Ocupacional, Unidades de Tratamento de Ar

Abstract:

In today's increasingly competitive business environment, adopting the Lean philosophy allows organisations to improve processes and promote better working conditions for their employees. This study was carried out in a company that manufactures ventilation and air conditioning systems, with the aim of increasing efficiency in the production process of Air Handling Units and improving the safety of the workers involved.

Tools such as Gemba Walk, direct observation, questionnaires, Pareto Diagram, 5 Whys, Ishikawa Diagram, Effort-Impact Matrix and 6S were applied. In addition, an occupational risk analysis was carried out using the Job Safety Analysis method. Based on these analyses, improvements were suggested in the organisation and cleanliness of certain factory areas, in internal communication, in the reduction of defects and in the management of components for the Air Handling Units, as well as additional safety measures to reduce occupational risks.

Although not all the proposals have been implemented, the application of 6S in the panel/door production has increased the level of compliance in audits from 20% to 41%. Full implementation of the measures is expected to increase productive efficiency and promote a more organised and safe working environment.

Keywords: Air Handling Units, Continuous Improvement, Lean, Occupational Safety

1. Introdução e Âmbito

Num contexto de constante evolução socioeconómica, as empresas enfrentam desafios cada vez mais complexos para atender às crescentes exigências dos clientes (Tiwari & Sharma, 2022). Para manterem a competitividade, é essencial que as organizações priorizem a inovação e a melhoria contínua dos seus processos, procurando fornecer produtos e serviços diversificados e de alta qualidade ao menor custo possível (Ramdass *et al.*, 2022).

Neste panorama, a abordagem *Lean* destaca-se como uma estratégia eficaz para melhorar processos empresariais. Utilizando um conjunto diversificado de técnicas e ferramentas adaptáveis a diferentes realidades organizacionais, o *Lean* permite aumentar a eficiência, melhorar o desempenho operacional, reduzir desperdícios e melhorar a satisfação dos clientes (Furman & Małysa, 2023; Kumar *et al.*, 2022).

Simultaneamente, a Segurança e Saúde no Trabalho (SST) tem assumido um papel central na promoção do bem-estar dos trabalhadores, motivando as empresas a adotar práticas que mitiguem riscos e reduzam significativamente a incidência de acidentes de trabalho. A integração de ferramentas *Lean* no âmbito SST tem demonstrado ser uma abordagem eficaz, ao facilitar a identificação e mitigação de riscos laborais, promovendo assim um ambiente de trabalho mais seguro e produtivo (Sá *et al.*, 2021; Tortorella *et al.*, 2020; Ulewicz *et al.*, 2019).

Este estudo foi realizado na Sandometal, uma empresa portuguesa especializada no fabrico de equipamentos de ventilação e climatização. Fundada em 1979 e sediada em Alverca do Ribatejo, a Sandometal dedica-se ao fabrico de uma ampla gama de produtos, incluindo unidades de tratamento de ar, unidades de ventilação, atenuadores acústicos, grelhas, difusores e condutas de ar.

Face à elevada competitividade do setor, torna-se crucial apostar na melhoria contínua dos processos produtivos para satisfazer as expectativas dos clientes e assegurar a sustentabilidade e relevância da empresa no mercado. Nesse sentido, o presente estudo propõe-se a explorar esta problemática, aprofundando-a nas secções subsequentes.

Este artigo está estruturado em sete secções:

- (1) Introdução e Âmbito, que faz o enquadramento do estudo e explicita o seu objetivo;
- (2) Caracterização do Processo em Estudo;
- (3) Metodologia, onde são descritas as principais técnicas e ferramentas de análise aplicadas ao longo do trabalho;
- (4) Estudo para Melhoria do Processo, que inclui uma análise detalhada do processo produtivo e respetivos resultados;
- (5) Melhoria da Segurança Ocupacional, onde se explica a análise de risco laboral realizada nos postos de trabalho e/ou processos;
- (6) Propostas de Melhoria, que resultaram das análises anteriores, tanto para o processo produtivo como para a segurança no trabalho; e, finalmente,
- (7) Conclusões.

2. Caracterização do Processo Produtivo em Estudo

Conforme referido anteriormente, a Sandometal é especializada no fabrico, montagem e comercialização de equipamentos de ventilação e climatização. A empresa conta atualmente com cerca de 70 colaboradores e dispõe de uma unidade fabril com uma área total de 4900 m², sendo 3300 m² dedicados exclusivamente às atividades produtivas.

Este estudo foi desenvolvido especificamente na área de produção das Unidades de Tratamento de Ar (UTA), com o objetivo de melhorar a eficiência do processo produtivo dessas unidades através da implementação de ferramentas *Lean*. Adicionalmente, o estudo visou a melhoria da segurança ocupacional desta área por meio da análise e avaliação dos riscos laborais, procurando identificar e propor ações para a sua eliminação ou mitigação.

As UTA desempenham um papel fundamental na regulação das condições atmosféricas em ambientes internos, contribuindo significativamente para a manutenção da qualidade do ar e do conforto térmico. Estes equipamentos são projetados para filtrar o ar, removendo partículas indesejadas e ajustando parâmetros como a temperatura, humidade e fluxo do ar, de forma a garantir um ambiente saudável e adequado às necessidades específicas de cada espaço.

A Figura 1 mostra um exemplo de uma UTA fabricada pela Sandometal.

