



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Diogo Rafael Gonçalves Barbosa

Melhoria de processos na implementação de um sistema de controlo da produção, usando princípios do *Lean Thinking* numa empresa de componentes têxteis

Outubro de 2023



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Diogo Rafael Gonçalves Barbosa

Melhoria de processos na implementação de um sistema de controlo da produção, usando princípios do *Lean Thinking* numa empresa de componentes têxteis

Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão de Operações – Ramo de Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Doutora Anabela Carvalho Alves

Outubro de 2023

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

AGRADECIMENTOS

A realização deste projeto marca o fim de mais uma etapa da minha jornada. Durante a sua realização, deparei-me com inúmeros desafios, que graças ao apoio e motivação das pessoas certas que me rodeiam, pude superar com determinação e gratidão. Portanto, quero expressar o meu profundo reconhecimento e gratidão a todos que contribuíram de todas as formas possíveis para tornar isso realidade.

No entanto, não posso deixar de agradecer às pessoas sem as quais esta jornada não teria sido a mesma:

Aos meus amados avós, que estiverem ao meu lado durante todo o projeto, toda a minha vida académica e, acima de tudo, em todos os momentos da minha vida, sempre prontos a ouvir, aconselhar e me a incentivar a ir mais além.

À minha orientadora, a Professora Doutora Anabela Alves, que demonstrou um comprometimento e dedicação notáveis, não apenas em relação ao projeto, mas ao longo destes últimos dois anos, sempre me motivando a alcançar conquistas incríveis.

Ao meu supervisor da empresa, o Engenheiro Tiago Fernandes, pela sua disponibilidade constante, pela partilha de conhecimento e pela dedicação inabalável durante todo o projeto.

À minha amiga, Carolina Jorge, pelo trabalho de equipa e pelas experiências enriquecedoras que partilhamos durante o projeto.

À Continental Indústria Têxtil do Ave, por me acolherem e me proporcionarem oportunidades de crescimento não apenas como estudante, mas também como pessoa.

Por último, mas não menos importante, a todos que estiveram mais ou menos envolvidos, mas que me proporcionaram momentos positivos e me incentivaram a querer mais. As vossas contribuições não passam despercebidas e são apreciadas com carinho.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

Melhoria de processos na implementação de um sistema de controlo da produção, usando princípios do *Lean Thinking* numa empresa de componentes têxteis

RESUMO

A presente dissertação foi realizada no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão de Operações da Universidade do Minho e desenvolvido na Continental Indústria Têxtil do Ave. O principal objetivo deste projeto consistiu na melhoria de processos na implementação de um sistema de controlo da produção, através da aplicação dos princípios e ferramentas do *Lean Thinking*.

A metodologia de investigação adotada neste estudo foi a *Action-Research*, que envolveu a participação ativa do investigador no projeto, visando a implementação prática dos conceitos teóricos. Através do mapeamento de processos e a utilização do diagrama de *spaghetti*, o *Business Process Model and Notation* e o diagrama de *Ishikawa*, identificaram-se problemas que levaram à implementação de melhorias. Desses problemas, destacaram-se o elevado consumo de papel nos processos produtivos e o elevado número de atividades sem valor acrescentado. Além disso, foram ainda detetados problemas na ferramenta de monitorização de *setups*, que a tornava inutilizável, e lacunas na gestão de tubos, devido à falta de meios para localizar tubos e avaliar a sua capacidade de armazenamento.

Desta forma, foi implementada uma nova ferramenta de monitorização de *setups* na secção da torcedura, que controla arranques, quebras, fusos avariados e o tempo perdido em cada máquina. Esta ferramenta permitiu essencialmente melhorar a tomada de decisões, a identificação de tendências e a transparência na partilha de resultados. Além disso, foi ainda implementado um quadro de identificação da localização de tubos, permitindo reduzir as distâncias percorridas em cerca de 31,4 metros por artigo, o que corresponde a um ganho de 9%, bem como permitiu envolver os colaboradores na gestão de tubos.

Com a implementação do sistema de controlo de produção prevê-se uma redução anual de cerca de 9% nos custos com o consumo de papel, correspondendo a uma diminuição de, aproximadamente, 3075€. Além disso, estima-se uma redução de 14% nas atividades sem valor acrescentado, com destaque para a secção da tecelagem, onde a redução das atividades sem valor acrescentado atinge cerca de 29%, evidenciando um impacto significativo nas operações do chão de fábrica.

PALAVRAS-CHAVE

BPMN, Dashboard, Lean Thinking, Manufacturing Execution System

Process improvement in the implementation of a production control system, using Lean Thinking principles in a textile component company

ABSTRACT

The present dissertation was developed within the scope of the Master's in Engineering and Operations Management at the University of Minho and developed at Continental Indústria Têxtil do Ave. The main objective of this project was process improvement on an implementation of a production control system, using Lean Thinking principles and tools.

The research methodology used in this study was Action-Research, involving active participation of the researcher in the project with the aim of practical implementation of theoretical concepts. Through process mapping and the use of tools such as spaghetti diagrams, Business Process Model and Notation (BPMN) and Ishikawa diagrams, issues were identified that led to the implementation of improvements. These issues included high paper consumption in production processes and a high number of non-value-added activities. Additionally, issues were detected in the setup monitoring tool, rendering it unusable, and there were gaps in tube management due to a lack of means to locate tubes and assess their storage capacity.

As a result, a new setup management tool was implemented in the twisting section, which monitors starts, breaks, faulty spindles, and downtime on each machine. This tool primarily improved decision-making, trend identification, and transparency in sharing results. Additionally, a tube location identification board was also implemented, allowing for a reduction of approximately 31.4 meters per article, which corresponds to a gain of 9%, as well as enabling employee involvement in tube management.

With the implementation of the production control system, an annual reduction of approximately 9% in paper consumption costs is expected, corresponding to a decrease of approximately €3,075. Additionally, a 14% reduction in non-value-added activities is estimated, with a significant impact on shop floor operations, particularly in the weaving section, where the reduction in non-value-added activities reaches approximately 29%.

KEYWORDS

BPMN, Dashboard, Lean Thinking, Manufacturing Execution System

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xiv
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de investigação	2
1.4 Estrutura da dissertação.....	4
2. Revisão Bibliográfica	5
2.1 <i>Lean Production System</i>	5
2.1.1 <i>Toyota Production System</i>	5
2.1.2 Princípios <i>Lean Thinking</i>	8
2.1.3 Tipos de desperdícios	9
2.1.4 Ferramentas <i>lean</i> e outras	11
2.2 Sistemas de Planeamento e Controlo da Produção	17
2.2.1 <i>Enterprise Resource Planning</i>	18
2.2.2 <i>Manufacturing Execution System</i>	18
2.3 <i>Business Process Model and Notation</i>	22
3. Apresentação da Empresa	24
3.1 Grupo Continental AG.....	24
3.2 Áreas de negócio.....	25
3.3 Continental Indústria Têxtil do Ave	25
3.4 Missão, visão e valores.....	26
3.5 Organização fabril	27

4.	Descrição e Análise Crítica da Situação Atual.....	28
4.1	Caraterização do sistema produtivo	28
4.1.1	Torcedura.....	28
4.1.2	Tecelagem.....	29
4.1.3	Impregnação	30
4.1.4	Malhas	32
4.2	Mapeamento de processos (situação <i>as-is</i>)	32
4.2.1	Receção de matéria-prima	33
4.2.2	Requisição de matéria-prima.....	34
4.2.3	Torcedura.....	34
4.2.4	Tecelagem.....	39
4.2.5	Impregnação	42
4.2.6	Malhas	48
4.2.7	Pedido de intervenção	52
4.2.8	Lançamento de sucata	53
4.2.9	Expedição de produto acabado	53
4.3	Análise crítica e identificação de problemas	54
4.3.1	Elevado consumo de papel nos processos produtivos.....	54
4.3.2	Elevado número de atividades que não acrescentam valor	57
4.3.3	Ferramenta de monitorização de <i>setups</i> obsoleta	58
4.3.4	Falta de indicadores de desempenho	61
4.3.5	Falta de relatórios diários de acompanhamento.....	61
4.3.6	Falta de rastreabilidade das esquinadeiras	61
4.3.7	Falta de gestão de tubos.....	63
4.4	Síntese de problemas identificados.....	64
5.	Apresentação e Implementação de Propostas de Melhoria.....	66
5.1	Redefinição de processos (situação <i>to-be</i>).....	67
5.2	Nova ferramenta de monitorização de <i>setups</i>	67
5.2.1	Desenvolvimento de indicadores de desempenho.....	67
5.2.2	Criação de uma <i>dashboard</i>	69

5.2.3	Criação de relatórios diários.....	72
5.2.4	Desenvolvimento de instrução de trabalho	74
5.3	Proposta de criação de filas na albufeira	74
5.4	Implementação de quadro de identificação da localização de tubos.....	75
6.	Análise e Discussão de Resultados	77
6.1	Resultados das ações implementadas	77
6.1.1	Mapeamento de processos	77
6.1.2	Ferramenta de monitorização de <i>setups</i>	78
6.1.3	Quadro de identificação da localização de tubos.....	80
6.2	Resultados esperados com a implementação do sistema de controlo da produção	82
6.2.1	Redução do consumo de papel	82
6.2.2	Redução das atividades NVA.....	83
6.3	Síntese de resultados	83
7.	Conclusões.....	85
7.1	Considerações finais	85
7.2	Trabalho futuro	86
	Referências Bibliográficas	87
	Apêndices	93
	Apêndice 1 – Mapeamento de processos (situação <i>as-is</i>)	94
	Apêndice 2 – Mapeamento de processos (situação <i>to-be</i>).....	108
	Apêndice 3 – Impacto ambiental do consumo de papel.....	121
	Apêndice 4 – Atividades VA e NVA	122
	Apêndice 5 – Código em VBA da ferramenta de monitorização de <i>setups</i>	123
	Apêndice 6 – Relatório diário da torcedura	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. A casa do Toyota Production System	6
Figura 2. Ciclo Plan, Do, Check, Act (PDCA).....	14
Figura 3. Exemplos de dashboards	17
Figura 4. (a) Layout do piso 0 da C-ITA e (b) layout do piso 1 da C-ITA	27
Figura 5. (a) Máquinas de Torcedura, (b) Fusos e (c) Pote.....	29
Figura 6. Ilustração da construção de tecido	30
Figura 7. (a) Impregnação de corda e (b) Impregnação de tecido	31
Figura 8. Processo produtivo de Impregnação de Corda	31
Figura 9. Processo produtivo do Tecido Impregnado	31
Figura 10. (a) Tricotagem e (b) Ramulagem	32
Figura 11. Receção de matéria-prima (as-is).....	34
Figura 12. Registo de produção – torcedura.....	37
Figura 13. Controlo de lote – torcedura (as-is).....	39
Figura 14. Registo de produção – tecelagem (as-is).....	42
Figura 15. Registo de produção – impregnação de tecido zell (as-is).....	44
Figura 16. Registo de produção – impregnação de de corda single end (as-is)	47
Figura 17. Pedido de intervenção (as-is).....	52
Figura 18. Lançamento de sucata (as-is).....	53
Figura 19. Ferramenta de monitorização de setups – visão geral.....	59
Figura 20. Ferramenta de monitorização de setups – inserção de novo arranque	59
Figura 21. Ferramenta de monitorização de setups – simulação	60
Figura 22. Ferramenta de monitorização de setups – artigos.....	60
Figura 23. Diagrama de causa-efeito do problema de rastreabilidade das esquinadeiras	62
Figura 24. Albufeira da torcedura.....	62
Figura 25. Diagrama de spaghetti com movimentações à procura de tubos	63
Figura 26. Ferramenta de monitorização de setups – página inicial	68
Figura 27. Ferramenta de monitorização de setups – planeamento	69
Figura 28. Ferramenta de monitorização de setups – visão micro.....	69
Figura 29. Ferramenta de monitorização de setups – visão macro.....	70
Figura 30. Ferramenta de monitorização de setups – novo arranque.....	71

Figura 31. Ferramenta de monitorização de setups – base de dados.....	72
Figura 32. Ferramenta de monitorização de setups – relatório diário em e-mail.....	72
Figura 33. Ferramenta de monitorização de setups - PDF gerado automaticamente.....	73
Figura 34. Ferramenta de monitorização de setups - histórico de modificações.....	73
Figura 35. Instrução de trabalho - ferramenta de monitorização de setups.....	74
Figura 36. Numeração das localizações dos tubos	75
Figura 37. (a) Quadro de identificação da localização de tubos e (b) layout com localizações e capacidade de armazenamento.....	76
Figura 38. Diagrama de spaghetti à procura de tubos (as-is vs. to-be).....	80
Figura 39. Receção de matéria-prima no armazém (as-is)	94
Figura 40. Requisição de matéria-prima pela produção (as-is)	95
Figura 41. Início de novo ciclo de produção – torcedura (as-is).....	96
Figura 42. Segregação de não conformidade – torcedura (as-is).....	97
Figura 43. Controlo visual de qualidade – torcedura (as-is).....	98
Figura 44. Controlo de lote – torcedura (as-is).....	99
Figura 45. Início de nova ordem de produção – tecelagem (as-is).....	100
Figura 46. Início de novo lote – impregnação de tecido zell (as-is).....	101
Figura 47. Início de novo lote – impregnação de corda (as-is).....	102
Figura 48. Início de nova ordem de produção – tricotagem (as-is)	103
Figura 49. Registo de produção – tricotagem (as-is)	104
Figura 50. Início de novo lote – ramulagem (as-is)	105
Figura 51. Registo de produção – ramulagem (as-is).....	106
Figura 52. Expedição de produto acabado (as-is).....	107
Figura 53. Requisição de matéria-prima pela produção (to-be).....	108
Figura 54. Início de novo ciclo de produção – torcedura (to-be)	109
Figura 55. Registo de produção – torcedura (to-be)	110
Figura 56. Controlo de lote – torcedura (to-be).....	110
Figura 57. Início de nova ordem de produção – tecelagem (to-be)	111
Figura 58. Registo de produção – tecelagem (to-be).....	112
Figura 59. Início de novo lote – impregnação de tecido (to-be).....	113
Figura 60. Registo de produção – impregnação de tecido (to-be).....	114
Figura 61. Início de novo lote – impregnação de corda (to-be).....	115

Figura 62. Registo de produção – impregnação de corda (to-be).....	116
Figura 63. Início de nova ordem de produção – tricotagem (to-be).....	117
Figura 64. Registo de produção – tricotagem (to-be)	118
Figura 65. Início de novo lote – ramulagem (to-be).....	119
Figura 66. Lançamento de sucata (to-be)	120
Figura 67. Impacto ambiental do consumo de papel (as-is)	121
Figura 68. Ferramenta de monitorização de setups – excerto de código vba da função guardar	123
Figura 69. Ferramenta de monitorização de setups – relatório diário do turno 1	124

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. As 11 funcionalidades do sistema MES.....	20
Tabela 2. Principais funções associadas à gestão da produção.....	21
Tabela 3. Elementos da notação BPMN	23
Tabela 4. Evolução do Grupo Continental AG.....	24
Tabela 5. Listagem de documentos e consumo médio anual por secção em 2022	55
Tabela 6. Consumo de papel de documentos.....	56
Tabela 7. Atividades VA e NVA por secção (as-is).....	57
Tabela 8. Distância percorrida por cenário	64
Tabela 9. Síntese dos problemas identificados, consequências e desperdícios associados	65
Tabela 10. Plano de ações 5W2H para a implementação das propostas de melhoria.....	66
Tabela 11. Tempo na edição de registos - ferramenta de monitorização de setups.....	80
Tabela 12. Distâncias percorridas à procura de tubos (as-is vs. to-be).....	81
Tabela 13. Tempo despendido à procura de tubos (as-is vs. to-be)	81
Tabela 14. Custo total anual do consumo de papel (as-is vs. to-be).....	82
Tabela 15. Síntese de resultados	83
Tabela 16. Atividades VA e NVA por secção e processo (situação as-is).....	122

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

BI	Business Intelligence
BP	Business Process
BPM	Business Process Management
BPMN	Business Process Model and Notation
C-ITA	Continental – Indústria Têxtil do Ave
CRM	Customer Relationship Management
ERP	Enterprise Resource Planning
FEFO	First-Expire, First-Out
JIT	Just-in-Time
KPI	Key Performance Indicator
LPS	Lean Production System
MES	Manufacturing Execution System
MP	Matéria-Prima
NVA	Non-Value Added
OEE	Overall Equipment Effectiveness
PA	Produto-Acabado
PES	Poliéster
PLM	Product Lifecycle Management
RPM	Rotações por minuto
SA	Semi-Acabado
SCM	Supply Chain Management
SMED	Single Minute Exchange of Die
TPS	Toyota Production System
UV	Ultravioleta
VA	Value Added
VSM	Value Stream Mapping
VBA	Visual Basic for Applications
WIP	Work-in-Progress

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a contextualização do projeto da dissertação, realizado no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão de Operações da Universidade do Minho. Em seguida, são descritos os objetivos do projeto e a metodologia de investigação associada, finalizando com uma breve apresentação da estrutura do documento.

1.1 Enquadramento

Os ambientes de produção enfrentam uma pressão constante para produzir mais e melhor, mudando radicalmente as suas práticas de forma a manterem-se competitivos. Uma organização competitiva, deve ser capaz de se adaptar à mudança (Gonzalez-Rivas & Larsson, 2017, p. 249), garantindo não apenas a sua sobrevivência, mas também a obtenção de lucros e a conquista de uma boa reputação (Adamik, 2019, p. 15). A gestão da produção, tem sofrido uma grande evolução, resultante da integração de diferentes sistemas existentes nas organizações, criando a necessidade de adotar sistemas tecnológicos modernos, que permitam aumentar o desempenho organizacional.

Esses sistemas, usualmente denominados de *Manufacturing Execution System* (MES), fornecem uma interface de gestão de dados e estão voltados prioritariamente para as atividades de manufatura, um dos principais vetores que agrega valor ao produto (De Ugarte et al., 2009, p. 525). O MES é um sistema de gestão da produção que colmata a lacuna entre os sistemas de informação do nível superior, denominado por *Enterprise Resource Planning* (ERP) e os sistemas de informação do nível inferior, os sistemas de automação (Govindaraju & Putra, 2016, p. 1). De acordo com Chen & Voigt (2020, p. 1), este sistema de gestão da produção (MES), é utilizado como o centro de informações da empresa para melhorar a transparência dos processos de manufatura. Estes sistemas permitem reduzir custos e desperdícios e aumentar a eficiência dos processos.

Este sistema tem sido fundamental no desempenho, na qualidade e na agilidade necessária para os desafios da globalização da produção (Almada-Lobo, 2015, p. 18). Mas para se tornar possível, é necessário projetá-los de forma a satisfazer as necessidades dos sistemas de produção. Desta forma, a adoção da filosofia do *Lean Thinking*, que procura a busca sistemática da eliminação do desperdício e da criação de valor, promete ser uma contribuição valiosa para a sua projeção

A utilização dos cinco princípios do *Lean Thinking* possibilita melhorar o fluxo de informações, ao identificar os processos de valor e eliminar os redundantes, entregando apenas a informação em função

das necessidades do cliente (Gonzalez-Rivas & Larsson, 2017, p. 30). Como resultado, consegue-se um *Manufacturing Execution System* mais eficiente, capaz de se adaptar às mudanças do mercado global e de proporcionar vantagens competitivas sustentáveis às organizações que o adotam.

1.2 Objetivos

O principal objetivo deste projeto de dissertação passou por melhorar os processos, identificando desperdícios no sistema atual para facilitar a implementação de um sistema *Manufacturing Execution System*, através da filosofia do *Lean Thinking*.

Para isso, foi necessário concretizar as seguintes etapas:

- Levantamento de dados;
- Diagnóstico do estado atual (situação *as-is*);
- Mapeamento dos processos atuais (situação *as-is*);
- Identificação de problemas e desperdícios;
- Apresentação de propostas de melhoria.

Com as etapas supramencionadas concretizadas, espera-se obter os seguintes resultados:

- Processos mais eficientes e com menos desperdícios;
- Processos mais transparentes;
- Visão holística em tempo real do chão de fábrica através do MES;
- Aumento da produtividade do sistema de controlo da produção;
- Redução de custos.

1.3 Metodologia de investigação

A elaboração da presente dissertação teve como ponto de partida a realização de uma revisão bibliográfica abrangente, explorando conceitos fundamentais relacionados ao projeto. Dessa forma, permitiu compreender melhor e explicar o funcionamento do sistema MES. Com o objetivo de estabelecer uma base teórica robusta, foram consultadas diferentes fontes primárias, incluindo artigos científicos e dissertações, assim como fontes secundárias, como livros e revistas científicas.

A abordagem de investigação adotada foi a indutiva, onde se procedeu inicialmente à recolha de dados, seguida da elaboração de uma teoria com base na análise desses dados. No decorrer do projeto foram analisados dados primários, recolhidos diretamente na empresa. Essa análise envolveu a combinação de observações participativas e estruturadas, visando uma compreensão mais profunda das ações empreendidas pelos colaboradores. Foram ainda realizadas entrevistas não estruturadas, através de conversas informais. Nesse âmbito, foram selecionados colaboradores experientes para explorar com maior rigor alguns tópicos mais relevantes.

Dado o contexto do problema e devido à natureza participativa e orientada para a resolução dos problemas, a metodologia considerada para o desenvolvimento do projeto, foi a metodologia investigação-ação (*action research*). Kurt Lewin introduziu o termo “action research” em 1946, para descrever uma abordagem pioneira na pesquisa social, que combinava a geração de teoria com a transformação do sistema social através da intervenção direta do investigador dentro do próprio sistema social (Susman & Evered, 1978, p. 586). De uma forma mais simples, a investigação-ação assenta na essência “*learning by doing*”, onde os investigadores observam e analisam a situação atual, trabalham em colaboração com os participantes, com a finalidade de identificar os problemas, implementar mudanças e avaliar os resultados obtidos (O’Brien, 1998).

Esta metodologia, de acordo com Susman & Evered (1978, p. 587), inclui as cinco seguintes fases:

1. Diagnóstico: envolve a identificação e análise dos problemas;
2. Planeamento de ações: desenvolvimento de planos e estratégias para abordar os problemas do ponto anterior;
3. Implementação de ações: implementação de estratégias delineadas para resolver os problemas;
4. Avaliação de resultados: análise e avaliação dos resultados das ações implementadas;
5. Especificação de aprendizagem: identificação e documentação das lições aprendidas ao longo do processo, contribuindo para o conhecimento e melhoria continua.

O projeto de dissertação foi, assim, desenvolvido tendo em conta as fases da metodologia de investigação supramencionada. Desta forma, a fase de diagnóstico iniciou-se através da revisão da literatura, de forma a contextualizar a investigação em causa. Ainda nesta fase, tomou-se conhecimento do estado atual da empresa, contextualizando o sistema produtivo e de que forma este ocorre, através do mapeamento de processos. Esta fase ocorreu através de observação direta no chão de fábrica e através de diálogo com os colaboradores, onde foram identificados problemas e desperdícios nos processos.

Na fase de planeamento das ações, desenvolveram-se as propostas de melhoria destinadas a abordar os problemas identificados. Para isso, utilizou-se a ferramenta 5W2H, que definiu os principais intervenientes pela implementação de cada ação, bem como o período de execução. Na implementação de ações, procedeu-se à implementação das ações delineadas com o auxílio da ferramenta 5W2H. Nesse contexto, utilizaram-se abordagens *lean*, tais como gestão visual, indicadores de desempenho, *kaizen* e *standard work*. Além disso, foi necessário criar uma ferramenta personalizada em Excel, utilizando o *Visual Basic for Applications* (VBA). A fase de avaliação de resultados consistiu na análise da situação anterior e depois da implementação do plano de ações, avaliando o impacto das melhorias.

Na fase da especificação da aprendizagem, foram destacadas as principais conclusões dos resultados obtidos, permitindo uma reflexão sobre os benefícios alcançados. Além da aprendizagem foram também delineadas iniciativas futuras com o objetivo de promover a melhoria contínua da área em análise.

1.4 Estrutura da dissertação

Este documento de dissertação está estruturado em sete capítulos distintos. O primeiro capítulo, que conclui com esta secção, começa por enquadrar o projeto e destacar a sua relevância para as organizações. Em seguida, são delineados os objetivos da dissertação e as etapas a serem seguidas para a sua realização. Por fim, a penúltima secção aborda a metodologia de investigação adotada.

O segundo capítulo consiste numa revisão bibliográfica que explora tópicos como o *lean production system*, sistemas de planeamento e controlo da produção, gestão de processos de negócios e *dashboard*.

O terceiro capítulo apresenta a empresa na qual a dissertação foi realizada, fornecendo uma visão geral do grupo empresarial, bem como das suas áreas de atuação. Além disso, é apresentada uma descrição detalhada da organização fabril para compreender melhor a estrutura da planta industrial da empresa.

No quarto capítulo, é apresentado em detalhe o estado atual da empresa, contextualizando o sistema produtivo, seus processos e os problemas identificados no ambiente de produção.

O quinto capítulo tem como objetivo apresentar as propostas e implementações de melhorias destinadas a solucionar os problemas identificados no capítulo anterior.

No sexto capítulo, são analisados e discutidos os resultados obtidos, bem como os resultados esperados com a implementação das propostas de melhoria apresentadas no capítulo 5.

Por último, o sétimo capítulo conclui a dissertação, destacando as principais conclusões e delineando oportunidades para trabalho futuro que surgiram no âmbito do projeto de dissertação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo apresenta os tópicos fundamentais que foram explorados ao longo desta dissertação, apoiados por uma análise da literatura existente, além de estabelecer as definições essenciais relacionadas ao projeto. Neste contexto, serão discutidos os sistemas de planeamento e controlo da produção, com ênfase no MES, para ilustrar os benefícios que essa plataforma oferece às organizações, em alinhamento com os princípios e ferramentas *lean* utilizadas. Além disso, será introduzida a notação BPMN, a ferramenta selecionada para mapear os processos operacionais no chão de fábrica.

2.1 *Lean Production System*

O termo *Lean Production System* (LPS), significa fazer mais com menos – menos tempo, menos espaço, menos esforço humano, menos máquinas, menos materiais – enquanto se entrega aos clientes o que eles pedem (Dennis, 2017, p. 19). Desenvolvido pela *Toyota Motor Company* no Japão, é atualmente conhecida como *Toyota Production System* (TPS) (Teixeira, 2018, p. 7). Fora da Toyota, o TPS é usualmente conhecido como *lean* ou *lean production*, uma vez que estes termos ficaram populares através de dois livros *best-seller*, *The Machine that changed the World* (Womack, Jones, Roos, 1991) e o *Lean Thinking* (Womack, Jones, 1996).

O conceito de TPS, por sua vez, surge após a II Guerra Mundial, e foi desenvolvido ao longo das décadas de 1950 e 1960, tendo sido introduzido e aprimorado por Taiichi Ohno, transformando este conceito em um sistema de produção altamente eficiente e inovador (Womack & Jones, 1996). A busca incansável em eliminar desperdícios, otimizar processos e satisfazer a procura dos clientes, são os pilares fundamentais deste sistema, que tem sido amplamente adotado em diversos setores industriais ao redor do mundo.

2.1.1 *Toyota Production System*

O Sistema Toyota de Produção (TPS) foi desenvolvido e promovido pela Toyota Motor Corporation, sendo posteriormente, amplamente adotado por várias empresas japonesas na sequência do choque petrolífero de 1973. Este sistema tem como objetivo primordial a eliminação, por meio de atividades de melhoria, de diversos tipos de desperdícios que se encontram ocultos no seio de uma empresa (Monden, 2011, p. 3). Uma das correntes de gestão que está na origem do "*lean thinking*" é o TPS (Pinto, 2014, p. 23).

Os primeiros passos do desenvolvimento do sistema TPS foram dados pela mão de Taiichi Ohno e os seus discípulos no final da década de 1940 (Womack & Jones, 1996, p. 231). Mais tarde, Shigeo Shingo deu continuidade ao seu desenvolvimento (Pinto, 2014, p. 23).

Quando se estuda o TPS, é frequente apresentar uma casa com várias divisões (Figura 1). A casa TPS, emerge como uma representação dos princípios basilares do sistema japonês. A sua representação no formato de uma casa, destaca que o sucesso de integração deste sistema, depende de um conjunto de fatores e do seu bom funcionamento.



Figura 1. A casa do Toyota Production System

(Adaptado de Liker, 2004 (p. 48))

A base da estrutura da "Casa TPS" é sustentada pela filosofia da Toyota, que define que o passo vital para a sua implementação reside no cultivo do respeito e no constante desenvolvimento das pessoas. Esta filosofia orienta os princípios e valores que norteiam a cultura organizacional da Toyota e as práticas de gestão em todos os níveis da empresa.

Centrado primordialmente nas pessoas, o sistema TPS foi desenvolvido com a finalidade de fornecer ferramentas e soluções que capacitem os indivíduos que dele fazem parte a aprimorar de forma contínua seu desempenho (Pinto, 2014, p. 24). Ainda de acordo com o mesmo autor, "o TPS é muito mais para além de um conjunto de ferramentas e soluções de melhoria, é uma cultura".

Como este sistema (TPS) depende essencialmente das pessoas, a identificação de problemas, a redução de custos ou a melhoria dos processos atuais, depende somente das pessoas que nela trabalham. A filosofia criada pelo TPS, integra e promove a pertença das pessoas em todos os processos da empresa. Dessa forma, as pessoas dedicam-se mais, e sentem uma maior preocupação na resolução de problemas e na melhoria contínua.

De acordo com Pinto (2014, p. 24), um dos segredos do TPS é a consistência no desempenho, baseado em métodos e ferramentas de melhoria contínua, nas quais se podem destacar algumas como o *just-in-time* (JIT), *kaizen*, *one-piece-flow*, *jidoka* e *heijunka*. Ainda que estes métodos e ferramentas não sejam o segredo da filosofia do TPS, o sucesso da Toyota provém de um profundo conhecimento das pessoas e dos mecanismos de motivação. Segundo Pinto (2014, p. 24), este sucesso advém ainda da capacidade de cultivar liderança, do trabalho de equipa, da cultura organizacional, do alinhamento da estratégia, da criação de fortes relações com os fornecedores e da contínua aprendizagem das pessoas.

Apesar da reputação mundial da Toyota, como melhor fabricante do mundo, nenhum livro (em inglês) explicara os princípios e a filosofia de negócios que tornara a marca Toyota sinónimo de qualidade e confiabilidade (Liker, 2004, p. 27). Ainda de acordo com Liker (2004, pp. 51–56), existem 14 princípios que constituem a filosofia da Toyota e que estão organizados em quatro grandes categorias:

1. Filosofia de longo termo: o foco da empresa passa por agregar valor aos clientes e à sociedade, orientando a abordagem a longo prazo para a construção de uma organização que aprenda a se adaptar às mudanças e a sobreviver como uma organização produtiva;
2. O processo certo irá produzir os resultados certos: a Toyota é uma organização orientada para os processos, em que ao longo da sua vasta experiência, identificam o tipo de fluxo ideal através de uma única peça (*one-piece-flow*). Esse foco no processo está incutido no ADN da organização e que lhes permite atingir os resultados pretendidos;
3. Adicionar valor para a organização desenvolvendo as suas pessoas: a Toyota inclui um conjunto de ferramentas direcionadas para o desenvolvimento das pessoas, capazes de solucionar problemas emergentes dos diferentes e exigentes processos. A visão de gestão da Toyota é direcionada para a “construção” de pessoas e não apenas carros;
4. Resolver problemas de raiz continuamente impulsiona a aprendizagem organizacional: identificar as causas básicas dos problemas a evitar e que ocorram é o foco do sistema de aprendizagem contínua da Toyota. Analisar, refletir e comunicar as lições aprendidas, assim como a disciplina para padronizar as práticas mais comuns, são essenciais para a melhoria.

Nesse seguimento, são identificados os princípios de gestão da Toyota, na qual Pinto (2014, p. 25) apresenta uma forma resumida os 14 princípios existentes:

1. Basear as decisões de gestão numa filosofia de longo prazo, mesmo que à custa de resultados financeiros no curto prazo;
2. Criar processos/fluxos contínuos de forma a tornar os problemas evidentes;
3. Usar o *pull system* para evitar excessos de produção;
4. Nivelar a carga de trabalho;
5. Criar o hábito de interromper os processos para resolver os problemas;
6. Uniformização é a base da melhoria contínua e o *empowerment* das pessoas;
7. Usar controlos visuais para que os problemas não se escondam;
8. Usar apenas tecnologia fiável e já testada que suporte as pessoas e os processos;
9. Facilitar o desenvolvimento de líderes que verdadeiramente conheçam o trabalho, vivam a filosofia e ensinem os outros;
10. Desenvolver pessoas e equipas excecionais que sigam a filosofia da sua empresa;
11. Respeitar e estender isto à rede de parceiros (incluindo fornecedores), desafiando-os e apoiando-os a melhorar;
12. “Vá e veja por si e verdadeiramente percebe a situação” (*genchi genbutsu*);
13. Tomar decisões consensuais – considerando todas as opiniões; implementar as decisões rapidamente;
14. Fomentar a criação de uma *learning organization* através da reflexão segura (*hanse*) e da melhoria contínua.

Pode-se dizer que as quatro categorias dos 14 princípios, ou pilares do *lean*, são as mais conhecidas e estabelecidas, que fomentam a criação de uma *learning organization*. Um outro fator de sucesso do TPS, é a sua elevada consistência dos processos, que tornam a sua filosofia como um exemplo mundial.

2.1.2 Princípios *Lean Thinking*

O termo *Lean Thinking* é uma filosofia de gestão baseada nos conceitos *Toyota Production System* e está associado ao desperdício. O desperdício, também conhecido como *muda* (em japonês), são todas as atividades humanas que consomem recursos, mas não criam valor, como: erros que necessitam de ser retificados, produção de artigos que ninguém quer e que origina *stock*, etapas de processamento que não são necessárias, movimentação de pessoas, transporte de produtos de um sítio para outro sem propósito, entre outros (Womack & Jones, 1996, p. 15).

Segundo Womack & Jones (1996, p. 15), o *lean thinking* é definido como o “antídoto para o desperdício” e fornece uma forma de definir valor, alinhado com ações de criação de valor na melhor sequência, conduzindo as atividades sem interrupções. A prática do *lean thinking* tornou-se uma abordagem de sucesso para a melhoria das organizações da nossa geração (Netland & Powell, 2016, p. 3). Segundo Womack & Jones (1996, pp. 16–26), existem cinco princípios que caracterizam esta filosofia, e que estão apresentados de seguida:

1. Especificar valor – é o primeiro princípio aplicado ao pensamento *lean*. Este influencia todos os demais princípios identificados por Womack & Jones (1996). A organização deve definir muito bem as especificidades do bem e/ou serviço a oferecer, considerando aquelas que são as necessidades e expectativas do cliente, de forma a criar valor. Por isso, é importante identificar os desperdícios no processo, uma vez que é algo que o cliente não necessita, mas que imputa custos nos diferentes processos;
2. Cadeia de valor – é o segundo princípio *lean*, e que consiste em identificar que etapas agregam ou não valor ao produto e/ou serviço. Todas as etapas que não agregam valor (desperdício), devem ser eliminadas, reduzindo assim custos inerentes nos vários processos, sejam eles de transporte, *stock*, energia, tempo, entre outros. Para identificar esses desperdícios, é frequente utilizar-se a ferramenta Value Stream Mapping (VSM);
3. Fluxo contínuo – relaciona-se com o princípio anterior. O fluxo deve garantir que as várias etapas se foquem em processos que agregam valor de forma contínua, sem interrupções, atrasos ou gargalos. Nesse sentido, o principal objetivo é atender às necessidades do cliente, com rapidez, agilidade e com baixos *stocks*. Contudo, é um dos princípios mais difíceis de alcançar;
4. Sistema pull – neste princípio, os processos devem se focar nos desejos do cliente e nas atividades que agregam valor para ele. O objetivo principal deste princípio é reduzir *stocks*. Com este sistema, a empresa produz apenas o necessário, evitando a acumulação de *stock*, tornando-se mais eficiente e orientada para o mercado;
5. Busca pela perfeição – procura pela melhoria dos processos e produtos com o intuito de uma forma sistemática, agregar valor ao cliente e à organização. Este princípio deve estar incutido na cultura organizacional da empresa.

2.1.3 Tipos de desperdícios

O desperdício refere-se a todas as atividades que são realizadas e que não acrescentam valor (Ohno, 1988, p. 54). A estas atividades, os japoneses designam de “*muda*”, porque consomem recursos e

tempo, tornando os produtos e serviços mais dispendiosos que deviam (Pinto, 2010, p. 170). Contudo, em algumas situações, o desperdício torna-se parte essencial do processo, conferindo valor à organização e, conseqüentemente, não pode ser simplesmente eliminado (Melton, 2005, p. 665).

De acordo com Shingo & Dillon (1989, p. 76), os desperdícios podem ser classificados em dois tipos:

1. Atividades que não podem ser eliminadas: atividades que não acrescentam valor ao cliente, mas que devido à sua natureza não podem ser eliminadas, sendo necessárias para produzir produtos e serviços (Nadia Awang et al., 2013, p. 750);
2. Atividades que podem ser eliminadas: atividades que não acrescentam valor e são consideradas desnecessárias, e por essa razão, devem ser eliminadas.

Dessa forma, Womack & Jones (1996, pp. 351–352) identificaram sete categorias de desperdícios distintos, que são frequentemente encontrados em processos industriais e empresariais:

1. Sobreprodução: Produtos produzidos antecipadamente ou em quantidades maiores do que o necessário para o cliente. Este é considerado o pior desperdício porque está na origem de outros desperdícios (Alves, 2022, p. 128), como inventário e custos de transporte devido ao excesso de *stock*. O inventário pode ser apresentado de forma física ou como uma fila de informações (Liker & Meier, 2006, p. 35).
2. Esperas: Este desperdício é consequência da má sincronização entre etapas do processo ou da má preparação (Sheikh-Sajadieh et al., 2013, p. 1688). De acordo com Dinis-Carvalho et al. (2015, p. 235), ocorre ainda quando as pessoas estão à espera de informações, das máquinas terminarem os seus ciclos automáticos, de outras pessoas, de materiais, entre outros.
3. Transportes: Qualquer movimentação de materiais que não agregue valor ao produto, como movimentação de materiais entre diferentes estações de trabalho (El-Namrouty, 2013, p. 71). O transporte excessivo pode ainda causar danos ou a deterioração de materiais (Hines & Rich, 1997, p. 48).
4. Sobreprocessamento ou processamento incorreto: Reparações ou retrabalho de produtos ou serviços, resultantes da execução incorreta de operações ou procedimentos (Silva, 2020, p. 9). Ocorre em situações em que são encontradas soluções excessivamente complexas para procedimentos simples, como o uso de uma máquina grande e inflexível, em vez de várias máquinas pequenas e flexíveis (Hines & Rich, 1997, p. 48).

5. Inventário: Ocorre quando existe excesso de matéria-prima, work-in-progress (WIP) ou produtos acabados provocando prazos de entrega maiores, produtos danificados, custos e atrasos de transporte e armazenamento (Thürer et al., 2017, p. 246).
6. Defeitos: erros durante o processo que precisam de ser retrabalhados e de trabalho adicional, ou que originam sucata por estarem fora das especificações exigidas (Melton, 2005, p. 666).
7. Movimentações: engloba todas as movimentações e deslocamentos realizados por pessoas que não acrescentam valor (Silva, 2020, p. 10). Pode ainda ser excessivos movimentos de informação, decisões e informações (Melton, 2005, p. 666). O único resultado deste desperdício são os elevados custos (Hirano, 2009, p. 77).

Mais tarde, Liker (2004) reconhece o oitavo desperdício, como sendo o desperdício do talento humano. Este desperdício está relacionado com a não exploração das capacidades dos colaboradores, uma vez que as organizações perdem tempo, ideias, habilidades, oportunidades de melhoria e de aprendizagem por não ouvirem e envolverem os seus colaboradores.

2.1.4 Ferramentas *lean* e outras

Nesta seção, são apresentadas as diferentes ferramentas e técnicas *lean* que foram utilizadas ao longo do desenvolvimento deste projeto. Cada uma dessas abordagens foi escolhida com o propósito de otimizar processos, identificar e eliminar desperdícios no chão de fábrica.

2.1.4.1 Gestão visual

Para aumentar o valor dos princípios do *lean thinking*, os desperdícios devem ser identificados e eliminados do local de trabalho. De acordo com Singh & Kumar (2021, p. 1153), uma das ferramentas mais eficazes para eliminar esses desperdícios, é a adoção da gestão visual.

