

**Melhoria do fluxo e eliminação de desperdícios numa linha de
enchimento de barril na
UNICER**

Pedro Manuel da Eira Coelho

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Eduardo José Rego Gil Costa

Orientador na UNICER: Paulo Teixeira



FEUP

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão**

2013-01-18

Aos meus pais
Aos meus amigos

Resumo

O projeto apresentado foi desenvolvido numa linha de enchimento de barril de cerveja que apresentava baixo rendimento e problemas no fluxo de material.

Foram desenvolvidas várias análises, recorrendo ao estudo do OEE da Unicer e ao mapeamento de processos através do *value stream mapping*. Estas ferramentas, auxiliadas por outras como diagrama de Pareto, matriz de criticidade e realização de experiências, permitiram a enumeração dos principais problemas condicionantes do bom funcionamento da linha de enchimento.

A etapa seguinte dedicou-se ao aprofundamento das causas-raiz dos problemas detetados, auxiliado por diagramas de *ishikawa* e do método dos 5 *whys*, do ponto de vista dos desperdícios que geravam. Após a identificação clara das causas geradoras de desperdícios, agrupadas segundo o *seven deadly wastes*, foi elaborado um plano de ações que as pretendeu eliminar, ou pelo menos reduzir substancialmente. Entre elas, o balanceamento da linha, a alteração de *layout* e da forma como se desempenhavam alguns processos e a criação de algumas rotinas e procedimentos, representavam oportunidades de melhoria. Além da elaboração do plano, foi possível pôr em marcha algumas das soluções sugeridas, que passaram por implementação de *kanbans*, procedimentos operacionais *standard* e instruções de trabalho.

Termina-se concluindo que é possível, com um grande número de pequenas melhorias, ter um impacto significativo no desempenho do processo global.

Melhoria do fluxo e eliminação de desperdícios numa linha de enchimento de barril

Abstract

The present project was developed in a line of beer keg filling, which suffered from low performance and material flow problems.

Several analyses were developed by studying the Unicer OEE and mapping the processes using value stream mapping. These tools, complemented by others, such as Pareto diagrams, criticality matrix and development of experiments, allowed an enumeration of the main problems in the functioning conditions of the filling line.

The next stage was devoted to a detailed study of the root causes of the detected problems, assisted by *ishikawa* diagrams and the 5 whys technique, from the generated wastes standpoint. After a clear identification of the waste generator causes, grouped according to the seven deadly wastes, an action plan for their elimination, or at least substantial reduction, was elaborated. Among them, balancing processes, changing the layout and the way some processes were performed and the introduction of new routines and proceedings, represented improvement opportunities. In addition to the plan elaboration, it was possible to set in motion some of the proposed solutions, such as implementing *kanbans*, standard operational procedures and work instructions.

The study concludes making the observation that with a big amount of small improvements it is possible to have a significant impact on the process overall performance.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer à Unicer por ter criado todas as condições para o desenvolvimento deste projeto, empresa onde me senti totalmente integrado e acolhido.

Em particular dirijo este agradecimento a todos os departamentos com que contactei durante o decorrer do trabalho, melhoria contínua, planeamento, SMEF, qualidade e particularmente toda a equipa de enchimento com quem partilhei o espaço e os dias de uma muito agradável experiência.

Destaco esta equipa de enchimento pelo fantástico apoio que me ofereceu e sem a qual este trabalho não seria possível. Assim o meu obrigado ao Albino Marques, à Fátima Henriques, ao Licínio Sousa, à Lisete Gama, à Mafalda Marques, ao Paulo Teixeira, ao Pedro Costa Pereira, ao Pedro Lima Santos, ao Rui Almeida e ao gestor desta excelente equipa o Engenheiro José Aleixo.

Em particular, um obrigado ao meu orientador de empresa Paulo Teixeira, que desde o primeiro dia garantiu a minha integração e me apoiou sempre que necessário.

Ainda em especial destaque, gostaria de agradecer a todos os colaboradores da linha pelo seu apoio, que foi essencial para o sucesso deste projeto e que são a força motriz da linha de enchimento.

Agradeço à FEUP por ter criado esta oportunidade, por me ter dado uma formação de qualidade e por ser uma instituição da qual me orgulho ter feito parte.

Agradeço ao meu orientador, Professor Eduardo Rego Gil Costa pela sua permanente disponibilidade e apoio.

Agradeço a todos os meus colegas de curso que me acompanharam nesta jornada, com os quais aprendi e partilhei muito.

Um especial obrigado aos meus pais por me terem proporcionado todas as condições para o sucesso e pelos valores que me transmitiram.

Aos meus amigos, a quem devo muitas das vivências que me tornaram quem hoje sou, muito obrigado.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação da Empresa Unicer	1
1.2	Breve descrição do projeto.....	2
1.3	Objetivos	2
1.4	Método seguido no projeto.....	2
1.5	Temas abordados e sua organização na presente dissertação	3
2	Estado da arte	4
2.1	O Fluxo contínuo na cadeia de valor <i>lean</i>	4
2.2	<i>Value Stream Mapping</i> como uma ferramenta de análise e melhoria do fluxo	7
2.2.1	A construção do <i>value stream mapping</i>	9
2.3	Ferramentas para avaliar o fluxo e identificar oportunidades de melhoria	9
2.3.1	Overall equipment effectiveness (OEE)	10
2.3.2	Identificação de desperdícios.....	11
2.3.3	Pareto e matriz de criticidade.....	11
2.3.4	<i>Design Of Experiments</i> (DOE)	12
2.3.5	Causa-efeito e 5 <i>whys</i>	12
2.4	Ferramentas para melhoramento do fluxo e implementação do FSM.....	13
2.4.1	Eliminação de desperdícios e redesenho de processos (<i>kaizen activities</i>).....	13
2.4.2	Balanceamento da produção	13
2.4.3	Estandardizar, sistematizar e comunicar visualmente	14
2.4.4	<i>Kanban</i> e FIFO.....	14
3	Situação atual da linha e principais problemas.....	16
3.1	A linha do barril TR	16
3.2	O VSM da linha do barril	17
3.3	Balanceamento e <i>lead time</i> do processo	19
3.4	OEE em 2012.....	21
3.4.1	Experiência com lote perfeito	30
3.5	Problemas identificados	32
3.6	Análise dos problemas identificados – rastreio das causas de <i>muda</i>	34
3.6.1	Sobreprodução, espera e inventário desnecessário	34
3.6.2	Transporte.....	35
3.6.3	Processamento desadequado ou sobre processamento	36
3.6.4	Movimento desnecessário.....	37
3.6.5	Defeitos	38
3.6.6	Subutilização das pessoas e suas ideias	41
4	Soluções propostas e sugestões de alteração	42
4.1	Sobreprodução, espera e inventários desnecessários.....	42
4.2	Transporte.....	44
4.3	Processamento desadequado ou sobre processamento	45
4.4	Movimento desnecessário.....	46
4.5	Defeitos	46
4.6	Subutilização das pessoas e das suas ideias	47
5	Principais conclusões e propostas futuras.....	48

Referências	50
ANEXO A: Simbologia do VSM	53
ANEXO B: <i>Layout</i> linha de barril Tara Retornável	56
ANEXO C: Volume de cerveja enchido Jan 2010 – Set 2012.....	57
ANEXO D: Frequência relativa de tempos de avaria	58
ANEXO E: Equipamentos contidos nos processos	59
ANEXO F: Distribuição de avarias pelos processos	60
ANEXO G: Catálogo de defeitos do barril.....	61
ANEXO H: Consumos e capacidade do bordo de linha	74
ANEXO I: Cartões <i>Kanban</i>	75
ANEXO J: Organização do armazém exterior	79
ANEXO K: <i>Future state map</i>	80
ANEXO L: Instrução de trabalho para troca de varetas na logística	81
ANEXO M: Procedimento Operacional Standard para troca de vareta por falta de pressão residual	87
ANEXO N: Procedimento Operacional <i>Standard</i> para troca de vareta	90
ANEXO O: Instrução de trabalho para registo dos tempos do OEE	92