Figura 1 – Unidade de Tratamento de Ar da Sandometal

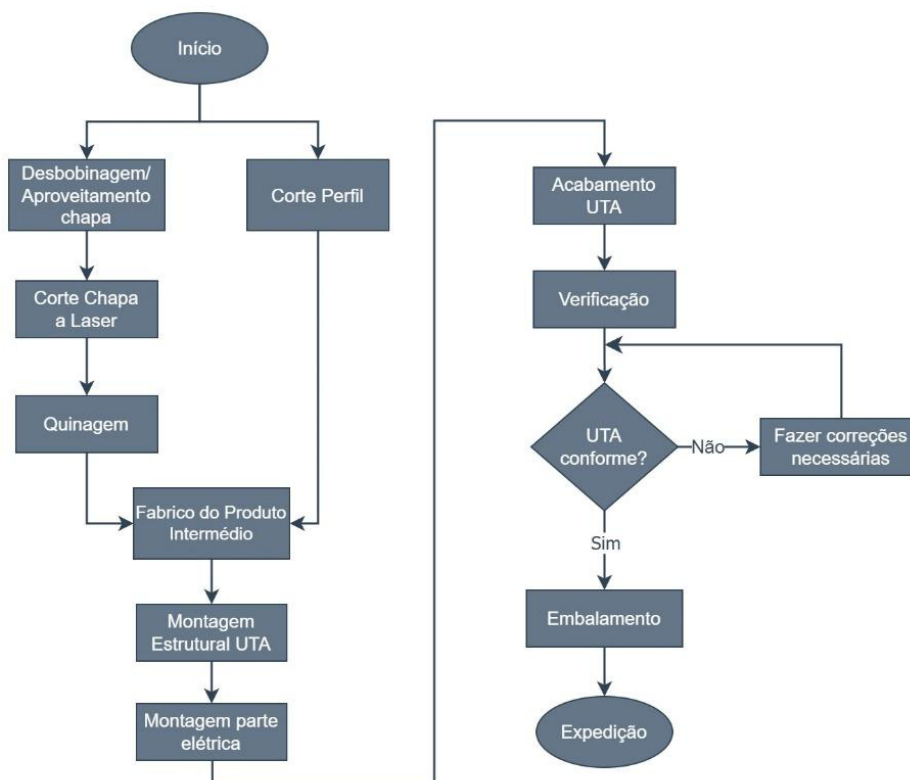


O processo produtivo das UTA, esquematizado no fluxograma da Figura 2, inicia-se com a desbobinagem ou aproveitamento de chapas metálicas, que são posteriormente submetidas ao corte a laser. Em seguida, realiza-se a quinagem das peças e, em paralelo, o corte dos perfis estruturais, utilizando tecnologia CNC ou serras específicas.

Na etapa seguinte, são produzidos os componentes intermédios das UTA, como painéis, tabuleiros, atenuadores e separadores de gotas. Estes componentes são então encaminhados para a fase de montagem, que ocorre em duas fases principais: a montagem estrutural da UTA e a montagem dos seus componentes elétricos.

A fase final do processo produtivo inclui o acabamento, que envolve a limpeza interna, etiquetagem e tamponamento, garantindo a segurança da unidade. Antes da expedição, realiza-se uma verificação de conformidade para assegurar que a UTA cumpre todos os requisitos. Caso sejam identificadas não conformidades, são efetuadas as devidas correções, após as quais a unidade é embalada.

Figura 2 – Processo de Fabrico das UTA



3. Metodologia do Estudo

A metodologia geral deste trabalho, bem como as ferramentas utilizadas em cada etapa, estão resumidas no diagrama da Figura 3.

Inicialmente, em conjunto com a empresa, definiu-se o âmbito e os objetivos do estudo. Para compreender detalhadamente o processo produtivo das UTA, realizaram-se visitas à fábrica (*Gemba Walk*) acompanhadas de observação direta das operações. Estas ações foram complementadas pela interação com os colaboradores envolvidos no processo e pela análise da documentação interna da empresa, permitindo uma familiarização completa e facilitando a seleção das metodologias mais adequadas ao estudo.

Na etapa seguinte, identificaram-se problemas e ineficiências no processo, aplicando-se um questionário aos operadores das UTA para captar as suas perceções. Esta fase incluiu também *Gemba Walk*, observação direta e uma auditoria com base nos princípios do 6S.

Posteriormente, os problemas identificados foram analisados e priorizados, utilizando o diagrama de Pareto, os 5 Porquês, o diagrama de Ishikawa e a Matriz Esforço-Impacto. Estas ferramentas ajudaram a identificar os problemas mais frequentemente mencionados pelos operadores, determinar as respetivas causas-raiz e a definir prioridades de ação.

Figura 3 – Metodologia do Estudo



Para avaliar a segurança no trabalho, foi aplicado o método *Job Safety Analysis* (JSA), conforme proposto por Harms-Ringdahl (2013) no seu último livro, disponível gratuitamente na internet (cf. lista de referências). Este método consiste na decomposição das atividades de trabalho em várias tarefas e subtarefas, as quais são, posteriormente, submetidas a uma análise detalhada para identificar potenciais perigos e riscos associados.

O objetivo é encontrar soluções que permitam a sua eliminação ou, pelo menos, a redução para níveis considerados aceitáveis (Harms-Ringdahl, 2013). Nesta análise, o nível de risco foi avaliado com base na Matriz da Norma BS 8800:2004 e respetivos critérios.

De salientar que o JSA é um método amplamente reconhecido e considerado eficaz na análise de riscos ocupacionais (Gümürçinler & Akboğa-Kale, 2023; Li *et al.*, 2018).

Adicionalmente, para uniformizar a descrição dos riscos identificados, foi utilizada a taxonomia definida pelo sistema EEAT (Estatísticas Europeias de Acidentes de Trabalho), desenvolvido pelo Eurostat em 2001 e atualizado em 2012 (Eurostat, 2012).

Por fim, propuseram-se melhorias para abordar as causas-raiz identificadas e sugeriram-se medidas de segurança destinadas a eliminar e/ou mitigar os riscos laborais detetados.

4. Estudo para a Melhoria do Processo

4.1. Identificação de Problemas - Diagnóstico

Nesta secção, apresentam-se os resultados das ferramentas utilizadas para identificar problemas e ineficiências no processo produtivo das UTA.

4.1.1. Resultados da Auditoria 6S

No âmbito deste estudo, foi implementado o método 6S, considerando que um dos principais objetivos é o reforço da segurança no ambiente de trabalho.

A incorporação do sexto S (Segurança) no método 5S revelou-se essencial para a avaliação das condições de segurança na unidade fabril. Para tal, foi desenvolvida uma *checklist* baseada nos seis princípios do 6S, concebida como ferramenta de orientação para esta e futuras auditorias (Hirano, 1995; Sukdeo, 2017).

Esta *checklist* permite avaliar o ambiente de trabalho e monitorizar a evolução da implementação do 6S.

Os resultados da auditoria 6S (Tabela 1) revelam as pontuações atribuídas a cada parâmetro da *checklist*, numa escala de 0 a 4, em que 0 representa “total não conformidade” com os princípios do 6S e 4 indica “conformidade plena”.

Esta auditoria inicial visou avaliar as condições da secção de produção das UTA com base nos princípios do 6S.

A classificação total obtida foi de 22 pontos em 108 possíveis, indicando que apenas 20% dos critérios foram cumpridos.