A gestão visual é uma ferramenta *lean* que torna as informações importantes visíveis para todos (Singh & Kumar, 2021, p. 1153). Esta ferramenta tem evoluído em paralelo com o desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção e desempenha um papel fundamental ao abraçar os cinco princípios do *lean thinking*, pois facilita a comunicação das métricas, objetivos e do desempenho atual de forma clara e acessível (Eaidgah et al., 2016, p. 188).

As ferramentas de gestão visual são elementos essenciais na metodologia *lean*, desempenhando um papel vital na melhoria dos processos e da eficiência operacional. Algumas das ferramentas de gestão visual mais conceituadas, são por exemplo:

- Quadros *kanban* – facilita a gestão do fluxo de trabalho identificando as tarefas em curso, assim como permite identificar gargalos e oportunidades de ajustar tarefas conforme necessário;
- Gráficos gantt – auxilia o planejamento e a monitorização de projetos através de uma visão cronológica de tarefas e quais os prazos a cumprir;
- *Andon* – sinaliza problemas em tempo real;
- Técnica 5S – promove a organização visual do local de trabalho;
- Painéis de desempenho – fornece métricas de desempenho visuais;
- *One-point-lessons* – fornece instruções de forma clara e sucinta para as melhores práticas;
- Diagrama de esparguete – mapeia os movimentos de pessoas ou produtos para otimizar *layouts*.

Em suma, as ferramentas de gestão visual são componentes essenciais da metodologia *lean* e desempenham um papel vital na melhoria da eficiência operacional, na redução de desperdícios e na criação de um ambiente de trabalho mais eficiente e colaborativo. Ao adotar essas ferramentas, as organizações podem melhorar sua capacidade de responder às oscilações do mercado, tornando-se competitivas em um ambiente de constante evolução.

2.1.4.2 *Kanban*

O sistema *kanban* é uma metodologia japonesa de gestão da produção que se baseia no controlo não cronológico da produção, mas sim em eventos que ocorrem diretamente durante o processo de fabrico (Rewers et al., 2016b, p. 138). A palavra *kanban* tem origem japonesa e tem como tradução "cartão" ou "etiqueta". Esses cartões contêm informações cruciais relacionadas ao transporte ou ao produto em circulação, sendo essenciais para o funcionamento eficiente do sistema (Matzka et al., 2012, p. 49).

O sistema *kanban* foi formalmente introduzido em 1953 com o objetivo de aprimorar a gestão da produção. A conceção subjacente aos cartões *kanban* visa facilitar a fluidez contínua e eficaz das informações, em conformidade com a proporção correspondente ao avanço dos produtos no processo de fabricação (Womack & Jones, 1996, p. 232). Esses cartões são usados principalmente para controlar o fluxo da produção, garantindo que os recursos sejam alocados de forma eficaz e mantendo níveis adequados de stock para atender à demanda (Sendil Kumar & Panneerselvam, 2007, p. 393).

A utilização do sistema *kanban* proporciona um conjunto de benefícios na gestão de operações, revelando-se uma ferramenta eficaz para o aumento da produtividade organizacional, como também desempenha um papel crucial na minimização do desperdício no processo produtivo (Rahman et al., 2013, p. 176). Ao possibilitar um controlo mais preciso sobre o fluxo de trabalho e os recursos

disponíveis, o *kanban* contribui de maneira substancial para a otimização da eficiência, com a redução do excesso de produção, dos custos correlatos e dos desafios de armazenamento.

Adicionalmente, o sistema *kanban* promove a comunicação e a colaboração entre os diferentes departamentos numa organização, uma vez que todos dependem nas informações contidas nos cartões *kanban* para tomar decisões relacionadas com a produção e com os recursos à disposição. Isso cria uma cultura de melhoria contínua e adaptação às mudanças nas necessidades do mercado.

2.1.4.3 *Kaizen* – melhoria contínua

A filosofia de gestão *kaizen*, foi divulgada pela primeira vez por Imai (1986) no livro intitulado por “Kaizen: The Key to Japan’s Competitive Success”. A origem do termo "Kaizen" remonta à combinação de duas palavras japonesas essenciais: "kai," que denota "mudança," e "zen," que significa "para melhor". Portanto, "Kaizen" é intrinsecamente definido como a busca constante de melhorias, uma filosofia que incentiva a mudança contínua em direção a aprimoramentos constantes.

Imai (1986, p. 3) define esta filosofia, como um meio de melhoria contínua na vida pessoal, na vida doméstica, na vida social e na vida profissional. No local de trabalho, significa melhoria contínua envolvendo todos – gestores e trabalhadores. Por outro lado, Reed et al. (1996, p. 181), indica que a melhoria contínua é um conceito mais amplo do que o *kaizen*, que tem mais em comum com o conceito económico de efeitos da “curva da experiência”, onde os custos diminuem e a eficiência aumenta com a repetição.

Uma das ferramentas mais amplamente utilizadas para implementar com sucesso a filosofia do *kaizen* é o ciclo PDCA, também conhecido como Plan-Do-Check-Act ou ainda Ciclo Deming (Figura 2). O PDCA desempenha um papel essencial na promoção e na sustentação do *kaizen*, oferecendo uma estrutura metodológica sólida e eficaz para a melhoria contínua em uma organização. A aplicação do ciclo PDCA implica a busca contínua por melhorias e de acordo com Taufik (2020, p. 157), compreende dois tipos de ações corretivas: 1. Ação temporária para resolver prontamente o problema; 2. Ação permanente, que investiga e elimina as causas subjacentes, visando garantir a sustentabilidade das melhorias no processo.

A aplicação do ciclo PDCA compreende quatro fases distintas, que constituem uma abordagem sistemática para a melhoria contínua, sendo elas: Plan (Planeamento), Do (Execução), Check (Verificação) e Act (Ação). Cada uma destas fases desempenha um papel fundamental no processo de melhoria e que será explicado de acordo com Patel & Deshpande (2017, pp. 199–200):

- Fase de Planeamento (Plan): Define-se o problema, analisam-se causas e formulam-se soluções. Identificam-se oportunidades de melhoria, descreve-se o processo, recolhe-se dados para compreender o estado atual e identificam-se todas as causas possíveis, focando na causa raiz;
- Fase de Execução (Do): Nesta fase, o plano de melhoria é executado pela primeira vez, com base na aprendizagem da fase de planeamento. Não se trata de um simples teste, mas sim de uma oportunidade para realizar melhorias significativas. As soluções são postas em prática, e os dados são recolhidos e registados, abrangendo problemas, observações inesperadas e lições aprendidas;
- Fase de Verificação (Check): Nesta fase observa-se o desempenho dos processos implementados e trabalha-se em conjunto com a equipa para identificar melhorias. Os resultados são analisados em comparação com os dados de referência, recorrendo a ferramentas como gráficos de Pareto e histogramas. Documentam-se lições aprendidas e resultados inesperados para orientar a próxima etapa do processo;
- Fase de Ação (Act): Nesta etapa, as soluções são preparadas para implementação final, com padronização e possível expansão para outras áreas da organização. Para manter o trabalho contínuo de melhoria, é crucial repetir o ciclo indefinidamente para alcançar níveis ainda mais elevados de excelência. As opções incluem adotar e padronizar as melhorias, repetir o teste com ajustes, se necessário, ou, caso as mudanças não resultem em melhorias, reconsiderar o planeamento e explorar novas soluções.

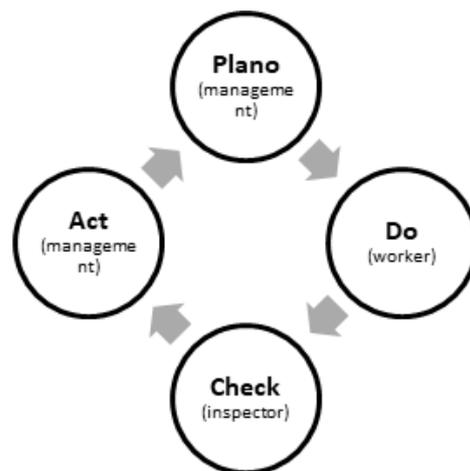


Figura 2. Ciclo Plan, Do, Check, Act (PDCA)

Adaptado de Imai (1986, p. 61)

Assim, a combinação entre o *kaizen* e o ciclo PDCA constitui uma combinação eficaz para impulsionar a melhoria contínua nas organizações, promovendo a eficiência e eficácia na busca pela excelência operacional. Estas abordagens desempenham um papel fundamental na conquista e na manutenção da

competitividade no ambiente empresarial atual, caracterizado pela constante evolução e pela crescente demanda por melhorias contínuas

2.1.4.4 *Standard work*

O *Standard work*, também conhecido por trabalho padronizado, é uma ferramenta indispensável dentro da metodologia *lean manufacturing*. Esta ferramenta consiste em um conjunto detalhado de diretrizes, procedimentos e melhores práticas estabelecidos para a realização de tarefas ou processos de forma eficiente e consistente. O principal propósito é melhorar o trabalho e a sustentabilidade dos processos produtivos (Rewers et al., 2016a, p. 137).

Esta ferramenta tem como propósito descrever detalhadamente cada atividade de trabalho, especificando o tempo de ciclo, o *takt time*, a sequência das tarefas de trabalho e o *stock* mínimo de materiais necessários para conduzir a atividade (Womack & Jones, 1996, p. 352).

Ao padronizar (processos, materiais e equipamentos), a empresa está a contribuir para a redução de desvios (variação ou oscilação de processos) e a garantir consistências das operações, produtos e serviços (Pinto, 2014, p. 92). Segundo Sundar et al. (2014, p. 1880), o *standard work* refere-se ao método de trabalho mais seguro e eficaz para realizar uma tarefa, no menor tempo possível. Como resultado, essa abordagem permite uma utilização eficaz de recursos como pessoas, máquinas e materiais. Tem ainda como objetivo, garantir que as atividades sejam realizadas da mesma forma, todas as vezes, seguindo um conjunto de etapas e critérios. Dessa forma, Ohno (1988, p. 23), indica que o *standard work* é constituído pelos seguintes três elementos:

- Tempo de ciclo normalizado: é o tempo disponível para concluir uma tarefa ou produzir um produto com base na procura do cliente;
- Sequência de trabalho normalizado: envolve a definição da ordem exata das etapas que devem ser seguidas para completar uma tarefa ou produzir um produto
- Inventário normalizado: estabelece a quantidade mínima necessária de materiais, peças ou produtos em stock para garantir que o processo de produção ou a execução da tarefa não seja interrompido devido à falta de recursos.

Os benefícios do *standard work* são vastos, uma vez que ele promove a padronização de processos, assegurando uma consistência na qualidade e eficiência das operações. Adicionalmente, o *standard work* desempenha um papel crucial na redução de desperdícios, no aumento da produtividade e na simplificação na formação de novos colaboradores, destacando-se como uma ferramenta inestimável para promover a melhoria contínua nas organizações.

2.1.4.5 Dashboard

Os *dashboards* desempenham um papel fundamental na gestão de processos de negócios, fornecendo uma visão consolidada em tempo real do desempenho e do estado dos processos, com o propósito de resumir e integrar informações cruciais de desempenho de uma organização, servindo como suporte à tomada de decisões operacionais (Dowding et al., 2015, p. 88). A importância do *dashboard* no contexto empresarial é multifacetada, abrangendo diversos aspectos cruciais para uma gestão eficaz. Dessa forma, espera-se que um *dashboard* apresente informações de várias origens, permitindo que o utilizador visualize, num único local, o desempenho de vários indicadores (Yigitbasioglu & Velcu, 2012, p. 42).

De acordo com Pauwels et al. (2009, pp. 176–179), existem quatro propósitos possíveis para a utilização de *dashboards*:

1. Monitorização: envolve a avaliação diária de métricas que devem resultar em ações corretivas, sendo considerada a função mais fundamental do *dashboard*;
2. Consistência: está relacionada com a uniformização de medidas e procedimentos de medição entre departamentos e unidades de negócio;
3. Planeamento: podem ser utilizados para planejar, uma vez que a análise de cenários faz parte das suas funcionalidades;
4. Comunicação: um *dashboard* comunica tanto o desempenho quanto os valores de uma organização aos seus *stakeholders*, através da escolha das métricas.

As *dashboards* oferecem uma versatilidade ao apresentar informações de forma visual, permitindo uma variedade de formatos que podem ser personalizados de acordo com as necessidades da organização. Como é possível observar na Figura 3, essas representações visuais podem incluir gráficos, tabelas, contadores, mapas e diversos outros elementos, proporcionando aos utilizadores uma ampla gama de opções para visualizar e interpretar dados de forma eficaz e intuitiva. Esta flexibilidade na apresentação visual torna os *dashboards* numa ferramenta poderosa para comunicar informações complexas de maneira clara e acessível a uma audiência diversificada.

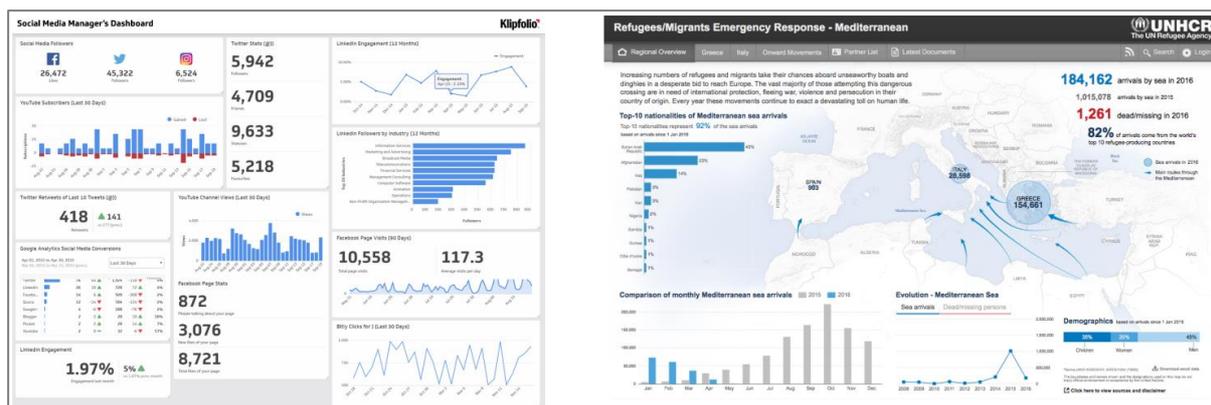


Figura 3. Exemplos de dashboards (Sarıkaya et al. (2019, p. 682))

Os *dashboards* são ferramentas essenciais no arsenal de gestão das empresas modernas. Eles proporcionam uma visão abrangente e detalhada do desempenho organizacional, capacitando os gestores a monitorar, analisar, planejar e comunicar eficazmente as metas e objetivos da organização. A capacidade de consolidar informações de diversas fontes e apresentá-las de forma clara e acessível num único local é uma das principais vantagens dos *dashboards*. Essa abordagem multifacetada, destacada por Dowding et al. (2015), aliada aos quatro propósitos delineados por Pauwels et al. (2009), torna os *dashboards* uma ferramenta versátil e indispensável para uma gestão empresarial de sucesso, proporcionando uma vantagem competitiva valiosa no cenário de negócios atual.

Para complementar as *dashboards*, os indicadores de desempenho desempenham um papel fundamental, combinando-se de maneira sinérgica. Enquanto as *dashboards* oferecem uma representação visual dos dados, os indicadores fornecem métricas precisas, permitindo uma tomada de decisão informada e estratégica. Juntos, esses elementos são essenciais para otimizar o desempenho e alcançar metas de forma eficaz.

2.2 Sistemas de Planeamento e Controlo da Produção

Num ambiente empresarial cada vez mais competitivo, as empresas procuram constantemente formas de alcançar vantagens competitivas e estimular a inovação. Neste contexto, a aquisição de sistemas informáticos tornou-se uma estratégia fundamental. Estes sistemas não só automatizam processos, aumentando a eficiência e reduzindo os custos operacionais, mas também permitem análises de dados sofisticadas, a identificação de tendências de mercado e uma adaptação ágil às mudanças nas exigências dos clientes. Através destas ferramentas tecnológicas, as empresas podem fortalecer a sua posição no mercado, oferecer produtos e serviços inovadores e manter uma vantagem competitiva sustentável.

2.2.1 *Enterprise Resource Planning*

Segundo Shehab et al. (2004, p. 359), o sistema de Planeamento de Recursos Empresariais (ERP) é um sistema de gestão empresarial que compreende conjuntos integrados de software abrangentes, que podem ser utilizados, quando implementados com sucesso, para gerir e integrar todas as funções de negócios dentro de uma organização.

O ERP teve início na década de 1960 como Planeamento de Necessidades de Materiais (MRP) e posteriormente evoluiu para um sistema mais avançado chamado MRP II. Atualmente, a geração mais recente de sistemas ERP é mais avançada e eficaz na gestão de várias unidades de negócios, incluindo planeamento de vendas e operações, gestão de inventário/materiais, produção, compras, processamento de pedidos, contabilidade e finanças, recursos humanos, gestão de relacionamento com o cliente e muito mais (Ngai et al., 2008, p. 548). Recentemente, os sistemas ERP foram expandidos além da manufatura e introduzidos nos setores financeiro, de saúde, de cadeias hoteleiras, educação, seguros, retalho e telecomunicações (Shehab et al., 2004, p. 359).

Este sistema é utilizado para melhorar a eficiência dos processos ao disponibilizar dados em tempo real (Saade & Nijher, 2016, p. 72). Segundo Gattiker & Goodhue (2005, pp. 560–561), têm ainda a capacidade de possibilitar uma gestão empresarial mais eficaz, com potenciais vantagens que englobam melhorias no fluxo de processos, análise de dados mais precisa, dados de qualidade superior para embasar decisões, redução de inventários, coordenação aprimorada em toda a cadeia de abastecimento e um serviço ao cliente de maior qualidade.

Apesar da abrangência dos sistemas ERP, surge ainda a necessidade de encontrar soluções mais direcionadas para a gestão da produção, em vez de se limitar à gestão financeira. Neste contexto, os sistemas de controlo da produção, surgem para preencher essa lacuna nas tecnologias de informação entre a administração empresarial e a produção.

2.2.2 *Manufacturing Execution System*

Manufacturing Execution System (MES) é uma classe de sistemas de informação (SI) desenvolvido para suportar os processos do *shop floor* e integrar a arquitetura dos diferentes sistemas tecnológicos da organização (Lundius, 2019, p. 3). Este sistema, desenvolvido na década de 70, permite assistir às atividades da produção, com um conceito de gestão *online* das atividades no chão de fábrica (Mantravadi & Møller, 2019, p. 591). No passado, os departamentos de produção de muitas organizações preferiam sistemas de informação feitos à medida para o *shop floor*, na qual os dados da produção eram recolhidos

para folhas de dados ou outras bases de dados, o que dificultou a manutenção da consolidação de dados e do próprio software (Govindaraju & Putra, 2016, p. 1). Este sistema foi desenvolvido inicialmente em indústrias focadas em áreas como a química e farmacêutica, e depois, a disseminação do sistema aumentou (D'Antonio et al., 2017, p. 2244).

Atualmente, de acordo com Govindaraju & Putra (2016, p. 3), este sistema colmata a lacuna entre os SI do nível superior, denominado por *Enterprise Resource Planning* (ERP), e os SI do nível inferior como os sistemas de automação. Chen & Voigt (2020, p. 1) afirmam que este sistema é ainda utilizado como o centro de informações da organização, para melhorar a transparência dos processos, orientar a execução dos planos de produção e acompanhar indicadores críticos de desempenho.

Segundo Govindaraju & Putra (2016, p. 1) com o suporte do MES, a organização consegue ter informação atualizada e completa, que permite ajudar o departamento de manufatura para manter a qualidade dos seus produtos num curto espaço temporal e com um baixo custo. Considerando os benefícios potenciais oferecidos pelo MES, a implementação deste sistema é uma das estratégias que pode ser utilizado pelas organizações de manufatura, de forma a aumentar a sua competitividade e a enfrentar a globalização.

Na última década, com a globalização das novas tecnologias, juntamente com as altas exigências dos consumidores, as empresas têm vindo a oferecer cada vez mais produtos e serviços personalizados (Piller, 2007, p. 630). Uma vez que a procura por produtos e serviços personalizados tem vindo a crescer tendencialmente ao longo dos últimos anos, de acordo com Piller (2007, p. 631), são necessários esforços coletivos de forma a fazer face a este aumento.

Como é notório, a personalização acarreta maiores custos e um maior volume de dados. Desse modo, e de acordo com Yang et al. (2017, p. 177) , este afirmava que a *Internet of Things* (rede de dispositivos conectados à internet) fornece a capacidade de transmissão rápida de dados e informação, de modo que a operação remota das atividades de fabricação e a colaboração com as partes interessadas sejam eficientes. Nesse sentido, surgem os Sistemas de Informação Empresariais (SIE) que apareceram para colmatar a tendência crescente no volume de dados e aumentar a eficiência dos processos. Atualmente, de acordo com Mantravadi & Møller (2019, p. 589), os SI classificam-se em seis tipos:

1. *Enterprise Resource Planning* (ERP);
2. *Supply Chain Management* (SCM);
3. *Manufacturing Execution System* (MES);
4. *Customer Relationship Management* (CRM);

5. *Product Lifecycle Management* (PLM);

6. *Business Intelligence* (BI).

Os sistemas de informação, permitem rastrear e visualizar os dados de forma transparente, colmatando a necessidade crescente das empresas em busca de inovarem os seus processos. Nesse sentido, com o intuito de minorar o impacto da personalização “em massa”, as empresas recorrem a soluções tecnológicas que facilitem a gestão de processos intrínsecos à produção, como o sistema *Manufacturing Execution System*, que de acordo com Almada-Lobo (2015, p. 18), tem sido fundamental no desempenho, na qualidade e na agilidade necessária para os desafios da globalização da produção.

O *Manufacturing Execution System* é um Sistema de Informação (SI) que colmata a lacuna entre os SI do nível superior, denominado por *Enterprise Resource Planning* (ERP) e os SI do nível inferior, os sistemas de automação (Govindaraju & Putra, 2016, p. 3). De acordo com Chen & Voigt (2020, p. 1), este sistema de gestão da produção, é utilizado como o centro de informações da empresa para melhorar a transparência dos processos de transformação. O mesmo autor afirma que, para além deste sistema orientar a execução de planos de produção, também possibilita à empresa indicadores críticos de desempenho, permitindo dessa forma tomar decisões comerciais mais eficazes.

Segundo Shojaeinasab et al. (2022, p. 504), as principais funcionalidades do MES repartem-se pela aquisição e abstração de dados; a programação detalhada de operações; a alocação e controlo de recursos; o controlo de qualidade do produto e a gestão de manutenção de equipamentos e ferramentas.

Permite ainda às empresas industriais, melhorar tempos e reduzir custos, através da análise de desvios nos indicadores críticos de desempenho. Segundo De Ugarte et al. (2009, p. 527), este SI contém 11 principais funcionalidades como ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1. As 11 funcionalidades do sistema MES
Adaptado de De Ugarte et al. (2009, p. 527)

Atividade	Funcionalidade
Operações/Programação detalhada	Sequência de atividades e duração para otimização do desempenho da planta em função da capacidade finita de recursos
Alocação de recursos/estado	Orienta o que as pessoas, equipamentos, ferramentas e materiais devem fazer, e acompanhar o que estão a fazer no momento ou que terminaram de fazer
Despacho de unidades de produção	Oferece o comando para enviar materiais ou ordens para determinadas partes da planta, iniciarem o processo ou o próximo passo
Controlo documental	Gere e distribui a informação dos produtos, processos, design ou ordens, assim como reunir declarações de certificação de trabalho e condições
Rastreamento de produtos	Monitoriza o progresso das unidades ou lotes para criar um histórico completo do produto
Análise de desempenho	Compara resultados mensurados na planta com metas e métricas definidas pela empresa, clientes ou órgãos reguladores
Gestão laboral	Rastreia e direciona os colaboradores com base nas qualificações, padrões de trabalho e necessidades da empresa
Gestão da manutenção	Planeia e executa atividades apropriadas para manter os equipamentos e outros capitais ativos com o desempenho para cumprir os objetivos

Gestão do processo	Direciona o fluxo de trabalho em função das atividades atuais e planeadas
Gestão da qualidade	Grava, rastreia e analisa o produto e características do processo contra os ideais da engenharia
Aquisição de dados	Monitoriza, coleta e organiza dados sobre os processos, materiais, operações, equipamentos e controles

Estas funcionalidades estão divididas em funções “core”, que estão diretamente associadas à gestão da produção, e funções de suporte, o que inclui as denominadas atividades de suporte como evidenciadas na Tabela 2.

Tabela 2. Principais funções associadas à gestão da produção
Adaptado de McClellan (1977, p. 5)

Função	Funcionalidade
Interface do sistema de planeamento	Descreve a conexão com o planeamento
Gestão das ordens de produção	Gere as ordens de produção, incluindo o planeamento, para todas as ordens em sistema
Gestão do posto de trabalho	Gere a direção da implementação das ordens de trabalho, planeamento dos postos de trabalho, e a configuração lógica de cada posto de trabalho
Gestão de inventário	A função de rastreamento do inventário desenvolve, armazena e mantém os detalhes de cada lote ou unidade do inventário
Gestão do fluxo de materiais	O movimento de materiais, manual ou automático, é gerido e agendado através desta função
Aquisição de dados	Este segmento atua como o tradutor para todas as informações necessárias e/ou geradas no <i>shop floor</i>
Gestão de exceções	Esta função providencia a capacidade de responder a eventos imprevistos que afetam o planeamento da produção

McClellan (1977, pp. 5–6), identificou ainda a representação de funções possíveis, não constituindo uma lista exaustiva do que está disponível ou estará no mercado no futuro, das quais, identifica as funções mais relevantes:

- Gestão da manutenção;
- Tempo e presença;
- Controlo estatístico do processo;
- Garantia da qualidade;
- Dados do processo/Análise de desempenho;
- Documentos/Gestão de dados do produto;
- Genealogia/Rastreabilidade do produto;
- Gestão de fornecedores.

De acordo com Jaskó et al. (2020, p. 6), a implementação do MES, destaca-se essencialmente por permitir consolidar um elevado volume de dados, permitindo rastrear qualquer produto na planta industrial e dessa forma gerir os recursos de uma forma eficiente. Este SI, alinhado com os objetivos do *Lean*, pode alimentar a tomada de decisão com vista à redução de desperdícios, assim como pode ainda melhorar os processos através da padronização do trabalho (Cottyn et al., 2011, p. 4410).

Contudo, para além dos benefícios que este SI possui, abarca ainda alguns desafios para o futuro, como a descentralização, a integração vertical, a conectividade e dispositivos móveis, a computação em nuvem e análise avançada (Almada-Lobo, 2015, pp. 18–20).

2.3 *Business Process Model and Notation*

O *Business Process Model and Notation* (BPMN) é uma linguagem gráfica amplamente reconhecida e adotada para modelar processos de negócios, estabelecida pelo *Object Management Group* (OMG) e consolidada como o padrão internacional para representar processos de negócios em todo o mundo (Kurz, 2016, p. 1). O BPMN oferece uma notação visual intuitiva e poderosa que permite que os profissionais de negócios descrevam, analisem e comuniquem processos de forma clara e compreensível. Utilizando símbolos gráficos para representar diversos elementos de um processo, como tarefas, eventos, *gateways* e fluxos de sequência (Tabela 3), essa abordagem gráfica facilita a compreensão dos processos, mesmo por parte daqueles que não são especialistas em modelagem de processos.

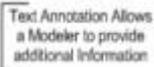
Uma das principais vantagens do BPMN é a sua linguagem gráfica, bem como a simplicidade. É ainda reconhecido como um padrão internacional (ISO/IEC 19510:2013), suportada por uma ampla variedade de ferramentas de modelagem e automação de processos (Arevalo et al., 2016, p. 18). Isso facilita a colaboração e a interoperabilidade entre diferentes organizações e sistemas.

Além disso, o BPMN não se limita apenas à modelação, também oferece suporte à execução de processos. Isto significa que os modelos criados em BPMN podem ser diretamente implementados em sistemas de gestão de processos de negócios (BPM) para uma automação e monitorização eficazes.

Desta forma, é possível concluir que o BPMN desempenha um papel fundamental na melhoria da gestão de processos de negócios, fornecendo uma notação clara e padronizada que facilita a compreensão, análise e automação de processos em organizações de todos os tipos e dimensões.

Tabela 3. Elementos da notação BPMN

Adaptado de White (2004, pp. 2-5)

Grupo	Objeto	Simbologia	Descrição
Fluxo	Evento		Representa um evento que inicia ou termina um processo ou atividade. Pode ser um evento de início, fim ou intermédio.
	Atividade		Representa uma tarefa ou atividade a ser realizada dentro de um processo. Pode ser uma tarefa, subprocesso ou atividade.
	Gateway		Representa uma decisão ou ponto de controlo no fluxo do processo. Pode ser usado para direcionar ou fundir fluxos.
Ligação	Fluxo de sequência		Define a ordem e direção do fluxo entre elementos. Indica a transição de uma atividade ou evento para outro.
	Fluxo de mensagem		Liga artefactos ou objetos de dados a elementos de atividade para fornecer informações adicionais ou contexto.
Artefactos	Objetos de dados		Representa informações armazenadas ou transmitidas durante o processo, como documentos ou dados.
	Anotação		Fornece informações adicionais.
Agrupamento	Pool		Representa um participante no processo.
	Lane		Define subcategorias ou agrupamentos dentro de um processo para organizar elementos e responsabilidades.

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo é contextualizada a empresa onde foi desenvolvido o projeto de dissertação de mestrado. Dessa forma, são abordados os seguintes tópicos: enquadramento histórico do grupo, a sua missão, visão e valores, os produtos fabricados e a sua estrutura organizacional

3.1 Grupo Continental AG

O grupo Continental AG foi fundado em Hannover (Alemanha) no dia 8 de outubro 1871, como uma sociedade por ações "Continental-Caoutchouc-und guta-percha Compagnie". Inicialmente a empresa começou com cerca de 200 colaboradores e dedicava-se ao fabrico de produtos suaves de borracha, tecidos emborrachados, e pneus maciços para carruagens e bicicletas.

Tabela 4. Evolução do Grupo Continental AG

Ano	Descrição
1982	Tornou-se a primeira empresa alemã a produzir pneus pneumáticos para bicicletas.
1933-1945	Tornou-se um fornecedor importante dos armamentos nazis e da indústria da guerra, mudando a sua cultura liberal para uma empresa do modelo nazista.
1987	Indústria Têxtil do Ave, S.A. entrou no grupo Continental, tendo posteriormente, em 2013, alterado a designação social para Continental – Indústria Têxtil do Ave, S.A..
1989	Foi registada a Continental Mabor, inserida no concelho de Vila Nova de Famalicão (Braga), como resultado da joint venture entre a empresa portuguesa Mabor – Manufactura Nacional da Borracha, S.A. e a Continental AG. Posteriormente, em 1990, deu-se o arranque industrial, começando o projeto de reestruturação, que tinha por objetivo a produção apenas de pneus para viaturas de passageiros e comerciais ligeiros.
	Iniciou-se a produção de pneus lisos para automóveis, onde desde então, o grupo Continental acompanhou a evolução da indústria automóvel com o estudo e aplicação de técnicas, produtos e equipamentos para a melhoria de pneumáticos.
2007	A Continental comprou a Siemens VDO Automotive AG e alcançou dessa forma o top dos cinco maiores fornecedores mundiais da indústria automóvel, fomentando a sua posição na Europa, América do Norte e Ásia.

Atualmente, a Continental desenvolve tecnologias e serviços pioneiros para a mobilidade sustentável e conectada de pessoas e bens. Fundada em 1871, a empresa de tecnologia oferece soluções seguras, eficientes, inteligentes e acessíveis para veículos, máquinas, tráfego e transporte. Em 2020, a Continental gerou um volume de vendas de 37,7 mil milhões de euros e emprega atualmente cerca de 250 000 pessoas, distribuídas por 58 países.

O Grupo Continental é ainda especialista na produção de sistemas de travagem, controlos dinâmicos para viaturas, tecnologias de transmissão de potência, sensores e sistemas eletrónicos.

3.2 Áreas de negócio

O Grupo Continental opera em diversas áreas de negócio, que incluem Chassis & Safety, Powertrain, Interior, fabricação de pneus para veículos de passageiros e comerciais leves, fabricação de pneus para veículos comerciais, e Contitech.

Em Portugal, o Grupo Continental é representado por sete empresas distintas:

1. Continental Mabor – Indústria de Pneus: é conhecida por fabricar pneus para veículos de passageiros. Produzem uma variedade de pneus para atender às necessidades de diferentes tipos de veículos e condições de estrada;
2. Continental Pneus (Portugal): está envolvida na fabricação de pneus, produzindo pneus para veículos de passageiros e comerciais. Eles podem ter uma linha de produtos ligeiramente diferente em comparação com a Continental Mabor;
3. Continental - Indústria Têxtil do Ave: é especializada na indústria têxtil e pode estar envolvida na produção de tecidos, componentes têxteis para pneus ou produtos relacionados ao setor têxtil;
4. Continental Lemmerz (Portugal) – Componentes para Automóveis: é conhecida por fabricar componentes automotivos, que podem incluir rodas, aros de rodas ou outros componentes relacionados à estrutura e ao funcionamento de veículos;
5. Continental Engineering Services – inventa, desenvolve e produz soluções tecnológicas pioneiras e indispensáveis em diversos setores industriais, incluindo engenharia aeroespacial, agricultura, medicina, transportes marítimos e ferroviários;
6. Continental Solution Center – é responsável pela comercialização para Portugal de pneus do Grupo Continental para o mercado de equipamento de origem e mercado de substituição de veículos ligeiros, 4x4, veículos comerciais médios e pesados e veículos industriais;
7. Continental Advanced Antenna – é uma das principais especialistas e fabricantes de antenas para veículos da Europa e trabalha, essencialmente, com o segmento premium de marcas da indústria automóvel.

3.3 Continental Indústria Têxtil do Ave

A Continental – Indústria Têxtil do Ave, S.A. (C-ITA), inicialmente designada como Indústria Têxtil do Ave, S.A., foi fundada em 1948 e iniciou a sua atividade como produtora de artigos têxteis para a indústria de borracha em 1950. Inicialmente, a empresa denominada por INTEX, produzia telas de algodão para o fabrico de pneus da Continental Mabor.

Em 1958, a principal matéria-prima utilizada para a construção de pneus, o algodão, foi substituído pelo rayon de alta tenacidade, levando a INTEX à sua primeira grande mudança tecnológica. Esta alteração, implicava um acabamento final nos tecidos de rayon (dip and dry) para garantir que este material aderiria aos compostos de borracha dos pneus.

Mais tarde, no início da década de 60, foi introduzida uma nova matéria-prima no processo, a poliamida (nylon) de alta tenacidade, como base dos tecidos de reforço para a construção de pneus.

Na década de 70 e 80, a empresa aumentou a sua capacidade produtiva, fruto de um projeto de inovação tecnológica, que envolveu a renovação da secção produtiva da Torcedura e a instalação de uma nova máquina na Impregnação (última etapa do processo).

Em 1988, a Continental Mabor e a INTEX, são adquiridas pelo grupo Amorim, começando neste momento a INTEX a ser designada por Indústria Têxtil do Ave (ITA).

Já no final da década de 90, foi feito um novo investimento, com o intuito de modernizar as secções produtivas como a Torcedura, a Tecelagem e a Impregnação. Este investimento, permitiu aumentar de forma significativa a capacidade de produção para 14000 toneladas/ano.

Em 2008, aconteceu um novo marco histórico na empresa, onde foi instalada uma nova máquina de impregnar, para a produção de cabo impregnado.

No ano de 2012, um novo processo foi iniciado com a produção de Malhas. Este projeto resultou da combinação de duas empresas do Grupo Continental: Indústria Têxtil do Ave e a Contitech, que é produtora de materiais de revestimento sintético para interiores de automóveis.

Em 2013, a ITA, alterou a sua designação social para Continental – Indústria Têxtil do Ave S.A. (C-ITA). Atualmente, a C-ITA, possui uma área total de 52 329 m² dos quais 30 153 m² são cobertos, e emprega cerca de 270 colaboradores, contando com uma produção anual de 14 000 toneladas/ano em produto final.

3.4 Missão, visão e valores

A visão da Continental prima por antecipar as necessidades dos clientes, ao desenvolver tecnologias altamente avançadas e inteligentes para a mobilidade no setor de transportes. Ao oferecer soluções excepcionais a cada cliente em todos os mercados, aspiramos a que todos os envolvidos reconheçam a Continental como o parceiro de negócios que proporciona o maior valor, sendo altamente respeitado e confiável.

A Missão da Continental é:

- Facilitar a realização dos sonhos de mobilidade dos outros;
- Inovar, desenvolver, produzir e comercializar as soluções tecnológicas essenciais que impulsionam as quatro principais tendências: segurança, sustentabilidade ambiental, informação e acessibilidade automóvel;
- Destacar-se através da criação de valor de maneira eficiente, eficaz e inovadora;
- Manter os mais elevados padrões de qualidade;
- Promover a mobilidade segura, confortável, personalizada e acessível.

3.5 Organização fabril

A unidade produtiva da Continental-ITA, está localizada em Lousado, Vila Nova de Famalicão e é constituída em quatro secções produtivas e um armazém, em um único edifício com dois andares, como apresentado na Figura 4.

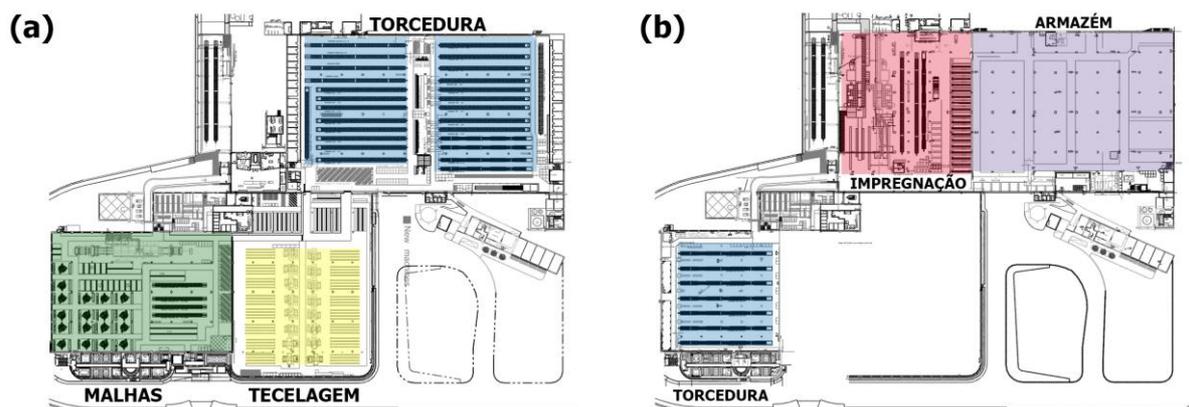


Figura 4. (a) *Layout* do piso 0 da C-ITA e (b) *layout* do piso 1 da C-ITA

A secção de torcedura expande-se pelo piso 0 e 1, sendo a única secção que se estende por pisos distintos. Anteriormente, a secção estava dividida em torcedura 1 e torcedura 2, mas recentemente foi unificada sob a denominação de "torcedura". As restantes secções estão presentes em apenas um único piso, sendo elas as malhas, a tecelagem e a impregnação.

Atualmente, a empresa trabalha com um único armazém devido às restrições de espaço. Este armazém desempenha um papel crítico, servindo tanto para a receção de matéria-prima quanto para a expedição de produtos acabados, resultando em um aumento significativo no fluxo de atividades. A disposição dessas secções é, em grande parte, influenciada pela falta de espaço disponível e pela antiguidade da planta, tornando o *layout* desajustado para o atual contexto da empresa.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL

Neste capítulo é caracterizado o sistema produtivo atual da organização, apresentando as diferentes secções produtivas e o fluxo de materiais e informação. É ainda realizado o mapeamento dos processos atuais através da notação em BPMN, identificando alguns dos desperdícios gerados no decorrer dos processos do chão de fábrica que serão colmatados com a implementação do sistema de controlo da produção.

4.1 Caraterização do sistema produtivo

O sistema produtivo da C-ITA divide-se em quatro secções distintas: torcedura, tecelagem, impregnação e malhas. Nessas secções, são produzidos têxteis técnicos para reforço do pneu, como o tecido impregnado e cabo impregnado e ainda têxteis técnicos para revestimento sintético de interiores automóveis, como as malhas termo fixas.

O *core* do negócio é a produção de cordas e telas para o reforço do pneu. As matérias-primas (MP) utilizadas para a produção de corda e da tela são: aramida, *nylon*, poliéster ou *rayon*. Em alguns casos, como a tecelagem e a râmula, é ainda utilizado o algodão. De seguida são explicadas cada uma das secções dos diferentes processos produtivos.