Siglas

CSM – current state map

CSM – current state map

FIFO – first in first out

FSM - future state map

FSM – future state map

IT – instrução de trabalho

Muda - desperdício

OEE – overall equipment effectiveness

POS – procedimento operacional standard

PUE - poliuretano

TP – tara perdida

TR – tara retornável

TT – trabalhador temporário

VS – value stream

VSM – value stream mapping

WIP – work in progress

WMS – warehouse management system

Índice de Figuras

Ilustração 1 – Logotipo da Unicer	1
Ilustração 2 – Barril de tara retornável	1
Ilustração 3 – Componentes do OEE.....	10
Ilustração 4 – Funcionamento do sistema <i>kanban</i>	15
Ilustração 5 - <i>Current State Map</i> da linha de enchimento de barril de cerveja de tara retornável	18
Ilustração 6 – Componentes do OEE Unicer.....	21
Ilustração 7 – OEE linha do barril TR.....	23
Ilustração 8 – Preto PUE	28
Ilustração 9 - Inox.....	28
Ilustração 10 – Vermelho PUE.....	28
Ilustração 11 - Funcionamento normal.....	31
Ilustração 12 - Funcionamento com lote perfeito.....	31
Ilustração 13 - <i>Current State Map</i> da linha de enchimento de barril de cerveja de tara retornável com representação de fontes de <i>muda</i> e oportunidades de melhoria	33
Ilustração 14 – Análise de causas do mau funcionamento da pré-lavagem	34
Ilustração 15 - Análise de causas do mau funcionamento do envolvimento-etiquetagem.....	35
Ilustração 16 – VSM dos consumíveis que integram o barril.....	35
Ilustração 17 – Causas das perdas de cerveja.....	36
Ilustração 18 – <i>Zoom</i> do processo de rejeição por pressão residual.....	37
Ilustração 19 – <i>Zoom</i> do processo de controlo de microfugas /peso.....	38
Ilustração 20 - Análise de causas da falta de pressão residual no barril.....	39
Ilustração 21 - Análise de causas das fugas na vareta do barril	40
Ilustração 22 – Análise de causas da rejeição por nível	40
Ilustração 23 – Análise de causas da rejeição por microfugas/peso.....	41
Ilustração 24 – Equipamento para reparação do barril	42
Ilustração 25 – Bordo de linha.....	44
Ilustração 26 – Quadro de problemas	47
Ilustração 27 – Exemplo de gestão do armazém	79

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Tempos de ciclo dos processos.....	19
Tabela 2 – Caraterização dos processos	26
Tabela 3 – Criticidade dos processos	27
Tabela 4 – Componentes das razões externas	27
Tabela 5 – Valores das rejeições	39
Tabela 6 – Peso dos componentes no OEE	43

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Volumes enchidos mensalmente	16
Gráfico 2 – Tempo de ciclo dos processos	20
Gráfico 3 – Pareto de avarias dos equipamentos instalados na linha	24
Gráfico 4 – Pareto das avarias dos processos da linha	25
Gráfico 5 – Tempo de avaria por processo	25
Gráfico 6 – Comparação do OEE alterado entre barril	29
Gráfico 7 – Variações de OEE face ao <i>best in class</i>	29
Gráfico 8 - Comparação do TEI alterado entre barril.....	30
Gráfico 9 - Variações de OEE causadas pelo TEI face ao <i>best in class</i>	30
Gráfico 10 - Comparação do OEE alterado entre lote normal e perfeito	31
Gráfico 11 – Variações de OEE face ao funcionamento normal.....	31
Gráfico 12 – Peso dos componentes analisados no OEE	44

1 Introdução

No âmbito do estágio curricular do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão, foi realizado um projeto na empresa Unicer com o tema "Melhoria do fluxo e eliminação de desperdícios numa linha de enchimento de barril".

1.1 Apresentação da Empresa Unicer

“A Unicer, Ilustração 1, é a maior empresa do setor das bebidas em Portugal e alavanca a sua atividade nos negócios das cervejas e das águas engarrafadas.

A Unicer está igualmente presente nos segmentos dos refrigerantes, dos vinhos, na produção e comercialização de malte e no negócio do turismo, através da gestão das infraestruturas turísticas do Parque de Vidago e do Parque de Pedras e da gestão das termas de Melgaço e Envendos.



Ilustração 1 – Logotipo da Unicer

A Unicer é uma empresa de capital maioritariamente português, detida em 56% pelo Grupo VIACER (BPI, Arsopi e Violas) e em 44% pelo Grupo Carlsberg.

Com 1500 colaboradores, a Unicer está presente de Norte a Sul do país com 10 estabelecimentos que incluem centros de produção de cerveja, de sumos e refrigerantes, e de vinhos; centros de captação e engarrafamento de água; vendas e operações.

A nível internacional, a Unicer está presente em mais de 50 países, tendo – no ano de 2011 – vendido um total de 212 ML de bebidas no mercado externo.

A Unicer aposta constantemente na inovação, nas pessoas, qualidade que coloca nas marcas que comercializa e no serviço que presta, como forma de estar no mercado.” (intranet da Unicer)

O polo industrial de Leça do Balio (polo industrial I) dedica-se exclusivamente à produção e enchimento de cervejas em garrafa e barril. A área de enchimento onde este projeto foi realizado está integrada no departamento de produção.

A linha do barril de tara retornável, ou linha 4, é responsável pelo enchimento de toda a cerveja em barril de tara retornável, Ilustração 2, no polo industrial de Leça do Balio.



Ilustração 2 – Barril de tara retornável

1.2 Breve descrição do projeto

O projeto desenvolvido surgiu com a necessidade de identificar os principais problemas da linha de enchimento de barril de tara retornável e de melhorar o seu funcionamento e eficiência.

Este mau funcionamento advinha em parte de problemas causados pelo tipo de vasilhame utilizado na linha e do seu estado de conservação. Para além destes, a ineficiência de alguns processos e o excesso de desperdícios também eram problemas importantes a detetar e corrigir.

Após a análise e mapeamento dos processos e suas carências foi possível enumerar uma série de medidas que pretendiam melhorar o funcionamento global da linha de enchimento e eliminar as fontes de desperdício identificadas.

1.3 Objetivos

Os objetivos do projeto desenvolvido foram a identificação, mensuração e apresentação de um plano de ações para resolução dos principais problemas, bem como a eliminação dos desperdícios que condicionavam o funcionamento e eficiência da linha de enchimento do barril de tara retornável.

Neste sentido, pretendia-se perceber o impacto do tipo e do estado do vasilhame na eficiência da linha, já identificado pela Unicer como uma das principais condicionantes. Ainda na perspetiva do diagnóstico era pedida a construção de um *value stream mapping* como ponto de partida para a identificação das causas de ineficiência e desperdícios da linha.

Ultrapassada esta fase pretendia-se, com as informações recolhidas e os problemas identificados, um plano de ações que os ultrapassasse.

1.4 Método seguido no projeto

O projeto começou por um acompanhamento diário do técnico superior da linha e orientador da empresa, com o objetivo de observar e perceber o funcionamento da linha de enchimento. Este acompanhamento diário permitiu a integração com as pessoas envolvidas nos processos e a perceção inicial das carências da linha.