Este resultado destaca grandes deficiências ao nível da organização, limpeza e segurança do espaço, sublinhando a necessidade de uma intervenção imediata para a melhoria das condições do ambiente de trabalho.

Tabela 1 – Resultados da Auditoria 6S inicial

Critério de Avaliação	Pontuação (0 a 4)
1.1 Todos os materiais ou ferramentas na área de trabalho são necessários para as operações	2
1.2 Todas as máquinas e equipamentos são utilizados com frequência	3
1.3 Os itens desnecessários são removidos ou adequadamente descartados	1
1.4 Os itens necessários estão identificados de forma clara e lógica	1
1.5 Existe apenas informação relevante na área de trabalho	1
2.1 Existem zonas dedicadas à arrumação de ferramentas e estão claramente identificadas	1
2.2 Existem linhas, marcas ou sinais para indicar claramente as passagens e as áreas de armazenamento na zona de trabalho	1
2.3 Os materiais e ferramentas estão rotulados e nos locais corretos	1
2.4 Os materiais e ferramentas estão dispostos de forma a facilitar a sua localização	1
2.5 As vias de circulação encontram-se desobstruídas	1
3.1 A área de trabalho encontra-se limpa	2
3.2 As máquinas e ferramentas são limpas regularmente	0
3.3 Existem rotinas e planos de limpeza	0
3.4 Existe material de limpeza no posto de trabalho	1
3.5. Os trabalhadores limpam regularmente a sua área de trabalho por iniciativa própria	2
4.1 Existem procedimentos normalizados e documentados para todas as tarefas	0
4.2 Existe um programa de limpeza	0
4.3 As normas estão visíveis e são do conhecimento de todos	0
4.4 As normas e regras são regularmente atualizadas	0
5.1 Existe formação contínua para manter a consciencialização sobre as práticas do 6S	0
5.2 Existe uma cultura de responsabilidade individual e coletiva para com os 6S	0
5.3 Existe um compromisso geral da equipa com a manutenção dos padrões estabelecidos	0
5.4 São realizadas auditorias com frequência	0
6.1 Existe sinalização de segurança clara e visível	2
6.2 Existem formações regulares no âmbito SST	0
6.3 Os EPI estão disponíveis e em bom estado	2
6.4 Os potenciais riscos encontram-se documentados, assim como as medidas preventivas	0
TOTAL	22 em 108 (20%)

4.1.2. Problemas Identificados

A Tabela 2 resume os principais problemas encontrados, apresentando uma breve descrição de cada um, assim como as técnicas utilizadas para a sua identificação.

Tabela 2 – Quadro-resumo dos problemas identificados

Problema	Descrição	Modo de identificação
Desorganização do Local de Trabalho	Postos de trabalho desorganizados, ausência de áreas destinadas ao armazenamento adequado de materiais e ferramentas, e presença de materiais obsoletos ou desnecessários no local de trabalho	Questionário <i>Gemba Walk</i> Auditoria 6S
Falta de Ferramentas	Escassez de ferramentas manuais e elétricas essenciais à execução das tarefas, e quantidades insuficientes para satisfazer as necessidades dos trabalhadores	Questionário
Falta de Formações	Ausência de programas de formação destinados ao desenvolvimento de competências e à promoção de boas práticas no âmbito da SST	Questionário Auditoria 6S
Poluição Sonora	Exposição dos trabalhadores a níveis de ruído superiores aos limites recomendados	Questionário <i>Gemba Walk</i>
Falta de Espaço	Restrição física do espaço disponível da fábrica, refletindo-se negativamente no fluxo de trabalho, na produtividade e na segurança dos trabalhadores	Questionário <i>Gemba Walk</i>
Fraca Comunicação Interna	Inconsistências na transmissão de informações entre departamentos, resultando em equívocos e comprometendo a eficiência dos processos organizacionais	Questionário
Condição Térmica da Fábrica	Variações significativas na temperatura ambiente da fábrica, comprometendo o desempenho e o conforto dos colaboradores	Questionário <i>Gemba Walk</i>
Desmotivação e Postura Negativa dos Trabalhadores	Sentimento generalizado de insatisfação e de desmotivação entre os colaboradores, e resistência à mudança	Questionário <i>Gemba Walk</i>
Planeamento Incorreto da Produção	Planeamento da produção desalinhado com as necessidades reais	Questionário
Falta de Limpeza	Ausência de um plano de limpeza eficaz e falta de limpeza regular, por parte dos colaboradores, dos seus postos de trabalho	<i>Gemba Walk</i> Auditoria 6S
Defeitos nas UTA	Ocorrência de erros de montagem e peças não conformes com as especificações dos clientes, comprometendo a qualidade das UTA	<i>Gemba Walk</i>
Perda Frequente de Peças das UTA	Gestão ineficiente dos componentes das UTA, resultando na sua perda recorrente e, consequentemente, em retrabalho	<i>Gemba Walk</i>

4.2. Priorização e Análise dos Problemas Identificados

Com vista à formulação de propostas de melhoria, foram realizadas uma análise detalhada e uma priorização dos problemas identificados, recorrendo a diferentes ferramentas de análise.

4.2.1. Análise dos Resultados do Questionário

O questionário foi aplicado a todos os 20 colaboradores diretamente envolvidos na produção das UTA (todos do sexo masculino), resultando na obtenção de 20 respostas. A cada participante foi solicitado que indicasse três problemas que impactassem o seu trabalho diário, o que originou a identificação de um total de 60 problemas, alguns dos quais repetidos.