4.1.1 Torcedura

A torcedura é a primeira fase do processo produtivo, onde ocorre a transformação do fio (MP) para corda (SA). A MP é colocada nas esquinadeiras e nos potes dos torcedores, em que cada torcedor possui dois lados (A e B), e cada lado é constituído por 68 fusos, à exceção da Jing Wei que possui 72 fusos e algumas Volkmann com 32.

Esta fase consiste em entrelaçar dois ou mais fios (MP) entre si, através da torção (voltas por metro), sendo que existem dois tipos: “S” ou “Z” (sentido oposto), dando origem ao “cabo em verde” (SA). Atualmente a matéria-prima utilizada varia entre o *rayon*, *nylon*, poliéster ou aramida.

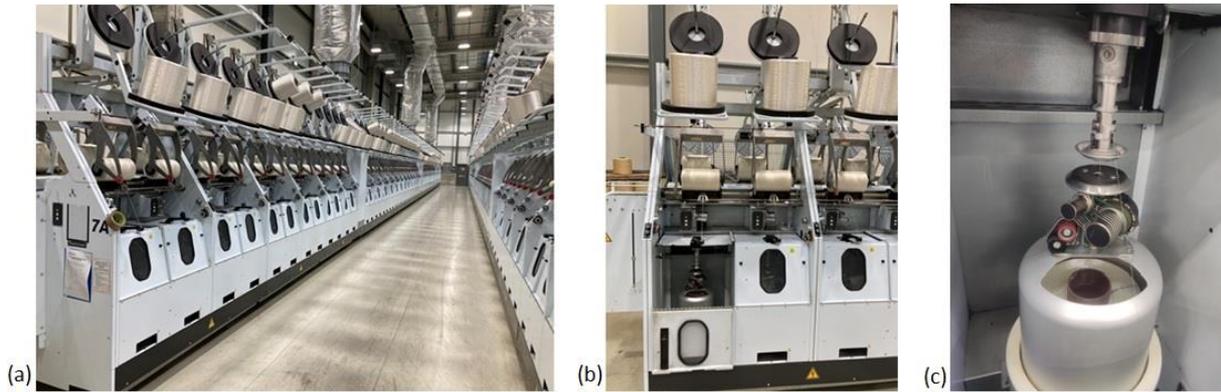


Figura 5. (a) Máquinas de Torcedura, (b) Fusos e (c) Pote

A C-ITA possui duas secções destinadas ao processo de torção, a torcedura 1 (cave) e a torcedura 2 (piso 1), como representado na Figura 4. Estas secções, contêm cinco tipos de máquinas: Jing Wei, Oerlinkon, Volkmann, Verdol e ICBT. A torcedura 1, contém 14 máquinas de torção Jing Wei, com 68 fusos em cada lado (A e B). A torcedura 2, tem 4 máquinas Volkmann de porte menor, com 32 fusos em cada lado, sendo que estas máquinas em particular, possuem um pote de dimensões reduzidas, impondo a necessidade de bobinar os rolos (retirar algum fio da bobine) para que seja possível colocar nos potes.

Dadas as dificuldades resultantes do *layout* (a mesma secção em pisos diferentes), e dos pilares estruturais no meio do chão de fábrica, houve a necessidade de colocar duas máquinas Oerlinkon no salão 1. Estas duas máquinas só trabalham com aramida (MP) e contêm 68 fusos. São ainda consideradas as melhores máquinas devido à velocidade e qualidade apresentada em comparação com as restantes máquinas.

4.1.2 Tecelagem

A tecelagem tem como *input* o semi-acabado da secção antecedente (torcedura) e a sua transformação resulta na construção do tecido. Este tecido é constituído por cordas (entre 900 e 3600), a que se designa de “teia” (Figura 6), e por fio de tramada (fio de algodão) para segurar as cordas (MP). Este fio passa de forma alternada por cima e por baixo das cordas a uma velocidade de produção que pode ir até às 930 batidas por minuto. Nesta etapa define-se a largura do tecido e o espaçamento que cada corda deverá ter entre si. No final da operação, obtém-se o “rolo em verde” (SA).

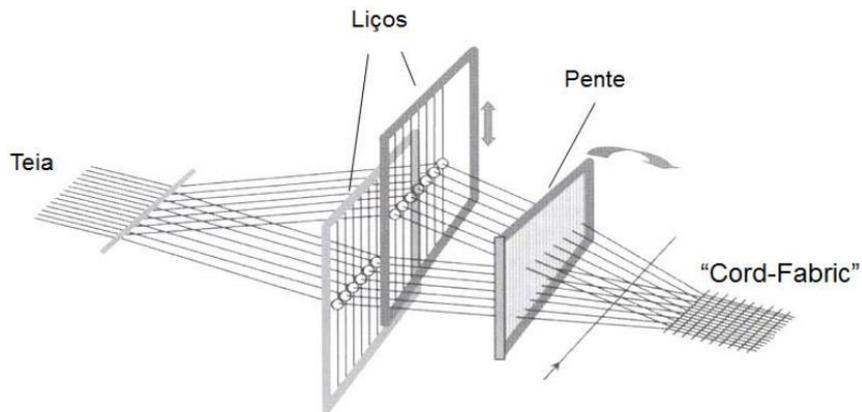


Figura 6. Ilustração da construção de tecido
Adaptado da Continental-ITA

4.1.3 Impregnação

O processo de impregnação é a última fase do processo produtivo e consiste em alterar significativamente as propriedades físicas do material (através de estiragem e temperatura) e as propriedades químicas (através da solução de impregnação e temperatura). Este processo ocorre, uma vez que as características físicas do material em verde, não são ideais para o desempenho do pneu, assim como, para possibilitar a adesão do material ao pneu.

Em função do material, este pode sofrer um ou dois banhos químicos (*dips*). Os *dips* são responsáveis por conferir ao material, uma maior adesão do material à borracha dos pneus, garantindo maior estabilidade e resistência térmica à fadiga, através de compostos como: látex, resina, amônia, formaldeído e água. Depois desta etapa (*dips*), o material entra em estufas, à qual é sujeito a temperaturas elevadas, podendo chegar até aos 250 graus Celsius. Posteriormente, o tecido é enrolado na máquina, seguindo para a revistadeira, onde fica a aguardar a revisão da qualidade.

Caso este apresente alguma não conformidade, se for possível é corrigido através da divisão do rolo (onde é retirada a metragem com defeitos), consoante o critério de metragem do tipo de cliente. Caso contrário, se estiver tudo em conformidade, este é encaminhado para o armazém, para eventualmente ser expedido para o cliente.

A impregnação contempla dois tipos distintos: (Figura 7a) impregnação de corda, denominada por *Single End* ou SEC e (Figura 7b) impregnação de tecido, denominada por *Zell*.

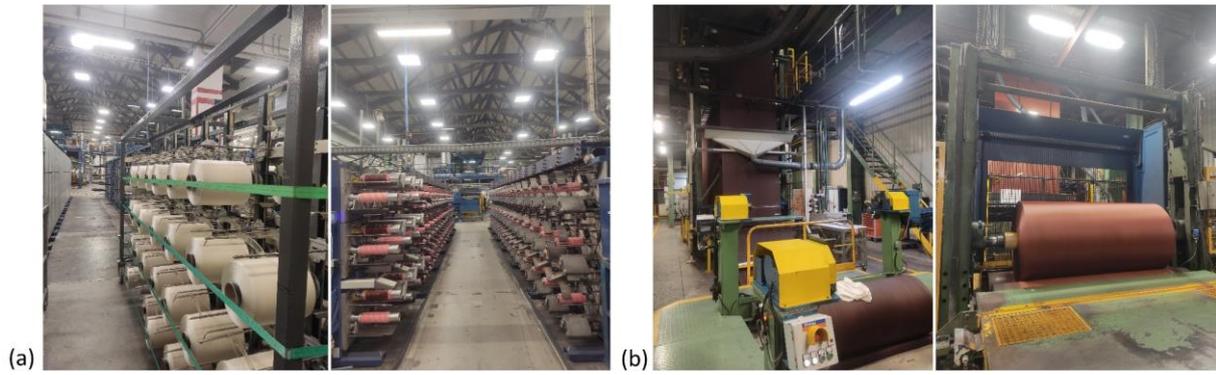


Figura 7. (a) Impregnação de corda e (b) Impregnação de tecido

Na impregnação de corda, o SA é proveniente da torcedura e segue um fluxo simples, como representado na Figura 8. Esta secção tem duas máquinas, sendo que a primeira contém quatro estufas e uma capacidade de impregnar 108 cordas em simultâneo. A segunda tem apenas duas estufas e uma capacidade de impregnação menor, de apenas 54 cordas.

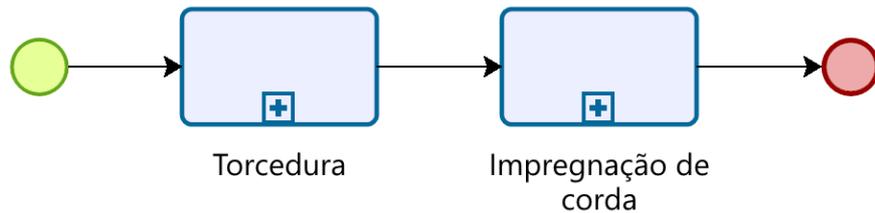


Figura 8. Processo produtivo de Impregnação de Corda

Na impregnação de tecido, o SA é proveniente da tecelagem (Figura 9) e existe apenas uma máquina. Esta máquina consegue impregnar tecido de forma contínua, através de acumuladores, que permite que a máquina seja abastecida sem que esta interrompa o seu ciclo, uma vez que o tecido vai acumulando na fase inicial do processo (para repor tecido quando o rolo acabar) e na fase final do processo (para retirar os rolos terminados e colocar uma nova caneleira vazia). Esta máquina possui sete estufas e consegue impregnar o tecido a uma velocidade máxima de 110 metros por minuto. A fase de impregnar na Zell divide-se em duas fases: a estiragem (que pode ir até aos 10%) e a temperatura (que pode alcançar até 250 graus celsius). Numa fase posterior, são realizados testes no laboratório de qualidade, de forma a avaliar especificações como: encolhimento, resistência, adesão, humidade, torção e peso.

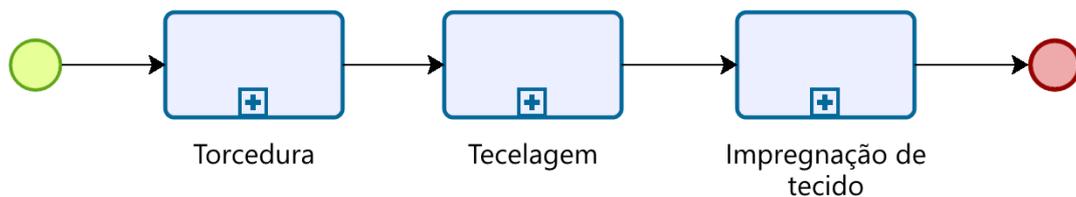


Figura 9. Processo produtivo do Tecido Impregnado

4.1.4 Malhas

A secção das malhas, encontra-se dividida em duas etapas: a tricotagem (Figura 10a) e a ramulagem (Figura 10b). A tricotagem destina-se à produção de malha em verde. A malha em verde é produzida em teares circulares e pode ter diferentes estruturas (desde *single*, *jersey* e *crepp*) com diferentes larguras. Cada tear produz apenas uma malha, com uma largura e estrutura predefinida, a uma velocidade de produção até 45 RPM (rotações por minuto). A MP varia entre o algodão, o PES (Poliéster) ou uma mistura entre PES e algodão.

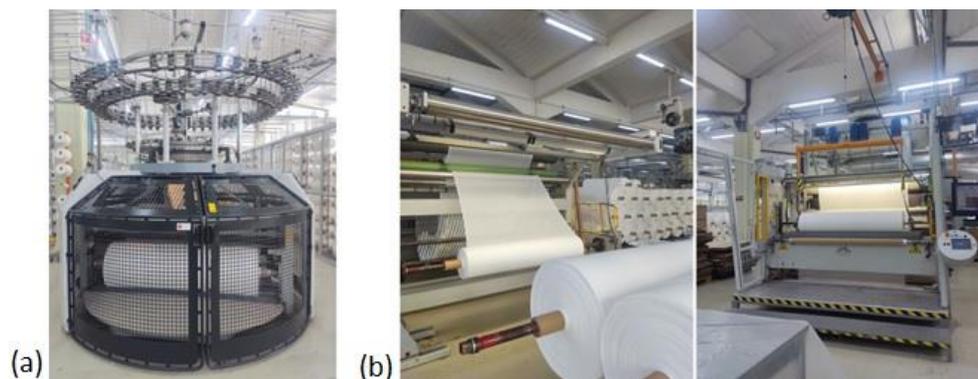


Figura 10. (a) Tricotagem e (b) Ramulagem

A ramulagem (Figura 10b) consiste em processar a malha em verde de forma a alterar as propriedades físicas, através de tensões e temperaturas (semelhante ao que acontece na impregnação). A râmula é composta por seis estufas e as temperaturas podem atingir os 200 graus celsius. A velocidade de produção pode chegar aos 40 metros por minuto,

4.2 Mapeamento de processos (situação *as-is*)

O mapeamento de processos de uma organização, revela-se um fator crucial, para compreender melhor de que forma as atividades organizacionais ocorrem. Dada a necessidade da organização em implementar um sistema de controlo da produção e de forma a garantir a redução ou eliminação de desperdícios relacionados com os processos no chão de fábrica, procedeu-se ao mapeamento dos processos atuais no chão de fábrica.

Para esta análise, optou-se pela utilização da notação BPMN, amplamente reconhecida como o padrão na modelação de processos de negócio, devido à sua versatilidade na transição e integração dos processos com os sistemas de informação da organização.

Desta forma, todas as atividades representadas através da cor vermelha, revelam as atividades que serão substituídas ou eliminadas com a implementação do sistema de controlo da produção e que foram

identificadas após várias reuniões, nas quais estiveram envolvidos os principais intervenientes do departamento da produção, qualidade, processo e a administração.

4.2.1 Receção de matéria-prima

A receção de matéria-prima (Figura 11) ocorre no único armazém existente. O operador logístico recebe inicialmente a documentação do fornecedor, como o CoA e o *packing list*. A encomenda por sua vez é verificada em SAP e o material é validado, onde os artigos bem como as quantidades são confirmadas. Se a encomenda estiver incorreta, a direção de operações e logística é notificada e a receção da matéria-prima é suspensa.

Se a encomenda estiver correta, o operador efetua o registo de entrada do material no sistema SAP. Posteriormente, imprime o documento “identification card” e o “inspection card”. Caso seja necessário enviar amostra, é então retirada a amostra e enviada a “inspection instruction” para o facilitador da qualidade, seguindo-se para a identificação do lote com o “identification card”.

Se não for necessária amostra, o operador segue para a “identification card” onde identifica o lote. Posteriormente o material é armazenado, conforme as filas disponíveis, e por último o material é registado e alocado à fila no sistema SAP.

O facilitador da qualidade sempre que recebe uma amostra, inicialmente consulta o plano de inspeção no sistema SAP, confirmando os detalhes inerentes aos resultados esperados. Posteriormente, realizada os testes em função do plano de inspeção e lança os resultados no sistema SAP. Se os testes estiverem de acordo com as especificações, o material é disponibilizado em SAP, a etiqueta verde de aprovação é impressa e colada no lote. Se houver discrepâncias nos resultados dos testes, é colada a etiqueta de material retido no lote. Posteriormente, é registada a não conformidade no documento “inspection instruction” e a direção de operações e logística é notificada dos resultados.

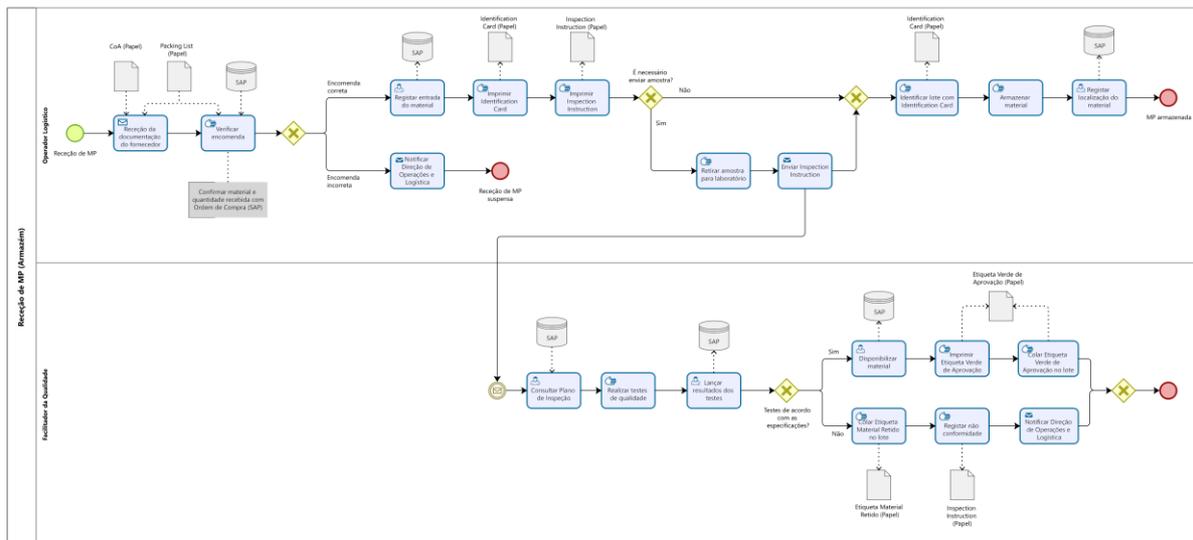


Figura 11. Receção de matéria-prima (*as-is*)

4.2.2 Requisição de matéria-prima

O processo de requisição de matéria-prima (Figura 40 no [Apêndice 1](#)) é utilizado pelas diferentes secções do chão de fábrica, sempre que se inicie um novo ciclo de produção. Este processo contempla o envolvimento do coordenador da secção, do técnico de planeamento e do operador logístico.

Sempre que se inicie um novo ciclo, o coordenador da secção deve verificar o próximo artigo a produzir num documento em Excel, denominado de “programação”. Após identificar o artigo, deve ser verificado o *stock* no sistema SAP. Caso não exista *stock*, o coordenador deve notificar o planeamento, para que o técnico de planeamento altere o artigo a produzir no documento “programação”, para colmatar a falta de material. Caso exista *stock*, é efetuado o pedido de MP, através do documento Excel “requisição de MP”. O operador logístico, durante o dia, consulta todos os pedidos de MP no documento, verificando a localização dos artigos em SAP e realizando a recolha e o *picking* em SAP, para transportar os artigos para o buffer da produção.

Com a implementação do sistema MES, algumas atividades, documentos e sistemas destacados a vermelho na Figura 40 no [Apêndice 1](#), irão ser eliminados, como: documento Excel “programação”, onde o MES irá apresentar as mesmas informações; o SAP será substituído pelo MES na atividade de verificar *stock* e a requisição de MP passará a ser realizada igualmente em MES ([Apêndice 2](#)).

4.2.3 Torcedura

Nesta secção, descrevem-se os processos da secção de torcedura, que à data existiam 5 processos, sendo a maior secção da empresa. Também se referem os problemas encontrados em cada processo, os quais justificaram as propostas de melhoria apresentadas no capítulo 5.

4.2.3.1 Início de novo ciclo de produção

Este processo caracteriza o início de um novo ciclo de produção na secção da torcedura (Figura 41 no [Apêndice 1](#)) e tem como intervenientes o coordenador da torcedura, o facilitador de planeamento geral, o operador da produção, o facilitador da qualidade e o técnico de processo. Na situação atual (*as-is*), este processo apresenta 57 atividades, 9 subprocessos, 6 documentos digitais e 8 documentos físicos.

Inicialmente o coordenador da torcedura efetua a requisição de matéria-prima (Figura 53 no [Apêndice 1](#)) e caso tenha mudado de artigo, o mesmo solicita a ficha de processo ao facilitador de planeamento geral. Em paralelo, o operador da produção, recolhe a MP no buffer da produção, onde seguidamente abastece a máquina com a MP e com os tubos do artigo.

O facilitador de planeamento geral consulta a ficha de processo associada ao artigo, em Excel e imprime a ficha de processo entregando ao coordenador da torcedura. O coordenador da torcedura, coloca a ficha de processo na máquina que vai iniciar um novo ciclo, servindo como um *kanban*, autorizando o operador a dar continuidade às suas responsabilidades. O coordenador imprime ainda a ficha de pesagem 1º jogo e coloca na máquina e ainda atualiza os tubos do mostruário da máquina, que tem como objetivo informar todos os operadores que tubos serão consumidos para produzir o artigo em questão.

Por outro lado, após a ficha de processo estar disponível na máquina, o operador verifica os parâmetros do artigo, inserindo os novos valores no ecrã da máquina. Após isso, são verificados um conjunto de parâmetros onde o operador deve preencher a *check-list* de arranque se já está validado. De seguida, o operador inicia apenas um fuso, onde após cerca de 5 minutos, retira e entrega uma bobine de amostra no laboratório.

O facilitador da qualidade, por sua vez, realiza os testes de qualidade à bobine de amostra, testando a diferença de *plies* e a torção, registando os resultados dos testes no ficheiro “testes 1º jogos” em Excel. De seguida, verifica as especificações dos resultados com a ficha de processo e se os testes estiverem de acordo com as especificações, então é registada a aprovação do arranque na ficha de processo e o operador de produção recebe uma mensagem a informar que pode iniciar o arranque de máquina.

O operador de produção inicia a produção da máquina e através de um aparelho denominado de estroboscópio realiza a inspeção dos fusos. Caso algum fuso apresente algum problema, este é corrigido e é realizada uma nova inspeção através do estroboscópio para garantir que ficou resolvido. Após o término do ciclo, o operador descarrega a máquina, ou em esquinadeiras se o próximo processo for na secção da tecelagem, ou então em paletes se for o caso da secção da *single-end*.

Posteriormente, o facilitador da qualidade retira três bobines para o laboratório, e através do sistema SAP, consulta o plano de inspeção, para verificar os parâmetros associados ao artigo. De seguida realiza os testes de qualidade, na qual testa a diferença de *plies*, a torção e ainda a força/alongamento da corda. Os resultados da diferença de *plies* e da torção são guardados no ficheiro Excel “testes 1º jogos” e o da força/alongamento, é guardado automaticamente pelo aparelho Zwick onde é realizado o teste de carga à rutura. Após este registo, os resultados são inseridos e lançados em SAP, evidenciando a redundância do registo dos resultados em diferentes plataformas. Caso os testes estejam de acordo com as especificações, é registada a aprovação final do 1º jogo na ficha de processo (papel) e as bobines são recolocadas.

O operador de produção, ainda em simultâneo com as atividades supramencionadas do facilitador da qualidade, pesa 10 bobines, registando o peso na “ficha de pesagem 1º jogo” em papel, depois regista novamente o peso no ficheiro “pesagem das bobines” em excel, e caso não haja desvios no peso, o coordenador da torcedura efetua o registo de produção e transporta as esquinadeiras para o posto de inspeção. O facilitador da qualidade faz o controlo visual de qualidade na esquinadeira e transporta a esquinadeira ou palete para a albufeira.

Este processo contemplava alguns desperdícios associados ao consumo de papel, como a sobreprodução na impressão de documentos sempre que existia o início de um novo lote, impondo tempos de espera maiores, bem como as movimentações e transporte associados. Uma vez que existiam documentos físicos (papel) e digitais, era necessário efetuar registos em duplicado, aumentando o número de atividades sem valor acrescentado, aumentando também o tempo de espera e a sobreprodução de informações em documentos distintos. As esquinadeiras eram ainda colocadas na albufeira, sem nenhuma forma de registar o local exato da albufeira, onde era colocada cada esquinadeira de cada artigo, que originava desperdícios no processo de “início de nova ordem de produção” na secção da tecelagem.

4.2.3.2 Registo de produção

O processo representado na Figura 12 representa o processo de “Registo de produção – torcedura”. Este processo ocorre sempre que a produção de um jogo (*doff* termine). Este processo é relativamente simples e é realizado por dois intervenientes: coordenador da torcedura; operador logístico.

Sempre que haja o fim da produção de um jogo, o coordenador da torcedura, lança a produção das bobines, inserindo em SAP: artigo; número da esquinadeira/palete; máquina; número de bobines e o estado das bobines. Após isto, o sistema valida os dados confirmando se são coerentes com os restantes

dados. Neste caso, o sistema informa o coordenador sempre que algo não está conforme, através de uma luz amarela, indicando que algum valor está incorreto e que deve ser retificado, ou a luz vermelha, na qual o coordenador deve notificar o problema ao operador logístico para que este possa desbloquear o material em SAP e informar que já se encontra disponível para o coordenador prosseguir para a próxima atividade. Se estiver tudo em conformidade, a luz verde é exibida no sistema (SAP) e o coordenador procede para a impressão da etiqueta “post de produção”, colando seguidamente na esquinadeira/paleta.

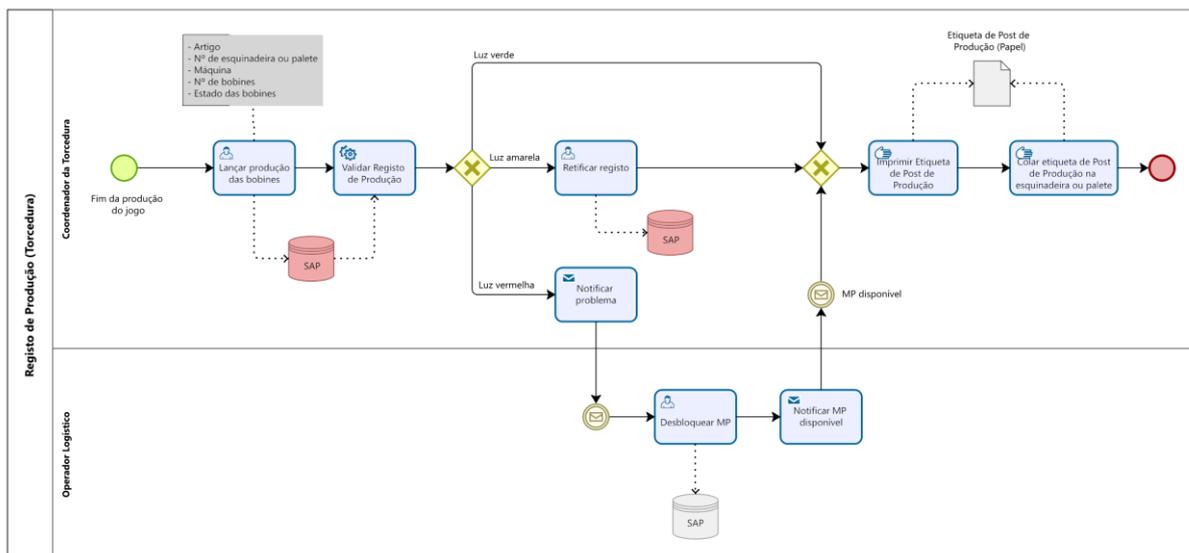


Figura 12. Registo de produção – torcedura

Este processo é simples, em comparação com o processo anterior, sendo que apenas a utilização do sistema SAP será eliminada em duas atividades e substituída pelo sistema MES.

4.2.3.3 Segregação de não conformidade

A primeira etapa do processo de segregação (Figura 42 no [Apêndice 1](#)), inicia-se sempre que houver a suspeita de não conformidade, de forma visual e é o operador de produção que dá seguimento ao processo. O operador de produção, tendo em conta o tipo de bobine, se é de cabo ou de MP, deve adotar etapas diferentes. Caso seja uma bobine de cabo, o operador coloca a bobine na esquinadeira destinada a bobines não conformes e regista a conformidade, num documento em papel, designado de “registo de bobines não conformes”. Caso seja uma bobine de MP, o operador cola a etiqueta de lote na bobine, e coloca a bobine na mesma esquinadeira supramencionada.

Após isto, o facilitador da qualidade dá início à sua atividade. Se a bobine detetada for de bobine de cabo, o facilitador analisa visualmente as bobines e identifica se o cabo está filamentado ou tremido. Caso esteja filamentado, são realizados testes de qualidade, como a carga à rutura. Se os testes

estiverem em conformidade, a bobine é colocada na esquinadeira do artigo, caso contrário, se os testes estiverem não conformes, o facilitador verifica a zona não conforme, segrega o cabo não conforme e coloca a não conformidade na caixa de sucata do respetivo artigo.

Se a bobine de cabo estiver tremida, o facilitador realiza testes de qualidade, verificando a diferença de *plies*. Se a diferença for inferior ou igual a cinco centímetros, a bobine é colocada na esquinadeira do artigo, uma vez que a diferença não tem impacto. Se a diferença for superior a cinco centímetros e inferior ou igual a dez centímetros, a bobine é colocada na esquinadeira para ourelas. No pior dos cenários, se a diferença for superior a dez centímetros, a próxima etapa é verificar a zona não conforme, segregando o cabo não conforme e após isso colocar a não conformidade na caixa de sucata do artigo.

Se a bobine detetada for de MP, o facilitador da qualidade analisa inicialmente a causa da não conformidade e reporta de seguida à direção da qualidade. Após detetada a causa da não conformidade, se o problema identificado estiver na origem do fornecedor, a bobine é pesada e é enviada uma reclamação ao fornecedor. Caso contrário, se o problema detetado for interno, a não conformidade é reportada ao armazém. Posteriormente, o facilitador analisa a possibilidade de recuperação, sendo que se for possível recuperar, o fio não conforme é segregado e a bobine é aproveitada. Se não for possível recuperar a bobine, esta é colocada na caixa de sucata do respetivo artigo.

4.2.3.4 Controlo visual de qualidade

O controlo visual de qualidade (Figura 43) é realizado exclusivamente pelo facilitador da qualidade. Este inicia-se sempre que exista uma esquinadeira disponível no posto de inspeção. Dessa forma, o facilitador inspeciona visualmente as bobines e deteta a tipologia da condição das bobines, sendo que existem cinco tipologias diferentes:

1. Bobines com cor de tubo diferente da definida – neste caso as bobines com o tubo diferente são colocadas na esquinadeira correta;
2. Bobines tremidas ou filamentadas – estas são colocadas na esquinadeira de não conformes;
3. Bobines não metradas – as bobines mais curtas são colocadas na esquinadeira de não metradas;
4. Bobines com camadas caídas – o fio não conforme é limpo;
5. Bobines em conformidade.

Independentemente da tipologia identificada, à exceção das bobines conformes, todas têm como próxima atividade o preenchimento da esquinadeira com bobines do mesmo artigo. Posteriormente, é colada a etiqueta de validação na esquinadeira e nas bobines conformes.

4.2.3.5 Controlo de lote

O controlo de lote ocorre no início de cada turno, ou sempre que exista uma mudança de artigo. Este processo é realizado exclusivamente pelo coordenador da torcedura (Figura 13). Inicialmente o coordenador verifica o *stock* em SAP para cada artigo. Posteriormente, verifica o mesmo *stock*, mas desta vez nas albufeiras, fazendo uma dupla confirmação para garantir que os stocks virtuais e físicos correspondem. Caso correspondam, o lote fica verificado, caso contrário, o coordenador procede à identificação do erro. Caso o erro detetado, seja alguma esquinadeira mal lançada (com dados errados), então estes são corrigidos e é efetuado o lançamento da esquinadeira em SAP. Caso seja alguma esquinadeira que não se encontra lançada, o coordenador lança a esquinadeira em SAP e o lote fica verificado.

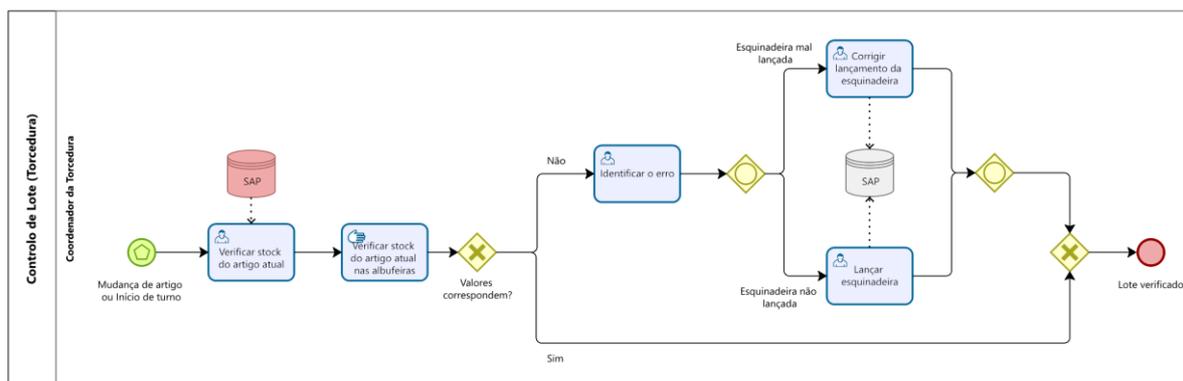


Figura 13. Controlo de lote – torcedura (as-is)

4.2.4 Tecelagem

Nesta secção, são apresentados os dois processos existentes na secção da tecelagem. São ainda mencionados os problemas identificados, que sustentaram a apresentação de propostas de melhoria apresentadas no capítulo 5.

4.2.4.1 Início de nova ordem de produção

A Figura 45 no [Apêndice 1](#) representa o processo atual de início de uma nova ordem de produção na tecelagem. Este processo contempla o envolvimento de três intervenientes, sendo eles: coordenador da tecelagem, operador de produção e o facilitador da qualidade.

Inicialmente, o coordenador da tecelagem, verifica o artigo a produzir, no documento Excel designado por “programação”. Este documento é ainda utilizado pela engenharia do processo e o técnico de programação. Posteriormente, o coordenador da tecelagem verifica a ordem de produção em SAP e confirma se existe mudança de artigo. Caso seja um novo artigo, então é verificada a ficha de processo

do novo artigo, no documento digital (Excel) e impresso. Após a impressão, a ficha de processo (papel) é colocada na máquina, para auxiliar o operador de produção. O coordenador atualiza ainda os tubos no mostruário da máquina, para os novos tubos a serem consumidos. Seguidamente, é verificado o cabo a consumir, no documento inicialmente utilizado, a “programação” em Excel, onde são calculados o número de esquinadeiras de cabo necessárias para o artigo a produzir. Neste seguimento, o coordenador verifica o *stock* de cabo em SAP. Quando o lote de cabo estiver concluído, as informações das esquinadeiras são exportadas do SAP para um documento digital, e, de forma manual, são selecionadas as esquinadeiras necessárias. A lista com as esquinadeiras para carga é impressa e colocada no tear.

Quando a lista de esquinadeiras para carga estiver disponível no tear, o operador de produção coloca os tubos no respetivo espaço, as esquinadeiras vazias na albufeira e limpa as guias das esquinadeiras. Posteriormente, identifica as esquinadeiras para carga, na lista facultada pelo coordenador e recolhe as esquinadeiras da albufeira para carregar no tear. De seguida, o operador prepara a máquina e limpa-a. Quando o operador tiver as tuas atividades concluídas, este informa o facilitador da qualidade.

O facilitador da qualidade após o sinal do operador, imprime o “registo de carga cordfabric” e inspeciona as esquinadeiras. Se for identificada alguma bobine na posição errada, o facilitador corrige a posição e no final volta a inspecionar as esquinadeiras. Caso seja detetada alguma bobine com um artigo distinto, o que pode criar problemas na produção do rolo, as bobines erradas são trocadas e é ainda notificado o coordenador da torcedura e o líder de célula da tecelagem. Seguidamente, as esquinadeiras são novamente inspecionadas. Se as bobines estiverem todas em conformidade, o facilitador regista as esquinadeiras da carga no documento físico designado de “registo de carga cordfabric”. De seguida, é realizada a vistoria de início de carga, existindo quatro tipologias de problemas, ou sem nenhuma anomalia, sendo elas:

1. Fios cruzados – neste caso os fios são descruzados;
2. Falta de identificação do tubo da MP – é necessário atualizar o mostruário para o correto;
3. Fio das ourelas não conforme – as bobines para ourelas são colocadas no sítio certo;
4. Outras anomalias – é efetuado o pedido de intervenção;
5. Sem anomalias detetadas.

Posteriormente, os resultados da vistoria são registados no "registo de carga cordfabric" e é selecionada o programa do novo artigo na máquina. Após isto, o facilitador da qualidade dá o sinal ao operador de produção, a indicar que o arranque da máquina está aprovado.

O operador de produção após o sinal, inicia a produção do rolo e notifica o facilitador do início de produção. Em paralelo, o facilitador, regista e valida a carga em SAP e confirma se a carga está correta. Caso não esteja correta, as esquinadeiras erradas, são retificadas em SAP, caso a carga esteja correta, as etiquetas de lote são impressas e colocadas no tear. Uma vez que o operador de produção notificou o arranque de máquina ao facilitador, o facilitador deve ainda inspecionar o rolo com lâmpada UV.

Por outro lado, o operador de produção, aguarda que as etiquetas de lote estejam disponíveis no tear para posteriormente colar na caneleira. Se não for identificada nenhuma anomalia durante a produção do rolo, no final, é efetuado o registo de produção da tecelagem (0). O rolo é transportado para a albufeira de rolos em verde e é registada a localização do rolo, no documento Excel designado de “organização do armazém em verde”. Caso este não seja o último rolo do lote, o processo volta à atividade de início de produção, caso seja o último rolo, o lote é dado como produzido.

Se durante a produção do rolo for detetada alguma anomalia (avaria de máquina, falta de carga, problemas de qualidade, entre outros), o operador de produção notifica a anomalia ao facilitador da qualidade, pelo que este, elabora o relatório de ocorrência (papel), regista o tempo de paragem no documento “diário de bordo” e “programação tecelagem” em papel e ainda no documento Excel “tecelagem programação”.

Este processo apresentava diversos desperdícios, com especial destaque para o papel do coordenador da tecelagem, que realizava atividades redundantes e sem valor acrescentado, promovendo o desperdício *lean* como é o caso do não aproveitamento do talento humano, sendo que o coordenador deveria despende o seu tempo em atividades relacionadas com a gestão da equipa e não a realizar tarefas sem valor acrescentado como: impressão de documentos, consulta de especificações e colocação dos documentos nos teares. Estes problemas, originavam outros desperdícios como: sobreprodução, esperas, movimentações, transporte. Havia ainda problemas na identificação das esquinadeiras na albufeira da torcedura, uma vez que não existiam sinaléticas que permitissem distinguir as filas e os artigos presentes em cada uma delas. Este problema originava tempos de espera maiores e maior número movimentações, o que forçava os teares a esperarem pelo material, aumentando o tempo de *setup*. Outro problema identificado era o consumo excessivo de papel. Todas as informações eram registadas em papel e só posteriormente, parte dessas informações eram registadas em documentos digitais ou no sistema SAP. De salientar a enorme dependência do documento “registo de carga cordfabric” que era utilizado em fases distintas do processo e que se encontrava em cada tear, para registar todas as informações supramencionadas no processo.

4.2.4.2 Registo de produção

O processo de registo de produção na tecelagem (Figura 14) ocorre no final da produção de cada rolo. Neste processo o operador de produção deve cortar o tecido. Caso seja o segundo ou décimo rolo do lote, deve adicionalmente retirar uma amostra de tecido. Posteriormente, o rolo é embalado e as informações do rolo são registadas em papel, no documento designado de “registo de carga cordfabric” e colocadas informações como: ordem de produção, número de rolo do lote, metragem e hora de início de produção. De seguida, é lançada a produção do rolo em SAP. Se este for o último rolo do lote, é ainda registada a hora de fim de produção do rolo em SAP. Após isto, a etiqueta de “post de produção” é impressa e colada no respetivo rolo.

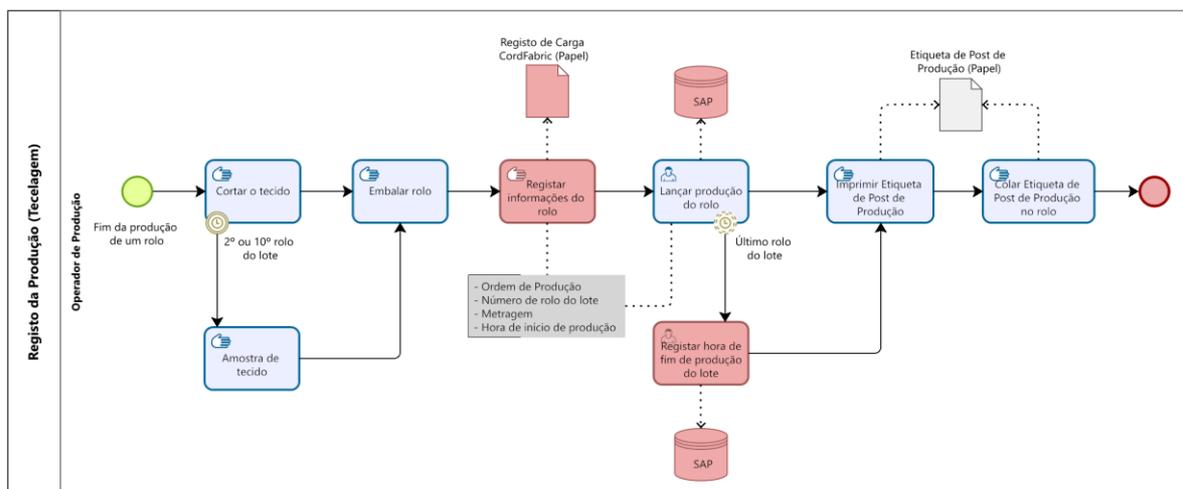


Figura 14. Registo de produção – tecelagem (as-is)

Este processo ainda que fosse simples, continha atividades redundantes e sem valor acrescentado, como era o caso do registo de informações do rolo, antes de lançar o rolo no sistema SAP ou de registar a hora de término do lote, que poderiam ser substituídas pelo sistema MES, que efetuava esse registo de forma automática.