Após esta fase inicial que durou cerca de três semanas, e que incluiu o apoio em diversas tarefas do dia-a-dia de gestão da linha, começou-se a fazer o mapeamento dos processos que culminaria na construção do *value stream map*. Esta construção foi feita através do percurso físico, ao longo do chão de fábrica, dos processos, abordando os colaboradores para aprofundar a observação e retirando cronometricamente os tempos de cada processo. Ao mesmo tempo procedeu-se à análise dos dados históricos da linha patentes no Jornal de Bordo, programa de base de dados de gestão da linha. Esta análise permitiu retirar diversas informações que sustentaram a investigação acerca dos problemas e fontes de desperdício. No decorrer desta análise foi realizada uma experiência com um lote perfeito de barril que viria a sustentar algumas conclusões acerca do impacto do vasilhame na performance da linha.

Depois de muitas observações do funcionamento da linha e de diversas conversas com todos os envolvidos no processo foi possível identificar os problemas e rastrear as suas causas. Esta

fase de análise e investigação ocupou a maior parte do tempo do projeto embora durante a mesma já tenham sido discutidas propostas de solução e melhoria.

A última fase foi a de enunciação de ações de melhoria para colmatar as causas raiz dos problemas identificados e eliminar os desperdícios, permitindo atingir o estado futuro pretendido. Foram também elaborados alguns documentos de arranque destas ações, dentro das limitações de tempo existentes.

1.5 Temas abordados e sua organização na presente dissertação

Começou-se por apresentar a empresa, o departamento onde o projeto se desenvolve, o âmbito do projeto, com uma pequena descrição do mesmo, a enumeração dos objetivos pretendidos e o método com foi desenvolvido.

Após esta introdução é apresentada uma fundamentação teórica obtida pela pesquisa de artigos e bibliografia de alguns autores. Alguns dos temas abordados são o fluxo contínuo numa cadeia de valor *lean*, que será um das principais filosofias seguidas no decorrer do projeto, seguido de algumas ferramentas mais específicas para garantir o mesmo. Entre estas ferramentas é apresentado o *value stream mapping* e a sua construção como um dos principais instrumentos para o desenvolvimento do projeto. Servindo esta ferramenta de base são apresentadas outras como o OEE, a análise de Pareto, o desenho de experiências e o diagrama de *ishikawa*, que servirão para auxiliar a descoberta das oportunidades de melhoria e identificação das principais fontes de *muda*. Após esta fase de diagnóstico são enumeradas algumas ferramentas para melhorar o fluxo e colmatar os problemas identificados, como o balanceamento da produção, a standardização e comunicação visual e o sistema *kanban* e FIFO.

Terminada a parte teórica passa-se a uma contextualização da linha com a apresentação de alguma informação sobre o seu funcionamento. É apresentado o *value stream map* e daí parte-se para um aprofundamento do funcionamento da linha, recorrendo a uma série de dados, tanto recolhidos durante o projeto como através de uma análise dos registos passados. É de seguida apresentada uma experiência realizada, motivada pela análise prévia, e todos os dados são organizados segundo os *seven deadly wastes* enunciados na parte teórica. Estes são sujeitos a uma análise aprofundada e minuciosa que inclui a investigação das causas raiz de cada desperdício.

Finalmente é apresentado o plano de ações sugeridas, que pretende eliminar todos os problemas e desperdícios identificados. Recorre-se mais uma vez à lista dos *seven deadly wastes* para organizar o conteúdo, mas desta vez com a ação corretiva para cada elemento enunciado na parte de análise.

Termina-se com as principais conclusões e propostas futuras.

2 Estado da arte

2.1 O Fluxo contínuo na cadeia de valor *lean*

A abordagem *lean* a um processo pode ser vista como um conjunto integrado de princípios, práticas, ferramentas e técnicas, projetados para resolver as causas raiz de falta de performance num processo produtivo. É uma abordagem sistemática para eliminar fontes de perdas de toda uma cadeia de valor, de forma a diminuir o fosso entre a performance real e a exigida pelos clientes e *shareholders*.

A cadeia de valor são todas as ações necessárias para trazer um produto através de três atividades críticas de cada negócio: definição do produto - desde o conceito até ao lançamento para produção – gestão da informação – do recebimento dos pedidos à calendarização das entregas – e a transformação física – da matéria-prima até ao produto final que chega ao cliente (Womack and Jones 1996b). A identificação da cadeia de valor permite revelar sempre enormes quantidades de *muda*¹.

Segundo Yingling, Detty, and Sottile Jr (2000) os seus objetivos são:

- Máxima satisfação do cliente – envolve um conhecimento profundo das necessidades e valores do cliente, de forma a desenhar o produto e o processo de forma a satisfazê-las. Isto implica tanto os aspetos de qualidade, funcionalidade e preço como os da quantidade e dos tempos de entrega.
- Eliminação total de desperdício – cada passo do processo produtivo é examinado minuciosamente de forma a garantir que acrescenta valor na perspetiva do cliente. Qualquer atividade que não o faça é considerada desperdício, ou *muda*, e é adotada uma ação para a eliminar. Os sete tipos de desperdício mais comuns são: sobreprodução, inventários, produção de defeitos, operações ineficientes, transporte, inspeção e criatividade humana não explorada para o melhoramento de operações. Existem duas categorias de desperdícios, os necessários para as operações de produção atuais e os não necessários, devendo os segundos ser eliminados imediatamente.
- Máximo respeito pela dignidade humana no processo produtivo – os produtores *lean* veem os seus colaboradores como o seu maior ativo e procuram ativamente estabelecer um ambiente de trabalho seguro e gratificante onde eles possam florescer. Os colaboradores são valorizados pelo seu intelecto e não pelas suas mãos, tanto para seu próprio benefício como para o do empregador uma vez que se espera que contribuam intelectualmente nos processos de melhoria.

É de crucial importância perceber o conceito de valor, e de acordo com Womack and Jones (1996b) todo o pensamento industrial deve começar por diferenciar valor para o cliente de *muda*. O valor pode ser definido como a capacidade de providenciar ao cliente no momento exato e ao preço adequado, o produto que este pretende (Bhasin and Burcher 2006).

Muda pode ser visto como qualquer atividade pela qual o cliente não está disposto a pagar (Chen, Li, and Shady 2010).

¹ *Muda* – expressão japonesa para desperdício

Numa industria *lean* o processo produtivo ou a transformação física encontra-se no seu coração. É ele o veículo que acrescenta valor para o cliente e tudo o resto na organização está lá para o suportar.

Segundo Drew (2004) o objetivo do processo produtivo *lean* é otimizar o custo, qualidade e entrega enquanto melhora a segurança. Para atingir este objetivo, tenta eliminar as três fontes de perdas do sistema produtivo: desperdício, variabilidade e inflexibilidade.

- Desperdício – qualquer coisa que acrescente custo mas não valor. Tradicionalmente existem sete tipos de desperdício que: sobreprodução, espera, transporte, sobre processamento, inventários, movimento e retrabalho. Uma oitava categoria pode ser considerada, o insucesso em usar capacidades e contribuições das pessoas para melhorar a performance de qualquer processo de negócios.
- Variabilidade - qualquer variação do *standard* que advém da qualidade do serviço ou do produto entregue ao cliente. Em matérias-primas, por exemplo, a variabilidade pode levar a peças produzidas com defeito ou a falhas de equipamentos. Em competências pode levar a perdas de produtividade ou gargalos de produção que prolongam o *lead time*².
- Inflexibilidade - é qualquer barreira, que pode ser ultrapassada sem incorrer em custos extra, para responder a mudanças nos requisitos do cliente.

O *lean* surge como uma resposta à produção em massa e não um complemento, pois garante uma resposta imediata do processo a variações na procura, através da eliminação das perdas referidas.