Os problemas mencionados foram analisados através de um Diagrama de Pareto, com o objetivo de priorizar aqueles que, na perspetiva dos trabalhadores, apresentavam maior urgência. Para a construção deste diagrama, os problemas foram agrupados em 13 categorias distintas, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Categorias de problemas identificados pelos questionários

Problema	Descrição
P1	Desorganização do Local de Trabalho
P2	Poluição Sonora
P3	Falta de Espaço
P4	Falta de Formações
P5	Fraca Comunicação Interna
P6	Falta de Ferramentas
P7	Condição Térmica da Fábrica
P8	Desmotivação e Postura Negativa dos Trabalhadores
P9	Planeamento Incorreto da Produção
P10	Ausência de Equipamentos de Proteção Individual (EPI)
P11	Falta de Responsabilização
P12	Maquinaria Antiga
P13	Atrasos na Inspeção das Máquinas

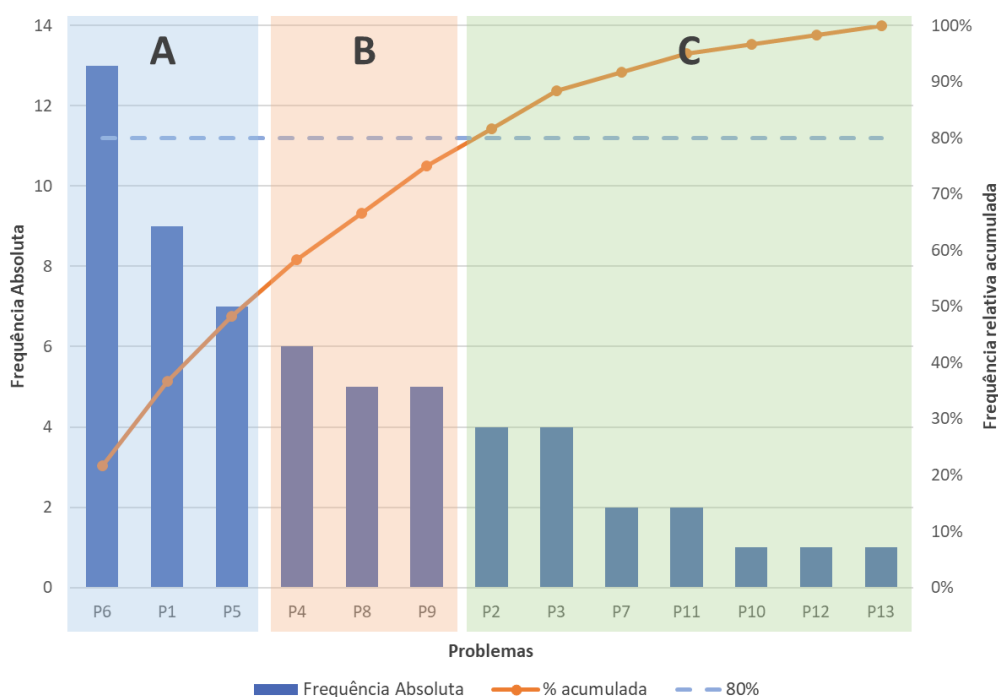
A análise do Diagrama de Pareto, ilustrado na Figura 4, permitiu identificar os problemas que requerem intervenção imediata. Embora a regra 80/20 não se tenha verificado de forma

exata, observou-se que as três principais categorias de problemas/falhas (P6, P1 e P5), que representam 23,08% do total de itens analisados, se destacam pela sua elevada criticidade. Assim, estas categorias foram agrupadas na Classe A, que exige uma ação urgente e prioritária.

Por sua vez, a Classe B inclui as categorias P4, P8 e P9, que, embora menos urgentes do que as da Classe A, continuam a ter um impacto considerável sendo, por isso, necessário tratá-las com alguma premência. Este estudo centrou-se essencialmente nos problemas das Classes A e B, sem, contudo, descurar os restantes problemas identificados durante o *Gemba Walk* e a Auditoria 6S.

Por fim, a Classe C engloba as restantes sete categorias de problemas que, sendo de menor prioridade, não constituem o foco principal deste estudo.

Figura 4 – Diagrama de Pareto dos problemas do questionário



4.2.2. Causas-raiz dos Problemas

Para a definição de soluções eficazes, foi realizada uma análise das causas-raiz dos problemas mais significativos. Esta análise focou-se em problemas cujos sintomas eram evidentes, mas cujas causas subjacentes ainda não tinham sido identificadas. Assim, foram analisados cinco problemas, nomeadamente: (1) falta de ferramentas, (2) condições de trabalho inadequadas (desorganização do local de trabalho, poluição sonora e condições térmicas na fábrica), (3) planeamento incorreto da produção, (4) defeitos nas UTA e (5) perda frequente de componentes das UTA.

Para identificar as causas-raiz destes problemas, recorreram-se a duas ferramentas: o diagrama de Ishikawa e a técnica dos 5 Porquês. O diagrama de Ishikawa foi aplicado a problemas percecionados como mais complexos (i.e., mais difíceis de resolver e/ou explicar causas), enquanto a técnica dos 5 Porquês foi utilizada para problemas percecionados como sendo mais simples de resolver.

A título de exemplo, a Figura 5 mostra o diagrama de Ishikawa desenvolvido para estudar o problema “Falta de Ferramentas”. Já a Figura 6 ilustra a aplicação da técnica dos 5 Porquês na identificação das causas-raiz do problema “Condições de Trabalho Inadequadas”. A construção destas ferramentas contou com a participação ativa dos operadores das UTA e do chefe de secção, através de uma sessão de *brainstorming*, o que possibilitou uma análise mais aprofundada das causas dos problemas identificados.

Figura 5 – Diagrama de Ishikawa aplicado ao problema “Falta de Ferramentas”