4.2.5 Impregnação

Nesta secção, são apresentados os processos inerentes à secção da impregnação, que se encontra dividida em impregnação do tecido e impregnação de corda. São ainda destacados os problemas identificados em cada etapa, que motivaram a formulação de propostas de melhoria.

4.2.5.1 Início de novo lote – impregnação de tecido

O processo de início de novo lote na zell (Figura 46 no [Apêndice 1](#)), ou seja, na impregnação de tecido, inicia-se através do coordenador da impregnação. Numa primeira fase, o coordenador consulta o

documento “programação” em Excel e confirma se existe mudança de série. Se existir mudança de série, o coordenador notifica o operador da mudança e prossegue com a verificação de *stock* de rolos em verde, no sistema SAP. Caso haja ainda uma mudança de artigo, o coordenador verifica os parâmetros do novo artigo numa capa que tem todas as fichas de processo de cada artigo. Após isso, insere os parâmetros na máquina de acordo com a ficha de processo e coloca a ficha de processo na máquina. Posteriormente, prepara o soluto e faz o registo do seu consumo.

No final, o coordenador verifica os parâmetros inseridos e valida se estão todos de acordo com a ficha de processo. Se houver algum parâmetro incorreto, este é ajustado, caso contrário, o coordenador verifica a informações dos rolos a consumir no documento “programação” em Excel e regista as informações dos rolos no documento “mapa diário” em papel. Desta forma, e após a conclusão destas atividades, o coordenador notifica o operador que a máquina se encontra preparada.

O operador, se for notificado sobre a mudança de série, em paralelo às atividades do coordenador, efetua a limpeza da máquina, utilizando a *check-list* de limpeza em excel, para garantir todos os procedimentos. Posteriormente, verifica a operacionalidade da máquina e recorre a uma *check-list* de arranque em Excel. Após a mensagem do coordenador a notificar que a máquina se encontra preparada, o operador verifica a localização dos rolos em verde, no documento designado de “organização de armazém em verde” em Excel, que é também utilizado pela logística para alocar o material. O operador dirige-se ao armazém para recolher o rolo e confirma a etiqueta do rolo em verde. Após isso, recolhe e desembala o rolo, verificando a identificação da barra do rolo após desembalar.

Se a identificação da barra não coincidir com a etiqueta do rolo em verde, o operador bloqueia o rolo em SAP e elabora o relatório de ocorrência num *template* em papel, colando a etiqueta de material retido, segregando o rolo para a zona de material retido e notificando a não conformidade à direção da qualidade. Se a identificação da barra coincidir, nesse caso, o operador pesa o rolo em verde, com o auxílio da ponte rolante. Posteriormente, regista o peso no mapa diário (papel) e abastece a máquina para dar início à produção. Durante a produção do rolo impregnado, o operador verifica regularmente o orlo, fazendo inspeções visuais. Se não for detetada nenhuma não conformidade durante a produção do orlo impregnado, é efetuado o registo da produção (0) e o rolo é transportado para o ponto de recolha do armazém. Se for o último rolo do lote, então o lote termina, caso contrário, as atividades do operador de produção repetem-se até concluir o último rolo do lote.

Se for detetada alguma não conformidade durante a produção, o operador verifica o rolo e identifica a metragem da zona da não conformidade, para posteriormente proceder à elaboração do relatório de

ocorrência em papel, indicando o artigo, hora, turno e a metragem de não conformidade. Após isso, é feito o registo de produção, para posteriormente permitir ao facilitador da qualidade bloquear o rolo em sistema. O operador cola a etiqueta de material retido e segrega o rolo para a respetiva zona de material de material retido, notificando o facilitador da ocorrência.

O facilitador da qualidade bloqueia o rolo em sistema SAP, verifica a qualidade do rolo na revistadeira, cortando o tecido não conforme. Se os rolos resultantes da revistadeira (uma vez que o tecido é cortado à medida que é identificado tecido não conforme) cumprirem com as regras de rolos curtos do cliente, o facilitador desbloqueia o rolo conforme e o operador transporta para o ponto de recolha do armazém, caso contrário, o rolo é sucutado.

Este processo apresentava alguns desperdícios inerentes ao consumo de papel, bem como à sua sobreprodução e às movimentações realizadas para transportar o documento para colocar na máquina. Havia ainda atividades e documentos necessários para garantir o registo de informações em documentos físicos e digitais que irão ser substituídos com a implementação do sistema MES.

4.2.5.2 Registo de produção – impregnação de tecido

Este processo representa o registo de produção de cada rolo impregnado terminado e possui apenas dois intervenientes, o operador da produção e o facilitador da qualidade (Figura 15). Inicialmente, o operador de produção retira o rolo da máquina e se for necessária uma amostra, esta é entregue ao facilitador da qualidade e o operador prossegue para a próxima atividade. Depois, é realizada a medição da largura do rolo, o rolo é embalado e posteriormente pesado. Após isto, o operador regista todas as informações num documento em papel, designado de “mapa diário” e anota a referência do rolo em verde, o peso, a metragem e a largura. Posteriormente, repete o mesmo registo de informações, mas em SAP. Após isso, imprime em duplicado, a etiqueta “post de produção”.

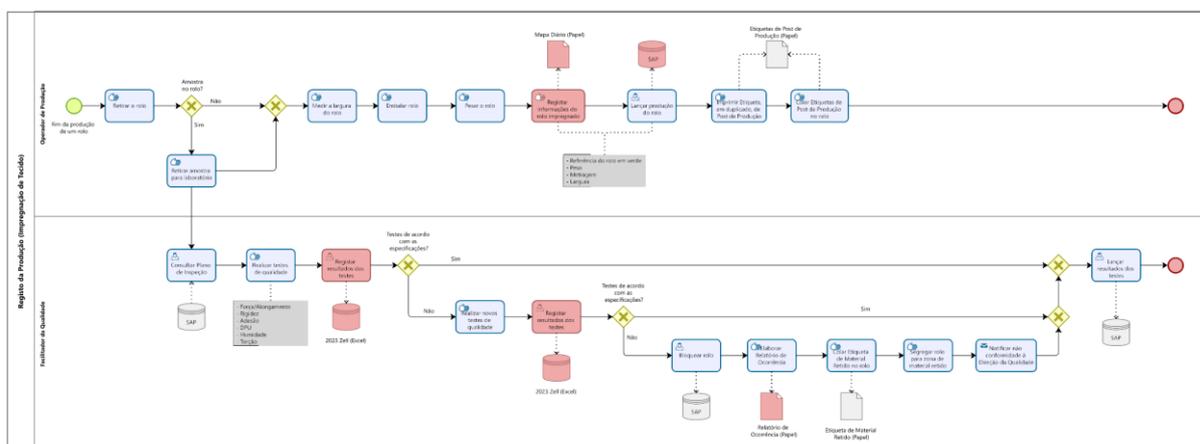


Figura 15. Registo de produção – impregnação de tecido zell (as-is)

O facilitador da qualidade, sempre que recebe uma amostra de tecido, consulta em SAP, o plano de inspeção exigido pelo cliente. Posteriormente, realiza testes de qualidade como a força/alongamento do tecido, rigidez, adesão, DPU, humidade e torção. Todos os testes realizados, são registados num documento Excel designado de “2023 Zell”. Este documento já está preparado para auxiliar o facilitador da qualidade caso algum valor esteja fora das especificações, e caso se verifique, o facilitador realiza novamente os testes de qualidade, anotando no mesmo documento, os novos valores. Se os resultados do teste estiverem de acordo com as especificações, os resultados são lançados em SAP, caso contrário, o rolo é bloqueado em SAP e é preenchido o papel do relatório de ocorrência. De seguida é colada a etiqueta de material retido, o rolo é segregado e a direção da qualidade é notificada.

Foram detetadas atividades redundantes e sem valor acrescentado neste processo no registo de informações do rolo impregnado e no registo dos resultados dos testes. Estes documentos eram registados em papel e/ou Excel e posteriormente no sistema SAP. Estas atividades promoviam os desperdícios *lean* como a sobre processamento e maiores tempos de espera.

4.2.5.3 Início de novo lote – impregnação de corda

A Figura 47 no [Apêndice 1](#) representa o processo de início de um novo lote na *single end*, onde é realizada a impregnação da corda. As atividades deste processo contemplam o envolvimento do coordenador da impregnação, do operador de produção e do facilitador da qualidade.

Este processo inicia-se sempre que vai ser produzido um novo lote, através do coordenador da impregnação, que verifica no documento Excel “programação”, o artigo que vai ser produzido. Se houver mudança de série, é o coordenador notifica a mudança ao operador de produção e prossegue para a verificação da mudança de artigo. Se houver mudança de artigo, o coordenador verifica os novos parâmetros do novo artigo, na ficha de processo em papel que se encontra disponível nos arquivos. Através da ficha de processo, insere os novos parâmetros na máquina e deixa a ficha de processo na máquina. Posteriormente, prepara o soluto e efetua o registo do consumo do soluto.

O operador de produção por sua vez, após receber a indicação da mudança de série, limpa a máquina e efetua o preenchimento da *check-list* de limpeza. Posteriormente, o operador verifica a operacionalidade da máquina, assim como todos os parâmetros associados ao novo artigo. Se algum dos parâmetros estiverem incorretos, o mesmo é ajustado e o operador prossegue para o preenchimento da *check-list* de arranque. Seguidamente, o operador recolhe bobines em verde para carregar as esquinadeiras. Nesta atividade, o operador deve ter em consideração as bobines identificadas com a mesma letra, que indica que têm todas um peso classificado pela letra. Após carregar as esquinadeiras,

as cordas são unidas e os tubos são abastecidos. O operador dá o arranque da máquina e quando as bobines atingirem os 450 metros, a SAHM é virada. A sucata proveniente do processo é retirada e colocada na caixa de sucata do artigo. Durante a produção, o operador vai verificando de forma visual se está tudo em conformidade.

Caso não seja detetada nenhuma não conformidade, no fim da produção, a máquina é parada e volta-se a virar a SAHM. Depois disso é efetuado o registo da produção (4.2.3.4) e a caixa com as bobines impregnadas são transportadas numa caixa para o ponto de recolha do armazém. Se for detetada alguma não conformidade, o operador interrompe de imediato a produção da máquina e elabora o relatório de ocorrências (papel).

Se não for identificada nenhuma bobine com corda partida, é efetuado o registo de produção (4.2.3.4) e o material é assim bloqueado em SAP. Depois, é retirada uma amostra para laboratório e os parâmetros são novamente verificados e ajustados. O facilitador da qualidade ao receber a amostra, consulta o plano de inspeção em SAP do cliente e realiza testes de qualidade: força/alongamento, rigidez, adesão, DPU, humidade e torção. Se os testes estiverem em conformidade com as especificações, o material é desbloqueado em SAP e transportado para o ponto de recolha do armazém. Caso contrário, se os testes não estiverem em conformidade, é colada uma etiqueta de material retido, as bobines são segregadas para a zona de material retido e a direção da qualidade é notificada da ocorrência.

Se for identificada alguma bobine com corda partida, a bobine é retirada e é verificada a metragem da bobine com as regras de jogos curtos do cliente. Se não cumprir a metragem mínima, a bobine é sucutada, caso contrário, é impressa uma etiqueta de identificação de bobine e colada na etiqueta para embalar. A bobine é colocada na caixa com o mesmo artigo e classe de metragem, e é verificado o *stock* de bobines curtas no documento “inventário bobines curtas” em Excel. Se não existirem bobines suficientes em *stock* para formar um *creel*, é efetuado o registo da bobine no *stock*. Se houver bobines suficientes para formar um *creel*, então é lançada a produção das bobines em SAP e impressa a etiqueta “post de produção” em duplicado. As etiquetas são coladas na caixa do artigo e a caixa é transportada para o ponto de recolha do armazém.

Este processo contemplava algumas atividades de registo de informações em papel, Excel ou no sistema SAP, que irão ser substituídas pela utilização do sistema MES, promovendo a transformação digital na empresa e desta forma reduz o consumo de papel. Este era um dos processos que apresentava menos desperdícios quando comparado aos processos da secção da torcedura e da tecelagem, havendo menor potencial para a implementação de melhorias.

4.2.5.4 Registo de produção – impregnação de corda

Ao contrário da impregnação de tecido, que ocorre no final de cada rolo, na impregnação de corda, como se trata de um conjunto de bobinas de corda, apenas é efetuado o registo de produção no final de cada jogo (Figura 16).

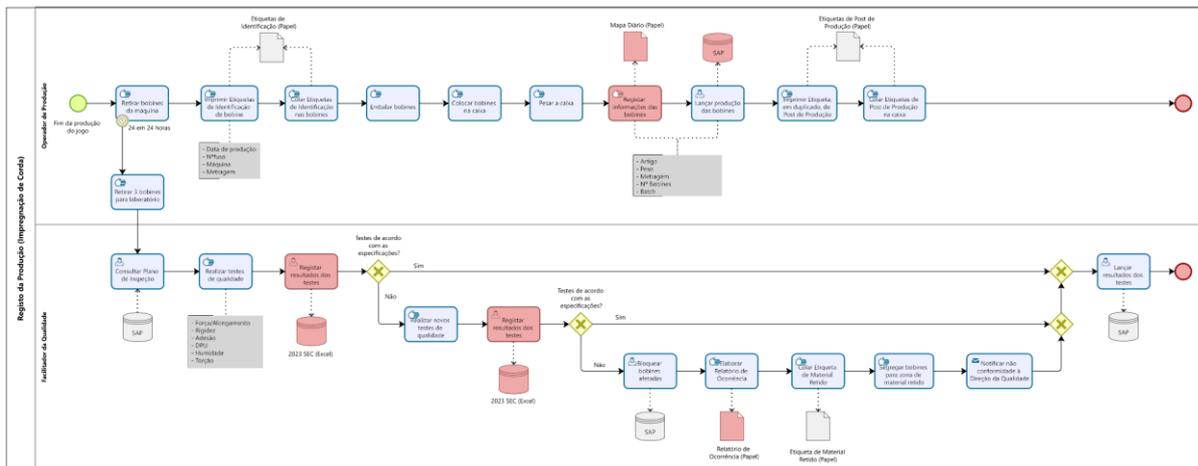


Figura 16. Registo de produção – impregnação de de corda single end (*as-is*)

Inicialmente, o operador de produção retira as bobinas da máquina. Adicionalmente, a cada 24 horas, o operador deve ainda retirar três bobinas para o laboratório. Seguidamente, o operador imprime as etiquetas de identificação e cola em cada bobine. As etiquetas permitem identificar a data de produção, o número do fuso, a máquina e a metragem. Desta forma, sempre que ocorra algum problema interno ou externo, é possível rastrear o problema até à origem. Depois de colar todas as etiquetas, as bobinas são embaladas e colocadas na caixa, para posteriormente efetuar a pesagem da caixa com as bobinas. Segue-se o registo das informações das bobines no documento “mapa diário” em papel, que contém informações como o artigo, peso, metragem, número de bobines e o *batch* associado. Posteriormente, a atividade repete-se, mas o registo de informações é realizado em SAP. Após isto, são impressas as etiquetas “post de produção” em duplicado e colocadas na caixa das bobines.

A cada 24 horas, como mencionado anteriormente, são entregues três bobines para o laboratório. Nesta fase do processo, o facilitador da qualidade, consulta o plano de inspeção do artigo em SAP. Posteriormente, realiza os testes de qualidade: força/alongamento, rigidez, adesão, DPU, humidade e torção. Os resultados dos testes são inseridos no documento Excel “2023 SEC” e se os resultados estiverem de acordo com as especificações, os resultados são lançados em SAP e o processo termina. Caso haja diferenças nos resultados, em função das especificações do cliente, o facilitador realiza novos testes de qualidade e volta a registar os resultados no documento “2023 SEC”. Se após a segunda tentativa da realização dos testes de qualidade os resultados estiverem em consonância com as

especificações do cliente, são lançados os resultados em SAP, caso contrário, as bobines afetadas são bloqueadas em SAP e é aberto um relatório de ocorrência. Posteriormente é colada a etiqueta de material retido, as bobines são segregadas para a zona de material retido e a direção da qualidade é notificada.

Este processo envolvia atividades redundantes e sem valor acrescentado, como o registo das informações das bobines em papel e o registo dos resultados dos testes em Excel que posteriormente eram ambos registados no sistema SAP.

4.2.6 Malhas

Nesta secção, são apresentados todos os processos da secção das malhas, onde esta está dividida em tricotagem e ramulagem, dois processos complementares. Os problemas identificados, permitiram a apresentação de propostas de melhoria apresentadas seguinte.

4.2.6.1 Início de nova ordem de produção - tricotagem

O processo da Figura 48 no [Apêndice 1](#) caracteriza o início de uma nova ordem de produção na tricotagem e tem como intervenientes o facilitador da manutenção, o coordenador das malhas e o operador da produção. Na situação atual (*as-is*), este processo apresenta 24 atividades, 3 subprocessos, 1 documentos digitais e 2 documentos físicos.

Inicialmente, o coordenador das malhas efetua a requisição de MP e confirma se há mudança de artigo. Caso seja um artigo novo, o coordenador coloca a ficha de processo do novo artigo na máquina e notifica o facilitador da manutenção da alteração. O facilitador da manutenção após ser notificado, verifica a ficha de processo e ajusta os parâmetros na máquina. Posteriormente, independentemente se há mudança de artigo ou não, o coordenador verifica os parâmetros na máquina, só para confirmar que está tudo conforme. Após isto, é criada a ordem de produção em SAP e o operador da produção é notificado que está autorizado a arrancar a máquina.

Após o coordenador das malhas efetuar a requisição de MP, o operador recolhe a MP no *buffer* da produção e abastece a MP na máquina. Depois da máquina estar abastecida, os fios das bobines são atados. Posteriormente, o operador verifica a operacionalidade da máquina (também é realizada no início de cada turno), preenchendo a *check-list* de arranque no documento Excel. Quando a inspeção à máquina estiver concluída, e após o operador ser autorizado a arrancar a máquina, é abastecido o tubo na máquina. Posto isto, o operador dá início à produção da máquina. Durante a produção, o operador deve inspecionar de forma periódica e visual, se existem não conformidades.

Se for detetada alguma não conformidade, a máquina é parada de imediato e o tecido não conforme é cortado, e ainda nesse momento, o operador verifica a metragem da não conformidade. Posteriormente é efetuado o registo da produção e seguidamente é elaborado o relatório de ocorrência. As regras de rolos curtos do cliente são consultadas e se não cumprir com a metragem mínima imposta pelo cliente, a etiqueta “post de produção” é anexada ao relatório de ocorrência e o rolo é sucitado. Se o rolo cumprir com a metragem mínima, então o rolo é transportado para a albufeira de rolos em verde.

Se não for detetada nenhuma não conformidade durante a produção, no final do rolo, é efetuado o registo de produção. Após isso, o rolo é transportado para a albufeira de rolos em verde, conforme o cartão *kanban* previamente definido para cada rolo. Se for o primeiro rolo do artigo, nesse caso é atribuído um *kanban* a indicar a fila para o artigo. De seguida é realizada a limpeza do tear e se for o último rolo do lote, o processo acaba, caso contrário, o operador retorna à atividade de abastecer um tubo na máquina.

4.2.6.2 Registo de produção - tricotagem

O processo da Figura 49 no [Apêndice 1](#) representa o registo de produção de cada rolo produzido na tricotagem e possui apenas dois intervenientes, o operador da produção e o facilitador da qualidade.

No final da produção de cada rolo, o operador da produção corta o tecido e retira o rolo para um suporte móvel. Se estiver perante o primeiro ou décimo rolo, é adicionalmente retirada uma amostra para o laboratório. Seguidamente, toda a sucata originária do processo é colocada na caixa de sucata e após isso é efetuada a medição da largura do rolo. Todas as informações do rolo como: hora de início da produção, ordem de produção, número do rolo do lote, número de voltas e a largura são registadas no documento Excel “registo de produção de teares” e de seguida, em SAP, é lançada a produção do rolo, constando informações como a ordem de produção, o número do rolo do lote e a metragem. Após o lançamento da produção do rolo, é impressa a etiqueta de “post de produção” e colada no rolo.

O facilitador da qualidade, por sua vez, sempre que recebe uma amostra do rolo, consulta o plano de inspeção em SAP, para ver os procedimentos a adotar e realiza testes de qualidade como o alongamento estático e a gramagem. Depois, os resultados dos testes são registados em Excel, num documento designado de “registo de produção” que se encontra disponível apenas para a produção da tricotagem. Se os resultados dos testes estiverem de acordo com as especificações, o processo termina, caso contrário, se algum valor estiver díspar aos *standards*, então os parâmetros da máquina são ajustados, para garantir que a partir desse momento, esteja em conformidade com os requisitos do cliente. Depois disso, o rolo é bloqueado em SAP e é aberto um relatório de ocorrência. Posteriormente, o facilitador

cola a etiqueta de material retido no rolo e segrega o mesmo para a zona de material retido, informando também a direção da qualidade.

Este processo apresentava algumas atividades redundantes e sem valor acrescentado como o registo de informações do rolo em Excel e o registo dos resultados dos testes também em Excel. Ambas os registos eram posteriormente registados e lançados no sistema SAP, originando sobre processamento e tempos de espera maiores, associado às atividades redundantes.

4.2.6.3 Início de novo lote – ramulagem

A Figura 50 no [Apêndice 1](#) representa o processo de início de novo lote na ramulagem. Este processo é composto por três intervenientes diferentes: coordenador das malhas, facilitador da qualidade e operador da produção.

Sempre que ocorra um novo início de lote, o coordenador das malhas verifica o próximo artigo a produzir em Excel. Após verificar o artigo, solicita ao operador de produção que efetue a verificação da operacionalidade da máquina. Após isso, verifica o *stock* de rolos em verde. Se nesse momento, não tiver rolos em verde suficientes, o coordenador fica a aguardar os rolos suficientes para dar continuidade ao processo. Quando tiver o número de rolos em verde suficientes, o coordenador verifica se é um artigo novo. Se o artigo for o mesmo, o coordenador informa o facilitador da qualidade que a máquina está preparada, caso contrário, o coordenador verifica os novos parâmetros do novo artigo, preparando a resina de acordo com a ficha de processo. Posteriormente, a ficha é colocada na máquina e os parâmetros da máquina são ajustados.

O facilitador da qualidade, após ser informado pelo coordenador, verifica os parâmetros inseridos e autoriza o operador para o arranque da máquina.

O operador de produção, após o pedido do coordenador, verifica a operacionalidade da máquina através da *check-list* de arranque, que posteriormente é preenchida. Esta atividade ocorre ainda, sempre que se inicia um novo turno. Quando a inspeção estiver concluída, e após a autorização do arranque de máquina por parte do facilitador da qualidade, o operador verifica a fila do *kanban* do artigo. O operador no momento de recolher o artigo, confirma a etiqueta do rolo em verde e só depois recolhe o rolo para o abastecimento na máquina e ainda o tubo na máquina. Posteriormente, é iniciada a produção da máquina. Durante a produção, o operador controla de forma visual tecido.

Se for detetada alguma não conformidade, o operador para a produção da máquina e retira o rolo. Nesta fase, é verificada a metragem onde foi identificada a não conformidade para cortar o tecido não conforme.

O registo de produção é efetuado e é aberto um novo relatório de ocorrência. O operador por sua vez, verifica as regras de rolos curtos do cliente. Se cumprir com a metragem mínima imposta pelo cliente, o rolo é transportado para o armazém de produto acabado e é retomada a produção da máquina, caso contrário, é anexada a etiqueta “post de produção” no relatório, o rolo é sucitado e a produção da máquina é retomada.

No fim da produção do rolo, é registada a produção e o rolo é transportado para o ponto de recolha do armazém através de um suporte móvel. Se este for o último rolo, o lote fica produzido e o processo termina, caso contrário, o operador retorna à atividade de verifica a fila do *kanban* do artigo.

Foram detetados alguns desperdícios neste processo relacionado com o consumo de papel que provocava sobre processamento e maior número de movimentações para colocar o documento “ficha de processo” na máquina. Esta atividade revela-se dessa forma, uma atividade sem valor acrescentado.

4.2.6.4 Registo de produção – ramulagem

O processo da Figura 51 no [Apêndice 1](#) representa o registo de produção de cada rolo produzido na ramulagem e possui apenas dois intervenientes, o operador da produção e o facilitador da qualidade.

No final da produção de cada rolo, o operador da produção corta o tecido e retira o rolo para um suporte móvel. Se estiver perante o primeiro rolo, ou a cada seis rolos do lote, é ainda retirada uma amostra para o laboratório. Seguidamente, o rolo é embalado e é efetuado o registo de informações do rolo num documento Excel, designado de “registo de produção”, onde constam informações como: ordem de produção, número do rolo do lote, *batch* do rolo em verde e a metragem. Depois, são colocadas as mesmas informações em SAP para lançar a produção no sistema ERP. Posteriormente, é impressa a etiqueta “post de produção” em duplicado e coladas no rolo.

O facilitador da qualidade, após receber a amostra de tecido, consulta o plano de inspeção em SAP e realiza testes de qualidade como o alongamento estático, gramagem, espessura, encolhimento e a força máxima. Depois, os resultados dos testes são registados em Excel, num documento designado de “registo de produção”.

Se os resultados dos testes estiverem de acordo com as especificações, os resultados dos testes são lançados em SAP, a amostra é armazenada e o processo termina.

Se algum valor estiver díspar aos *standards*, então são realizados novos testes de qualidade e registados novamente no “registo de produção” em Excel. Os resultados dos testes são verificados novamente e se não estiverem de acordo com as especificações, os parâmetros da máquina são ajustados e o rolo é

bloqueado em SAP. É ainda aberto um novo relatório de ocorrência, e após isso, o facilitador cola a etiqueta de material retido no rolo, segrega o rolo para a zona de material retido e notifica a direção da qualidade do ocorrido. Os resultados dos testes de qualidade são lançados em SAP e a amostra é armazenada.

Este processo apresentava algumas atividades redundantes e sem valor acrescentado, nomeadamente o registo das informações das bobines em Excel e o registo dos resultados dos testes também em Excel. Ambos os registos eram posteriormente introduzidos no sistema SAP, o que resultava em sobre processamento e tempos de espera prolongados devido a estas atividades repetitivas.

4.2.7 Pedido de intervenção

O processo “pedido de intervenção”, como representado na Figura 17, contempla o envolvimento de dois intervenientes, o operador de produção e o técnico de manutenção. Este processo é genérico e é utilizado pelas diferentes secções da produção.

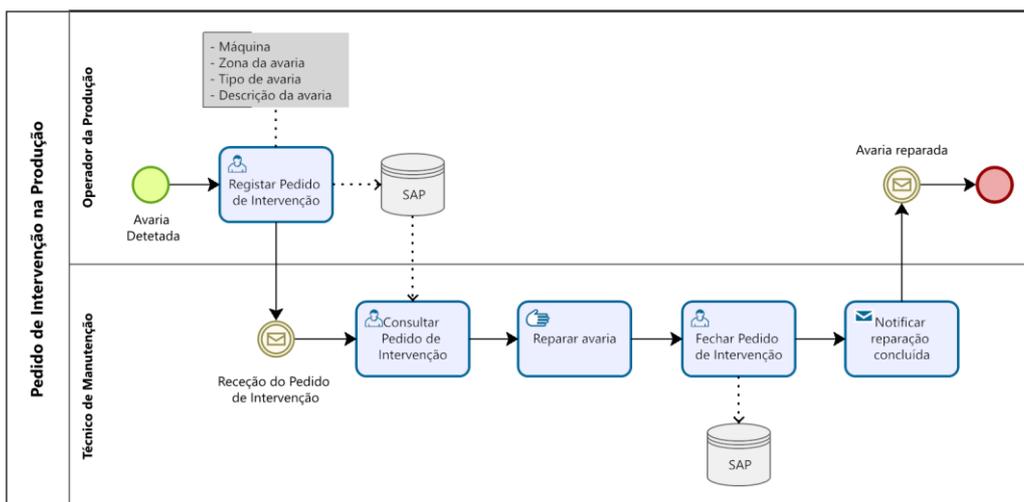


Figura 17. Pedido de intervenção (as-is)

Sempre que uma avaria é detetada em alguma máquina, o operador de produção regista o pedido em SAP, registando informações como a máquina em questão, a zona da avaria (fuso), o tipo de avaria e alguma descrição adicional que possa auxiliar o técnico da manutenção.

Quando o pedido é registado em SAP, o técnico de manutenção recebe o pedido e consulta em SAP o tipo de avaria detetada. Posteriormente, o técnico repara a máquina e fecha o pedido de intervenção em SAP, notificando o operador que a reparação está concluída.

4.2.8 Lançamento de sucata

O processo de lançamento de sucata (Figura 18) é utilizado pelas diferentes secções da produção, e tem sempre como intervenientes, o facilitador da qualidade e o operador da logística.

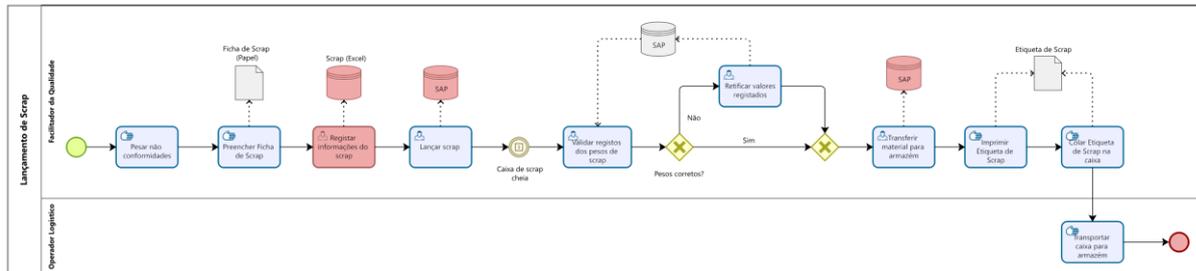


Figura 18. Lançamento de sucata (as-is)

Este processo inicia-se através do facilitador da qualidade, que pesa inicialmente as não conformidades. Após a pesagem, é preenchida a “ficha de scrap”, que discrimina o artigo e as diferentes pesagens da caixa. Posteriormente, o facilitador regista as mesmas informações no ficheiro Excel designado de “scrap”, e de seguida em SAP, para que as pesagens sejam lançadas no sistema ERP. Quando a caixa da sucata estiver cheia, ou caso seja domingo, todos os registos dos pesos são validados pelo facilitador. Se os registos não estiverem em conformidade com as pesagens lançadas no sistema ERP, os valores são retificados. Quando os registos das pesagens estiverem validados e coerentes, o material é transferido para o armazém no sistema SAP. Após isso, é impressa a etiqueta de sucata e colada na caixa do artigo. Por último, o operador logístico transporta a caixa para o armazém e o processo termina.

4.2.9 Expedição de produto acabado

A expedição de produto acabado ocorre sempre que o operador logístico, recebe o planeamento de expedição. O planeamento encontra-se num documento Excel que é partilhado em rede na qual o operador analisa primeiramente. Se houver algum problema com o planeamento, este é rejeitado pelo operador e a direção de operações e logística é notificada. Se o planeamento for aceite é impresso. No dia da carga, o operador imprime ainda a lista de artigos de produto acabado (PA) e identifica os artigos por cliente, agrupando as cargas. Posteriormente, verifica os clientes se são nacionais ou internacionais. Se o cliente for internacional e a validade dos artigos for inferior a 90 dias, a direção de operações e logística é notificada e o operador fica a aguardar a autorização para expedição, caso contrário, se a validade for igual ou superior a 90 dias, é elaborada a nota de pesos.

Se o cliente for nacional e a validade for inferior a 0 dias, o operador logístico segrega o rolo para a zona de material de retido. O facilitador da qualidade por sua vez, consulta o plano de inspeção no sistema

SAP, realizando os testes de qualidade e lançando os resultados no sistema SAP. Se não estiverem em conformidade, o rolo é bloqueado e é colada a etiqueta de material retido. Se os resultados estiverem conformes, a data de validade do artigo é prolongada e a expedição do artigo é autorizada.

Após verificar a validade e se esta estiver dentro da validade, o operador elabora a nota de pesos, onde coloca a lista de artigos a expedir de acordo com o First-Expire, First-Out (FEFO). Posteriormente, os artigos são faturados e a etiqueta de faturação é impressa. De seguida, o operador verifica a localização dos artigos em excel e vai à procura de cada artigo até encontrar os artigos com a etiqueta de faturação e produção correspondentes. A etiqueta de faturação é colada no artigo e o camião é carregado.

Se for necessária uma amostra, o operador notifica o facilitador da qualidade. Este verifica os requisitos do cliente, prepara a amostra e imprime o CoA para carregar a amostra no camião. O CoA é entregue ao transportador, bem como toda a documentação, como a nota de pesos e a guia de transporte.

4.3 Análise crítica e identificação de problemas

Após contextualizar o sistema produtivo e efetuar o mapeamento detalhado dos processos no chão de fábrica, procedeu-se a uma análise crítica da situação atual, com o objetivo de identificar problemas que possam dificultar a implementação do sistema de produção. A identificação dos problemas foi realizada através de conversas informais com vários colaboradores, desde líderes de célula, coordenadores, facilitadores, até aos operadores de produção. Além disso, foram detetados problemas através de inspeções diretas no local (*gemba walk*) e análises empíricas dos processos atuais.

Durante este processo, foram utilizadas diversas ferramentas que permitiram uma análise detalhada dos problemas, tais como o diagrama de *Ishikawa* e o diagrama de *spaghetti*.

4.3.1 Elevado consumo de papel nos processos produtivos

Como identificado no mapeamento de processos (situação *as-is*), verificou-se que existia um elevado consumo de papel de suporte à gestão da informação nos diferentes processos, devido à inexistência de documentos digitais, que com a implementação do sistema de controlo da produção, prevê-se que sejam eliminados. Além do elevado consumo de papel, este problema originava outros problemas, como movimentações desnecessárias, uma vez que todos os documentos eram impressos em zonas específicas devido ao número restrito de impressoras no chão de fábrica. Para além das deslocações, acarretava ainda tempos de espera maiores e sobreprodução, uma vez que eram impressos documentos que não acrescentavam valor ao produto e que poderiam ser resolvidos através da digitalização.

Inicialmente foram levantados todos os documentos (papel) utilizados por secção. Neste levantamento, é importante mencionar que a secção da impregnação foi dividida em impregnação de tecido e impregnação de corda, dado que os consumos eram diferentes e a impregnação de corda tinha um documento adicional. Para a secção das malhas foi aplicada a mesma estratégia, sendo que aqui foram divididos para tricotagem e ramulagem.

Após identificados todos os documentos, procedeu-se à análise de consumo de papel em cada uma dessas secções, com base nos arquivos e registos informáticos facultados pela empresa (Tabela 5).

Tabela 5. Listagem de documentos e consumo médio anual por secção em 2022

Secção	Documento	Consumo médio anual
Torcedura	Ficha de Processo	450
	Ficha de Pesagem 1ºJogo	450
	Post de Produção	30894
	Etiqueta de Validação	30894
	Registo de Bobines não conformes	250
Tecelagem	Ficha de Processo	1253
	Lista de Esquinadeiras	1253
	Registo de Carga	1253
	Etiquetas do Lote	18452
	Post de Produção	18452
	Relatório de Ocorrência	2052
	Diário de Bordo	400
	Programação Tecelagem	100
Impregnação (de tecido)	Mapa Diário	1400
	Relatório de Ocorrência	1908
	Etiqueta de Material Retido	1908
	Post de Produção	36922
Impregnação (de corda)	Mapa Diário	1400
	Relatório de Ocorrência	1068
	Etiqueta de Material Retido	1068
	Post de Produção	14312
	Etiquetas de Identificação	403645
Malhas – Tricotagem	Relatório de Ocorrência	528
	Etiqueta de Material Retido	528
	Post de Produção	22248
Malhas – Ramulagem	Check-list Processo Ramulagem	175
	Relatório de Ocorrência	480
	Etiqueta de Material Retido	480
	Post de Produção	27776
	Post de Produção	1137
Lançamento de sucata	Ficha de Scrap	1137
	Etiqueta de Scrap	15557

Desta forma, foi possível apurar o consumo médio anual do ano anterior ao projeto (2022), e que se encontra agrupado por secções, incluindo o processo de lançamento de sucata, como se pode verificar na Tabela 6. O processo de pedido de intervenção não foi considerado, uma vez que não existe consumo de papel, sendo inteiramente realizado através do sistema SAP.

Tabela 6. Consumo de papel de documentos

Secção	Consumo médio anual
Torcedura	62938
Tecelagem	43215
Malhas	53352
Impregnação	463631
Lançamento de sucata	16694
Total	639830

Esta análise permitiu identificar que existiam em média, cerca de 639 830 documentos impressos todos os anos através dos diferentes processos. Desses documentos, 15557 eram folhas A4 e as restantes 624273 eram folhas tamanho A5.

Considerando que cerca de 30% do papel era reciclado e através da calculadora da Environmental Paper Network (2023), foi possível determinar os seguintes resultados:

- Para as folhas A4, considerando um peso médio por folha de 0,00592 kg (80 g/m²), correspondiam a aproximadamente 92,18 kg ou 0,09218 toneladas métricas. Para as folhas A5, com um peso médio por folha de 0,00222 kg (60 g/m²), equivaliam a cerca de 1386,65 kg ou 1,38665 toneladas métricas.
- Considerando um custo de 10 cêntimos para a folha A4 e 5 cêntimos para a folha A5, o custo anual era de aproximadamente 1.555,70 € para as folhas A4 e de 31.213,65 € para as folhas A5, totalizando um custo anual de cerca de 32.769,35 € para todo o consumo de papel. Estes valores representavam o gasto em papel ao longo do ano, com base no consumo de papel estimado e nos preços supramencionados.

Através da calculadora da Environmental Paper Network (2023), foi possível determinar que eram necessárias 27,3 árvores ([Apêndice 3](#)). O cálculo deste simulador, considerou o tipo de papel (livros, jornais, revistas, folhas, etc.), o formato (A4, A5, etc.), a quantidade e o peso/gramagem correspondente a cada tipologia seleccionada.

Se as 3 527 empresas do setor têxtil (PORDATA & INE, 2023) consumissem todas este valor, seriam necessárias cerca de 97 237 árvores/ano, o que corresponde a aproximadamente 209 hectares de

floresta a cada ano, tendo como base que cada hectare possui cerca de 465 árvores – pinheiro (Florestas, 2020).

4.3.2 Elevado número de atividades que não acrescentam valor

No seguimento do mapeamento de processos e após conversas informais com os líderes de célula da produção, identificaram-se todas as atividades que não acrescentavam valor, mas eram necessárias dadas as condições atuais dos processos, as quais foram assinaladas a vermelho nos diferentes diagramas de processos em BPMN. Após cerca de doze semanas de reuniões no âmbito do projeto de implementação do Sistema de Controlo da Produção (MES), foram definidas as atividades que seriam eliminadas. Este sistema visava principalmente a digitalização e automação das operações, trazendo consigo uma série de benefícios para a empresa.

Desta forma, determinaram-se todas as atividades de valor acrescentado (VA) e atividades sem valor acrescentado (NVA) de todos os processos produtivos, excluindo os processos do armazém, tais como: receção de matéria-prima (4.2.1) e expedição de produto acabado (4.2.9).

No [Apêndice 4](#) é possível observar o número de atividades VA e NVA de cada processo, e que se encontram agrupados por secção na Tabela 7.

Tabela 7. Atividades VA e NVA por secção (*as-is*)

Secção	Atividades VA	Atividades NVA	% NVA
Torcedura	86	11	11%
Tecelagem	41	17	29%
Impregnação	126	11	8%
Malhas	85	8	9%
Genérico	23	2	8%
Total	361	49	14%

Deste modo, foi possível comprovar que existiam 49 atividades que representam cerca de 14% das atividades sem valor acrescentado do setor produtivo, sendo que a secção com o percentual maior de NVA era a secção da tecelagem com 29%. Também foi possível verificar através da Tabela 16 que os processos mais críticos, eram os processos de início de ciclo/lote.