Um bom processo produtivo tem uma visão global da cadeia de valor de maneira a criar um fluxo direcionado para o cliente e minimizar as fontes de perdas que podem ocorrer dentro desse fluxo. Segundo Drew (2004), um fluxo de valor, tal como um rio, tem sempre obstáculos, fugas e contaminações ao longo do caminho. Então o fluxo de produção deve ser tratado como um sistema – uma progressão completa do início ao fim.

Assim sendo Yingling, Detty, and Sottile Jr (2000) identificam como dois pilares basilares de uma produção *lean*: o fluxo e a análise da cadeia de valor.

- Análise da cadeia de valor – esta análise começa com o mapeamento de processos, definindo cada passo que se segue no processo de fazer o produto. Em cada passo deve ser posta a questão “estamos a acrescentar valor ao produto na perspetiva do cliente?”. Concretamente, isto exige que o passo envolva uma melhoria da funcionalidade ou qualidade do produto. Subsequentemente procuram-se eliminar atividades que não acrescentem valor enquanto se melhora a eficiência das que acrescentam. Esta análise pode ocorrer a dois níveis, macro, que olha para toda a cadeia de valor, e micro, onde uma operação individual é analisada mais refinadamente. Esta análise micro pode trazer grandes benefícios especialmente em grandes volumes de processo repetitivos. Este tipo de análise detalhada deve envolver intensamente os trabalhadores do chão de fábrica.
- Fluxo – o conceito de fluxo pode ser expresso em duas ideias que a produção *lean* ambiciona implementar, produção nivelada e fluxo contínuo. O fluxo contínuo é a ideia de que os produtos devem fluir continuamente através de operações que

² Lead time - tempo que uma peça leva para atravessar todo um (grande) processo desde o início ao fim

acrescentem valor. Uma das motivações destes ideais é que o foco no fluxo motiva o perfeccionismo nas operações.

Eliminar cada fonte de perdas irá remover barreiras e suavizar o fluxo ao mesmo tempo que o torna contínuo e flexível.

O fluxo contínuo para Rother (2003) refere-se a produzir uma peça de cada vez, em que cada item passa imediatamente de uma parte do processo para a próxima sem estagnação neste intervalo. O fluxo contínuo é a forma mais eficiente de produção e deve ser usada toda a criatividade com objetivo de o atingir. Torna-se necessário garantir que não existem esperas, sobreprodução, inatividade ou criação de sucata entre etapas.

Assim Yingling, Detty, and Sottile Jr (2000) identificam dois pré-requisitos para garantir este fluxo contínuo:

- Estabilidade – um processo estável é aquele que produz com 100% de qualidade, está disponível continuamente durante todo o intervalo de produção e conseqüentemente completa as suas tarefas durante o tempo operacional definido. Um alto grau de estabilidade é essencial para o fluxo pois minimiza interrupções de produção, que são difíceis de tolerar num sistema de fluxo contínuo. Estas interrupções devem-se a avarias em máquinas, defeitos nos produtos e variações em tempos de operação, tudo fatores a minimizar num processo estável.
- Trabalho estandardizado – pode ser sintetizado como a melhor forma de executar um trabalho/ação. Expressa a aprendizagem acerca do processo e prescreve o procedimento para executar a tarefa com o mínimo esforço humano, máxima segurança, zero defeitos, mínimo tempo/mão-de-obra e resíduos auxiliares mínimos como sucata e perdas de energia. É a base da formação e espera-se que todos sigam estes procedimentos conscientemente.

Para além do fluxo de material existe um outro fluxo que segue em sentido contrário, o fluxo de informação. Este fluxo é tão importante como o material uma vez que é necessário fluir a informação garantindo cada processo vai fazer apenas o que o próximo precisa quando precisa. Uma das principais fontes de desperdício é a interação entre o fluxo de informação e de materiais (Drew 2004).

2.2 Value Stream Mapping como uma ferramenta de análise e melhoria do fluxo

O *Value Stream Mapping* (VSM) surge como uma ferramenta de avaliação *Lean*, desenvolvida pelo sistema de produção da Toyota, na procura de atingir um fluxo contínuo e suave através do diagnóstico e identificação das principais fontes de desperdício e das atividades de valor acrescentado de um processo produtivo.

O VSM é uma ilustração visual de todas as atividades para trazer um produto através de um fluxo principal, desde a matéria-prima até à etapa de chegada ao consumidor (Basu 2011).

Segundo Sullivan, McDonald, and Van Aken (2002), o VSM é uma técnica empresarial de melhoria para visualizar todo um processo de produção, representando o fluxo de informação e de material, para melhorar o processo através da identificação do desperdício e das suas fontes.

A necessidade da utilização desta ferramenta surge porque nos processos produtivos comuns cada área individual de processamento opera da melhor forma na sua perspetiva, ignorando a perspetiva do VS. É necessário mapear todo o processo para olhar através das fronteiras de cada processo individual, pois é normalmente aí que as melhorias podem ocorrer.

Segundo Rother (2003) esta ferramenta oferece várias vantagens uma vez que permite:

- Ver o processo como um todo em vez de processo a processo, melhorando o todo e não apenas as partes;
- Identificar as fontes de desperdício para além do desperdício em si;
- Fazer aparecer questões de fluxo e informação relevante acerca de como o garantir.

O VSM cria uma linguagem comum acerca de um processo produtivo, permitindo decisões mais capazes de melhorar um VS. O VSM providencia uma planta para a implementação de conceitos de produção *lean* ilustrando como o fluxo de informação e de materiais deve funcionar (Sullivan, McDonald, and Van Aken 2002).

Segundo Basu (2011) o objetivo de criar um VSM é identificar todas as ações necessárias para fazer um determinado produto, tendo-as agrupado, como Hines and Rich (1997), em três categorias:

1. Atividades que realmente criam valor para o cliente - Envolvem a conversão de matérias-primas ou produtos semiacabados naquilo que o cliente realmente atribui valor;
2. Atividades que não criam valor mas são atualmente necessárias (tipo um de *muda*) - Alguns exemplos são caminhar grandes distâncias para recolher componentes, desempacotar entregas e trocar ferramentas de mão;
3. Atividades que não criam valor percebido pelo clientes (tipo dois de *muda*) - São puro desperdício e envolvem ações desnecessárias que devem ser completamente eliminadas.

Uma vez eliminada a terceira categoria, a atenção foca-se nas restantes atividades de valor não-acrescentado.

Para eliminar esta terceira categoria num processo produtivo, *muda* ou puro desperdício, é necessário defini-los melhor. O sistema produtivo da Toyota foi o pioneiro na enumeração destes princípios, mais conhecidos como “*the seven deadly wastes*”, e que segundo Hines and Rich (1997) e Hicks (2007) podem ser descritos como:

1. **Sobreprodução** – é considerado um dos piores desperdícios pois impede um fluxo suave dos produtos e é provável que iniba qualidade e produtividade, uma vez que continua o processamento quando este já devia ter cessado. A sobreprodução leva a *lead times* e tempos de armazenamentos excessivos. Para além disso os defeitos podem não ser detetados atempadamente e é também criada uma pressão artificial no processo uma vez que os *stocks* de *work-in-progress*³(WIP) se tornam excessivos.
2. **Espera** – quando o tempo é usado ineficientemente surge este desperdício, nomeadamente quando um processo a montante não fornece atempadamente o processo a jusante. Numa fábrica isto ocorre quando os produtos não se estão a mover nem a ser trabalhados, afetando tanto os produtos como os trabalhadores que gastam tempo à espera. O estado ideal não deve ter tempo de espera, conseqüentemente o fluxo de bens deve ser mais veloz.
3. **Transporte** – envolve bens a serem transportados. Levado ao extremo qualquer movimento na fábrica pode ser visto como desperdício e deve ser procurada a sua minimização. Além disso, o excesso de movimentos pode causar danos e deterioração, com a distância entre processos proporcional ao tempo que leva o *feed back* de informação de problemas de qualidade, atrasando deste modo a implementação de ações corretivas.
4. **Processamento desadequado ou sobre processamento** – ocorre nas situações em que soluções demasiado complexas são adotadas para procedimentos simples, o que encoraja a sobreprodução para compensar tempos e investimentos perdidos. Ocorre também quando as máquinas são usadas sem salvaguardas para erros suficientes, o que conduz a produzir produtos defeituosos ou de baixa qualidade. Outras formas são o reprocessamento, manipulação ou armazenamentos resultantes de defeitos, sobreprodução ou excesso de inventários.
5. **Inventário desnecessário** – é todo o inventário que não é diretamente necessário para cumprir as ordens de produção. Inclui matérias-primas, *work-in-progress* (WIP) e bens acabados. Isto tende a aumentar os *lead times*, impedindo uma rápida identificação de problemas que são escondidos por estes inventários, aumentando espaços ocupados e desencorajando a comunicação. A redução dos inventários permite a identificação de problemas a par de reduzir os custos de armazenamento.
6. **Movimento desnecessário** – envolve a ergonomia da produção onde os operadores têm que se esticar, dobrar ou pegar em algo quando estas ações podiam ser evitadas. Este desperdício é cansativo para os operadores e leva regularmente a baixa produtividade e por vezes a problemas de qualidade.
7. **Defeitos** – são os produtos acabados que não estão de acordo com as especificações do cliente e que conseqüentemente não podem ser entregues, incorrendo em custos diretos.

³ WIP - material que se encontra entre processos ou a ser processado.

Um oitavo tipo foi identificado por Womack and Jones (1996a) como subutilização das pessoas e das suas ideias para melhorar os processos e as boas práticas.

2.2.1 A construção do *value stream mapping*

A utilização e implementação desta ferramenta segue uma série de princípios, regras e simbologia específica para além de ser constituída por diferentes etapas. As várias etapas segundo Rother (2003), numa filosofia de melhoria contínua, passam por:

- Selecionar uma família de produtos – uma família é um grupo de produtos que passa através de passos de processamento semelhantes e através de equipamento comum ao longo da linha de produção;
- Construir o mapa da situação atual, o *current state map* (CSM) – esta é a fase em que se mapeia a situação atual da linha de produção. Deve ser feita percorrendo fisicamente o caminho do material e da informação, começando na expedição do produto e percorrendo todos os processos a montante. Os dados devem ser recolhidos pessoalmente com a ajuda de um cronómetro para definir os tempos recolhidos. No final desta etapa toda a informação relevante da linha torna-se visível numa só folha, o que permite ver todo o VS e reconhecer as fontes de desperdício;
- Identificar as oportunidades de melhoria e construir o mapa futuro ou pretendido, o *future state map* (FSM) – através da análise do CSM é possível construir um mapa melhorado, eliminando todos os problemas que condicionam o fluxo e recondicionando os processos, o FSM é um CSM aperfeiçoado, representa como queremos e como devia o VS funcionar;
- Criar um plano para a implementação do mapa futuro, recorrendo a ferramentas *lean* e alterações de processo – definidas as metas pretendidas é necessário estabelecer um caminho para as atingir, as ferramentas que vão permitir implementar o FSM pretendido e melhorar o fluxo do VS.

Os conceitos e simbologia para a construção do VSM são descritos por Rother (2003) e apresentados no ANEXO A: Simbologia do VSM.

2.3 Ferramentas para avaliar o fluxo e identificar oportunidades de melhoria

Para identificar oportunidades de melhoria num VS é necessário rastrear os seus problemas. Assim, existem uma série de técnicas que permitem uma identificação estruturada dos mesmos. Esta resolução passa por perceber o seu âmbito, investigar a sua condição atual e analisar as suas causas. Existem uma série de perguntas basilares que se podem fazer para orientar a pesquisa, as mais comuns são conhecidas por 5W2H, o quê (*what*), quando (*when*), onde (*where*), quem (*who*), qual (*which*), como (*how*) e quanto (*how much*). As técnicas apresentadas tentam de alguma forma obter a resposta a estas questões.

2.3.1 Overall equipment effectiveness (OEE)

O OEE surge como uma poderosa ferramenta para medir e analisar a performance de um processo produtivo através de uma análise detalhada da sua eficiência. É simples e prático porque pega nas mais importantes e comuns fontes de perdas num processo e agrupa-as em três categorias. Estas três componentes incluem as seis principais fontes de perdas que são descritas por Sharma, Kumar, and Kumar (2006) e (Ljungberg 1998) e apresentadas na Ilustração 3.

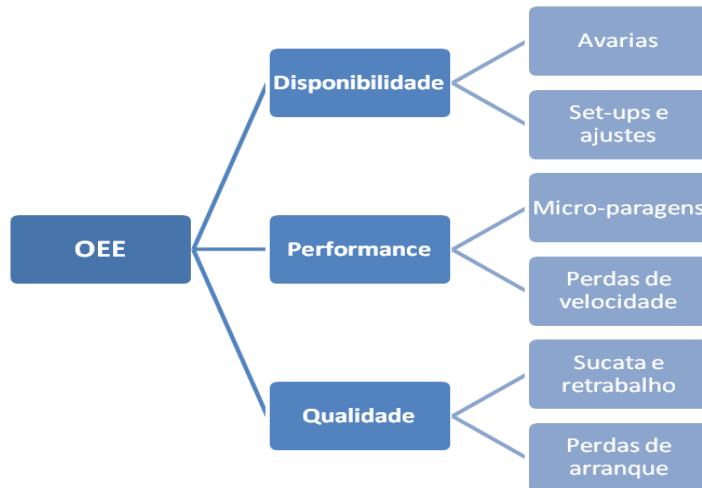


Ilustração 3 – Componentes do OEE

1. Disponibilidade – tempo em que a linha devia estar a funcionar mas está parada, todas as pausas planeadas não integram este tempo (pausas, reuniões, faltas de material, etc).
 - Avarias – devem-se a falhas esporádicas (problemas nas ferramentas, métodos de trabalho e estado do equipamento) ou crónicas (defeitos escondidos) nos equipamentos (superiores a 10 min).
 - *Set-ups* e ajustes – relacionados com mudanças de ferramentas ou produtos em que é necessários fazer uma paragem, ajustamento, teste ou medição na linha
2. Performance – tempo perdido porque os equipamentos estão a funcionar mas não à velocidade máxima projetada;
 - Micro-paragens – quando a produção é interrompida por um mau funcionamento temporário ou quando uma máquina está em marcha lenta, como mau funcionamento de sensores ou bloqueios de trabalho em rampas (nunca superiores a 10 minutos).
 - Perda de velocidade – ocorre quando a velocidade real da linha é diferente da velocidade teórica/projetada ou da estabelecida como alvo (má utilização de máquinas, variações no material, processos ineficientes, etc.).
3. Qualidade – tempo em que a linha está a produzir produtos que não respeitam as características específicas de qualidade.

- Sucata e retrabalho - perdas de volume devidas a defeitos e retrabalho de produtos (equipamentos em estado indevido, materiais inconsistentes, erros de operadores, falta de *standards*).
- Perdas de arranque – ocorrem durante o arranque das máquinas quando o processo ainda não estabilizou.