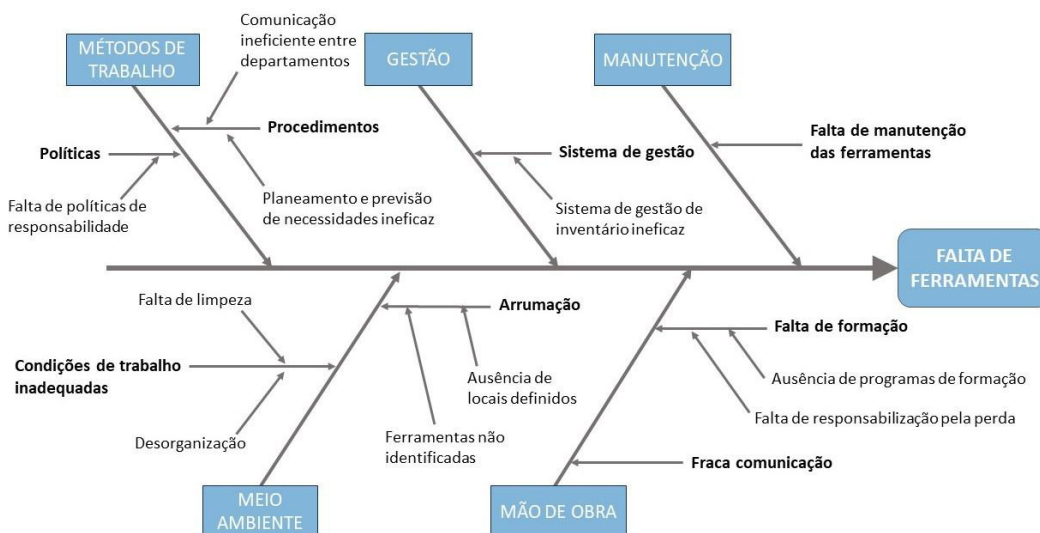
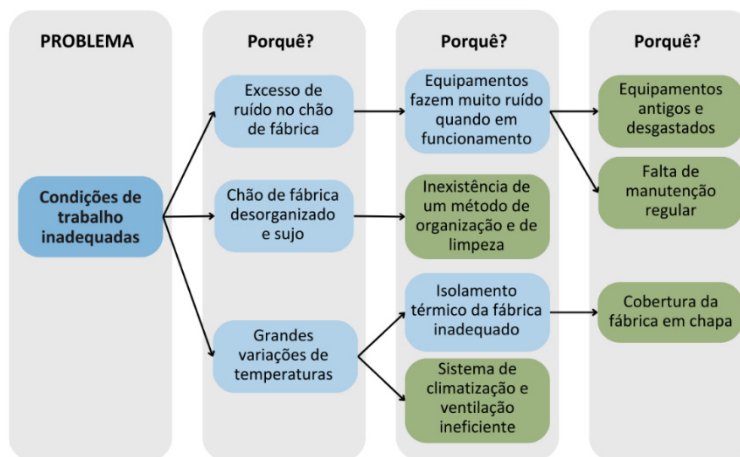


Figura 6 – 5 Porquês aplicado ao problema “Condições de Trabalho Inadequadas”



4.2.3. Priorização dos Problemas

Com as causas-raiz identificadas e tendo em conta a impossibilidade de resolver todos os problemas em simultâneo, recorreu-se à Matriz Esforço-Impacto para definição de prioridades. Esta ferramenta foi construída em conjunto com o diretor de produção e o chefe de secção numa sessão de *brainstorming*. A sua aplicação permitiu avaliar e seleccionar as causas a priorizar, com base no impacto potencial da sua resolução e no esforço necessário para a implementação das respetivas soluções.

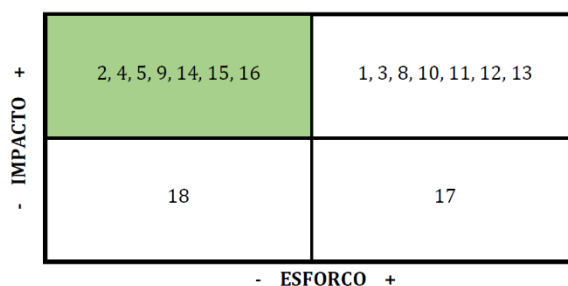
A Tabela 4 sintetiza as 18 causas-raiz identificadas e consideradas para a aplicação da Matriz Esforço-Impacto.

Tabela 4 – Causas-raiz identificadas

Nº	Causa-raiz	Nº	Causa-raiz
1	Falta de manutenção regular dos equipamentos	10	Mau isolamento térmico da fábrica
2	Comunicação ineficiente entre departamentos	11	Sistema de climatização e de ventilação ineficiente
3	Falta de formação	12	Atrasos de fornecedores
4	Falta de limpeza e de organização	13	Ausência de um sistema de recolha de dados em tempo real
5	Ausência de locais definidos para arrumação	14	Inexistência de um local designado para os componentes das UTA
6	Planeamento e previsão de necessidades ineficazes	15	Procedimentos de produção não padronizados
7	Sistema de gestão de inventário ineficaz	16	Falhas na deteção de defeitos
8	Equipamentos obsoletos e desgastados	17	Falta de calibração dos equipamentos
9	Inexistência de um método de limpeza e de organização	18	Desmotivação dos trabalhadores, <i>stress</i> e fadiga

Em seguida, a Figura 7 apresenta a Matriz Esforço-Impacto correspondente, onde cada número (código) remete para as causas enumeradas na Tabela 4. A interpretação da matriz permitiu concluir que as causas 2, 4, 5, 9, 14, 15 e 16 devem ser abordadas prioritariamente, uma vez que requerem um menor esforço organizacional e proporcionam um maior impacto na resolução do problema.

Figura 7 – Matriz Esforço-Impacto das 18 causas-raiz encontradas



Com base nesta priorização, foram recomendadas medidas estratégicas, orientadas para melhorar a eficiência do processo produtivo das UTA. Tais propostas estão resumidas na Tabela 5 e serão exploradas na Secção 6 deste artigo.

Tabela 5 – Propostas de melhoria para as causas-raiz prioritárias

Causas-raiz	Proposta de Melhoria
- Falta de limpeza e organização - Ausência de locais definidos para arrumação - Inexistência de um método de limpeza e de organização	Melhoria da Organização e Limpeza da Área de Trabalho
- Comunicação ineficiente entre departamentos	Melhoria da Comunicação Interna
- Procedimento de produção não padronizado - Falhas na deteção de defeitos	Redução dos Defeitos das UTA
- Inexistência de um local designado para os componentes das UTA	Melhoria da Gestão dos Componentes das UTA

5. Melhoria da Segurança Ocupacional – Avaliação do Risco

Para avaliar a segurança, foi criada uma tabela de registo baseada no procedimento JSA, com seis colunas principais. Este instrumento, ilustrado na Figura 8, categoriza e explica cada coluna, e inclui uma legenda para facilitar a sua compreensão.

Figura 8 – Ilustração do registo para a avaliação da segurança

Tarefa	Subtarefa	Perigo / Fator de Risco	Tipo de Risco / Consequências							Avaliação do Nível de Risco (BS 8800:2004)			Propostas de Melhoria (barreiras de prevenção e proteção)	
			Acidente de Trabalho (Classificação EEAT 2012)				Doenças Profissionais (Decreto Regulamentar 76/2007)			P	Gr	R		Região do Risco (ALARP)
			Descrição	D	C	TL	PCA	Descrição	Cód.					
<p>Legenda:</p> <p>Para "Classificação EEAT 2012": D - Desvio C - Contacto TL - Tipo de Lesão PCA - Parte do Corpo Atingida</p> <p>Para "Avaliação do Nível de Risco BS 8800:2004": P - Possibilidade de ocorrer dano G - Gravidade do dano R - Nível de Risco (R = P×G)</p>														

No início da análise, o processo de fabrico das UTA foi decomposto em tarefas e subtarefas, aplicando-se o método JSA para uma análise detalhada de cada atividade elementar.