Estas tarefas tornavam os processos menos eficientes, acarretando tempos de espera entre atividades VA e NVA, na qual eram realizadas movimentações desnecessárias para entregar documentos. Além disso, os coordenadores realizavam atividades de imprimir e entregar documentos, quando deveriam despende o seu tempo na gestão da equipa, explorando mais o potencial humano em atividades VA.

4.3.3 Ferramenta de monitorização de *setups* obsoleta

A secção da torcedura utilizava uma ferramenta para monitorizar os *setups* das máquinas. A ferramenta foi desenvolvida em Excel com recurso a VBA (*Visual Basic for Applications*) e funcionava como um painel cujo principal objetivo era indicar quando a máquina iniciava a produção e quando se previa que terminava. A ferramenta estava dividida em três separadores:

1. Visão geral (página inicial);
2. Simulação (simula as próximas paragens);
3. Artigos (base de dados dos artigos).

No entanto, a empresa não estava a aproveitar totalmente o potencial desta ferramenta, que demonstrava ser relevante para auxiliar a gestão dos *setups*, sendo este um dos aspetos mais críticos da empresa. Nesse contexto, identificaram-se diversos problemas relacionados à programação e incompatibilidade dos módulos VBA utilizados. Além disso, a ferramenta encontrava-se desatualizada e pouco intuitiva, tornando-a menos *user-friendly* para o utilizador.

A inexistência de um sistema de controlo da produção para monitorizar os *setups*, resultava em desperdícios, uma vez que os coordenadores tinham de recorrer ao papel para registar informações que poderiam ser automatizadas. Isso não só resultava em desperdício relacionado com tempo, como também sobrecarregava os coordenadores com tarefas que não agregam valor, obrigando-os a efetuar cálculos manuais para prever as próximas paragens, o que diminuía a sua eficiência na gestão de pessoas.

Como supramencionado, esta ferramenta estava dividida em três separadores. No primeiro separador, designado de “visão geral”, encontrava-se a página inicial da ferramenta e que tinha como intuito apresentar as informações principais para os coordenadores, tais como: matéria-prima, artigo, hora de início e hora prevista de paragem de todas as máquinas. Além disso, fornecia informações sobre o número de fusos avariados e de quebras em cada máquina, em que cada registo era codificado por cores que indicava o turno em que ocorreu (Figura 19).

Um dos principais problemas detetados neste separador, era a incompatibilidade dos módulos em alguns computadores no chão de fábrica. No momento do projeto, a ferramenta estava apenas a ser utilizada num único computador para serem registados todos os arranques.

Continental
Continental - Indústria Têxtil do Ave S.A.

Inserir Data e Hora

Máquina	MP	Artigo	Hora de arranque	Hora paragem	Fusos Avariados	Quebras
JW 10A	470 PHP	0047011	14/03/2023 19:40:57	16/03/2023 21:50:26		
VLK 3A	940 DIKAI	0043003	22/03/2023 08:25:20	23/03/2023 11:37:48		
OE 8A	1680+1400	0047002	23/03/2023 15:35:41	24/03/2023 10:32:49		
OE 7B	1400 PHP SE	0047020	23/03/2023 18:00:24	24/03/2023 10:50:56		
JW 5A	940 PHP	0046017	23/03/2023 20:30:47	24/03/2023 12:17:00		
OE 8B	1680+1400	0047002	23/03/2023 17:25:25	24/03/2023 12:22:33		
JW 6B	940 PHP 420	0046014	24/03/2023 13:15:10	24/03/2023 15:27:58		
JW 3B	1400 Shenma	0046006	24/03/2023 01:00:05	24/03/2023 16:36:45		
OE 2A	1680+1400	0047002	23/03/2023 22:40:37	24/03/2023 17:37:45		
JW 6A	1440 PF1x50	0046012	23/03/2023 23:15:21	24/03/2023 18:26:28		
JW 3A	1400 Shenma	0046006	24/03/2023 03:45:49	24/03/2023 19:22:29		
OE 1A	1400 PHP SE	0047020	24/03/2023 02:35:13	24/03/2023 19:25:45		
JW 1A	940 DIKAI	0046008	23/03/2023 18:30:31	24/03/2023 20:10:06		
JW 5B	940 PHP	0046017	24/03/2023 04:40:35	24/03/2023 20:26:48		
VLK 2A	940 DIKAI	0043003	23/03/2023 17:15:35	24/03/2023 20:28:03		

1º Turno
2º Turno
3º Turno

Microsoft Forms
Could not load some objects because they are not available on this machine.
OK

Figura 19. Ferramenta de monitorização de setups – visão geral

Foram ainda detetados problemas na janela de “inserção de um novo arranque” (Figura 20). Esta janela, continha diversos erros associados ao código programado, na qual era possível seleccionar a opção “mudança de artigo” e escolher novamente o mesmo artigo. Outro problema detetado foi a opção “experimental”, que tinha como objetivo indicar que era um artigo que estava a ser testado. Esse artigo experimental não era apresentado na visão geral da ferramenta, tornando-se desta forma um campo obsoleto. Além destes problemas anteriormente indicados, a janela de inserção de um novo arranque, era confusa e encontrava-se mal estruturada, o que tornava a interface pouco intuitiva e *user-friendly*.

Inserir Data e Hora

Máquina Máquina mudou de artigo? Artigo

Experimental? Tempo de Jogo MP

Data Hora arranque 1º Fuso Fusos Avariados Quebras

Confirmar

Figura 20. Ferramenta de monitorização de setups – inserção de novo arranque

Uma vez que o erro humano está sempre presente, em qualquer atividade que carece de intervenção humana, sempre que era inserido um valor errado no registo de arranques, os coordenadores tinham de efetuar um novo registo, para garantir que a informação correta era apresentada na visão geral da ferramenta. Este novo registo, resultava em tempo perdido, impondo a necessidade de repetir uma atividade do zero, por um simples erro.

No segundo separador, designado por “simulação”, no canto esquerdo, estavam identificadas as próximas sete paragens de cada máquina, também intituladas de “doffs” (Figura 21). Esta informação permitia ao coordenador gerir a mão-de-obra, disponibilizando mais recursos (mão-de-obra) para as

a recorrer ao uso de papel, resultando em desperdício tanto em termos de consumo de papel quanto na subutilização do talento humano em tarefas que poderiam acrescentar mais valor ao processo.

4.3.4 Falta de indicadores de desempenho

Como descrito na secção 4.3.3, existiam diversos problemas e desperdícios associados à ferramenta de monitorização de *setups*. Esses problemas evidenciavam a fraca monitorização dos *setups*, sendo que não existiam indicadores de desempenho, que permitissem determinar o desempenho dos equipamentos e das pessoas. Como tal, não existia uma visão clara do estado atual na torcedura, sendo dificultada a identificação de problemas e de possíveis focos de implementação de melhorias.

Desta forma, o líder de célula da torcedura, regia-se completamente pela informação facultada pelos coordenadores, não conseguindo acompanhar o estado real da sua secção, por falta de controlo e de monitorização dos *setups*. A ausência desta informação, complicava o cálculo das necessidades da mão-de-obra, sempre que havia picos na procura, resultando em informações incompletas e imprecisas para tomar decisões estratégicas mais adequadas.

4.3.5 Falta de relatórios diários de acompanhamento

Para além dos problemas e ineficiências descritos na secção 4.3.3 e 4.3.4, a gestão de *setups* na ferramenta da torcedura, enfrentava uma significativa lacuna na monitorização adequada. A ausência de indicadores de desempenho impossibilitava a criação de relatórios diários que pudessem avaliar com precisão o desempenho tanto dos equipamentos como das equipas de trabalho. Esta falta de visibilidade comprometia seriamente a capacidade de obter uma imagem clara do estado atual na torcedura, tornando mais difícil detetar problemas e identificar áreas onde melhorias poderiam ser implementadas.

4.3.6 Falta de rastreabilidade das esquinadeiras

Após a realização do mapeamento de processos na situação *as-is* e após conversas informais com os colaboradores, constatou-se que existiam problemas em localizar as esquinadeiras necessárias para a secção da tecelagem. A fim de compreender as causas subjacentes ao problema de rastreabilidade das esquinadeiras, procedeu-se à elaboração de um diagrama de causa-efeito (Figura 23).

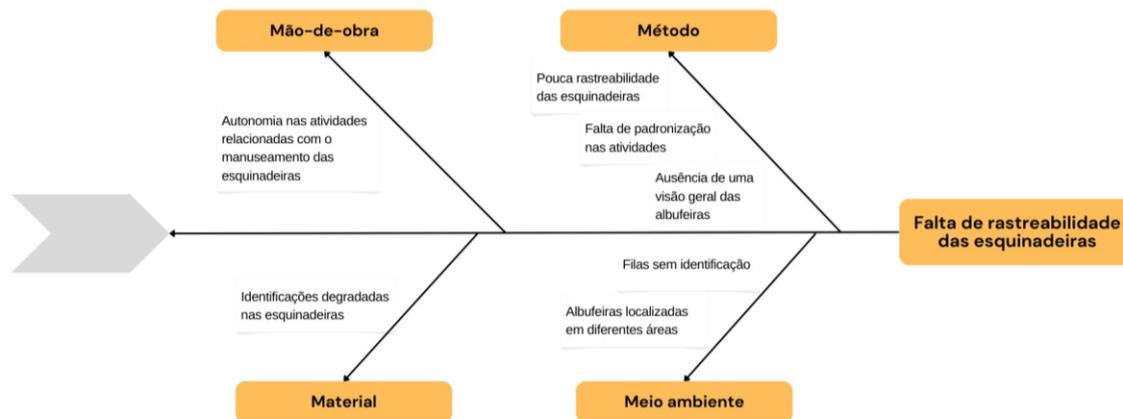


Figura 23. Diagrama de causa-efeito do problema de rastreabilidade das esquinadeiras

Após a análise do diagrama, concluiu-se que a principal causa do problema da falta de rastreabilidade, era a falta de sinaléticas (gestão visual) nas filas da albufeira.

Uma vez que as filas da albufeira não continham qualquer identificação, nem estavam marcadas (Figura 24), não existia nenhum mecanismo capaz de indicar em que fila se encontrava cada esquinadeira. Foi ainda confirmado que o sistema SAP possuía a capacidade de alocar as esquinadeiras a uma localização específica. No entanto essa funcionalidade não era explorada, porque as filas não tinham nenhuma numeração e dessa forma, era impossível saber a fila de cada esquinadeira.



Figura 24. Albufeira da torcedura

Como consequência direta destes problemas, os colaboradores tinham dificuldades em rastrear as esquinadeiras, o que resultava em mais tempo despendido à procura e em mais movimentações desnecessárias. Além destes problemas, os tempos de espera eram mais longos, o que causava uma maior inatividade das máquinas. Desta forma, era comprometida a eficiência das operações no chão de fábrica, levando a atrasos na entrega de produtos.

4.3.7 Falta de gestão de tubos

Em função do mapeamento de processos e das reclamações apresentadas pelos operadores no chão de fábrica, foi possível identificar que existiam dois grandes problemas na gestão de tubos:

1. Frequente alteração da localização dos tubos;
2. Tempo de procura dos tubos.

O primeiro problema ocorria uma vez que as localizações de tubos possuíam capacidades de armazenamento diferentes. O *stock* de tubos oscilava com elevada frequência, impondo a necessidade de trocar a localização dos tubos com maior *stock* para localizações com maior capacidade de armazenamento, de forma a garantir que os tubos estariam todos numa única localização. Porém, sempre que estas alterações ocorriam, não havia nenhum mecanismo capaz de indicar aos operadores as trocas efetuadas. Essas trocas eram transmitidas através da comunicação verbal, mas que ao longo do tempo eram esquecidas.

O segundo problema estava relacionado diretamente com o primeiro. Uma vez que os operadores não tinham nenhum mecanismo de identificar as trocas realizadas, os operadores tinham de se movimentar pelas diferentes localizações, à procura do tubo pretendido, aumentando o número de movimentações dos operadores, da distância percorrida e do tempo de espera. Dessa forma, com vista a observar as movimentações realizadas, procedeu-se à elaboração do seguinte diagrama de *spaghetti* (Figura 25).

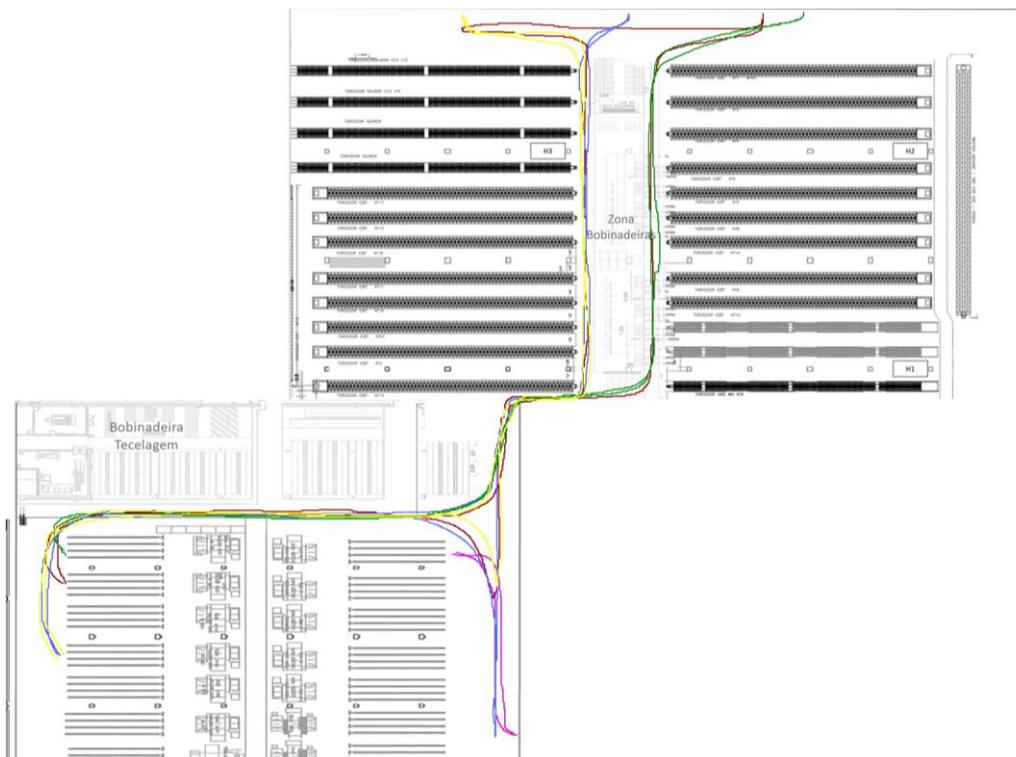


Figura 25. Diagrama de *spaghetti* com movimentações à procura de tubos

As máquinas a cada início de ciclo, eram abastecidas com tubos sempre que era produzido um novo artigo. O diagrama da Figura 25, apresenta cinco movimentações distintas, representadas por diferentes cores (vermelho, amarelo, verde, azul e roxo), à procura de tubos para abastecer as máquinas. A distância total percorrida nesses cinco cenários distintos está presente na Tabela 8, que totaliza uma distância de 1 753 metros. Extrapolando este valor para os resultados de 2022, no qual foram produzidos cerca de 18 542 artigos, percebe-se que, com base na distância dessas cinco amostras (equivalente a cinco artigos), seria necessário percorrer um total de 6 500 825 metros por ano para os cerca de 18 542 artigos.

Tabela 8. Distância percorrida por cenário

Descrição	Linha vermelha	Linha amarela	Linha verde	Linha azul	Linha Roxa	Total
Distância AS-IS (metros)	362	585	325	411	70	1753

Estes problemas comprometiam a eficiência das operações no chão de fábrica, tendo um impacto direto nos recursos e na capacidade de atender às necessidades da produção de forma oportuna. Todos estes problemas, tornavam o caráter urgente de adotar medição de melhoria, com visassem melhorar a organização e controlo eficaz dos tubos.

4.4 Síntese de problemas identificados

Após a análise crítica da atual situação vivenciada na Continental ITA e a identificação de problemas, a Tabela 9 apresenta um resumo do que foi identificado ao longo do projeto. Cada problema está acompanhado das consequências e impactos que afetam as operações e resultam em desperdícios. É importante destacar que alguns desses desperdícios estão relacionados às oportunidades de melhoria na implementação do sistema de controlo da produção.

Tabela 9. Síntese dos problemas identificados, consequências e desperdícios associados

Problema	Consequências	Desperdícios
Elevado consumo de papel	<ul style="list-style-type: none"> • Custos elevados com papel e tinteiros; • Maior tempo despendido para a impressão de documentos; • Maior vulnerabilidade em perder documentos; • Contribui para o desperdício de recursos naturais e poluição. 	Esperas; Sobreprodução; Sobre processamento; Movimentações; Transporte.
Elevado número de atividades que não acrescentam valor agregado	<ul style="list-style-type: none"> • Maior tempo despendido em tarefas sem valor agregado; • Maior número de movimentações desnecessárias dos colaboradores; • Atrasos na entrega de documentos; • Menor produtividade; • Insatisfação dos colaboradores devido a tarefas monótonas. 	Esperas; Sobre processamento; Potencial humano; Movimentos; Transporte.
Ferramenta de monitorização de <i>setups</i> obsoleta	<ul style="list-style-type: none"> • Pouca utilização da ferramenta; • Problemas detetados na programação da ferramenta; • Problemas detetados na integração dos módulos; • Dificuldades na interpretação de dados; • Não aproveitamento do potencial da ferramenta; • Falta de monitorização de <i>setups</i>; • Ineficiência na gestão de recursos. 	Esperas; Potencial humano; Movimentações.
Falta de indicadores de desempenho	<ul style="list-style-type: none"> • Fraca monitorização; • Falta de visão clara do desempenho dos equipamentos e pessoas; • Dificuldades em detetar oportunidades de melhoria; • Informações incompletas e imprecisas. 	Esperas; Sobre processamento; Movimentações.
Falta de relatórios diários de acompanhamento	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de acompanhamento diário; • Ausência de indicadores de desempenho diários; • Falta de visibilidade dos tempos de <i>setup</i>; • Dificuldades em detetar oportunidades de melhoria; • Informações incompletas e imprecisas. 	Esperas; Sobre processamento; Movimentações.
Falta de rastreabilidade das esquinadeiras	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldades em localizar artigos; • Comprometimento da eficiência das operações; • Atrasos na entrega de artigos/esquinadeiras; • Maior número de movimentações desnecessárias dos colaboradores; • Maior tempo despendido à procura de artigos/esquinadeiras. 	Esperas; Movimentações; Sobre processamento Potencial humano.
Falta de gestão de tubos	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldades em localizar tubos; • Maior número de movimentações desnecessárias dos colaboradores; • Maior tempo despendido à procura de tubos; • Interrupções na produção devido à falta de materiais; • Períodos de espera maiores. 	<i>Stocks</i> ; Esperas; Movimentações; Sobre processamento; Potencial humano.

5. APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

No presente capítulo, são apresentadas as propostas de melhoria elaboradas e implementadas com o propósito de resolver ou mitigar os problemas identificados no capítulo anterior. O plano de ações adotado pode ser visualizado de forma concisa através da ferramenta 5W2H, representada na Tabela 10. A seguir, serão detalhadamente explicadas todas as propostas apresentadas, acompanhadas dos resultados esperados e alcançados durante o projeto.

Tabela 10. Plano de ações 5W2H para a implementação das propostas de melhoria

5W					H
<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Who</i>	<i>When</i>	<i>Where</i>	<i>How</i>
Redefinição de processos	Reduzir as atividades que não acrescentam valor (4.3.2)	Estagiário	Maio – julho de 2023	Chão de fábrica	Implementação do sistema de controlo da produção
Nova ferramenta de monitorização de <i>setups</i>	Melhorar a eficiência na gestão de <i>setups</i> (4.3.3)	Estagiário	Março – maio de 2023	Secção da torcedura	Criação de uma ferramenta em Excel com VBA
Desenvolvimento de indicadores de desempenho	Avaliar o desempenho da secção da torcedura (4.3.4)	Estagiário, líder de célula	Abril – maio de 2023	Ferramenta de gestão <i>setups</i>	Criação de novos indicadores de desempenho
Desenvolvimento de relatórios diários automatizados	Facilitar o acompanhamento do desempenho diário dos <i>setups</i> (4.3.5)	Estagiário, líder de célula, coordenadores	Maio de 2023	Ferramenta de monitorização de <i>setups</i>	Criação de um relatório padronizado automatizado
Criação de filas nas albufeiras	Melhorar a organização de armazenamento intermédio na torcedura (4.3.6)	Estagiário, melhoria contínua, engenharia	Junho de 2023	Secção da torcedura	Delinear e identificar cada fila na albufeira
Ferramenta para localizar esquinadeiras	Facilitar a localização de esquinadeiras (4.3.6)	Estagiário, IT, líderes de célula	Junho – julho de 2023	Secção da torcedura Secção da tecelagem	Criação de uma ferramenta em php conectada à ferramenta utilizada na sucata
Quadro de identificação da localização de tubos	Melhorar a gestão de tubos e reduzir desperdícios no chão de fábrica (4.3.7)	Estagiário, Processo	Junho – julho de 2023	Secções produtivas da empresa	Desenvolvimento de um quadro magnético com o nome de cada localização e a capacidade de armazenamento para cada tubo

5.1 Redefinição de processos (situação *to-be*)

O mapeamento de processos de uma organização mantém-se crucial para compreender como as atividades organizacionais se desenvolverão no futuro, sobretudo com a implementação do sistema de controlo da produção (MES). Este sistema trará melhoria de processos e a eliminação de desperdícios, simplificando as operações no chão de fábrica.

Neste contexto, as atividades representadas a verde no [Apêndice 2](#) indicam as novas atividades que serão introduzidas com a implementação do sistema MES. Estas atividades refletem as melhorias planeadas que ocorrerão no processo, tornando-o mais eficiente e alinhado com os objetivos da organização. Estas alterações foram identificadas após doze semanas de reuniões de cerca de 1 hora, com os principais intervenientes dos departamentos de produção, qualidade, processo e administração.

Além disso, vale ressaltar que esse mapeamento dos processos foi realizado utilizando a notação BPMN do estado futuro. Essa notação facilita a compreensão e a comunicação das mudanças planeadas, permitindo uma visão clara e detalhada de como o sistema MES impactará positivamente a organização.

5.2 Nova ferramenta de monitorização de *setups*

De forma a colmatar as falhas identificadas na secção 4.3.3, e com o intuito de apresentar uma ferramenta mais intuitiva, decidiu-se desenvolver uma nova ferramenta para acompanhar e monitorizar os *setups*. Para tal, utilizou-se o Excel com apoio do VBA ([Apêndice 5](#)), como a ferramenta anterior.

A implementação desta nova ferramenta, juntamente com a utilização de *dashboards*, oferece à empresa a capacidade de analisar dados e identificar tendências em diversas máquinas e tipos de artigos. Nesse contexto, a estratégia incluiu a criação de um *design* que simplifica a visualização e interpretação de dados, com o objetivo de facilitar a tomada de decisões precisas de forma acessível e eficaz.

5.2.1 Desenvolvimento de indicadores de desempenho

Na fase inicial, abordaram-se os problemas identificados na secção 4.3.4, e foi essencial desenvolver indicadores de desempenho que permitissem aos coordenadores e líder de célula, avaliar e monitorizar o desempenho na secção da torcedura. Nesse contexto, incorporou-se os indicadores já existentes, que incluíam o número de fusos avariados e o número de quebras dos artigos anteriores em cada máquina.

Além destes indicadores, foram introduzidos novos indicadores de desempenho, destinados a apoiar a tomada de decisão em tempo real. Estes novos indicadores incluem:

- Estado da máquina (dentro do prazo ou atrasado): este indicador permite determinar se o *setup* da máquina foi realizado no prazo estabelecido ou se houve atrasos;
- Tempo perdido (em horas): este indicador quantifica o tempo que foi desperdiçado devido a atrasos ou problemas relacionados à produção.

Esta abordagem visa fornecer uma visão abrangente do desempenho da torcedura e facilitar a tomada de decisão imediata com base em informações relevantes e atualizadas pelos coordenadores.

Para facilitar a compreensão e utilização desses indicadores, optou-se por representá-los visualmente por meio de gráficos de linhas, de barras e circulares. Além disso, foi incluído um *ranking* com as cinco máquinas que apresentam o maior número de fusos avariados, quebras e tempo perdido nos últimos sete dias. Essa mesma abordagem foi aplicada aos artigos, resultando em um *ranking* dos cinco artigos com mais quebras e tempo perdido durante o mesmo período.

No que diz respeito ao estado das máquinas, este é definido com base na pontualidade da realização do *setup*. A condição considerada é a seguinte: se a hora atual for posterior à hora de paragem estimada, o estado é marcado como "atrasado" (*delayed*); caso contrário, se a hora atual for anterior à hora estimada de paragem, o estado é definido como "dentro do prazo" (*on time*). Para tornar a interpretação dos dados mais intuitiva, foi introduzida a cor vermelha para indicar atrasos e a cor verde para indicar que o *setup* está dentro do tempo estimado (conforme representado na Figura 26).

The screenshot shows the Continental monitoring tool interface. On the left is a sidebar with navigation options: Status, Planeamento, Visão Micro, Visão Macro, Enviar Report, Registrar Arranque, and Base de Dados. The main area displays a table with the following columns: Turno, Máquina, Artigo, Arranque, Paragem (estimada), Estado, Fusos Avariados, and Quebras. The table lists 24 rows of data, with the first row being 'Delayed' and others 'On time'. A summary table on the right shows the total number of broken spindles and breaks for each machine.

Turno	Máquina	Artigo	Arranque	Paragem (estimada)	Estado	Fusos Avariados	Quebras
2º Turno	VLK 4B	3003	02/08 11:00	03/08 14:12	Delayed		
2º Turno	VLK 1A	3003	02/08 12:00	03/08 15:12	On time		
2º Turno	JW 6B	6016	03/08 07:45	03/08 15:45	On time		
2º Turno	JW 3B	6006	03/08 01:20	03/08 18:53	On time		
2º Turno	OE 2B	7002	03/08 02:40	03/08 19:23	On time		
2º Turno	JW 6A	6016	03/08 11:45	03/08 19:45	On time		
2º Turno	JW 3A	6006	03/08 03:20	03/08 20:53	On time		
2º Turno	OE 2A	7002	03/08 05:00	03/08 21:43	On time		
3º Turno	JW 2B	6006	03/08 05:00	03/08 22:33	On time		
3º Turno	OE 1B	7002	03/08 06:45	03/08 23:28	On time		
3º Turno	JW 2A	6006	03/08 06:10	03/08 23:43	On time		
3º Turno	JW 1A	6008	02/08 17:55	04/08 00:36	On time	2	
3º Turno	JW 7A	6006	03/08 07:50	04/08 01:23	On time		
1º Turno	VLK 2B	3003	03/08 08:10	04/08 11:22	On time		
1º Turno	JW 7B	6006	03/08 18:25	04/08 11:58	On time		
1º Turno	VLK 1B	3003	03/08 08:50	04/08 12:02	On time		1
1º Turno	VLK 3A	3003	03/08 09:10	04/08 12:22	On time		
1º Turno	VLK 2A	3003	03/08 09:25	04/08 12:37	On time	5	
1º Turno	OE 1A	7002	03/08 20:00	04/08 12:43	On time		
2º Turno	VLK 3B	3003	03/08 13:30	04/08 16:42	On time		5
2º Turno	VLK 4A	3003	03/08 14:00	04/08 17:12	On time	2	9
2º Turno	JW 5B	6003	03/08 11:30	04/08 17:19	On time	1	
2º Turno	JW 5A	6003	03/08 12:10	04/08 17:59	On time		
2º Turno	JW 8B	6001	03/08 05:45	04/08 18:02	On time		
2º Turno	JW 1B	6008	03/08 13:20	04/08 20:01	On time		
2º Turno	JW 8A	6001	03/08 08:40	04/08 20:57	On time		

Figura 26. Ferramenta de monitorização de *setups* – página inicial

Todos os registos efetuados, são ainda guardados numa folha oculta que faz o tratamento de dados de forma automática e que posteriormente gera os indicadores de desempenho presentes na “visão macro” da ferramenta. Além disto, o utilizador se clicar duas vezes sobre a máquina, pode ainda retificar algum campo, não sendo necessário registar um novo arranque como anteriormente.

5.2.2 Criação de uma *dashboard*

Após a criação de uma *dashboard* na página inicial da ferramenta, denominada de “status” e capaz de mostrar as informações descritas na Figura 26, foi entendido que seria benéfico separar de forma visual os distintos turnos. Essa abordagem visa facilitar a gestão de equipas durante o turno atual e permitir a preparação das máquinas para o turno seguinte. Para atingir esse objetivo, foi atribuída uma cor específica a cada turno e atribuída uma linha laranja a separar os diferentes turnos.

Na visão “planeamento” (Figura 27), o objetivo consiste em examinar individualmente cada máquina e cada artigo, bem como as horas de início e a hora prevista de término das primeiras sete *doffs*. Para tornar a interpretação dos *doffs* do dia atual mais intuitivo, decidiu-se destacar com a cor laranja.

Máquina	Artigo	MP	Arranque	Paragem	2º DOFF	3º DOFF	4º DOFF	5º DOFF	6º DOFF	7º DOFF
JW 1A	6008	940 DIKAI	02/08 17:55	04/08 00:36	05/08 07:18	06/08 13:59	07/08 20:41	09/08 03:22	10/08 10:04	11/08 16:45
JW 1B	6008	940 DIKAI	03/08 13:20	04/08 20:01	06/08 02:43	07/08 09:24	08/08 16:06	09/08 22:47	11/08 05:29	12/08 12:10
JW 2A	6006	1400 Shenma	03/08 06:10	03/08 23:43	04/08 17:17	05/08 10:51	06/08 04:25	06/08 21:58	07/08 15:32	08/08 09:06
JW 2B	6006	1400 Shenma	03/08 05:00	03/08 22:33	04/08 16:07	05/08 09:41	06/08 03:15	06/08 20:48	07/08 14:22	08/08 07:56
JW 3A	6006	1400 Shenma	03/08 03:20	03/08 20:53	04/08 14:27	05/08 08:01	06/08 01:35	06/08 19:08	07/08 12:42	08/08 06:16
JW 3B	6006	1400 Shenma	03/08 01:20	03/08 18:53	04/08 12:27	05/08 06:01	05/08 23:35	06/08 17:08	07/08 10:42	08/08 04:16
JW 5A	6003	940 PHP	03/08 12:10	04/08 17:59	05/08 23:48	07/08 05:38	08/08 11:27	09/08 17:16	10/08 23:06	12/08 04:55
JW 5B	6003	940 PHP	03/08 11:30	04/08 17:19	05/08 23:08	07/08 04:58	08/08 10:47	09/08 16:36	10/08 22:26	12/08 04:15
JW 6A	6016	1880 Nexis	03/08 11:45	03/08 19:45	04/08 03:45	04/08 11:45	04/08 19:45	05/08 03:45	05/08 11:46	05/08 19:46
JW 6B	6016	1880 Nexis	03/08 07:45	03/08 15:45	03/08 23:45	04/08 07:45	04/08 15:45	04/08 23:45	05/08 07:46	05/08 15:46
JW 7A	6006	1400 Shenma	03/08 07:50	04/08 01:23	04/08 18:57	05/08 12:31	06/08 06:05	06/08 23:38	07/08 17:12	08/08 10:46

Figura 27. Ferramenta de monitorização de setups – planeamento

Na “visão micro” (Figura 28) é possível consultar a contagem do número de *setups*, por dia, turno e tipologia de máquina. Adicionalmente, é possível verificar a soma de *setups* de cada dia ou turno, ao longo de sete dias. Além destas informações, esta visão inclui um painel informativo que, de forma automática, apresenta informações relevantes para o líder de célula.

DOFF	03/08			04/08			05/08			06/08			07/08			08/08			09/08		
Turno	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Oerlinkon	0	2	1	2	2	2	2	1	7	0	4	0	4	0	4	0	1	4	0	0	0
Jing Wei	0	4	6	4	11	3	8	4	8	4	5	3	4	6	4	6	2	1	2	2	1
Volkmann	0	2	0	4	4	0	0	8	0	0	4	4	0	3	5	0	0	5	3	0	4
Total	0	8	7	10	17	5	10	13	15	4	13	7	8	9	13	6	3	10	5	2	5
		15		32		38		24		30		19		12							

PAINEL INFORMATIVO

- No dia de hoje, 03/08/2023, estão previstas serem realizadas 15 DOFF.
- Durante os próximos 7 dias, estão previstas acontecer 43 DOFF no 1º turno.
- Durante os próximos 7 dias, estão previstas acontecer 65 DOFF no 2º turno.

Figura 28. Ferramenta de monitorização de *setups* – visão micro

Na "visão macro" como representado na Figura 29, são disponibilizados os principais indicadores destinados a acompanhar e monitorizar o estado dos *setups*. Estes indicadores englobam o tempo perdido, o número de *setups* registados por turno e por dia, o total de fusos avariados e quebras ocorridos, o tempo perdido acumulado ao longo de um período de sete dias, a contabilização das avarias e quebras por dia, a distribuição do tempo perdido por turno e uma análise dos artigos que apresentam maior incidência de quebras e maior tempo perdido. Esse conjunto de informações possibilita a identificação de padrões e tendências nos *setups*, bem como a deteção de problemas relacionados a artigos que apresentam irregularidades em determinadas máquinas.

Além disso, a "visão macro" oferece uma perspetiva holística que auxilia na tomada de decisões estratégicas e na otimização dos processos de produção, proporcionando uma visão consolidada do desempenho geral dos *setups*, destacando áreas de oportunidade e permitindo a implementação de melhorias direcionadas.



Figura 29. Ferramenta de monitorização de *setups* – visão macro

Para o registo de um novo arranque, o coordenador deve clicar sobre o botão “registar arranque” na barra lateral esquerda (Figura 30) para poder adicionar um novo registo.

Figura 30. Ferramenta de monitorização de *setups* – novo arranque

Desta forma, irá abrir uma janela para preencher os seguintes campos:

- Máquina;
- Dia;
- Hora de arranque;
- Fusos avariados;
- Quebras;
- Mudança de artigo/experimental;
- Artigo.

Ao especificar o dia de início, apenas é possível selecionar o dia atual ou o dia anterior, devido à transição de turnos. Caso seja inserida uma data futura ou uma data de dois dias atrás, será exibida uma mensagem de erro, indicando a necessidade de correção no campo. Quando a opção "mudar artigo" ou "experimental" não for selecionada, a ferramenta considerará automaticamente o último artigo em produção como padrão.

É importante destacar que a escolha entre "mudar artigo" e "experimental" é mutuamente exclusiva; ou seja, se a opção "mudar artigo" for selecionada, a opção "experimental" será desativada, e vice-versa. Essa medida visa garantir que não ocorram erros e que os utilizadores não possam inadvertidamente

selecionar ambas as opções simultaneamente. Este mecanismo anti erro, foi implementado com recurso a VBA (Figura 68).

Os utilizadores podem ainda consultar, adicionar, editar ou até remover artigos e máquinas existentes, se clicarem sobre o botão “base de dados”, que irá reencaminhar o utilizador para a base de dados existente (Figura 31).



Artigos	MP	Tempo de Ciclo	Comprimento	Velocidade máquina(m/min)	Velocidade	Torção	Máquinas
3001	940 PHP	24:45:19	40900	27,54	9500	345	JW 1A
3003	940 DIKAI	27:12:28	44310	27,14	9500	350	JW 1B
4001	1400 Shenma	7:58:08	32600	68,18	7500	110	JW 2A
4002	940 Rhodia T 650	13:20:43	56717	70,83	8500	120	JW 2B
4501	1400 SHENMA	8:01:04	32800	68,18	7500	110	JW 3A
4502	940 Rhodia T 650	13:32:40	53000	65,22	7500	115	JW 3B
4504	940 KORDSA	61:50:00	53000	14,29	7000	490	JW 5A
6001	940 PHP SE	36:17:30	52000	23,88	8000	335	JW 5B
6003	940 PHP	29:49:22	40900	22,86	8000	350	JW 6A
6004	1440 Hallide	17:27:41	26900	25,68	9500	370	JW 6B
6006	1400 Shenma	17:33:45	28100	26,67	8000	300	JW 7A
6007	1400 KORDSA SE	12:00:00	24000	33,33	9500	285	JW 7B

Figura 31. Ferramenta de monitorização de *setups* – base de dados

5.2.3 Criação de relatórios diários

Na situação anterior, não existiam relatórios diários, que pudessem evidenciar os *setups* do dia anterior. Nesse sentido, foi criado um documento padrão, que era preenchido de forma automática. Para gerar o relatório por e-mail em PDF, o coordenador do turno da manhã, só necessita de clicar sobre o botão “enviar report” e todos os coordenadores da torcedura, engenheiros de processo e o líder de célula da torcedura, recebem um email de forma automática, como representado na Figura 32 e no [Apêndice 6](#).



Figura 32. Ferramenta de monitorização de *setups* – relatório diário em e-mail

Este e-mail, identifica ainda o dia do relatório (sempre o dia anterior), indicando ainda por e-mail e de forma sucinta, o número de *setups* em cada turno, assim como o tempo perdido acumulado dos três turnos. O PDF, contem três páginas (Figura 33), uma por turno, em que o cabeçalho indica a periodicidade do relatório, a secção a ser analisada, a subsecção (para diferenciar os pisos da torcedura), o líder de célula, a data (do dia anterior) e o número de página.

Quanto aos indicadores, cada um é detalhado indicando a máquina, o artigo, a matéria-prima e a hora de arranque. Através do tempo de ciclo de cada artigo, e considerando a tipologia da máquina, uma vez que os tempos de setup diferem, é calculado o tempo perdido de setups. A pedido do líder de célula, foi ainda adicionada a opção de justificar o tempo perdido. No fundo do relatório, consta o total de *setups* e o tempo total de tempo perdido do turno.

The figure shows three PDF reports for 'Continental's REPORT TORCEDURA'. Each report is for a different shift: 1º Turno (left), 2º Turno (middle), and 3º Turno (right). Each report contains a table with columns for 'MÁQUINA', 'ARTIGO', 'MP', 'ARRANQUE', 'TEMPO PERDIDO', and 'OBSERVAÇÕES'. The reports also include a summary table at the bottom with 'QUANTIDADE TOTAL DE SETUPS' and 'TOTAL DE TEMPO PERDIDO'.

Figura 33. Ferramenta de monitorização de *setups* - PDF gerado automaticamente

Para além dos conceitos visuais disponíveis para os coordenadores e líder de célula, todos os registos e modificações eram guardadas numa folha oculta designada de "histórico", onde apenas o líder de célula, através das credencias de acesso, tem acesso (Figura 34).

PT	Máquina	Artigo	MP	Arranque	Paragem Planeada	Fusos Avariados	Quebras	Tempo Jogo	Tempo Perdido	Registo	TR	±	Δ	ID	Modificado
2º Turno	JW 7A	6010	1400 PHP SE	23/05/2023 14:20	25/05/2023 17:20			03:00	+24h18min	23/05/2023 17:48	0			1445	
2º Turno	CE 8A	7002	1680+1400	23/05/2023 15:20	25/05/2023 19:20			04:00	+49h56min	23/05/2023 17:49	0			1446	23/05/2023 18:30
3º Turno	CE 1B	7002	1680+1400	23/05/2023 17:40	25/05/2023 22:40			05:00	+13h48min	23/05/2023 17:49	0	±±		1447	
1º Turno	JW 3A	6006	1400 Shenma	24/05/2023 05:00	26/05/2023 11:00	1	2	06:00	+22h13min	24/05/2023 05:46	0			1448	
1º Turno	JW 5A	6006	1400 Shenma	24/05/2023 03:30	26/05/2023 10:30			9	07:00	+21h13min	24/05/2023 05:47	0		1449	
1º Turno	JW 7A	6010	1400 PHP SE	24/05/2023 03:35	26/05/2023 11:35	0	1	08:00	+37h43min	24/05/2023 05:48	0			1450	
1º Turno	JW 8A	6001	940 PHP SE	23/05/2023 23:00	26/05/2023 08:00	0	3	09:00	18:23:00	24/05/2023 05:48	0			1451	
1º Turno	JW 2A	6004	1440 Haultide	23/05/2023 22:35	26/05/2023 08:35	2	3	10:00	+49h8min	24/05/2023 05:49	0			1452	
2º Turno	CE 7B	7010	470 PHP SE	24/05/2023 03:00	26/05/2023 14:00			11:00	71:38:00	24/05/2023 05:50	0			1453	
2º Turno	VLK 3A	3003	940 DIKAI	24/05/2023 04:00	26/05/2023 16:00	0	3	12:00	+3h35min	24/05/2023 05:51	0			1454	
2º Turno	VLK 3B	3003	940 DIKAI	24/05/2023 02:00	26/05/2023 15:00	1		13:00	5:35:00	24/05/2023 05:51	0			1455	
2º Turno	VLK 1B	3003	940 DIKAI	24/05/2023 07:00	26/05/2023 21:00			14:00	+2h10min	24/05/2023 07:21	0			1456	
3º Turno	JW 1B	6008	940 DIKAI	24/05/2023 09:00	27/05/2023 00:00			15:00	+7h38min	24/05/2023 12:51	0			1457	
3º Turno	JW 1A	6008	940 DIKAI	24/05/2023 09:45	27/05/2023 01:45			16:00	+8h33min	24/05/2023 12:51	0			1458	
3º Turno	JW 2B	6003	940 PHP	24/05/2023 09:50	27/05/2023 02:50			17:00	+10h8min	24/05/2023 12:51	0			1459	
3º Turno	JW 6B	6006	1400 Shenma	24/05/2023 08:50	27/05/2023 02:50			18:00	+29h9min	24/05/2023 12:52	0			1460	

Figura 34. Ferramenta de monitorização de *setups* - histórico de modificações

5.2.4 Desenvolvimento de instrução de trabalho

Com o intuito de facilitar a utilização da ferramenta de monitorização de *setups*, e de forma a promover a capacitação dos utilizadores (coordenadores), desenvolveu-se uma instrução de trabalho a explicar como registar arranques ou visualizar, editar, adicionar ou remover artigos e máquinas na base de dados.