Ljungberg (1998) argumenta que a análise de OEE pode ser limitativa uma vez que omite uma série de perdas planeadas que ainda assim não deixam de ter impacto na performance da linha. Quando estas pausas planeadas ocorrem fora dos períodos de produção esta abordagem faz sentido, uma vez que a produção não é interrompida e portanto não há impacto no *output* de produto. No entanto quando ocorrem durante períodos de produção estas perdas devem ser consideradas tão importantes como as anteriores, caso contrário uma grande parte das perdas será omitida do OEE. O conceito de “disponibilidade” ainda é muito importante na análise do *status quo*⁴ da máquina, isto deve-se à divisão entre manutenção e produção. Assim, a análise clássica do OEE é eficiente para máquinas e sistemas de equipamentos, embora seja duvidoso não considerar as paragens planeadas na gestão da produção, uma vez que permite considerar perdas que vão para além da responsabilidade das máquinas.

Para a medição do OEE ser útil, as perdas com grande impacto na capacidade de produção devem ser aprofundadas e subdivididas. Atualmente o tempo disponível é dividido em subgrupos diferentes por diversos académicos e consultores.

O OEE vai permitir a identificação do âmbito dos problemas que comprometem o fluxo, ou seja a sua área de maior incidência.

2.3.2 Identificação de desperdícios

Através da lista dos “*seven deadly wastes*” já referida, é possível olhar para o processo desenhado no VSM, identificar onde cada um destes tipos de *muda* ocorre e assinalá-los através dos “*Kaizen lightning bursts*”, referidos no ANEXO A: Simbologia do VSM. Esta é uma representação muito visual e intuitiva de como e onde os desperdícios se manifestam. Assim é possível, recorrendo a métodos de procura de causa-efeito e causas raiz dos problemas, ir à sua fonte para os reduzir e eliminar.

O método passa por envolver todos os que possam contribuir criativamente no processo e dar sugestões de melhoria. A ideia é que um grande número de pequenas melhorias é mais vantajoso que poucas melhorias de grande dimensão (Dogra et al. 2011).

2.3.3 Pareto e matriz de criticidade

A análise de Pareto é uma ferramenta usada para dados como causa, tipo ou classificação sendo muito útil para priorizar onde devem ser tomadas as principais ações e mudanças de processo. A análise de Pareto recorre a gráficos de barras para classificar problemas por ordem de gravidade, frequência, natureza ou fonte, e ordená-los de acordo com a sua importância Murugaiah et al. (2010). É uma das mais comuns ferramentas de análise estatística, permitindo relacionar causas com problemas, resultando frequentemente em 20% das causas darem origem a 80% dos problemas. Esta análise vai permitir uma identificação e valorização do impacto de cada problema, de modo a priorizar quais os que devem ser

⁴ *Status quo* - expressão latina que designa o estado atual das coisas, seja em que momento for.

abordados acerca das suas causas raiz, permitindo que mais tarde seja executada a sua resolução.

A matriz de criticidade surge como um complemento da análise de Pareto. Através desta matriz podem ser cruzados impactos a diferentes níveis de modo a fazer uma priorização mais completa e aprofundada do problema. Normalmente estas matrizes cruzam causas que comprometem a eficiência do processo com as que comprometem a sua variabilidade, de modo a encontrar as causas críticas e estabelecer uma lista curta dos principais problemas que precisam de atenção (Mauri, Garetti, and Gandelli 2010).

2.3.4 Design Of Experiments (DOE)

O desenho de experiências é um método sistemático de explorar a relação de causa-efeito entre as variáveis do processo e as do seu funcionamento. Segundo Chen, Li, and Shady (2010) existem duas formas de ser utilizado, uma análise fatorial completa ou fracionada. Uma DOE completa é mais profunda e implica mais experiências e recursos, uma fracionada é mais simples e embora não dê tanta informação pode ser útil na pesquisa de causas particulares já identificadas. Este processo passa por escolher a variável que se pretende estudar e variá-la enquanto as outras se mantêm inalteradas. As variações no resultado em estudo poderão assim ser atribuídas à variável que se manipulou.

2.3.5 Causa-efeito e 5 whys

O diagrama de *Ishikawa* ou de causa-efeito serve para categorizar as causas de cada problema, permitindo o mapeamento dos fatores principais e secundários que o influenciam negativa ou positivamente. Normalmente as causas são categorizadas em 6 grupos que podem variar ligeiramente. Uma vez que a Unicer lida com esta ferramenta optou-se pelos grupos usados pela empresa:

- Meios – os meios disponíveis para apoiar o processo;
- Método - a forma como o processo analisado é realizado, organização das informações e do trabalho;
- Material – características dos materiais usados no processo;
- Meio envolvente – características físicas do ambiente de trabalho e das pessoas da organização;
- Máquina – todos os equipamentos e sistemas utilizados para a realização do trabalho;
- Pessoa – pessoas envolvidas no processo.

Cada um destes grupos de causas inclui sub-causas ou causas secundárias que as originam, devendo ser feito um exercício de pesquisa dessas causas através de ferramentas de procura de causas raiz como os *5 whys*.

Após identificado onde existe *muda* ao longo do sistema, é importante identificar as suas causas raiz, reduzi-lo e removê-lo. O método do *5 whys* é um processo que começa por identificar um problema específico e escrevê-lo, o passo seguinte é perguntar porque é que o problema aconteceu e escrever a resposta por baixo. Escrita a resposta a pergunta porquê é feita outra vez e assim sucessivamente até se perceber a causa raiz do problema. O número de vezes que a pergunta deve ser feita depende especificamente do caso e da sua complexidade (Murugaiah et al. 2010; Chen, Li, and Shady 2010).

Para cada causa identificada no diagrama de causa-efeito aplica-se o método dos 5 *whys* sucessivamente até ser encontrada a fonte real do problema.

2.4 Ferramentas para melhoramento do fluxo e implementação do FSM

De seguida são apresentadas algumas ferramentas de apoio ao melhoramento do fluxo e ao exercício de implementação do FSM.

2.4.1 Eliminação de desperdícios e redesenho de processos (*kaizen activities*)

Depois de identificadas no CSM, é necessário eliminar as *non-value added activities*. Através de atividades *Kaizen*, melhoria contínua, todos os problemas devem ser combatidos, seja por eliminação das suas causas raiz, seja pelo redesenho de processos (Hines and Rich 1997). Nesta procura de atingir o FSM os oito tipos de desperdício são o foco da atividade, bem como as oportunidades de melhoria sinalizadas pelos *kaizen lightning bursts* (Rother 2003). As ferramentas previamente apresentadas auxiliam o levantamento das causas raiz dos problemas, permitindo a sua resolução.

O objetivo é reduzir a sobreprodução através da minimização de tempos de espera e de inventários intermédios, corrigir os processamentos desadequados e abolir sempre que possível os reprocessamentos; ajustar o *layout* e processos para que não haja transportes nem movimentos desnecessários e garantir uma produção isenta de defeitos, tanto quanto possível. Contando para tudo isto com a contribuição de todos os envolvidos na atividade produtiva.

2.4.2 Balanceamento da produção

Produzir apenas o que o próximo processo precisa, quando precisa, é uma das premissas para garantir um fluxo contínuo. Cada item deve passar de um processo para o outro sem qualquer estagnação, sendo para isso necessário estabelecer um ritmo de produção a que a linha deve funcionar, denominado o *takt time*.

Num sistema puxado, idealmente só é preciso programar um ponto porta-a-porta na cadeia de valor. Este ponto estabelece como a produção é controlada uma vez que define toda a cadência dos processos a montante. Todos os processos para além deste ponto têm que ocorrer como um fluxo, devido a isto o processo denomina-se *pacemaker*⁵, e é normalmente o fluxo contínuo mais a jusante na cadeia de valor dos processos porta-a-porta (Drew 2004).