A análise incidiu sobre as atividades mais críticas do processo, nomeadamente:

1. Corte de Chapa a Laser;

2. Quinagem;
3. Fabrico de Painéis/Portas;
4. Montagem das UTA;
5. Outras tarefas realizadas naquela área fabril.

A título meramente demonstrativo, a Tabela 6 mostra um pequeno extrato da análise e avaliação efetuada para a tarefa de corte de chapa a laser.

Tabela 6 – Análise e Avaliação de Risco do corte de chapa a laser

Tarefa	Subtarefa	Perigo/Fator de Risco	Tipo de Risco/Consequências		Nível de Risco
			Acidente de Trabalho	Doenças Profissionais	
1. CORTE DE CHAPA A LASER	1.1 Alimentação da máquina com chapa metálica	Queda de carro com sistema integrado de empilhamento que alimenta a máquina com chapa	Queda vertical do carro sobre o próprio trabalhador ou sobre terceiros	N/A	Risco Muito Elevado
	1.2 Operação da máquina de corte a laser	Exposição a poeiras e partículas (fumos metálicos)	Prejudicial por inalação; Intoxicação por exposição prolongada por inalação	21.03 – Pneumoconioses ditas de depósito, reveladas por exame radiográfico e com insuficiência respiratória comprovada por provas funcionais respiratórias	Risco Elevado

A análise JSA permitiu identificar um total de 65 riscos, dos quais 6 foram considerados **inaceitáveis** e 55 classificados na zona ALARP, i.e., na zona onde devem ser reduzidos para um nível “*As Low As Reasonably Practicable*”.

Os riscos mais elevados (inaceitáveis), e que, por isso, requerem um controlo rigoroso e imediato, são relativos a:

- **Queda de equipamento:** o carro com sistema integrado de empilhamento, utilizado para abastecer a máquina de corte a laser, apresenta risco de queda que pode causar graves acidentes, afetando tanto o operador do sistema como outros trabalhadores nas imediações. O acidente pode ser desencadeado por uma perda de controlo do sistema pelo operador, ou devido à própria instabilidade do equipamento;

- **Uso/armazenamento inadequado de substâncias inflamáveis:** diluente celuloso e solvente ecológico, armazenados ou utilizados de forma inadequada, podem provocar incêndios;
- **Instabilidade de *rack*:** a ausência de fixação ao solo de uma *rack* representa um risco, muito elevado, de queda sobre terceiros.

6. Propostas de Melhoria

Após o diagnóstico e a análise dos problemas encontrados, foram desenvolvidas propostas de melhoria, quer para o processo, quer para a segurança no trabalho e controlo dos riscos ocupacionais.

6.1. Melhoria da Organização e Limpeza da Área de Trabalho

Para resolver a falta de organização e limpeza nas áreas de produção das UTA e alcançar uma conformidade de 80% na auditoria final do 6S, foram concebidas ações focadas nos pontos mais críticos. As propostas estão detalhadas na Tabela 7, onde cada ação é associada ao respetivo critério da lista de verificação (*checklist*) apresentada na Tabela 1.

Tabela 7 – Medidas propostas para a organização e limpeza da área de trabalho

Medida proposta	Critério que melhora
1) Remover materiais e ferramentas obsoletos	1.1 e 1.3
2) Estabelecer um método de arrumação	1.4 e 2.4
3) Rotular ferramentas e materiais	1.4 e 2.3
4) Manter apenas informação relevante na área de trabalho	1.5
5) Identificar as zonas destinadas à arrumação de materiais, ferramentas e produtos	2.1
6) Delimitar vias de circulação, áreas de armazenamento e zonas de trabalho	2.2
7) Limpar regularmente o local de trabalho, ferramentas e equipamentos	3.1 e 3.2
8) Elaborar um plano de limpeza	3.3, 3.5 e 4.1
9) Normalizar e documentar os procedimentos de trabalho	4.1
10) Afixar procedimentos e regras de segurança na área de trabalho	4.3
11) Estabelecer rotinas de autoavaliação do posto de trabalho, criando uma folha de avaliação	5.4

Das onze ações propostas, apenas as medidas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 foram já efetivadas, e somente na área de fabricação de painéis e portas. Isso resultou em melhorias nos três primeiros princípios do 6S nesta área.

Uma nova auditoria 6S nesta área fabril demonstrou um aumento de 20% para 41% na pontuação (nível de conformidade), indicando progresso e um impacto positivo com a aplicação destas medidas. No entanto, para alcançar o objetivo de 80% numa futura auditoria, será fundamental implementar todas as medidas em todas as áreas de trabalho.

6.2. Melhoria da Comunicação Interna

Para assegurar uma comunicação eficiente entre equipas, propõe-se a realização de reuniões diárias de 15 minutos entre operadores, chefe de secção e diretor de produção. Estas reuniões matinais, conforme o guião apresentado na Figura 9, têm como objetivo definir atividades, prioridades e discutir possíveis obstáculos. O guião proposto pode ser ajustado de acordo com o contexto de cada empresa.

Figura 9 – Guião para as Reuniões Diárias

Duração: 15 minutos
 Horário: Diariamente, pela manhã (ex: 8h30)
 Tópicos a abordar:

<p>1. Análise do Estado da Atual da Produção</p> <ul style="list-style-type: none"> • Destaque das tarefas concluídas no dia anterior • Referência a quaisquer problemas ou imprevistos surgidos 	} 2 min.
<p>2. Organização das Tarefas do Dia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimento de objetivos de produção individuais • Atribuição e distribuição equitativa das tarefas pelos operadores 	} 3 min.
<p>3. Estabelecimento de Prioridades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definição de prioridades alinhadas com os prazos estipulados para a entrega das encomenda 	} 3 min.
<p>4. Debate sobre Questões Emergentes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incentivo ao <i>feedback</i> dos operadores, promovendo a comunicação aberta sobre eventuais obstáculos operacionais 	} 3 min.
<p>5. Comunicação de Alterações ou Atualizações Significativas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informação sobre quaisquer modificações significativas que possam ter ocorrido, incluindo alterações nos prazos de entregas, modificações em especificações técnicas ou atualizações de processos 	} 2 min.
<p>6. Enfatização da Segurança e Saúde no Trabalho</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reforço da importância da utilização correta dos EPIs • Revisão das práticas de segurança 	} 2 min.