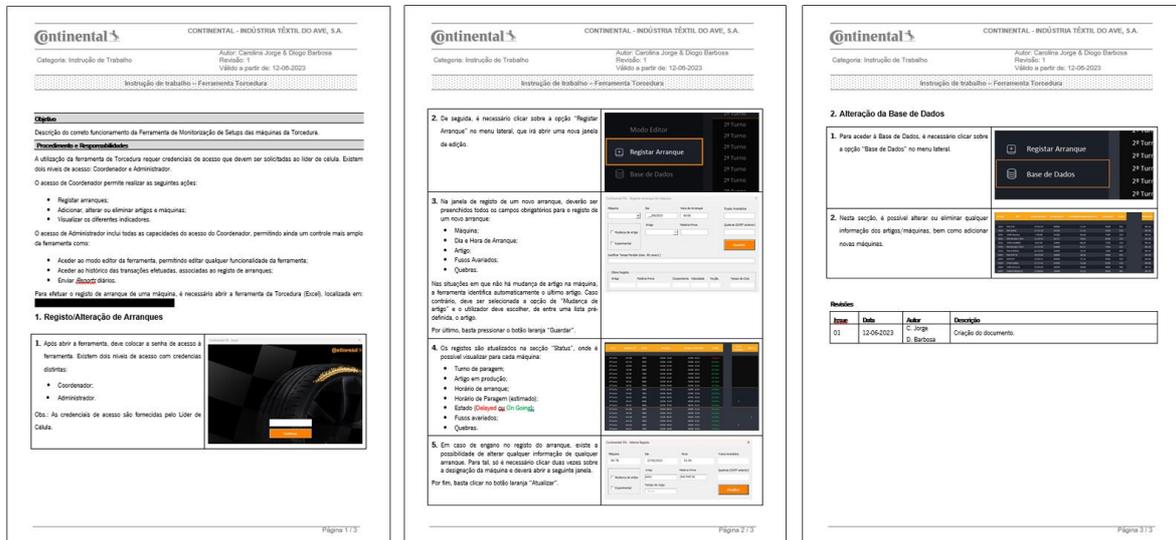


Figura 35. Instrução de trabalho - ferramenta de monitorização de *setups*

Desta forma, sempre que um coordenador tenha dificuldades em registar um arranque, poderá observar os passos a tomar para efetuar um novo arranque, ou então, sempre que a empresa contrate um novo coordenador, este conseguirá perceber que deverá solicitar as credenciais de acesso da ferramenta através do líder de célula.

5.3 Proposta de criação de filas na albufeira

Dados os problemas identificados na secção 4.3.6 e com o intuito de melhorar a eficiência das operações relacionadas com a identificação das esquinadeiras (transporte móvel), propõe-se a identificação das filas na albufeira da torcedura.

Para tal, deverá ser atribuído um código sequencial para cada fila e implementado na albufeira de forma visual para todos os colaboradores. Este código poderá ser utilizado para alocar as esquinadeiras no sistema SAP. Adicionalmente, é necessário estabelecer um fluxo de sentido único para cada fila, assegurando que as esquinadeiras entram e saem sempre na mesma direção. Esta medida tem como propósito simplificar a identificação das esquinadeiras, reduzindo o número de movimentações, bem como a distância percorrida e o tempo associado a essa operação.

Importa realçar que o sistema SAP já possui a funcionalidade de alocar as esquinadeiras a uma localização específica, tornando assim desnecessário o desenvolvimento de uma ferramenta adicional para esta finalidade.

5.4 Implementação de quadro de identificação da localização de tubos

Durante a análise do mapeamento de processos na situação *as-is*, assim como os problemas identificados na secção 4.3.7 tornou-se evidente que os operadores de produção enfrentavam dificuldades consideráveis ao tentar localizar os tubos necessários. Nesse sentido, foi implementado um quadro de identificação da localização de tubos, para facilitar a gestão de tubos. Esta secção, concentra-se assim na descrição das atividades desenvolvidas para a sua implementação.

Inicialmente, as localizações dos tubos foram definidas, onde foram atribuídos códigos específicos a cada localização, conforme apresentado na Figura 36.



Figura 36. Numeração das localizações dos tubos

Em seguida, foi desenvolvido o quadro de identificação da localização de tubos (Figura 37a) com o principal propósito de gerir os tubos de uma forma visual. O quadro teve um impacto positivo significativo na organização e na vida dos colaboradores envolvidos na gestão dos tubos. Agora, qualquer colaborador que precise de encontrar um tubo específico, pode simplesmente consultar o quadro usando o *layout* correspondente (Figura 37b) para identificar imediatamente sua localização no chão de fábrica. Esse quadro permite reduzir tempos de espera, associados às deslocações e às distâncias percorridas, aumentando a eficiência operacional.

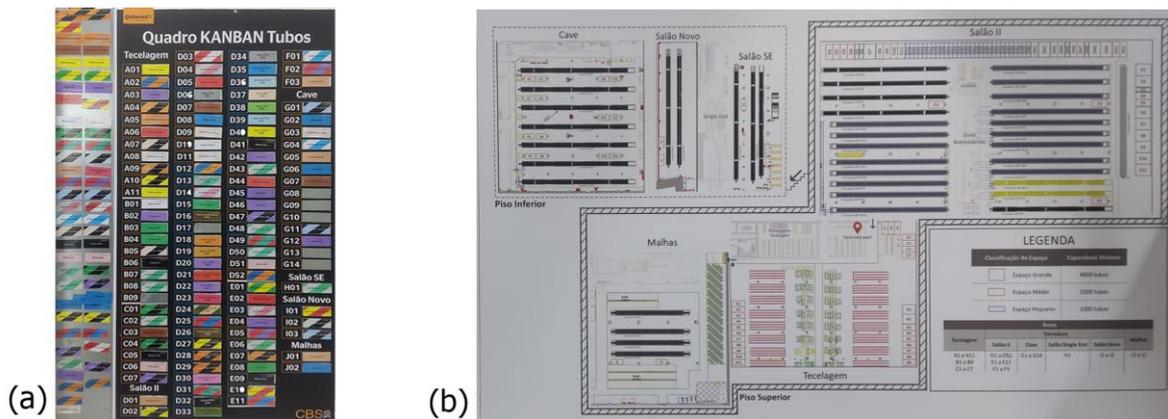


Figura 37. (a) Quadro de identificação da localização de tubos e (b) *layout* com localizações e capacidade de armazenamento

Junto ao quadro, foi ainda afixado o *layout* do chão de fábrica, detalhando todas as localizações dos tubos e as respectivas capacidades de armazenamento. Estas capacidades foram agrupadas em três categorias: espaço grande (preto), com capacidade para cerca de 4000 tubos, espaço médio (laranja), com capacidade para cerca de 2500 tubos, e espaço pequeno (azul), com capacidade para cerca de 1000 tubos.

Desta forma, o quadro para além de indicar que tubo está em cada localização, permite ainda fornecer informações acerca das capacidades de armazenamento nas várias localizações. Cores e tamanhos estratégicos foram utilizados para realçar as localizações com maior capacidade de armazenamento de tubos, tornando mais simples para os colaboradores decidir onde colocar tubos com o *stock* mais elevado. Esta abordagem visual intuitiva deverá contribuir para evitar o excesso de tubos em locais que já atingiram a sua capacidade máxima, otimizando, assim, o armazenamento e reduzindo o desperdício associado ao excesso de *stock*.

Resumindo, a implementação do quadro de identificação da localização de tubos e do *layout* deverá simplificar a localização dos tubos, bem como melhorar a gestão de tubos, promovendo uma utilização mais eficaz das capacidades de armazenamento disponíveis. Esta abordagem visual intuitiva poderá evitar ainda o excesso de acumulação de tubos, resultando em processos mais eficientes e na redução de desperdícios operacionais, contribuindo para uma produção mais ágil e eficaz.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Nesta secção procede-se à avaliação e discussão dos resultados esperados com a implementação do sistema de controlo da produção, bem como todos os resultados relacionados com as melhorias introduzidas. Inicia-se com uma análise crítica das vantagens que a implementação do sistema de controlo da produção irá trazer. De seguida, são abordados em detalhe todos os resultados decorrentes da implementação da ferramenta de monitorização de *setups* da torcedura e do quadro de identificação da localização de tubos, que se evidenciaram como fatores determinantes de sucesso. Por fim, é realizada uma análise do impacto de cada uma destas melhorias e da redução dos desperdícios *lean* associados a estas mudanças.

6.1 Resultados das ações implementadas

Nesta secção são explorados os resultados da implementação da ferramenta de monitorização de *setups* e do quadro de identificação da localização de tubos, dois elementos que se destacaram como fatores determinantes de sucesso.

6.1.1 Mapeamento de processos

Diante da ausência de mapeamento de processos, foi decidido implementar a notação BPMN para mapear todos os processos do chão de fábrica. Essa ação foi motivada pela necessidade de promover a transparência nos processos e facilitar a definição de responsabilidades para cada cargo.

Com o mapeamento de processos em BPMN, a empresa agora possui uma visão clara de cada processo, desde o início até o fim. Cada atividade é representada de forma visual, tornando mais fácil para todos os colaboradores entenderem o seu papel e como ele se encaixa no contexto geral. Desta forma, promove-se a transparência, evitando eventuais conflitos e mal-entendidos com as responsabilidades de cada um. Agora as responsabilidades estão de forma mais clara e precisa, eliminando qualquer ambiguidade sobre quem é responsável pelo quê. Isso não apenas aumentou a responsabilidade individual, mas também melhorou a comunicação entre os membros de equipa.

A empresa agora entende melhor os processos existentes, permitindo abrir portas para a melhoria. Ao visualizar os processos de forma detalhada, foi possível identificar áreas de ineficiência e tomar medidas para melhorá-las, apresentadas no capítulo 5.

Em resumo, o mapeamento de processos no chão de fábrica usando a notação BPMN trouxe uma transformação significativa para a empresa, aumentando a transparência, definindo responsabilidades, melhorando a comunicação e fornecendo a capacidade de otimizar continuamente os processos.

6.1.2 Ferramenta de monitorização de *setups*

O desenvolvimento de uma nova ferramenta de monitorização de *setups* com recurso a linguagem VBA, apresentada na secção 5.2, possibilitou a resolução dos problemas que os coordenadores enfrentavam e permite agora monitorizar os arranques das máquinas de forma prática e mais intuitiva, possibilitando ainda novas funcionalidades, tais como:

- Visualizar de forma intuitiva o painel principal;
- Visualizar as máquinas em atraso;
- Visualizar a distribuição percentual de tempo perdido por turno;
- Identificar o turno associado a cada arranque previsto;
- Identificar o número de arranques por dia, categoria de máquina e turno;
- Identificar o top 5 semanal das máquinas com mais fusos avariados, quebras e tempo perdido;
- Identificar o top 5 semanal de artigos com mais quebras e tempo perdido;
- Monitorizar os *doffs* por dia e turno;
- Monitorizar o tempo perdido acumulado dos turnos durante a última semana;
- Monitorizar o número de quebras e avarias por dia durante a última semana.

Uma vez que a ferramenta se revelou num programa intuitivo, simples e dinâmico, devido à participação ativa dos coordenadores e líderes de célula no seu desenvolvimento, com a contribuição de sugestões e novas ideias, esta foi recebida de forma positiva. Os coordenadores também demonstraram preocupação sempre que surgiam operações mais complexas, como a edição de registos, que não estava originalmente planeada na ferramenta (anteriormente era criado um novo registo), o que ajudou a adaptar a ferramenta às dificuldades que foram encontradas durante a implementação.

Os benefícios do desenvolvimento desta nova ferramenta de monitorização de *setups* são significativos e podem ser justificados da seguinte forma:

- Melhoria na tomada de decisões: A nova ferramenta fornece indicadores de desempenho detalhados, incluindo informações sobre atrasos, tempo perdido e problemas relacionados com os artigos e máquinas. Isso permite aos coordenadores e líder de célula avaliar e monitorizar o desempenho das máquinas, tornando a tomada de decisões mais robusta e mais fácil;

- Análise de dados e identificação de tendências: A ferramenta possibilita à empresa analisar dados de várias máquinas e tipos de artigos. Isso é fundamental para identificar tendências e padrões que podem levar a melhorias contínuas nos processos de produção;
- Visualização de dados: A representação visual dos indicadores através de gráficos de linhas, de barras e circulares facilita a compreensão e interpretação dos dados, tornando as informações mais acessíveis a todos os envolvidos (coordenadores e líder de célula);
- Poupança de tempo: A automação no lançamento de relatórios diários poupa tempo aos coordenadores, tornando o processo mais eficiente. Além disso, a capacidade de justificar o tempo perdido ajuda a identificar e resolver problemas de forma mais precisa;
- Partilha de informações: O envio automático de relatórios por e-mail garante que todas as partes interessadas recebem informações atualizadas sobre os *setups*. Isso melhora a comunicação e a colaboração entre os membros da equipa.
- Facilitação da formação: A criação de uma instrução de trabalho (5.2.4) ajuda na formação dos colaboradores, tornando mais fácil para os coordenadores entenderem como usar a ferramenta e registar arranques de forma eficaz.
- Melhoria contínua: A capacidade de monitorizar o desempenho e identificar áreas de oportunidade permite que a empresa procure constantemente melhorias nos seus processos, o que pode resultar num aumento da produtividade.

Em síntese, a nova ferramenta de monitorização de *setups* oferece diversas vantagens, desde melhorias na tomada de decisões até à redução de tempo e de recursos. Isso contribui para uma gestão mais eficiente dos processos de produção e, por conseguinte, para o aumento da produtividade da empresa.

Não foi possível quantificar a redução do tempo de *setup* com esta ferramenta, por falta de acesso ao documento que continha o histórico dos tempos. No entanto, o líder de célula identificou uma redução nos tempos de *setup* com base nas informações desse documento, que foi ainda discutido nas reuniões semanais da produção com os diferentes intervenientes do departamento da produção (líderes de célula, engenheiros de processo, técnico de planeamento e diretor da produção).

Por outro lado, foi possível determinar o tempo poupado na edição de registos. Anteriormente, era necessário criar um novo registo para corrigir um erro. Com a nova ferramenta, o coordenador e o líder de célula dispõem da opção "editar arranque", o que lhes permite atualizar apenas o campo onde está o erro, sem a necessidade de criar um novo registo. Como resultado, os tempos associados a essa mudança estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11. Tempo na edição de registros - ferramenta de monitorização de *setups*

	Situação <i>as-is</i>	Situação <i>to-be</i>	Ganho
Tempo (segundos)	17	7	59%

6.1.3 Quadro de identificação da localização de tubos

A eficiência e eficácia na gestão de tubos desempenha um papel fundamental nas operações da empresa. Neste contexto, a implementação do quadro de identificação da localização de tubos revelou uma mudança notável na abordagem de gestão, visando melhorar os processos e reduzir ineficiências.

Após a implementação do quadro de identificação da localização de tubos, os colaboradores responsáveis pela gestão de *stocks* de tubos enfrentam uma realidade mais eficiente. Anteriormente, essa atividade (encontrar os tubos necessários) era muitas vezes demorada e ineficiente, devido à falta de visibilidade sobre a localização dos tubos, o que levava a distâncias percorridas maiores e a tempos de espera superiores. No entanto, a introdução do quadro de identificação da localização de tubos revolucionou este processo, agora cada tubo é representado por um cartão, e cada troca nas localizações é registrada à medida que são utilizados ou repostos. Os colaboradores podem verificar de forma instantânea a localização de cada tubo, a quantidade disponível (grande, média ou pequena) e se tem capacidade de armazenamento para colocar um novo tubo. Este quadro permitiu eliminar a carência em procurar os tubos, reduzindo as distâncias percorridas (Figura 38) e o tempo despendido nessa atividade.

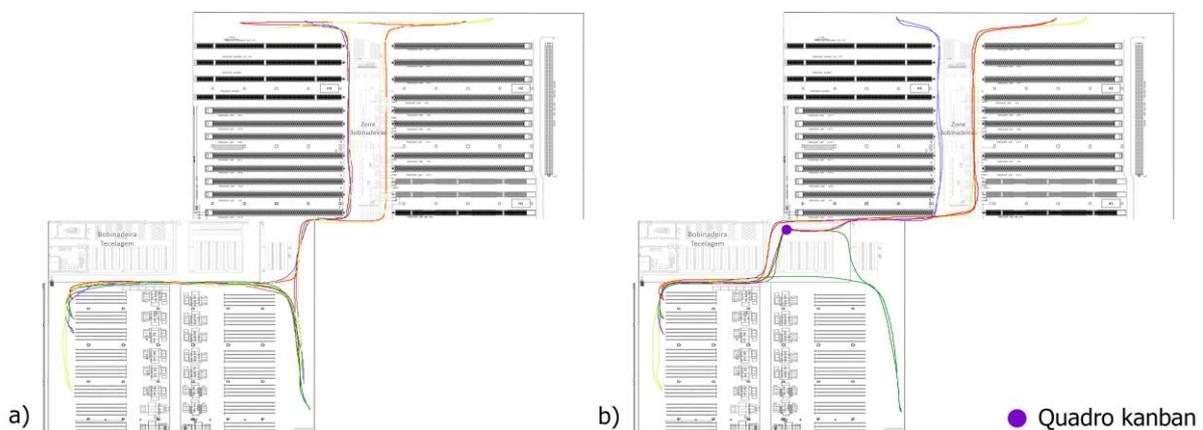


Figura 38. Diagrama de spaghetti à procura de tubos (*as-is vs. to-be*)

Considerando a dimensão de uma máquina Jing Wei, que mede aproximadamente 45 metros de comprimento, utilizando o diagrama de *spaghetti* e tendo em conta a escala real da planta, foi possível calcular as distâncias de cada colaborador (delineadas por cores distintas), apresentadas na Tabela 12.

Tabela 12. Distâncias percorridas à procura de tubos (*as-is vs. to-be*)

Descrição	Linha vermelha	Linha amarela	Linha verde	Linha azul	Linha Roxa	Total	Média por artigo
Distância AS-IS (metros)	362	585	325	411	70	1753	350,6
Distância TO-BE (metros)	258	485	377	375	100	1596	319,2
Redução da distância (metros)	104	100	-52	36	-30	157	
Ganho	29%	17%	-16%	9%	30%	9%	

Considerando os resultados obtidos no ano de 2022, onde foram produzidos 18 542 artigos, foi possível determinar os seguintes resultados para cada cenário:

Antes da implementação (cenário inicial):

- Distância percorrida por colaborador: 350,6 metros/artigo
- Distância percorrida anualmente: 6 500 825 metros

Após a implementação do quadro de identificação da localização de tubos:

- Distância percorrida por colaborador: 319,2 metros/artigo
- Distância percorrida anualmente: 5 918 606 metros

É possível afirmar que a introdução do quadro de identificação da localização de tubos, traduz-se numa redução da distância percorrida anual em cerca de 582 210 metros, que corresponde a cerca de 31,4 metros por artigo. Estes valores representam um ganho de 9%, refletindo o impacto do quadro de identificação da localização de tubos, que promoveu o aumento da eficiência através da redução da distância percorrida.

Considerando ainda que a velocidade média de cada colaborador é de 5km/h e tendo em conta as distâncias percorridas, determinou-se o tempo despendido em cada cenário (*as-is* e *to-be*), conforme Tabela 13.

Tabela 13. Tempo despendido à procura de tubos (*as-is vs. to-be*)

	Situação AS-IS	Situação TO-BE
Distância (metros)	1753	1596
Velocidade (km/h)	5	5
Tempo (minutos)	21	19,15

Antes da implementação do quadro, os colaboradores demoravam aproximadamente 21 minutos para percorrer a distância de 1753 metros para os cinco artigos, o que corresponde a 4,2 minutos por artigo.

Atualmente, para percorrer a distância de 1596 metros para os mesmos cinco artigos, demoram cerca de 19,15 minutos, ou 3,85 minutos por artigo, o que corresponde a uma redução de 1,85 minutos.

Desta forma, é possível concluir, que a implementação do quadro de identificação da localização de tubos, permitiu contribuir para uma gestão eficaz da gestão de tubos, através de:

- Redução das distâncias percorridas;
- Redução de tempos de espera (associado ao ponto anterior);
- Aumento da eficiência do processo;
- Integração dos colaboradores no papel de gestão de tubos.

Para além das contribuições do quadro como supramencionado, facilitou ainda a identificação dos tubos nas diferentes localizações, bem como a capacidade de cada localização e as possíveis localizações alocar novos tubos com mais *stock*.

6.2 Resultados esperados com a implementação do sistema de controlo da produção

Com a implementação do sistema MES são esperadas melhorias no chão de fábrica, como uma visão holística em tempo real das operações, processos mais eficientes e com menos desperdícios, sendo que as atividades NVA deverão ser reduzidas (6.2.2), aumentos de produtividade, em que algumas tarefas deverão ser automatizadas através de sensores e dos *outputs* das máquinas, onde todos os dados serão armazenados de forma automática, não havendo a intervenção humana para efetuar registos manuais

6.2.1 Redução do consumo de papel

A implementação do sistema de controlo da produção poderá promover a transformação digital, reduzindo o número de documentos necessários nos diferentes processos (Tabela 14), sendo que as informações irão ser registadas em documentos digitais e no sistema de controlo da produção.

Tabela 14. Custo total anual do consumo de papel (*as-is vs. to-be*)

Área	Consumo de papel/Ano (<i>as-is</i>)	Consumo de papel/Ano (<i>to-be</i>)
Torcedura	62938	31144
Tecelagem	43215	36904
Malhas	53352	52169
Impregnação	463631	457855
Lançamento de sucata	16694	15557
Total	639830	593629
Custo anual (€)	32 769,35 €	29 693,95 €

Desta forma, é possível observar que há uma redução do custo anual de 9%, que corresponde a cerca de 3 075€. Este valor está relacionado essencialmente com a digitalização de documentos A4, uma vez que os documentos A5, correspondem a etiquetas no formato A5 e que até ao momento do projeto, eram imprescindíveis para que o fluxo de produção ocorresse sem problemas. É importante salientar que estes valores são previstos conforme o mapeamento de processos ([Apêndice 2](#)) que foi mapeado de acordo com as necessidades da empresa após a implementação do sistema de controlo da produção.

6.2.2 Redução das atividades NVA

A implementação do sistema MES apresenta um bom potencial para reduzir o número de atividades sem valor acrescentado, caso as melhorias previstas se concretizem. Este potencial deriva, em grande parte, da automação de algumas atividades, eliminando assim a necessidade de intervenção humana. Além disso, prevê-se que a maior parte das atividades que utilizam o sistema SAP, sejam integradas com o sistema MES. Nesse sentido, conforme [Apêndice 1](#), foram identificadas todas as atividades VA e NVA em todos os processos, bem como as bases de dados que deverão ser substituídas.

Para uma análise mais detalhada, é possível consultar o [Apêndice 3](#), onde foram mapeados os processos que deverão acontecer após a implementação do sistema MES. É importante salientar que os seguintes processos não foram considerados no cenário *to-be*, sendo que não estão previstas alterações:

- Receção de matéria-prima (4.2.1);
- Expedição do produto acabado (4.2.9);
- Segregação de não conformidade – torcedura (4.2.3.3);
- Controlo visual de qualidade – torcedura (4.2.3.4);
- Pedido de intervenção (4.2.7).

6.3 Síntese de resultados

Esta secção, apresenta de forma resumida os resultados alcançados no decorrer do projeto.

Tabela 15. Síntese de resultados

Propostas	Resultados	Ganhos
Implementadas		
Mapeamento de processos	<ul style="list-style-type: none"> • Identificação de gargalos/problemas; • Identificação de oportunidades de melhoria; • Processos transparentes; • Visão clara dos processos. 	Não foi possível quantificar

Nova ferramenta de monitorização de <i>setups</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Envolvimento dos coordenadores e líder de célula; • Identificação de tendências; • Lançamento de relatórios; • Melhor tomada de decisão; • Transparência nos resultados; • Visualização de dados de forma intuitiva. 	59% do tempo na edição de registos
Quadro de identificação da localização de tubos	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da rastreabilidade; • Aumento da eficiência do processo; • Integração dos colaboradores no papel de gestão de tubos; • Redução das distâncias percorridas; • Redução dos tempos de espera; • Redução de erros. 	1,85 minutos/artigo 31,4 metros/artigo
Previstas		
Redução do consumo de papel	<ul style="list-style-type: none"> • Redução da quantidade de papel consumida anual; • Redução de custos associados à impressão; • Redução da pegada ambiental. 	3075€ anuais
Redução das atividades NVA	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de atividades sem valor acrescentado. 	14%
Implementação do sistema MES	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da transformação digital; • Aumento da produtividade; • Redução do consumo de papel; • Redução de atividades NVA; • Redução de custos; • Visão holística em tempo real do chão de fábrica. 	Não foi possível quantificar

7. CONCLUSÕES

Neste capítulo são apresentadas as principais conclusões decorrentes do projeto desta dissertação, juntamente com a discussão de possíveis direções futuras de pesquisa, que poderão ser exploradas com base no conteúdo apresentado.

7.1 Considerações finais

O projeto de dissertação teve como principal objetivo a melhoria de processos, através da redução de desperdícios/custos que foi alcançado através da utilização de ferramentas e princípios do *lean thinking*.

O primeiro passo do projeto, focou-se na observação e análise do processo produtivo, desde a receção da matéria-prima até à expedição do produto acabado, passando por todos os setores. Posteriormente, efetuou-se uma análise mais detalhada às diferentes secções do chão de fábrica, com recurso a ferramentas de diagnóstico, como o diagrama de *spaghetti*, BPMN e o diagrama de *Ishikawa*. Estas ferramentas possibilitaram a identificação dos seguintes problemas: elevado consumo de papel; elevado número de atividades sem valor acrescentado; ferramenta de monitorização de *setups* obsoleta; falta de indicadores de desempenho; falta de relatórios de acompanhamento do estado da secção da torcedura; falta de rastreabilidade das esquinadeiras e falta de gestão de tubos.

O elevado consumo de papel, e o elevado número de atividades sem valor acrescentado, deverão ser melhorados através da implementação do sistema MES, que deverá promover a digitalização de documentos utilizados no chão de fábrica e automatizar algumas tarefas realizadas pelos colaboradores.

O mapeamento de processos permitiu uma visão minuciosa dos processos produtivos da organização, permitindo uma compreensão mais profunda de como as atividades estão interligadas. Desta forma, tornou-se mais fácil identificar problemas, possibilitando a melhoria contínua dos processos.

A implementação de uma nova ferramenta de monitorização de *setups*, permitiu monitorizar de uma forma eficaz e intuitiva todos os arranques na secção, quebras, fusos avariados e tempo perdido. Além destes resultados, permitiu essencialmente melhorar a tomada de decisões, a identificação de tendências e a transparência na partilha de resultados.

A implementação do quadro de identificação da localização de tubos, permitiu reduzir as distâncias percorridas à procura de tubos em cerca de 31,4 metros por artigo e o tempo despendido em 1,85 metros por artigo, correspondendo a um ganho de 9% em comparação com o cenário inicial, reduzindo

desta forma o tempo despendido a realizar atividades sem valor acrescentado, integrando os colaboradores na gestão de tubos e aumentando a eficiência do processo.

Por fim, com as melhorias efetuadas, a empresa alcançou com sucesso os objetivos principais em melhorar os processos e preparar melhor o chão de fábrica para a implementação do sistema de controlo da produção, o *Manufacturing Execution System*.

Em conclusão, o desenvolvimento deste projeto foi uma experiência desafiante e enriquecedora, que permitiu aprimorar a capacidade de identificar problemas, procurar soluções de forma eficaz e eficiente e aprimorar a capacidade de análise de resultados. Os maiores desafios encontrados ao longo do projeto, foram a falta de disponibilidade por parte dos coordenadores, que tinham um papel fulcral no chão de fábrica, bem como as diferentes formas de trabalhar de cada um que dificultaram o mapeamento de processos e as propostas de melhoria. Este projeto providenciou uma bagagem de conhecimento e experiências fundamentais com grande impacto no desenvolvimento profissional e pessoal.

7.2 Trabalho futuro

As propostas futuras passam por definir códigos de identificação para as filas das albufeiras, o que no momento do projeto, não havia qualquer identificação. Adicionalmente, deverá ser criada uma metodologia capaz de fazer a gestão das esquinadeiras, com o intuito de reduzir as distâncias percorridas à procura das esquinadeiras, promovendo a eficiência do processo. Uma das soluções poderá ser a utilização de um quadro de identificação como foi utilizado para fazer a gestão de tubos, ou então recorrer a uma ferramenta ou aplicação, como foi o caso da ferramenta de monitorização de *setups*.

A ideia da ferramenta de monitorização de *setups* pode ser aplicada à secção da tecelagem, criando uma ferramenta tendo em conta os documentos utilizados por esta secção, como é o caso do mapa diário, que é utilizada para todos os registos de cada tear e que tem um consumo elevado de papel.

Além disso, propõe-se ainda a medição de tempos das atividades no chão de fábrica, de forma mensurar o impacto temporal e monetário que a implementação do sistema de controlo da produção irá trazer, permitindo calcular o tempo de retorno do investimento realizado pela empresa.

Por último, o processo de implementação do sistema de controlo de produção será contínuo e desenvolvido por uma empresa do grupo. As próximas reuniões serão focadas na implementação de sensores capaz de recolher os dados necessários para o desenvolvimento do sistema MES, com o objetivo de alcançar os objetivos inicialmente traçados e melhorar as operações no chão de fábrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adamik, A. (2019). Creating a Competitive Advantage in the Age of Industry 4.0. *Problemy Zarzadzania-Management Issues*, 17(2), 13–31. <https://doi.org/10.7172/1644-9584.82.1>
- Almada-Lobo, F. (2015). The Industry 4.0 revolution and the future of Manufacturing Execution Systems (MES) Letter from Industry. *Journal of Innovation Management*, 3, 16–21. https://doi.org/https://doi.org/10.24840/2183-0606_003.004_0003
- Alves, A. C. (2022). Lean Thinking: An Essential Mindset. *IEEE Engineering Management Review*, 50(4), 127–133. <https://doi.org/10.1109/EMR.2022.3215062>
- Arevalo, C., Escalona, M. J., Ramos, I., & Domínguez-Muñoz, M. (2016). A metamodel to integrate business processes time perspective in BPMN 2.0. *Information and Software Technology*, 77, 17–33. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2016.05.004>
- Chen, X., & Voigt, T. (2020). Implementation of the Manufacturing Execution System in the food and beverage industry. *Journal of Food Engineering*, 278, 1–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.109932>
- Cottyn, J., Van Landeghem, H., Stockman, K., & Derammelaere, S. (2011). A method to align a manufacturing execution system with Lean objectives. *International Journal of Production Research*, 49(14), 4397–4413. <https://doi.org/10.1080/00207543.2010.548409>
- D'Antonio, G., Bedolla, J. S., & Chiabert, P. (2017). A Novel Methodology to Integrate Manufacturing Execution Systems with the Lean Manufacturing Approach. *Procedia Manufacturing*, 11, 2243–2251. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.372>
- De Ugarte, B. S., Artiba, A., & Pellerin, R. (2009). Manufacturing execution system - A literature review. *Production Planning and Control*, 20(6), 525–539. <https://doi.org/10.1080/09537280902938613>
- Dennis, P. (2017). *Lean Production Simplified* (Taylor & Francis Group, Ed.; 3rd Edition). Productivity Press. <https://doi.org/10.1201/b18961>
- Dinis-Carvalho, J., Moreira, F., Braganca, S., Costa, E., Alves, A. C., & Sousa, R. M. (2015). Waste Identification Diagrams. *Production Planning and Control*, 26(3), 235–247. <https://doi.org/10.1080/09537287.2014.891059>
- Dowding, D., Randell, R., Gardner, P., Fitzpatrick, G., Dykes, P., Favela, J., Hamer, S., Whitewood-Moores, Z., Hardiker, N., Borycki, E., & Currie, L. (2015). Dashboards for improving patient care: Review of

- the literature. *International Journal of Medical Informatics*, 84(2), 87–100. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2014.10.001>
- Eaidgah, Y., Maki, A. A., Kurczewski, K., & Abdekhodae, A. (2016). Visual management, performance management and continuous improvement. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(2), 187–210. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2014-0028>
- El-Namrouy, K. A. (2013). Seven Wastes Elimination Targeted by Lean Manufacturing Case Study "Gaza Strip Manufacturing Firms". *International Journal of Economics, Finance and Management Sciences*, 1(2), 68. <https://doi.org/10.11648/j.ijefm.20130102.12>
- Environmental Paper Network. (2023, September 22). *Lifecycle Environmental Impacts*. <https://c.environmentalpaper.org/individual.html>
- Florestas. (2020, December 16). *Floresta em Portugal continental, região a região*. <https://florestas.pt/conhecer/floresta-em-portugal-continental-regiao-a-regiao/>
- Gattiker, & Goodhue. (2005). What Happens after ERP Implementation: Understanding the Impact of Interdependence and Differentiation on Plant-Level Outcomes. *MIS Quarterly*, 29(3), 559–585. <https://doi.org/10.2307/25148695>
- Gonzalez-Rivas, G., & Larsson, L. (2017). *Far from the Factory: Lean for the Information Age*. Taylor & Francis.
- Govindaraju, R., & Putra, K. (2016). A methodology for Manufacturing Execution Systems (MES) implementation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 114(1), 1–10. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/114/1/012094>
- Hines, P., & Rich, N. (1997). The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), 46–64. <https://doi.org/10.1108/01443579710157989>
- Hirano, H. (2009). *JIT Implementation Manual* (2nd ed., Vol. 6). Productivity Press. <https://doi.org/10.4324/9780429271328>
- Imai, M. (1986). *Kaizen (Ky'zen), the Key to Japan's Competitive Success*. Random House Business Division.
- Jaskó, S., Skrop, A., Holczinger, T., Chován, T., & Abonyi, J. (2020). Development of manufacturing execution systems in accordance with Industry 4.0 requirements: A review of standard- and ontology-based methodologies and tools. In *Computers in Industry* (Vol. 123). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103300>
- Kurz, M. (2016). BPMN Model Interchange. *Proceedings of the 8th International Conference on Subject-Oriented Business Process Management*, 1–10. <https://doi.org/10.1145/2882879.2882886>

- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer*. In McGraw Hill Professional (Ed.), *CWL Publishing Enterprises, Inc., Madison* (1st Edition).
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook*. McGraw-Hill Education.
- Lundius, A. (2019). *Initial Assessment of Manufacturing Execution Systems: Development of a methodology to define business needs and functional requirements* (Issue 2019:686). KTH, School of Industrial Engineering and Management (ITM).
- Mantravadi, S., & Møller, C. (2019). An Overview of Next-generation Manufacturing Execution Systems: How important is MES for Industry 4.0? *Procedia Manufacturing*, *30*, 588–595. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.083>
- Matzka, J., Di Mascolo, M., & Furmans, K. (2012). Buffer sizing of a Heijunka Kanban system. *Journal of Intelligent Manufacturing*, *23*(1), 49–60. <https://doi.org/10.1007/s10845-009-0317-3>
- McClellan, M. (1977). *Applying Manufacturing Execution Systems* (CRC Press, Ed.). Resource Management.
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, *83*(6 A), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Monden, Y. (2011). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time* (CRC Press, Ed.; 4th Edition). Taylor & Francis.
- Nadia Awang, K., Mohd, M., & Yusof. (2013). Understanding Waste for Lean Health Information Systems: A Preliminary Review. *Studies in Health Technology and Informatics*, *192*, 749–753. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-289-9-749>
- Netland, T. H., & Powell, D. J. (2016). *The Routledge Companion to Lean Management* (T. H. Netland & D. J. Powell, Eds.; 1st Edition). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315686899>
- Ngai, E. W. T., Law, C. C. H., & Wat, F. K. T. (2008). Examining the critical success factors in the adoption of enterprise resource planning. *Computers in Industry*, *59*(6), 548–564. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2007.12.001>
- O'Brien, R. (1998). *An overview of the methodological approach of action research*. <https://homepages.web.net/~robrien/papers/xx%20ar%20final.htm>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production* (CRC Press, Ed.). Taylor & Francis.