Assim, todos os *cycle times*⁶ dos processos a montante devem ser iguais ao do *pacemaker* para garantir uma transferência suave e contínua de produtos entre processos. Na realidade, muitas vezes é necessário produzir a uma velocidade superior ao *takt time*, devido a ineficiências e problemas da linha, de modo a garantir uma velocidade de saída do produto igual à pretendida. No entanto é importante ter em conta que produzir a uma velocidade muito superior ao *takt time* pode levar à necessidade de operadores extra (Rother 2001).

O *takt time* é a frequência com que se deve produzir um produto, baseado na procura do cliente, e serve para ajustar a produção à procura e assim diminuir *stocks*. No entanto também

⁵ *Pacemaker*- Processo que marca o passo ou ritmo da atividade produtiva.

⁶ *Cycle time* – tempo desde que um produto sai de um processo até que sai o produto seguinte.

pode ser calculado dividindo um intervalo de tempo pela capacidade de produção do processo gargalo da linha (Rother 2003).

O balanceamento da produção permite combater a sobreprodução, o tempo de espera entre processos e os inventários intermédios desnecessários.

2.4.3 Estandardizar, sistematizar e comunicar visualmente

A estandardização de processos permite reduzir a variabilidade e a complexidade na execução dos mesmos, uma vez que garante que todos executam as tarefas da mesma forma. A forma como a tarefa é desempenhada deve seguir a melhor prática conhecida e deve ser motivo de discussão e avaliação por todos os que a desempenham, de forma a ser atingido um consenso sobre a melhor forma de a desempenhar. A descrição da tarefa deve ser feita visualmente para que exista um registo, para que seja mantida e para que qualquer um que nunca a tenha desempenhado saiba como a fazer, não a fazendo à sua maneira. Uma forma simples de comunicar é criar uma folha junto ao posto de trabalho com o Procedimento Operacional Standard (POS), este apresenta uma descrição passo a passo para a execução da tarefa. Esta descrição pode incluir tempos, ferramentas a usar e imagens exemplificativas dos passos a executar (Chen, Li, and Shady 2010).

A sistematização acaba por completar a estandardização servindo para sustentar os resultados pretendidos, devendo as tarefas ser feitas de acordo com o *standard* e criadas rotinas para garantir o cumprimento dos *standards*.

A comunicação visual é muito importante tanto para a estandardização como para a sistematização. Deve ser um elemento motivador, esclarecedor e impulsionador do cumprimento correto dos planos estabelecidos. Pode ser visto como um motor deste objetivo uma vez que sendo apelativo serve como um elemento sempre presente que garante que nada é esquecido ou contornado inconscientemente. Enquanto a comunicação verbal pode ser momentânea e olvidada, a visual junto ao posto de trabalho é permanente e incontornável.

O cumprimento destas diretivas combate defeitos, esperas, movimentos desnecessários e processamentos desadequados.

2.4.4 Kanban⁷ e FIFO

Existem, por vezes, zonas na cadeia de valor onde o fluxo contínuo não é possível e onde é necessário criar lotes. Segundo Rother (2003), a melhor forma de ligar os processos é criar supermercados intermédios em que o processo cliente puxa as partes anteriores de um supermercado ⁸que acumula um certo número de peças.

O *kanban* surge como uma forma económica e eficaz para controlar os materiais de diferentes processos (Alvarez et al. 2009). Este sistema funciona através do uso de um cartão para sinalizar a necessidade de determinado componente e desencadear o fornecimento do mesmo.

⁷ Kanban – em japonês “kan” significa visual e “ban” cartão ou quadro.

⁸ Supermercado – ponto de acumulação de inventário.

Deve ser definida uma quantidade que acionará esta ordem de pedido e a quantidade que tem que ser pedida para reposição, designada como o tamanho do *kanban*. Este dimensionamento deverá garantir um *stock* mínimo de segurança que permita a reposição do componente a tempo de a produção não parar pela ausência deste, como demonstrado na Ilustração 4.

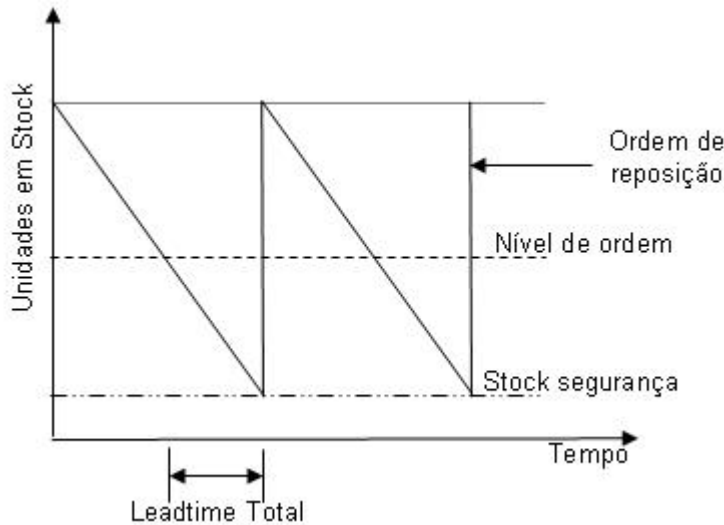


Ilustração 4 – Funcionamento do sistema *kanban*

Quando o material é repostado deve ser garantido um consumo FIFO através de uma disposição intuitiva dos componentes numa estante dinâmica, normalmente uma estante inclinada garantindo que os materiais deslizem para a frente onde é feito o *picking*⁹, enquanto o abastecimento é feito por trás. O FIFO (*first in first out*), garante que são sempre consumidos os produtos há mais tempo em *stock*, ou por outras palavras, o consumo é feito pela mesma ordem do abastecimento.

Este cartão deve conter as seguintes informações: nome e referência do componente, quantidade a ser repostada, localização do componente e local onde deve ser repostado.

O operador logístico encarregue deste fluxo de material e informação designa-se *mizusumashi*¹⁰. O operador desloca-se num comboio logístico, como um empilhador, e percorre ciclicamente uma rota padronizada, que o leva a todos os pontos onde possa haver necessidades de materiais. Cada vez que passa num ponto de consumo recolhe os *kanban* para, na volta seguinte, repor os materiais requisitados.

Algumas vantagens do *kanban* enumeradas por Alvarez et al. (2009) são a flexibilidade e a redução de espaço, *stocks* e tempos, que oferecem ao sistema produtivo, ao mesmo tempo que cria um sistema que se autocontrola. As linhas de produção precisam de uma rápida deteção de potenciais problemas em diferentes processos, reduzindo ao máximo os produtos afetados. Com os sistemas comuns de armazenamentos o FIFO não é garantido, logo a rastreabilidade perde-se. Processos prévios podem estar a produzir e a armazenar peças defeituosas sem que isso seja detetado até que o processo seguinte use esse componente.

Este método tem potencial para enfrentar pelo menos quatro dos “*seven deadly wastes*” como a sobreprodução, o transporte, o inventário desnecessário e os defeitos.

⁹ *Picking* – recolha ou levantamento do produto.

¹⁰ *Mizusumashi* – palavra japonesa para aranha de água.

3 Situação atual da linha e principais problemas

3.1 A linha do barril TR

A linha de enchimento do barril de tara retornável (TR) da Unicer, no polo de Leça do Balio, enche atualmente quatro tipos de barril com quatro tipos de cerveja. O processo desenvolvido por esta linha de produção começa com a introdução de barril vazio, proveniente de um armazém de barril no exterior próximo da linha, e termina no armazém interior de barril cheio, adjacente à linha. Durante este percurso o barril passa por uma série de processos, posteriormente descritos, desde o seu estado de vazio ao estado de cheio e pronto para a distribuição. O *layout* da linha pode ser consultado no ANEXO B: *Layout* linha de barril Tara R.