Recomenda-se também a criação de um quadro *kanban*, como o proposto na Figura 10, que apoiará a visualização e divulgação das informações discutidas. Neste tipo de quadro, utilizam-se cartões que representam uma determinada tarefa e que são movidos da esquerda para a direita para indicar o progresso da mesma. No cartão deve constar a descrição da tarefa, o prazo, o número da encomenda e outros detalhes relevantes.

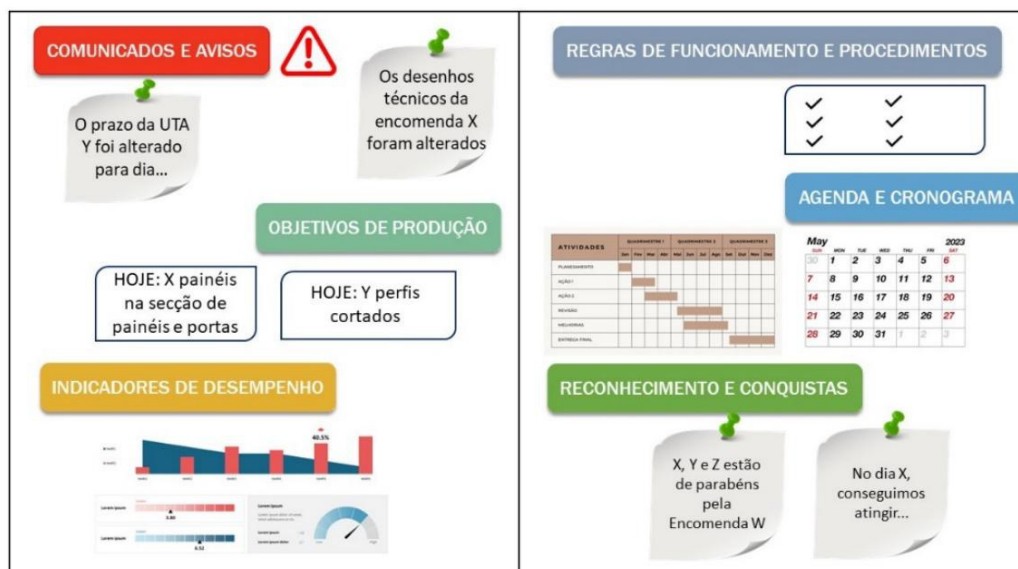
Este quadro deve ser atualizado diariamente, em função da disponibilidade dos operadores, facilitando assim a organização da produção e evitando sobrecargas, i.e., o *kanban* permite uma distribuição mais eficaz dos recursos conforme as necessidades de produção, e deve melhorar a utilização da mão de obra disponível.

Figura 10 – Quadro *kanban* proposto

ETAPA	TRABALHADOR	PARA FAZER		EM CURSO	CONCLUÍDO
		Prioridade Elevada	Prioridade Baixa		
Corte Chapa Laser	OP1 OP2				
Quinagem	OP3				
Corte Perfis	OP4				
Fabrico Painéis	OP5				
	OP6				
	OP7				
Fabrico Prod. Intermédios	OP8				
	OP9				
	OP10				
Montagem Estrutura UTA	OP11				
	OP12				
	OP13				
	OP14				
	OP15				
	OP16				
Montagem Elétrica UTA	OP17				
	OP18				
	OP19				

Além disso, sugere-se também a implementação de quadros informativos, colocados em áreas visíveis, os quais devem conter objetivos de produção, comunicados e avisos, prazos de entrega, indicadores de desempenho e regras de segurança. A Figura 11 apresenta um exemplo de um quadro informativo.

Figura 11 – Quadro informativo proposto (exemplo)



Espera-se que a implementação desta proposta melhore a comunicação e transmissão de informações dentro da empresa, contribuindo para reduzir erros e desperdícios.

6.3.Redução de Defeitos

Durante o estudo, verificou-se que as inspeções de qualidade nas UTA ocorriam somente antes da expedição, resultando numa deteção tardia de defeitos. Tal prática provocava um consumo excessivo de tempo e recursos em ações corretivas que poderiam ter sido evitadas. Além disso, nem todos os defeitos eram identificados, resultando em reclamações dos clientes.

Propõe-se, portanto, uma estratégia de antecipação através da criação de um **protocolo de inspeção** para cada etapa do processo produtivo. Nesses protocolos serão identificados “pontos” de controlo de qualidade em momentos chave do processo. Tais protocolos, que deverão ser preenchidos pelos operadores com a conclusão das peças/componentes de uma dada encomenda, incluirão critérios essenciais para garantir a verificação da conformidade e irão agilizar a correção de irregularidades numa fase mais precoce do processo produtivo.

6.4.Melhoria da Gestão dos Componentes das UTA

Para diminuir a perda recorrente de componentes das UTA, sugere-se a criação de um espaço de armazenamento, específico e bem identificado/delimitado, próximo da linha de montagem.

Este espaço será organizado com paletes identificadas para cada encomenda, facilitando a procura e localização de componentes pelos operadores e, assim, economizar tempo. A aplicação do 6S nesta área garantirá também uma melhor organização do espaço e do trabalho.

6.5. Melhoria da Segurança Ocupacional

Com base na Análise e Avaliação de Riscos feita, foram propostas ações para eliminar e/ou mitigar os riscos mais críticos identificados na secção das UTA. Para o risco de queda do carro com sistema de empilhamento integrado, sugere-se a substituição do mesmo por uma plataforma elevatória ou, temporariamente, a fixação do carro ao empilhador para aumentar a estabilidade do sistema. Recomenda-se também estabelecer um limite de carga com base na capacidade do empilhador, para evitar sobrecarga do equipamento que provoque queda.

Para prevenir incêndios relacionados com o armazenamento ou manuseamento inadequado de solventes e líquidos inflamáveis, sugere-se o uso de recipientes apropriados em locais bem ventilados, com sinalização de segurança específica, e distantes de fontes de ignição. Além disso, é fundamental investir na formação dos trabalhadores e na limpeza regular dos postos de trabalho.

Por fim, as estruturas de armazenamento do tipo *racks* devem ser fixadas ao solo (e/ou paredes) para prevenir a sua queda.