- Patel, P., & Deshpande, V. (2017). Application Of Plan-Do-Check-Act Cycle For Quality And Productivity Improvement-A Review. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, 5, 197–201.
- Pauwels, K., Ambler, T., Clark, B. H., LaPointe, P., Reibstein, D., Skiera, B., Wierenga, B., & Wiesel, T. (2009). Dashboards as a Service. *Journal of Service Research*, 12(2), 175–189. <https://doi.org/10.1177/1094670509344213>
- Piller, F. T. (2007). Observations on the present and future of mass customization. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 19(4), 630–636. <https://doi.org/10.1007/s10696-008-9042-z>
- Pinto, J. P. (2010). *Gestão de operações na indústria e nos serviços* (3ª Edição). Lidel.
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras* (6ª Edição). Lidel, cop. 2014.
- PORDATA, & INE. (2023). *Empresas: total e por setor de atividade económica*. <https://www.pordata.pt/portugal/empresas+total+e+por+setor+de+atividade+economica-2856-246170>
- Rahman, N. A. A., Sharif, S. M., & Esa, M. M. (2013). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7, 174–180. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(13\)00232-3](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(13)00232-3)
- Reed, R., Lemak, D. J., & Montgomery, J. C. (1996). Beyond Process: TQM Content and Firm Performance. *The Academy of Management Review*, 21(1), 173–202. <https://doi.org/10.2307/258633>
- Rewers, P., Trojanowska, J., & Chabowski, P. (2016a). *Tools and methods of Lean Manufacturing - a literature review*. 135–139.
- Rewers, P., Trojanowska, J., & Chabowski, P. (2016b). Tools and methods of Lean Manufacturing-a literature review. *Proceedings of 7th International Technical Conference Technological Forum*, 28–30.
- Saade, R. G., & Nijher, H. (2016). Critical success factors in enterprise resource planning implementation. *Journal of Enterprise Information Management*, 29(1), 72–96. <https://doi.org/10.1108/JEIM-03-2014-0028>
- Sarikaya, A., Correll, M., Bartram, L., Tory, M., & Fisher, D. (2019). What Do We Talk About When We Talk About Dashboards? *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 25(1), 682–692. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2864903>

- Sendil Kumar, C., & Panneerselvam, R. (2007). Literature review of JIT-KANBAN system. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 32(3–4), 393–408. <https://doi.org/10.1007/s00170-005-0340-2>
- Shehab, E. M., Sharp, M. W., Supramaniam, L., & Spedding, T. A. (2004). Enterprise resource planning. *Business Process Management Journal*, 10(4), 359–386. <https://doi.org/10.1108/14637150410548056>
- Sheikh-Sajadieh, H., Navabakhsh, M., Karimi-Ghartemani, S., & Allameh-haery, F. (2013). Achieve to agility manufacturing by use of seven wastes through Lean manufacturing. *Advances in Environmental Biology*, 7(8), 1687–1691.
- Shingo, S., & Dillon, A. P. (1989). *A Study of the Toyota Production System: From an Industrial Engineering Viewpoint* (CRC Press, Ed.). Taylor & Francis.
- Shojaeinasab, A., Charter, T., Jalayer, M., Khadivi, M., Ogunfowora, O., Raiyani, N., Yaghoubi, M., & Najjaran, H. (2022). Intelligent manufacturing execution systems: A systematic review. In *Journal of Manufacturing Systems* (Vol. 62). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.01.004>
- Silva, A. L. S. (2020). *Melhoria de desempenho de um setor de acabamentos mecânicos numa indústria de cortiça*. Universidade do Minho, Escola de Engenharia.
- Singh, S., & Kumar, K. (2021). A study of lean construction and visual management tools through cluster analysis. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 1153–1162. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.04.019>
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Kumar, R. M. S. (2014). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. *Procedia Engineering*, 97, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582–603. <https://doi.org/10.2307/2392581>
- Taufik, D. A. (2020). PDCA Cycle Method implementation in Industries: A Systematic Literature Review. *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, 1(3), 157–166. <https://doi.org/10.22441/ijiem.v1i3.10244>
- Teixeira, J. A. F. (2018). *Gestão da produção e aumento da produtividade em células de costura de uma empresa da indústria automóvel*. Universidade do Minho.
- Thürer, M., Tomašević, I., & Stevenson, M. (2017). On the meaning of 'Waste': review and definition. *Production Planning & Control*, 28(3), 244–255. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1264640>

- White, S. A. (2004). *Introduction to BPMN* (pp. 1–11). BPTrends.
- Womack, J., & Jones, D. (1996). Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. In *Journal of the Operational Research Society* (1st Edition, Vol. 48). Productivity Press.
- Yang, C., Lan, S., Shen, W., Huang, G. Q., Wang, X., & Lin, T. (2017). Towards product customization and personalization in IoT-enabled cloud manufacturing. *Cluster Computing*, *20*(2), 1717–1730. <https://doi.org/10.1007/s10586-017-0767-x>
- Yigitbasioglu, O. M., & Velcu, O. (2012). A review of dashboards in performance management: Implications for design and research. *International Journal of Accounting Information Systems*, *13*(1), 41–59. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2011.08.002>

APÊNDICES

Apêndice 1 – Mapeamento de processos (situação *as-is*)

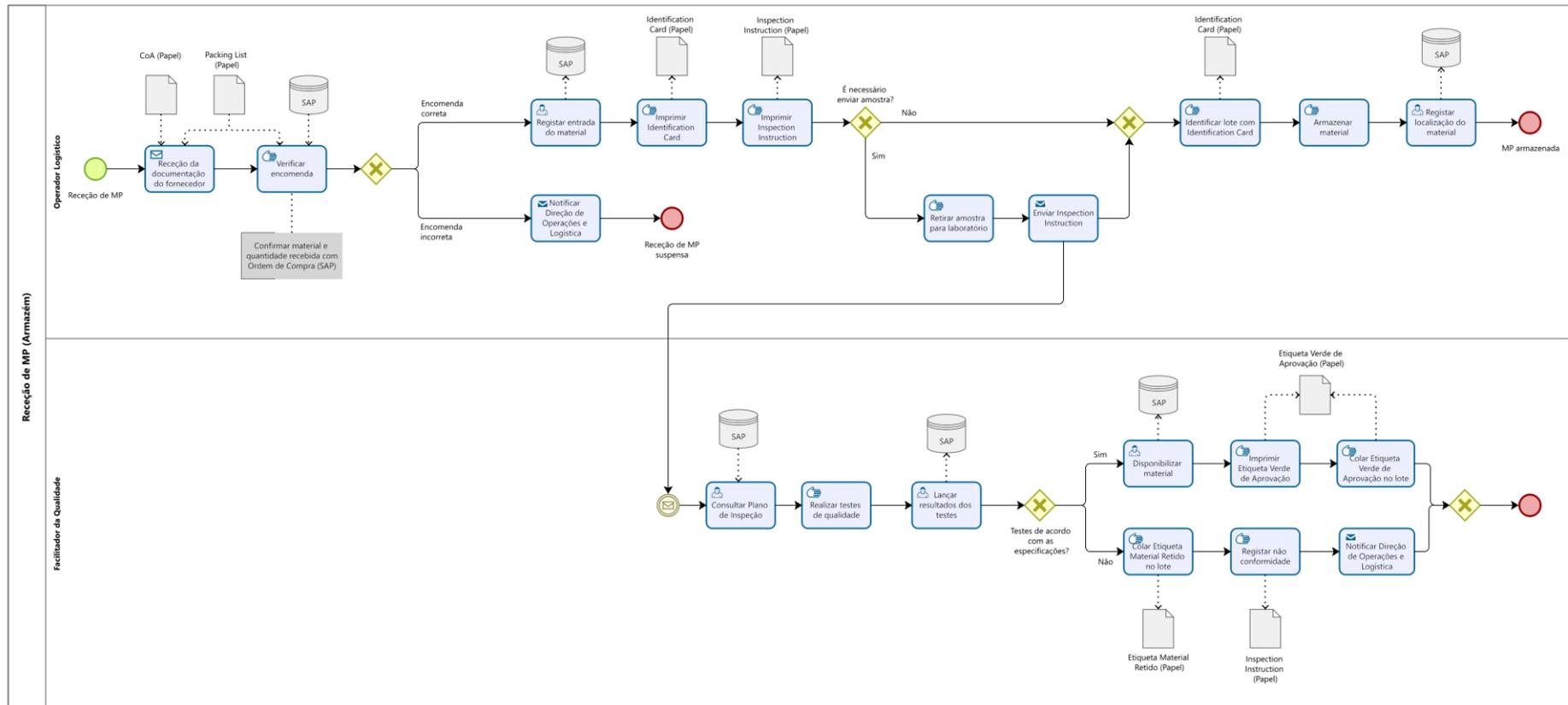


Figura 39. Receção de matéria-prima no armazém (*as-is*)

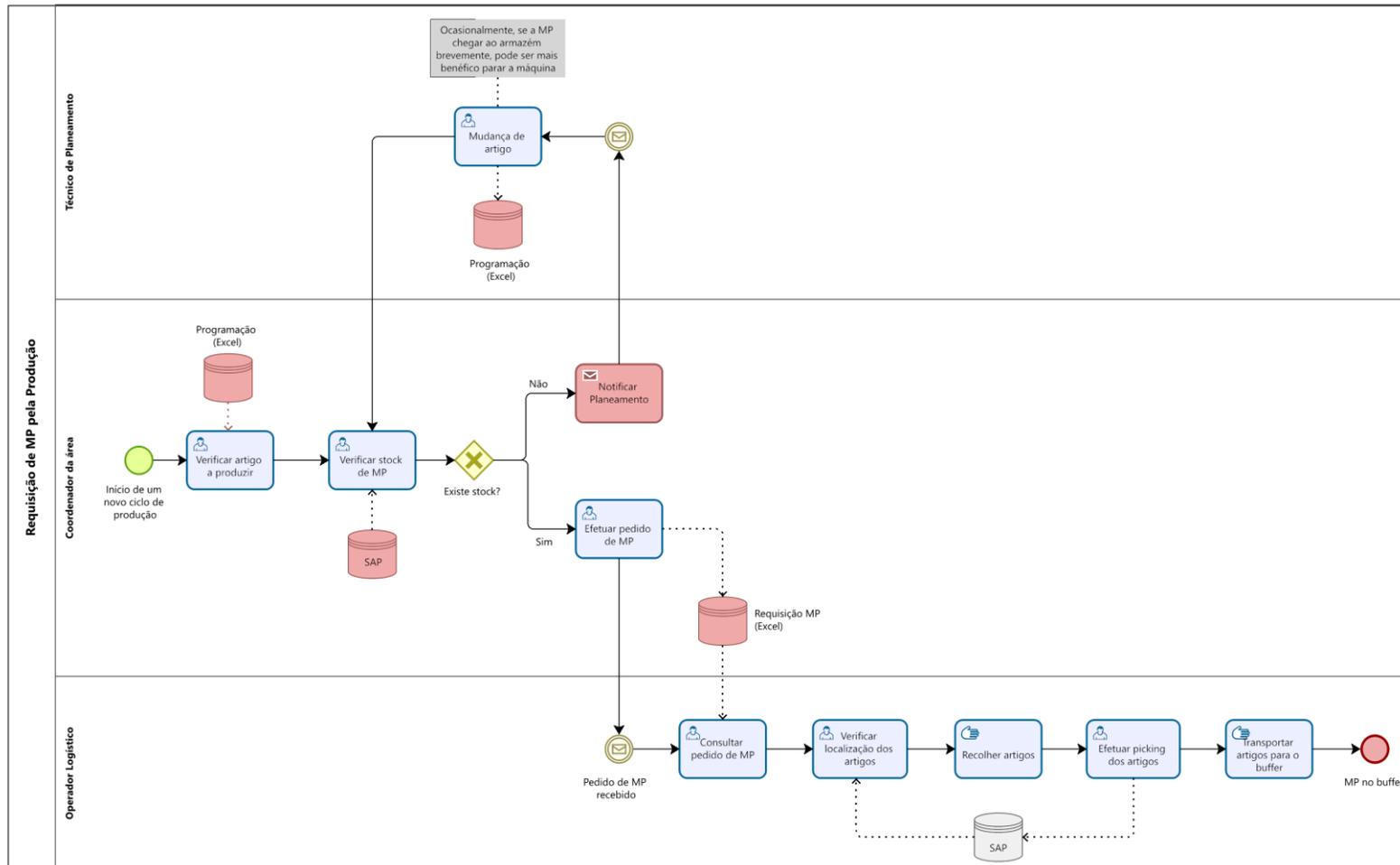


Figura 40. Requisição de matéria-prima pela produção (as-is)

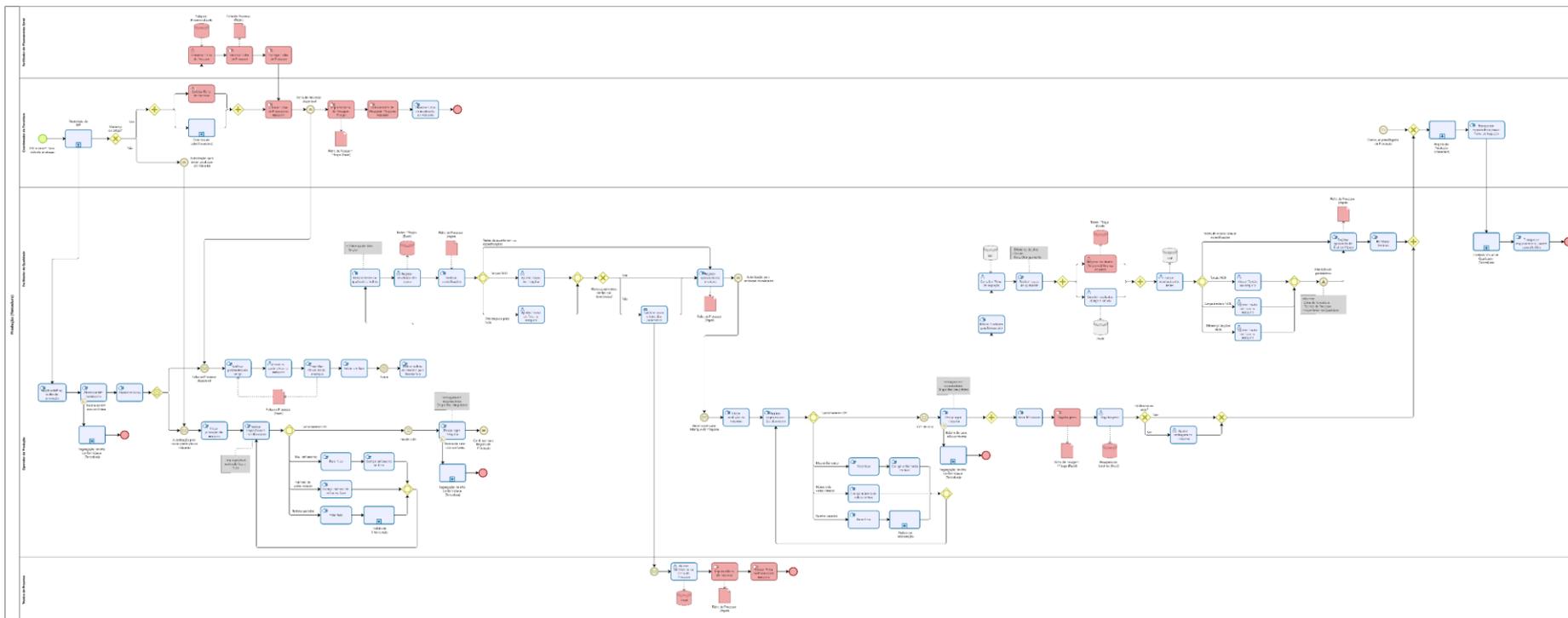


Figura 41. Início de novo ciclo de produção – torcedura (as-is)

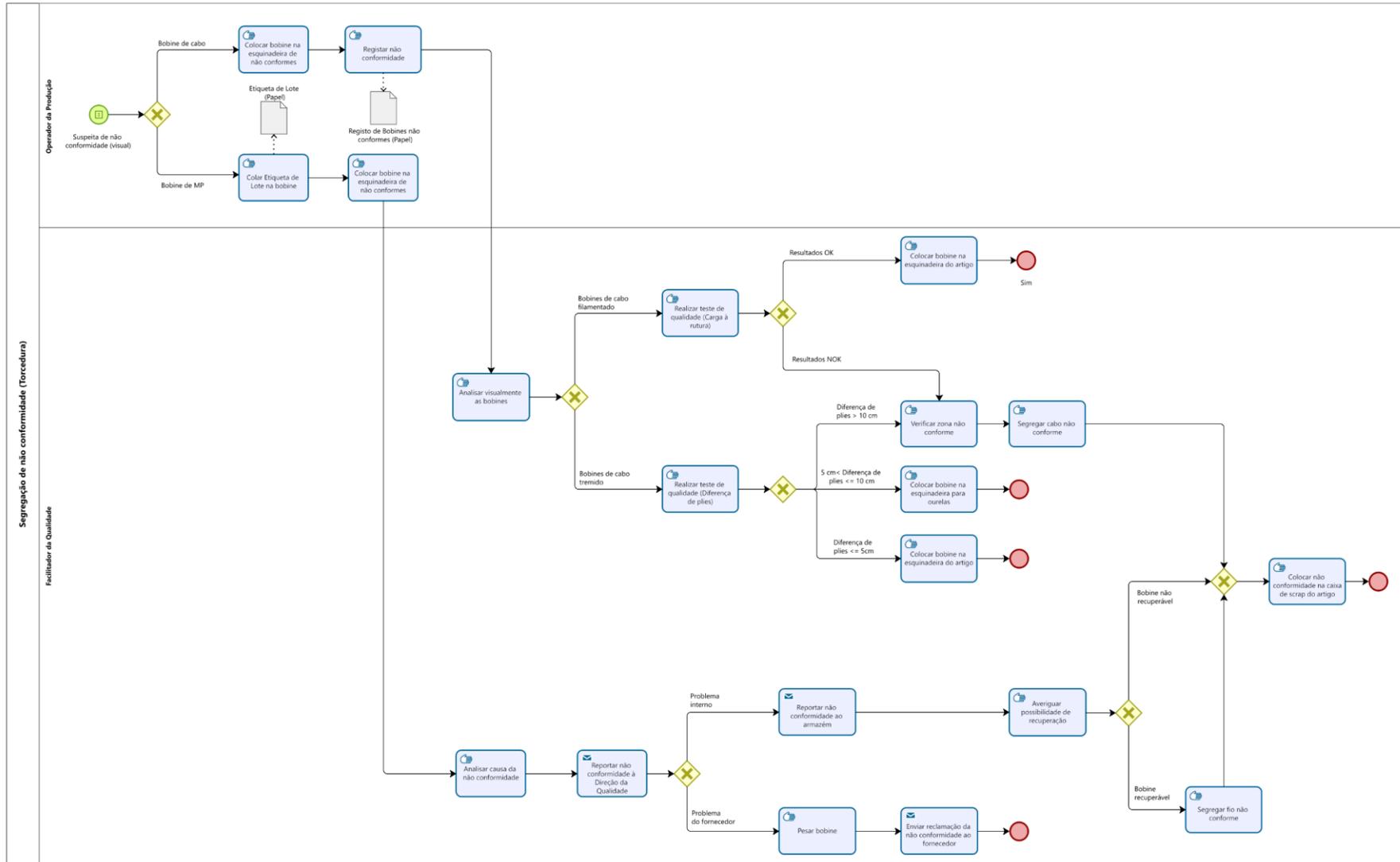


Figura 42. Segregação de não conformidade – torcedura (as-is)

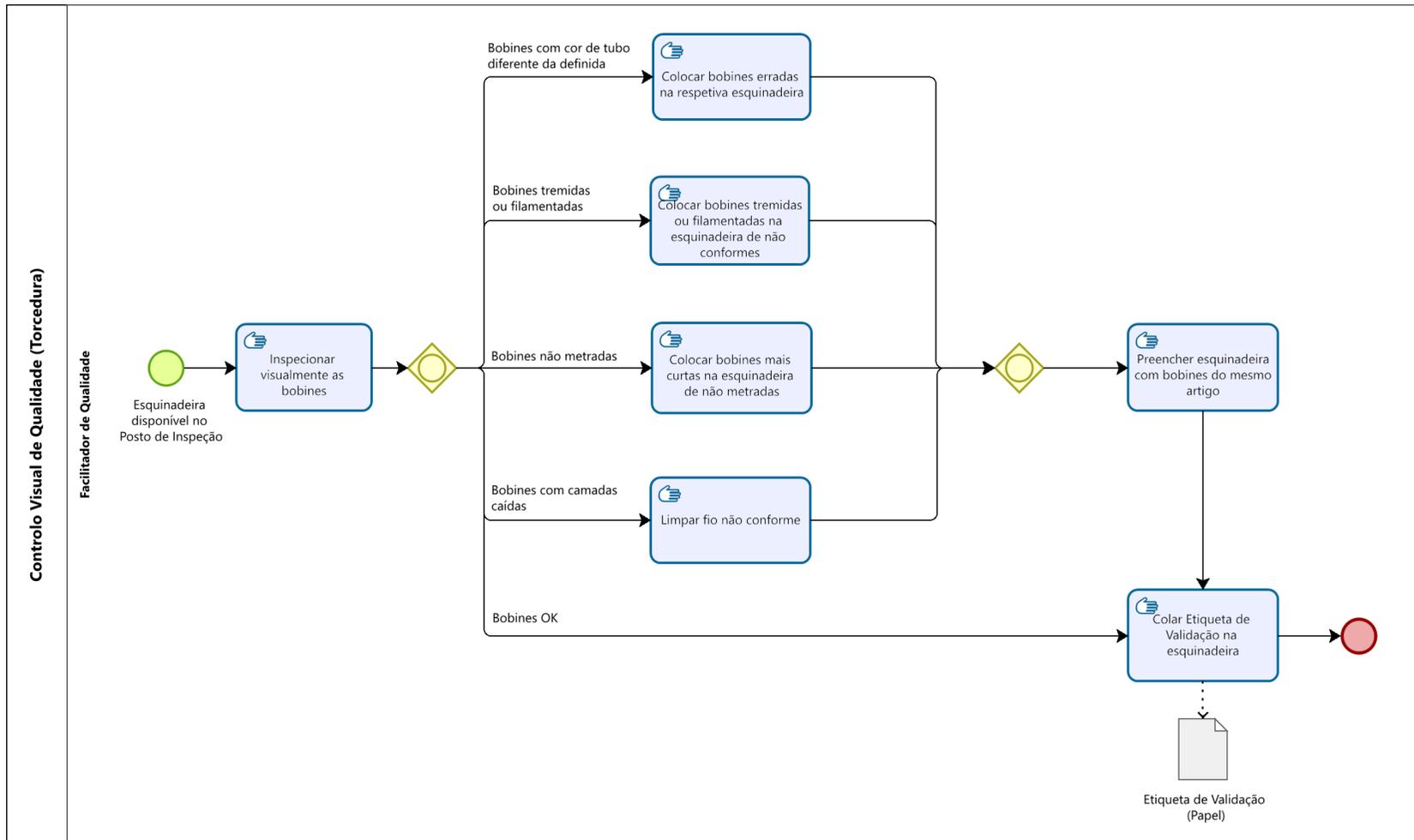


Figura 43. Controlo visual de qualidade – torcedura (as-is)

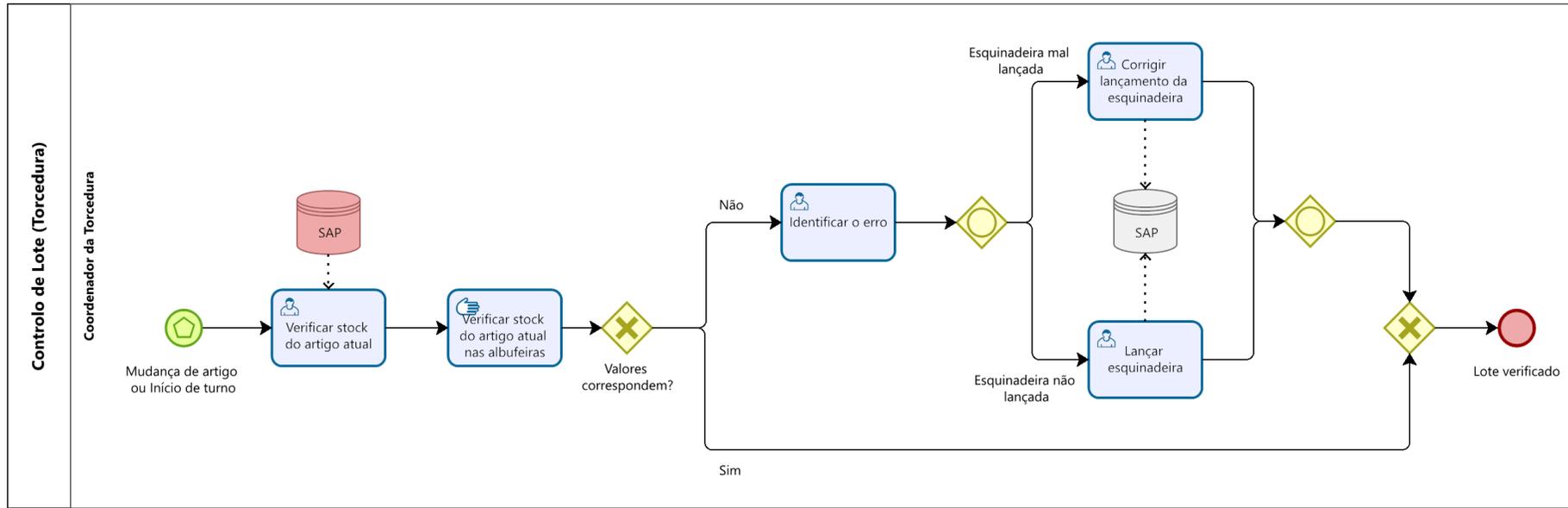


Figura 44. Controlo de lote – torcedura (as-is)

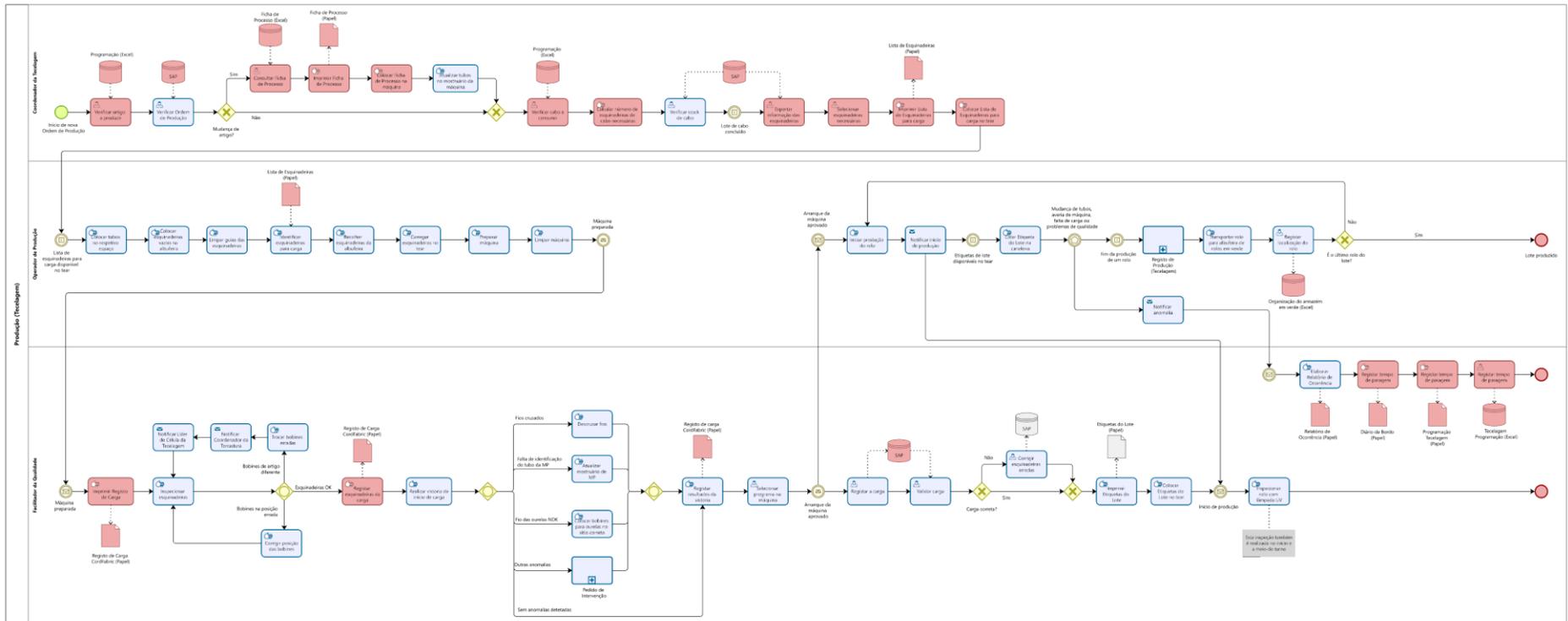


Figura 45. Início de nova ordem de produção – tecelagem (as-is)

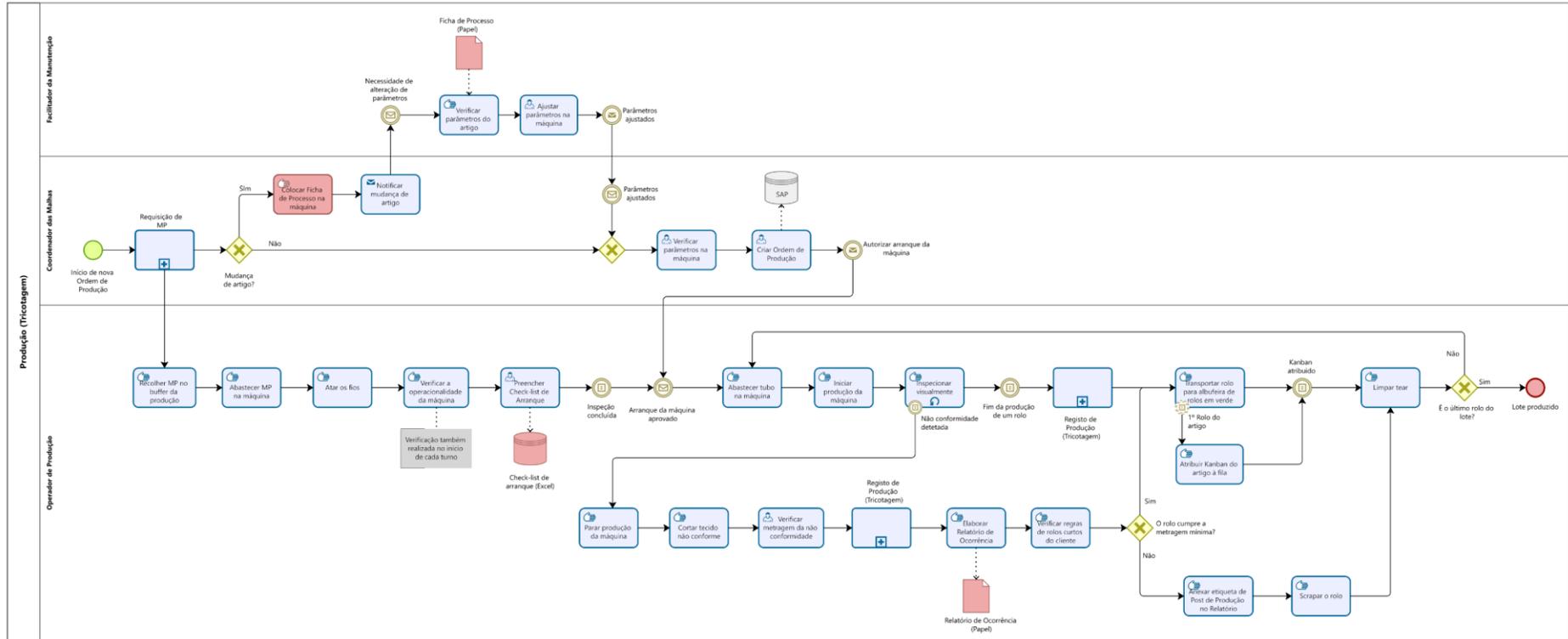


Figura 48. Início de nova ordem de produção – tricotagem (*as-is*)

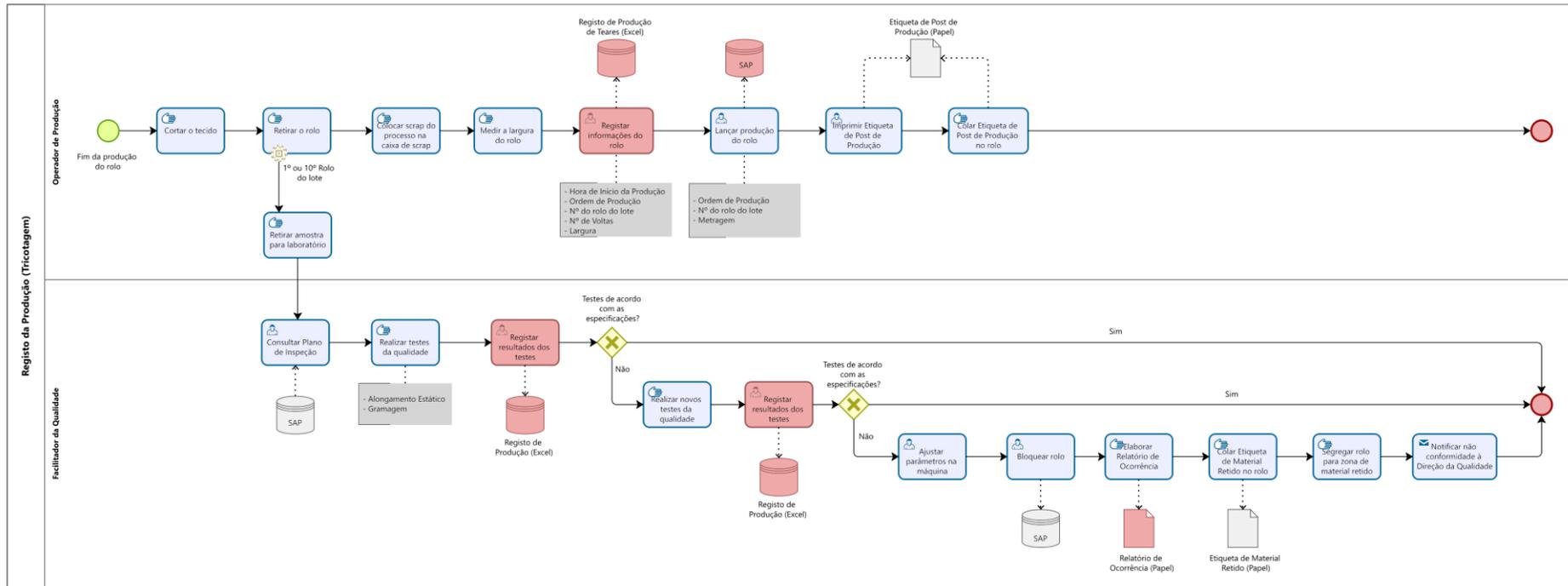


Figura 49. Registo de produção – tricotagem (as-is)

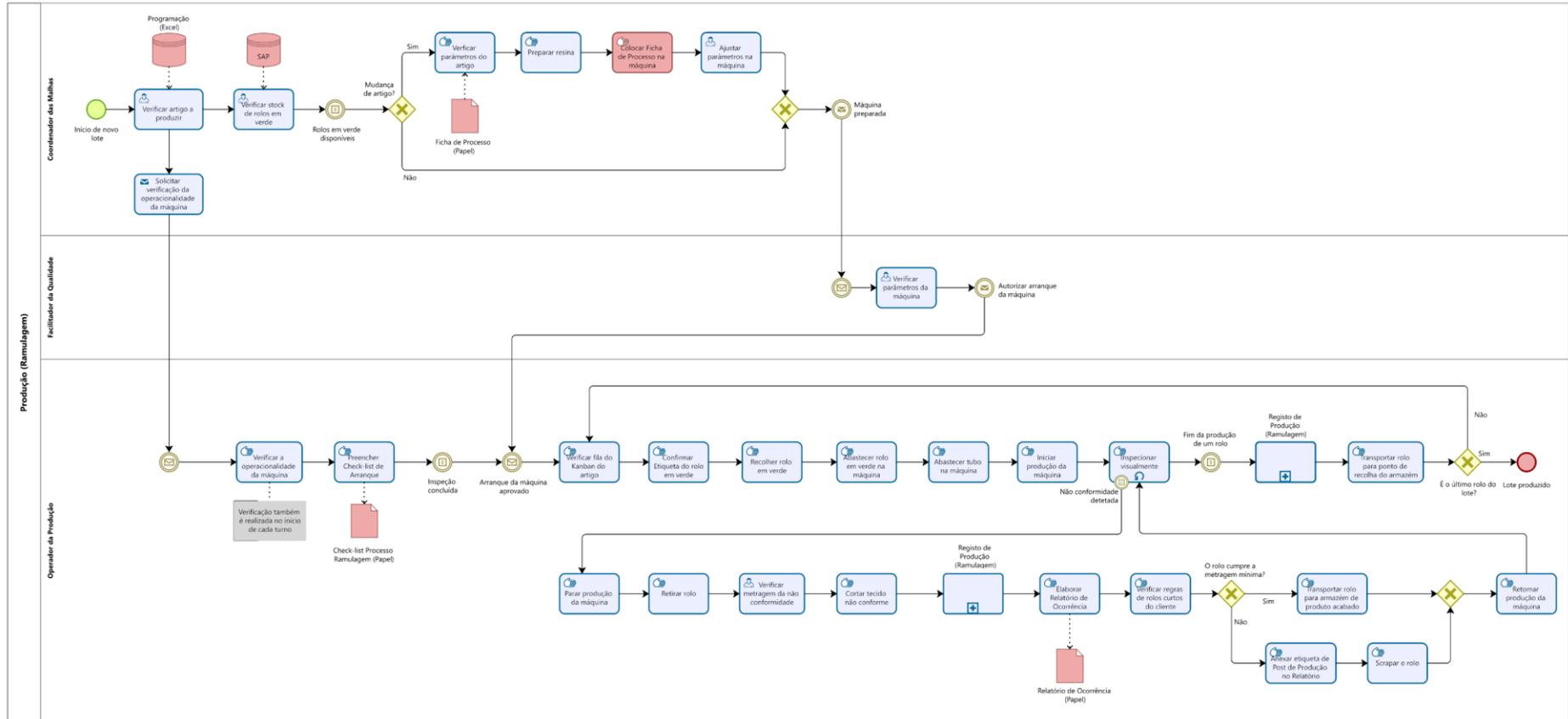


Figura 50. Início de novo lote – ramulagem (as-is)

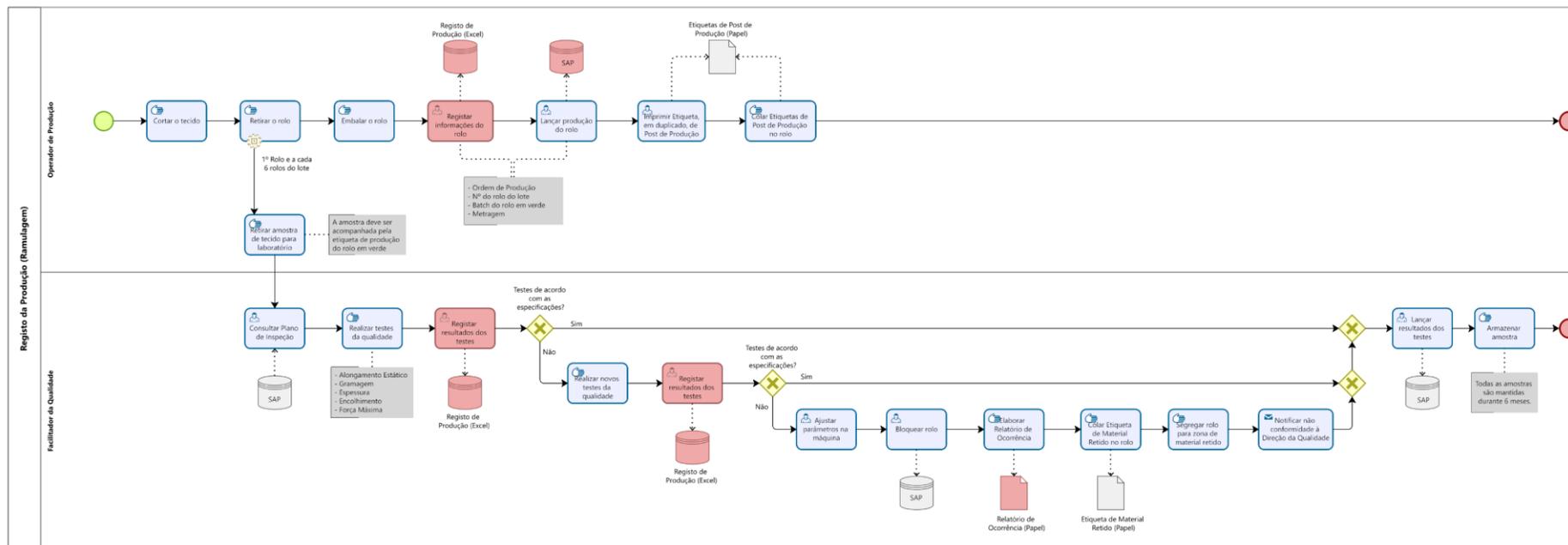


Figura 51. Registo de produção – ramulagem (as-is)

Apêndice 2 – Mapeamento de processos (situação *to-be*)

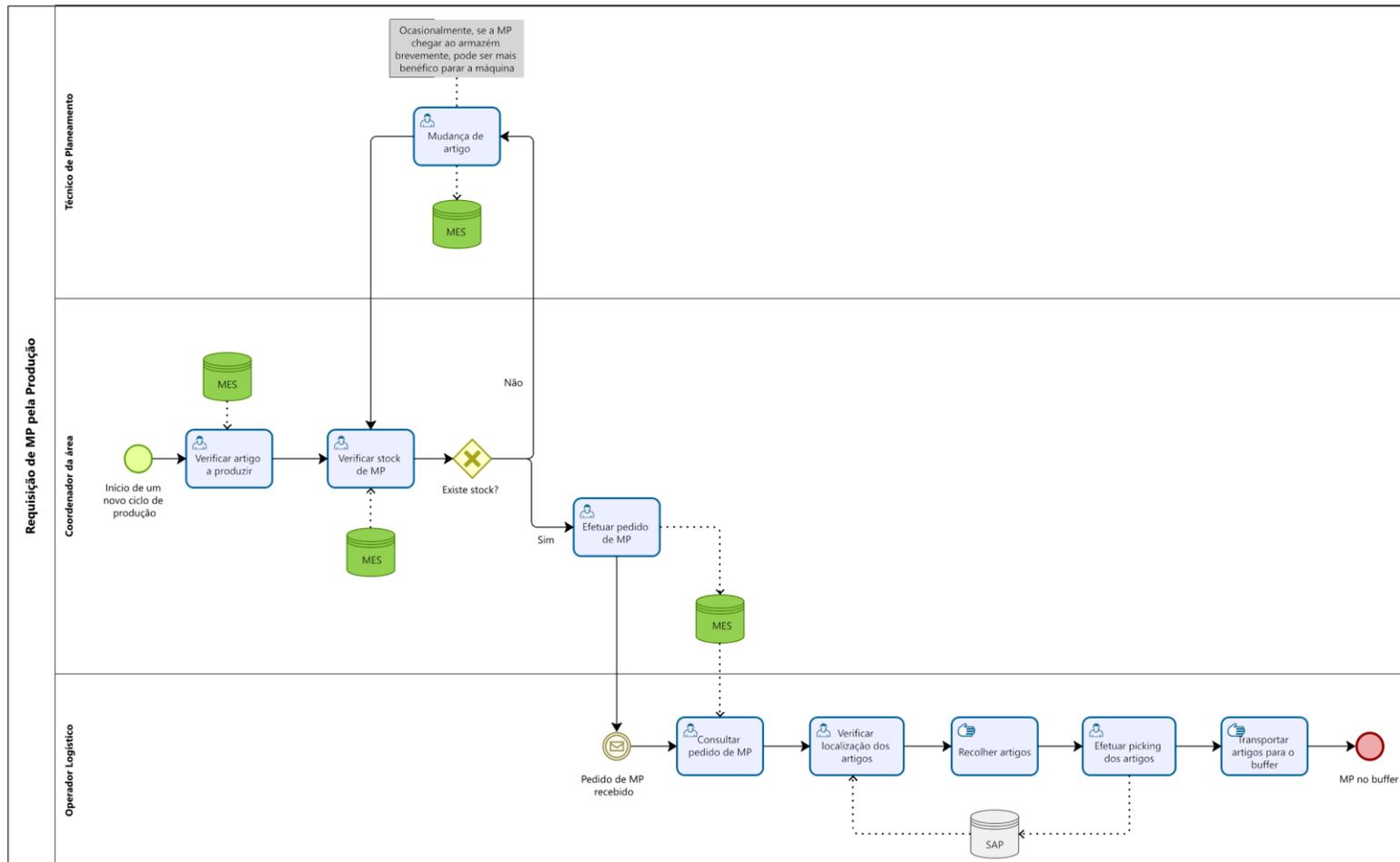


Figura 53. Requisição de matéria-prima pela produção (*to-be*)

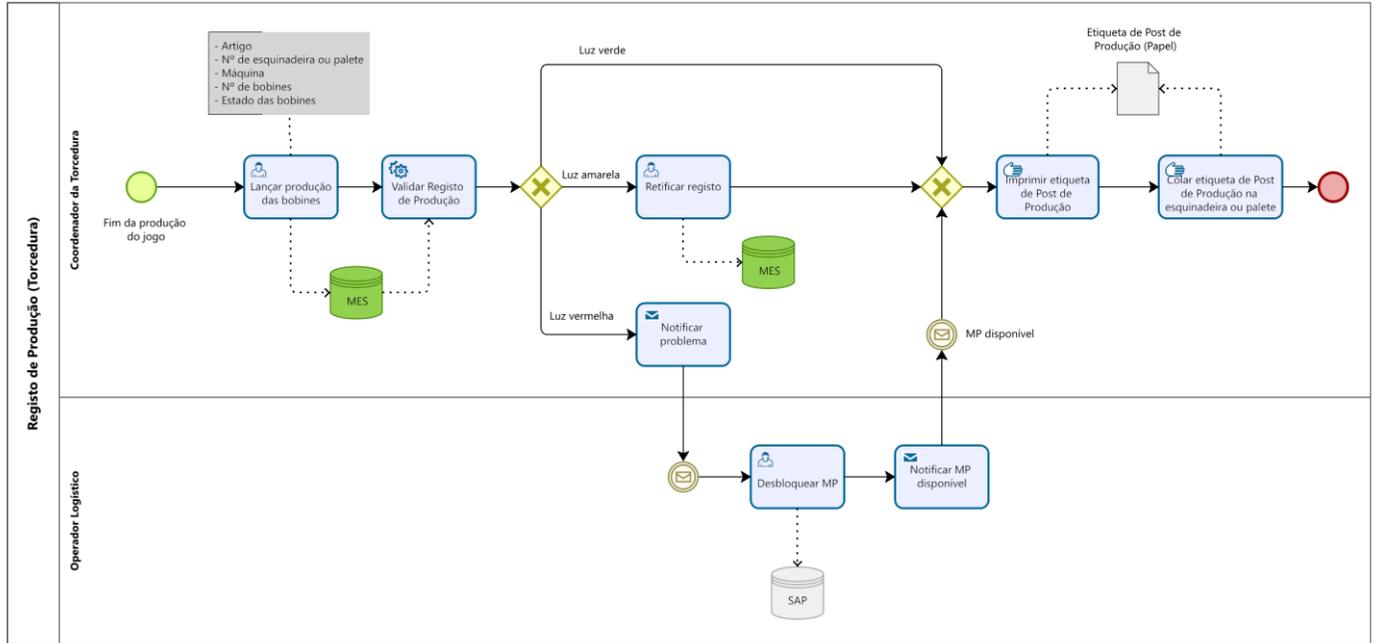


Figura 55. Registo de produção – torcedura (to-be)

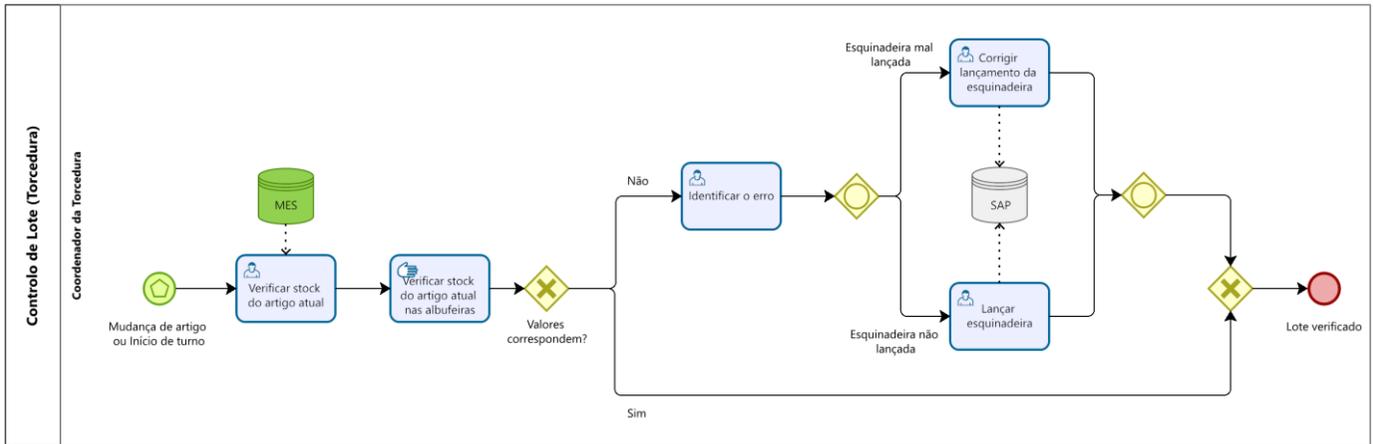


Figura 56. Controlo de lote – torcedura (to-be)

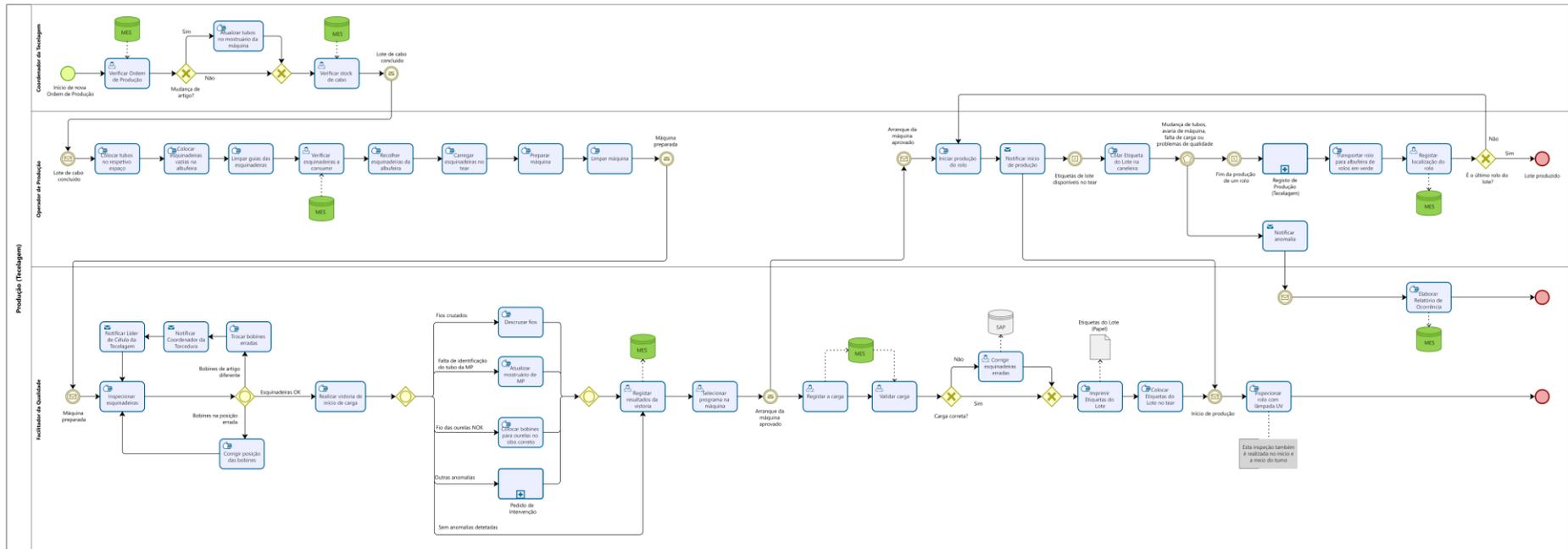


Figura 57. Início de nova ordem de produção – tecelagem (to-be)

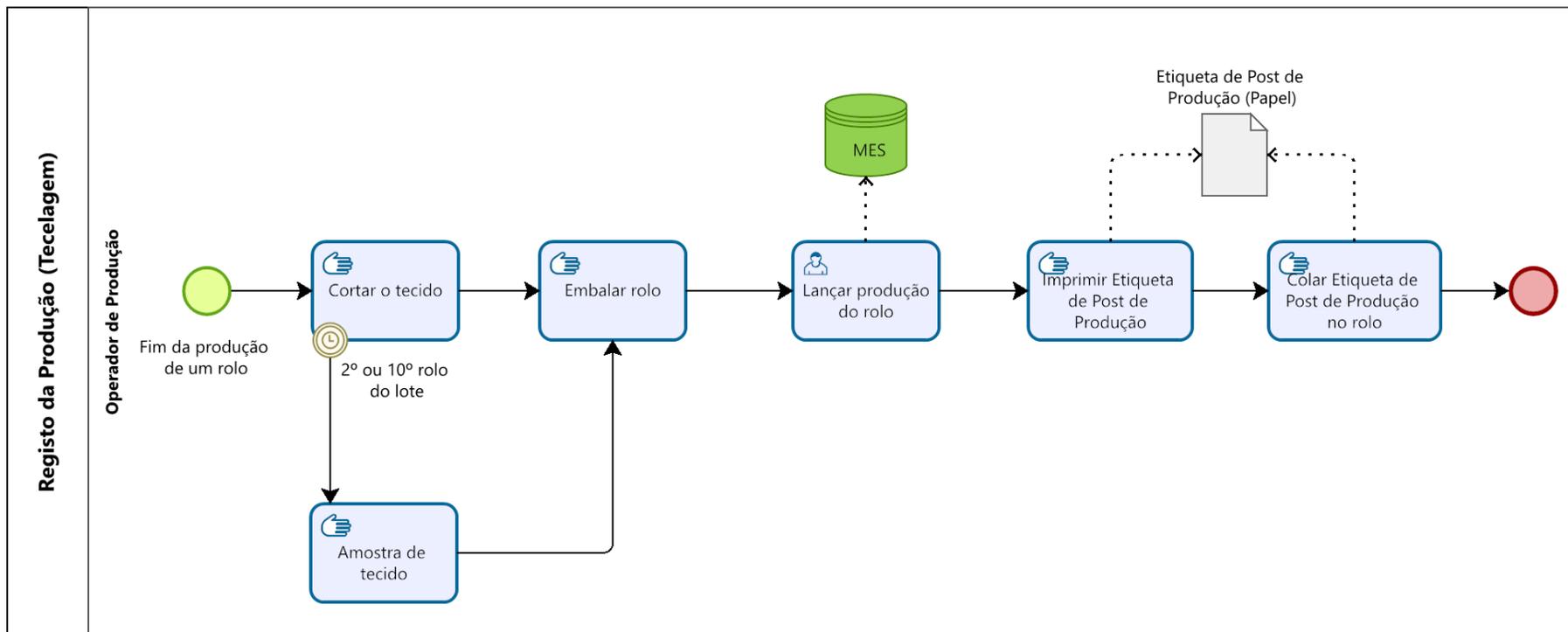


Figura 58. Registo de produção – tecelagem (*to-be*)

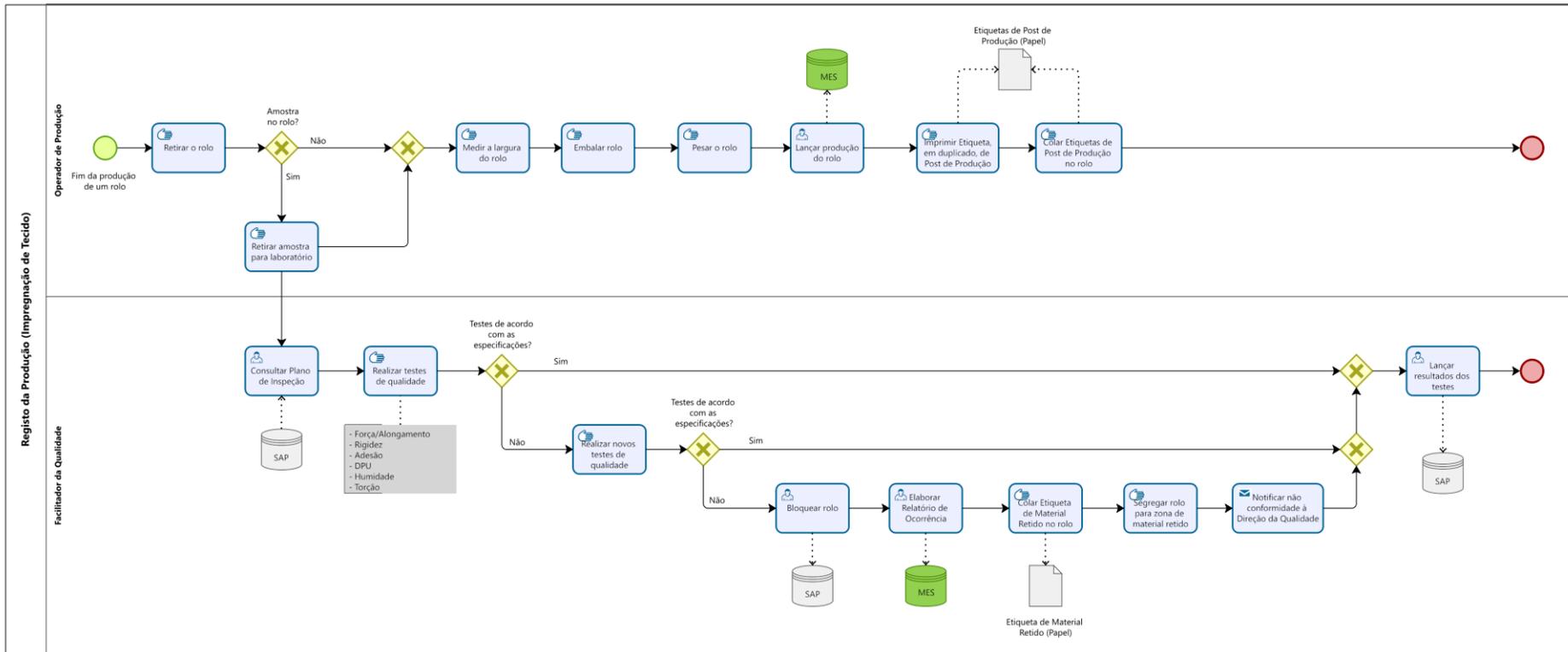


Figura 60. Registo de produção – impregnação de tecido (to-be)

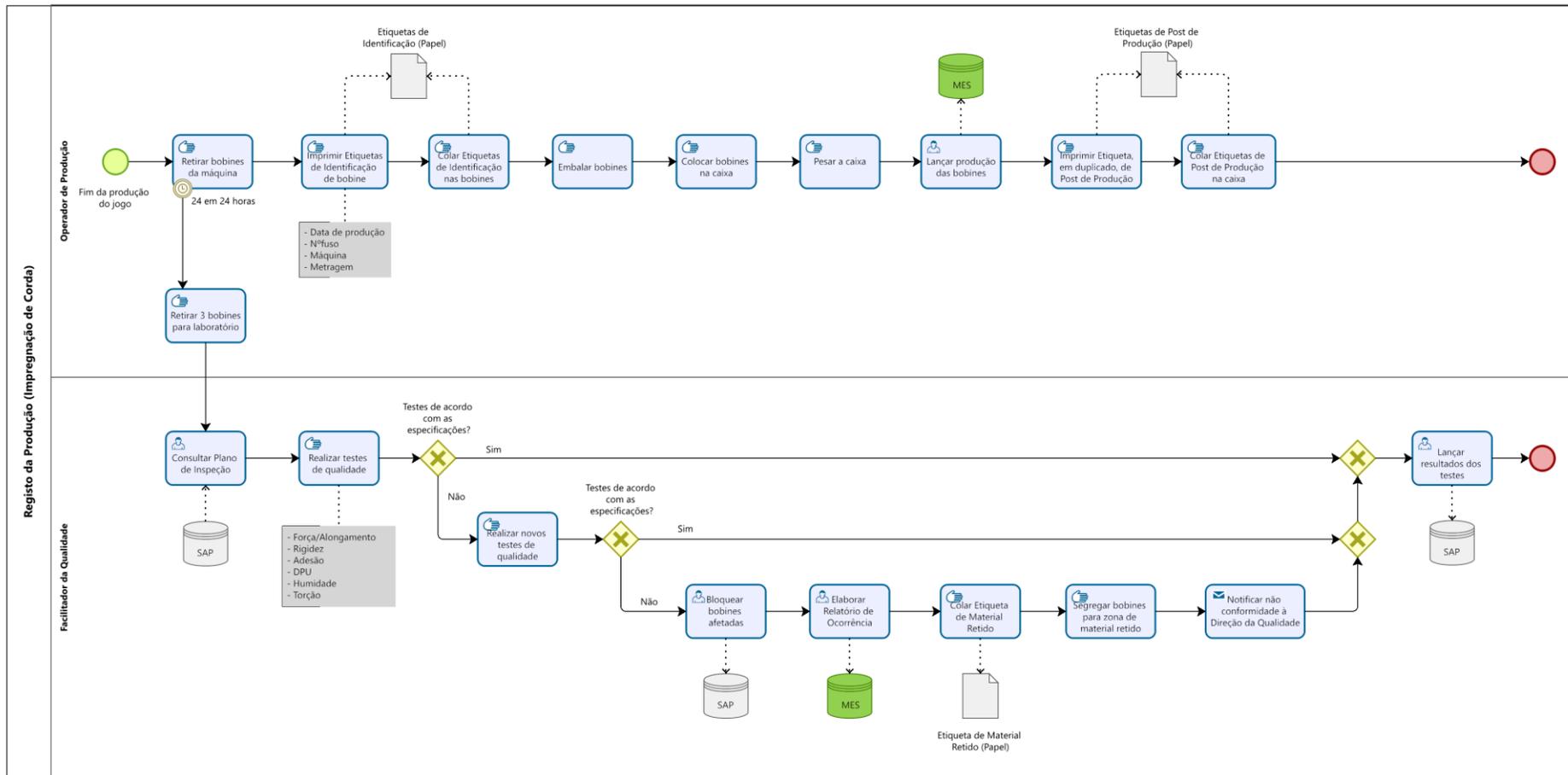


Figura 62. Registo de produção – impregnação de corda (*to-be*)

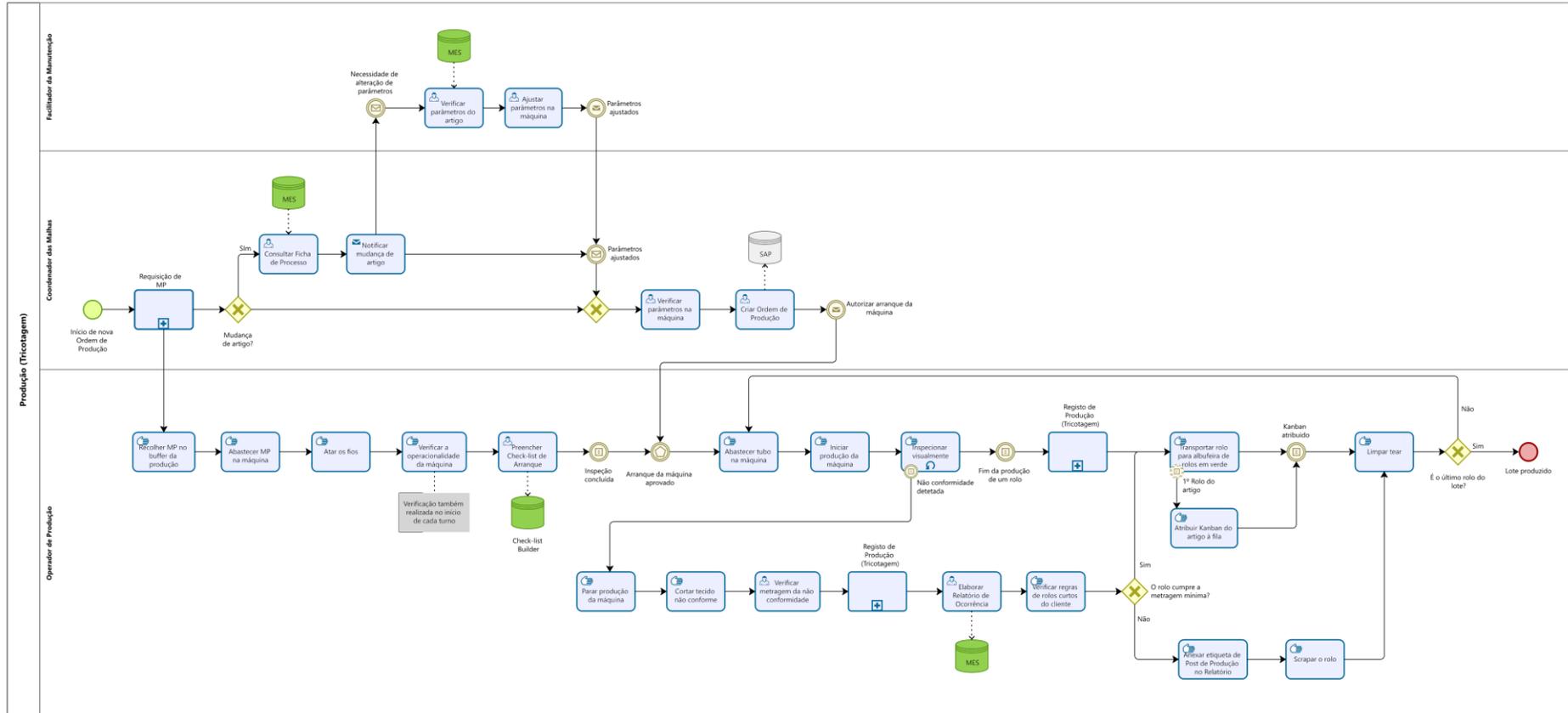


Figura 63. Início de nova ordem de produção – tricotagem (*to-be*)

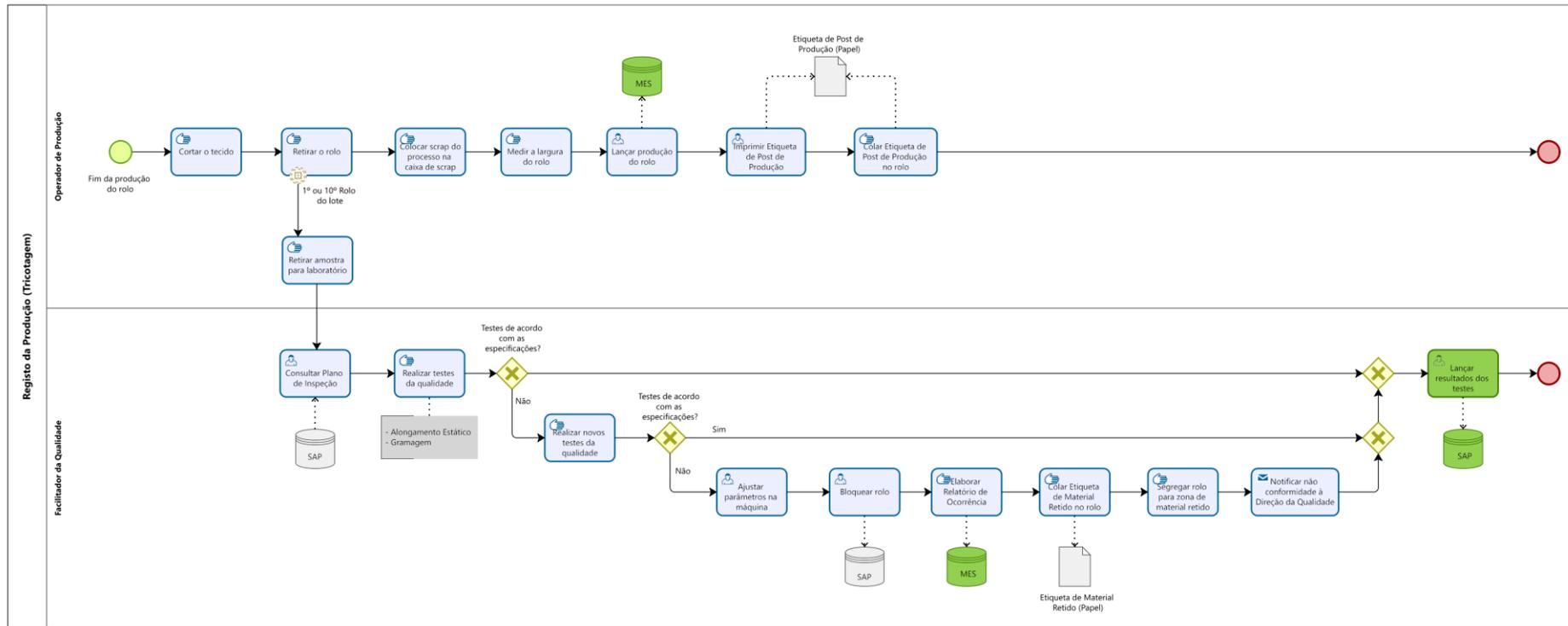


Figura 64. Registo de produção – tricotagem (to-be)

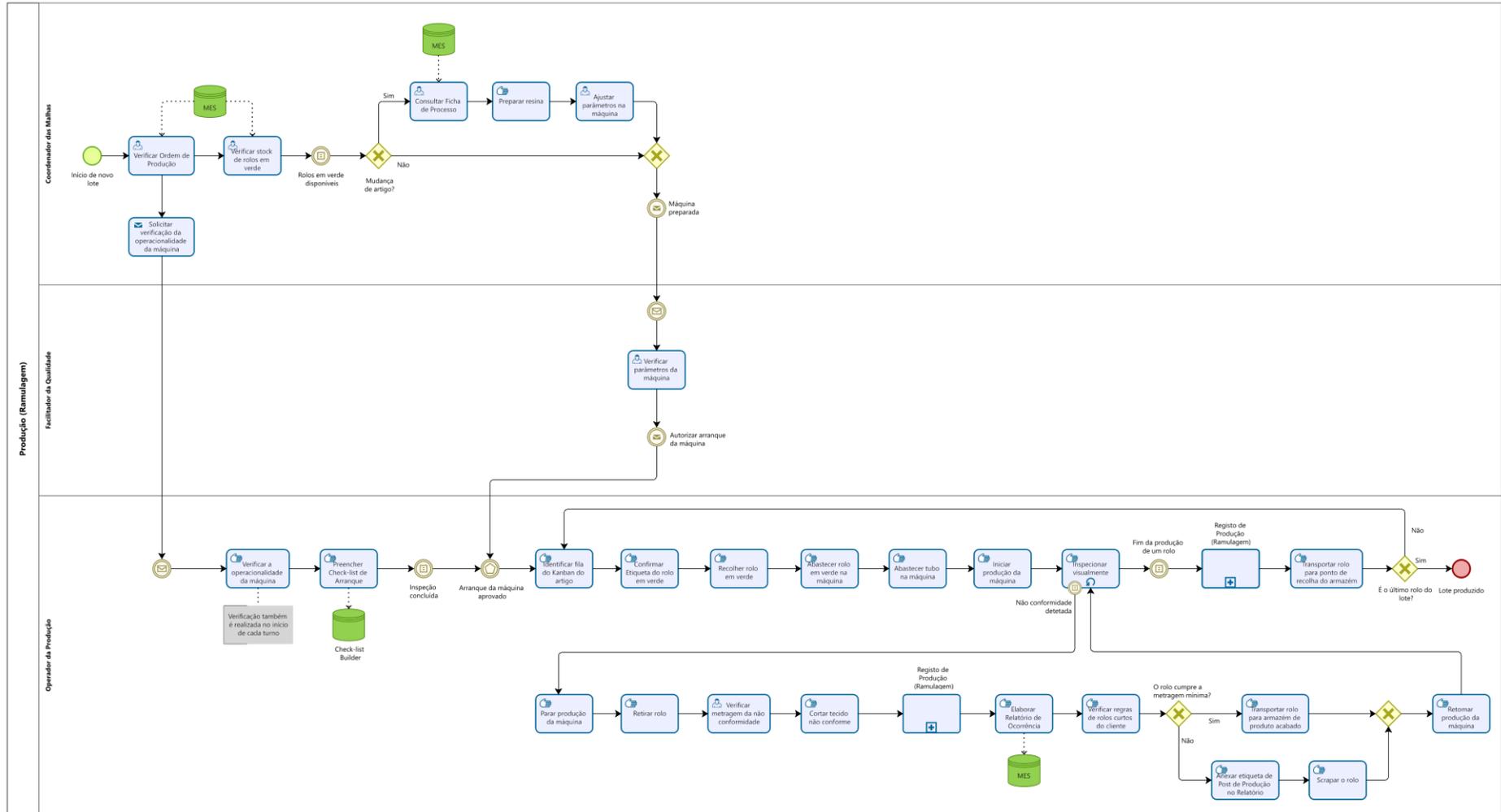


Figura 65. Início de novo lote – ramulagem (*to-be*)

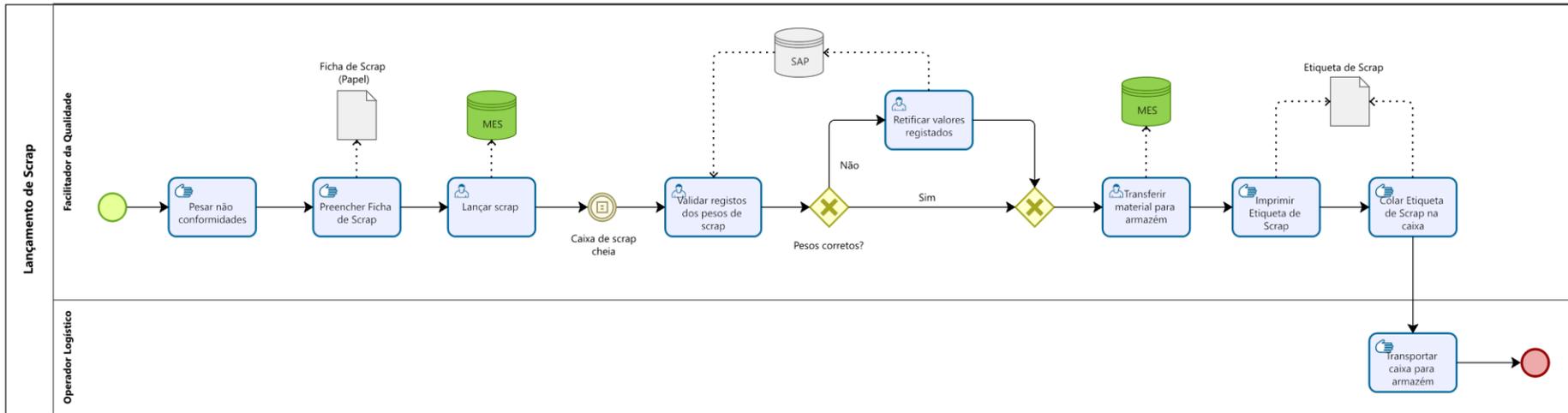


Figura 66. Lançamento de sucata (*to-be*)

Apêndice 3 – Impacto ambiental do consumo de papel



Estimated environmental impacts were calculated using the Environmental Paper Network's Paper Calculator. When used publicly, this information must be properly cited. For more information and to view the required citation, please visit www.papercalculator.org.

BASELINE GROUP	
Paper Type:	Uncoated Freesheet Uncoated Freesheet
Quantity:	0.09218 Metric Tonnes 1.38665 Metric Tonnes
% Recycled:	30 30
	4.6 U.S. short tons
	36.6 million BTUs
	24 210 pounds CO ₂ equiv.
	33 920 gallons
	1877 pounds
NITROGEN OXIDES (NO _x)	1556.9 O ₃ equiv/m ³
PURCHASED ENERGY	24.1 million BTUs
PARTICULATES	487.4 PM _{2.5} equiv/m ³
SULFUR DIOXIDE (SO ₂)	13.1 pounds
VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS (VOCs)	0.2 pounds
TOTAL REDUCED SULFUR (TRS)	0.2 pounds
HAZARDOUS AIR POLLUTANTS (HAPs)	2.5 pounds
CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD)	34.6 pounds
BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND (BOD)	15.7 pounds
TOTAL SUSPENDED SOLIDS (TSS)	27.2 pounds
FOREST DISTURBANCE	0.4 acres

THREATENED SPECIES	12 species
OCEAN ACIDIFICATION	4053 pounds H ₂ CO ₃
MERCURY EMISSIONS	55.6 milligrams
DIOXIN EMISSIONS	4799 micrograms
FRESHWATER DISTURBANCE	See below
HERBICIDES	See below
OCEAN WARMING	See below
WETLAND DISTURBANCE	See below

Explanation of Data Values



Wood use measures the amount of wood required to produce a given amount of paper. Results are reported in fresh/green U.S. short tons of wood. The methodology does not include the forest residues left behind during pulpwood harvest in the forests (i.e., slash, roots). If forest residues were included it could be twice the number, as roughly 50% of biomass is left after harvest.

- Baseline Group uses 4.6 U.S. short tons of wood, made from about 27.3 trees



Total energy measures all energy required over the paper's life cycle, including all renewable and nonrenewable resource use, including black liquor and all wood sources.

- Baseline Group uses 36.6 million BTUs Energy, equivalent to 43.6 residential refrigerators operated/year



Greenhouse gases/climate change impacts measures carbon dioxide or CO₂ from burning fossil fuels, methane from paper decomposing in landfills and short-lived climate pollutants (such as black carbon and organic carbon) which contribute to climate change by trapping energy from the sun in the earth's atmosphere. This impact category also includes forest carbon storage loss from logged forests.

- Baseline Group produces 24 210 pounds of carbon dioxide, equivalent to 2.2 cars/year



Water consumption measures the amount of process and cooling water that is consumed or degraded throughout the life cycle of the paper product.

- Baseline Group uses 33 920 gallons of water, equivalent to 24.4 clothes washers operated/year



Solid waste measures sludge and other wastes generated during pulp and paper manufacturing, and used paper disposed of in landfills and incinerators.

- Baseline Group produces 1877 pounds of solid waste, equivalent to 428.7 people generating solid waste/day

Nitrogen oxides/ground level ozone (NO_x, which includes NO and NO₂) measures products of the combustion of fuels that contain nitrogen. NO_x can react with volatile organic compounds and sunlight in the lower atmosphere to form ozone, a key component of urban smog. NO_x forms ozone and can also, in parallel, lead to acid rain. The measurement of NO_x in this calculator is a complex equation that takes into account human exposure across a sample of locations of pulp and paper mills. For more information please see the *Methodology* document under the Resources tab of this website (<https://c.environmentalpaper.org/pdf/SCS-EPN-PC-Methods.pdf>).

- Baseline Group produces 1556.9 persons x hrs. x pounds O₃ equiv/m³, equivalent to 2.0 gasoline powered passenger cars/year

Purchased energy is a subset of total energy, and measures how much energy comes from purchased electricity and other fuels.

Figura 67. Impacto ambiental do consumo de papel (as-is)

Fonte: (Environmental Paper Network, 2023)

Apêndice 4 – Atividades VA e NVA

Tabela 16. Atividades VA e NVA por secção e processo (situação *as-is*)

Secção	Processo	Atividades VA	Atividades NVA	% NVA
Torcedura	Início de novo ciclo de produção	46	11	19%
	Registo de produção	8	0	0%
	Segregação de não conformidade	20	0	0%
	Controlo visual de qualidade	7	0	0%
	Controlo de lote	5	0	0%
Tecedagem	Início de nova ordem de produção	35	15	30%
	Registo de produção	6	2	25%
Impregnação	Início de novo lote – impregnação de tecido	40	3	7%
	Registo de produção – impregnação de tecido	17	3	15%
	Início de novo lote – impregnação de corda	50	2	4%
	Registo de produção – impregnação de corda	19	3	14%
Malhas	Início de nova ordem de produção - tricotagem	23	1	4%
	Registo de produção - tricotagem	17	3	15%
	Início de novo lote - ramulagem	27	1	4%
	Registo de produção - ramulagem	18	3	14%
Genérico	Pedido de intervenção	5	0	0%
	Lançamento de sucata	9	1	10%
	Requisição de matéria-prima	9	1	10%

Apêndice 5 – Código em VBA da ferramenta de monitorização de *setups*

```
Private Sub CmdGuardar_Click()
Dim NumMaquinas As String, NumRegistos As String, CellVLook As String, Artigo As String
Dim ConverterAno As Date, Hoje As Date, Ontem As Date
Hoje = Date
Ontem = Date - 1

If Me.ChxMudancaArtigo.Value = True And Me.CbxArtigo.ListIndex < 0 Then
MsgBox "Por favor, selecione um artigo. Caso mantenha o mesmo, deverá selecionar o mesmo artigo!"
GoTo Sair
End If

If Me.TxtDia.Value <> Format(Hoje, "dd/mm/yyyy") And Me.TxtDia.Value <> Format(Ontem, "dd/mm/yyyy") Then
MsgBox "Por favor, introduza o dia correto do arranque!"
Else
Application.ScreenUpdating = False
Application.Calculation = xlCalculationManual
Sheets("Status").Unprotect Password:="teste"
Sheets("Histórico").Unprotect Password:="teste"
NumMaquinas = WorksheetFunction.CountA(Sheets("Status").Range("F:F")) + 5
NumRegistos = WorksheetFunction.CountA(Sheets("Histórico").Range("B:B")) + 1
If Me.CbxMaquina <> vbNullString And Me.TxtHoraArranque <> vbNullString Then
For i = 4 To NumMaquinas
If Sheets("Status").Cells(i, 6).Value = Me.CbxMaquina.Value Then
Artigo = Sheets("Status").Cells(i, 7).Value
If Me.ChxExperimental.Value Then
Sheets("Status").Cells(i, 7).Value = "Exp."
ElseIf Me.ChxMudancaArtigo.Value Then
Sheets("Status").Cells(i, 7).Value = Me.CbxArtigo.Value
Else
Sheets("Status").Cells(i, 7).Value = Artigo
End If
End If
ConverterAno = Format(Me.TxtDia.Value, "dd/mm/yyyy") & " " & Format(Me.TxtHoraArranque, "hh:mm")
Sheets("Status").Cells(i, 8).Value = ConverterAno
Sheets("Status").Cells(i, 12).Value = Me.TxtFusosAvariados.Value
Sheets("Status").Cells(i, 13).Value = Me.TxtQuebras.Value
Sheets("Histórico").Cells(NumRegistos, 2).Value = Me.CbxMaquina.Value
Sheets("Histórico").Cells(NumRegistos, 5).Value = ConverterAno
Sheets("Histórico").Cells(NumRegistos, 7).Value = Me.TxtFusosAvariados.Value
Sheets("Histórico").Cells(NumRegistos, 8).Value = Me.TxtQuebras.Value
Sheets("Histórico").Cells(NumRegistos, 9).Value = Format(Me.TxtTempoJogo.Value, "hh:mm")
Sheets("Histórico").Cells(NumRegistos, 11).Value = Now
Sheets("Histórico").Cells(NumRegistos, 14).Value = Me.TxtJustificacao.Value
If Me.CbxArtigo.Value <> vbNullString Then
Sheets("Histórico").Cells(NumRegistos, 3).Value = Me.CbxArtigo.Value
ElseIf Me.ChxExperimental.Value Then
Sheets("Histórico").Cells(NumRegistos, 3).Value = "Exp."
Else
Sheets("Histórico").Cells(NumRegistos, 3).Value = Artigo
End If
End If
Next i
Else
MsgBox ("Por favor, preencha todos os dados (Máquina, Dia e Hora de Arranque).")

```

Figura 68. Ferramenta de monitorização de *setups* – excerto de código vba da função guardar