Uma vez mitigados os riscos mais elevados, será importante reduzir ao máximo todos os restantes, especialmente aqueles classificados na zona ALARP.

7. Conclusões

Este estudo foi executado numa empresa especializada no fabrico de equipamentos de ventilação e climatização, com o objetivo de aumentar a eficiência no processo de produção das UTA e melhorar a segurança ocupacional nesta área fabril.

O estudo possibilitou um diagnóstico inicial do processo produtivo das UTA, identificando diversos problemas e ineficiências nessa secção de fabrico. Com base nesse diagnóstico, foram analisados e priorizados os problemas mais críticos, identificadas as suas causas-raiz e, em consequência, recomendadas medidas de melhoria para cada caso, tendo-se, desde logo, implementado algumas ações focadas nas soluções de maior impacto e menor esforço.

Paralelamente, o estudo incluiu uma análise e avaliação dos riscos aos quais os trabalhadores da secção das UTA estão expostos, identificando os mais críticos que exigiam eliminação ou

mitigação. Assim, também neste caso, foram desenvolvidas propostas de melhoria direcionadas para tratar as causas principais dos riscos encontrados, sugerindo-se medidas de segurança adequadas para cada caso.

Das várias propostas, apenas foi possível implementar o método 6S na área de produção de painéis e portas, visando solucionar a falta de organização e limpeza do espaço de trabalho. A aplicação de seis das onze medidas propostas duplicou a pontuação da auditoria 6S, de 20% para 41%, melhorando a organização, arrumação e limpeza desta área. Espera-se que a implementação das restantes medidas eleve a pontuação para 80%.

Embora nem todas as propostas tenham sido integralmente implementadas, acredita-se que a sua aplicação completa contribuirá para a eficiência do processo produtivo das UTA e para a melhoria das condições de segurança dos trabalhadores da secção.

Para futuros desenvolvimentos, recomenda-se a aplicação total das propostas de melhoria e das medidas de segurança sugeridas, bem como a monitorização do impacto dessas ações na melhoria global do processo. Sugere-se ainda a expansão da filosofia *Lean* e da análise e avaliação dos riscos ocupacionais para outras áreas da empresa.

Agradecimentos

As autoras agradecem à Sandometal a oportunidade de realizar este estudo, assim como à Fundação para a Ciência e a Tecnologia I.P. pelo apoio dado ao trabalho de investigação através do Projeto UID/00667: Unidade de Investigação e Desenvolvimento em Engenharia Mecânica e Industrial.

Referências

- Eurostat. (2012). *Estatísticas Europeias de Acidentes de Trabalho (EEAT)—Síntese da Metodologia*. Comissão Europeia. (Edição 2012).
- Furman, J., & Małysa, T. (2023). The role of visual management in the organization of safe work in production companies. *Production Engineering Archives*, 29(2), 195–200.
- Gümürçinler, T., & Akboğa-Kale, Ö. (2023). Evaluation of Occupational Safety in Restoration Projects of Historic Buildings: Risk Analysis with Selected Projects. *Buildings*, 13(12), Artigo 12. <https://doi.org/10.3390/buildings13123088>
- Harms-Ringdahl, L. (2013). *Guide to Safety Analysis for Accident Prevention*. Stockholm: IRS Riskhantering AB. Available free at: <https://irisk.se/sabook/SA-book1.pdf>
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace: The Sourcebook for 5S Implementation* (1st edition). Productivity Press.

- Kumar, N., Shahzeb Hasan, S., Srivastava, K., Akhtar, R., Kumar Yadav, R., & Choubey, V. K. (2022). Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. *Materials Today: Proceedings*, 64, 1188–1192. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.481>
- Li, W., Cao, Q., He, M., & Sun, Y. (2018). Industrial non-routine operation process risk assessment using job safety analysis (JSA) and a revised Petri net. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 533–538. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.05.029>
- Ramdass, K. R., Mokgohloa, K., & Sukdeo, N. (2022). Effect of Lean Manufacturing Implementation: A South African Printing Industry Perspective. *2022 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 0711–0715. <https://doi.org/10.1109/IEEM55944.2022.9989601>
- Sá, J. C., Manuel, V., Silva, F. J. G., Santos, G., Ferreira, L. P., Pereira, T., & Carvalho, M. (2021). Lean Safety—Assessment of the impact of 5S and Visual Management on safety. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1193(1), 012049. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1193/1/012049>
- Sukdeo, N. (2017). The application of 6S methodology as a lean improvement tool in an ink manufacturing company. 2017-December, 1666–1671. Scopus. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2017.8290176>
- Tiwari, K. V., & Sharma, S. K. (2022). The Impact of Productivity Improvement Approach Using Lean Tools in an Automotive Industry. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 6(4), 1117–1131. <https://doi.org/10.1007/s41660-022-00252-4>
- Tortorella, G., Cómbita-Niño, J., Monsalvo-Buelvas, J., Vidal-Pacheco, L., & Herrera-Fontalvo, Z. (2020). Design of a methodology to incorporate Lean Manufacturing tools in risk management, to reduce work accidents at service companies. *Procedia Computer Science*, 177, 276–283. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.10.038>
- Ulewicz, R., Mazur, M., & Novy, F. (2019). The impact of lean tools on the level of occupational safety in metals foundries. *Proceedings 28th International Conference on Metallurgy and Materials*, Brno, Czech Republic, May 2019, pp. 2013-2018, <https://doi.org/10.37904/metal.2019.992> .

Authors Profiles

Mafalda Laranjeira has received a master's degree in industrial engineering and management from NOVA School of Science and Technology - Universidade Nova de Lisboa - Portugal. Her research interests are in the areas of process management, continuous improvement, and occupational safety.

Celeste Jacinto has received a PhD from The University of Birmingham – United Kingdom. She is currently a retired Researcher and Associate Professor with Habilitation at UNIDEMI – Department of Mechanical and Industrial Engineering of the NOVA School of Science and Technology - Portugal. Her research interests are in the areas of occupational and industrial safety, and risk management.

Helena Navas has received a PhD from NOVA School of Science and Technology – Universidade NOVA de Lisboa - Portugal. She is currently Assistant Professor at the Department of Mechanical and Industrial Engineering of the NOVA School of Science and Technology - Portugal and researcher at UNIDEMI. Her research interests are in the areas of innovation, continuous improvement, quality, and process management.