A linha do barril tem três turnos contínuos de oito horas cada, cinco dias por semana. Estes turnos são garantidos por três equipas de três pessoas em que uma tem o papel de coordenador de equipa. Embora as equipas estejam presentes durante os cinco dias da semana, a linha só está realmente a trabalhar entre um a quatro dias. Estas equipas partilham o seu tempo com uma outra linha, a de barril de tara perdida (TP), que trabalha entre um a cinco dias por semana, consoante o definido pelo departamento do planeamento, que determina as quantidades a encher. Estas duas linhas podem trabalhar tanto alternadamente como em simultâneo. As equipas são auxiliadas por mão-de-obra extra, designada por trabalhadores temporários (TT) e prestadores de serviços, que auxiliam a linha embora não pertençam às equipas. No caso de as linhas trabalharem alternadamente é alocado um, quando trabalham em simultâneo podem ser alocados dois ou mais.

As quantidades enchidas por esta linha desde Setembro de 2010 até Setembro de 2012, em milhares de litros, são apresentadas no Gráfico 1.

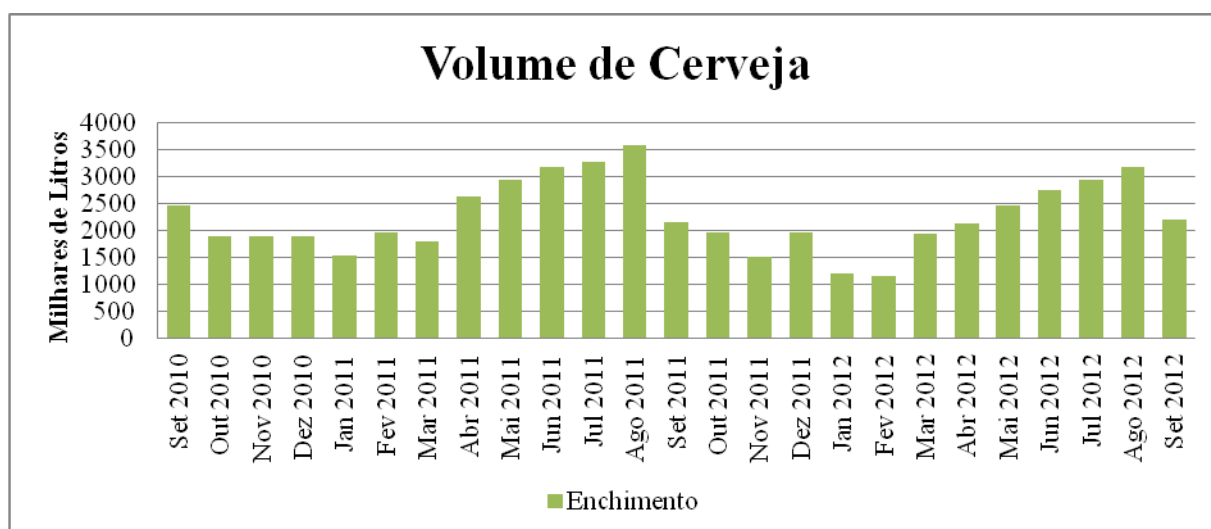


Gráfico 1 - Volumes enchidos mensalmente

A produção da linha é bastante variável consoante o período do ano, o que já seria de esperar dada a natureza do produto e a sua procura. Além do mais nota-se uma sazonalidade com um período de aproximadamente 6 meses o que significa que existem duas épocas distintas, uma alta e uma baixa. Outro dado que se retira é a queda de produção que já se vem a observar em períodos anteriores (ANEXO C: Volume de cerveja enchido Jan 2010 – Set 2012), e que no período apresentado no Gráfico 1 - Volumes enchidos mensalmente (entre Set 2010-Set 2011 e Set-2011-Set 2012) foi de 3314970 litros de cerveja. A maior parte das análises que se apresentam são relativas ao período entre Janeiro e Setembro de 2012 de forma a garantir a atualidade das mesmas.

3.2 O VSM da linha do barril

Como ponto de partida para perceber o funcionamento da linha procedeu-se ao mapeamento dos seus processos através de um VSM, apresentado na Ilustração 5. Uma vez que a linha apenas enche barris, a questão da escolha da família de produtos não se põe visto que todos os produtos da linha são agrupados numa mesma família. Esta ilustração visual revelou-se de grande utilidade como ferramenta de avaliação e de comunicação onde os problemas detetados podiam ser registados à medida que se aprofundou a sua identificação e investigação. Nesta construção inicial apenas se registou a informação macro e de fácil observação, como os tempos de ciclo de cada processo, as suas etapas, e a informação que seguia no sentido inverso ao fluxo de material, o fluxo de informação. Para auxiliar a análise inicial também se acompanhou o produto ao longo de toda a linha, registando o tempo que levava a percorrer todo o processo analisado, o *lead time*.

Uma vez que a análise se foca no funcionamento da linha de enchimento, o VSM foi construído considerando como fornecedores e clientes áreas internas da empresa. Do ponto de vista do cliente “armazém de barril cheio”, o valor pode ser definido como uma palete, devidamente condicionada e identificada, de seis barris. Cada barril, higienizado exterior e interiormente, estanque, com a quantidade certa de cerveja, respetiva cápsula e etiqueta.

As atividades que têm um operador alocado representam aquelas que envolvem trabalho manual, não implicando a permanência contínua do operador nesse processo. Os postos de trabalho variam consoante o desempenho dos processos, embora normalmente haja um operador fixo no processo de correção dos barris rejeitados, dividindo os outros o seu tempo nos restantes processos.

Importa referir que qualquer bloqueio a jusante de uma *FIFO lane*, faixa de FIFO que neste caso representa tapetes rolantes, causa o bloqueio de todos os processos que nela desaguam. O mesmo se aplica aos inventários intermédios, em que quando estes saturam, os processos que os servem ficam bloqueados.

Os tempos de ciclo representados referem-se ao tempo entre a saída de dois barris sucessivos de um mesmo processo, o tempo desde que sai um barril até que sai o seguinte. Os valores dos inventários referem-se à capacidade de acumulação de barris da zona respetiva.

Com os dados recolhidos é possível fazer uma análise inicial sobre os processos, nomeadamente o balanceamento da produção e o *lead time* do processo.

3.3 Balanceamento e *lead time* do processo

De acordo com os valores cronometrados, os tempos de ciclo de cada processo, em segundos, e segundo a ordem pela qual são realizados, são apresentados na Tabela 1. Importa referir que a lavagem-enchimento apresenta um tempo diferente de ciclo consoante a capacidade do barril a encher, 30 ou 50 litros.

Tabela 1 – Tempos de ciclo dos processos

Processo	C/T [s]
Desempilhamento	3,7
Despaletização	5,2
Viragem Barril Vazio	7,0
Controlo tampa/barril virado	5,0
Lavagem Exterior do Barril	2,0
Pré-lavagem do Barril	6,4
Lavagem-Enchimento 30l	7,2
Lavagem-Enchimento 50l	8,5
Viragem Barril Cheio	5,5
Controlo de Nível	6,5
Controlo Microfugas/peso	6,7
Capsulação Barril	2,0
Etiquetagem Topo Barril	3,7
Paletização Barris	5,3
Envolvimento-etiquetagem	8,1
Empilhamento	2,6

Logo à partida percebeu-se que o processo não se encontra balanceado, mas é quando se observa o Gráfico 2 que se compreende bem a dimensão do problema.

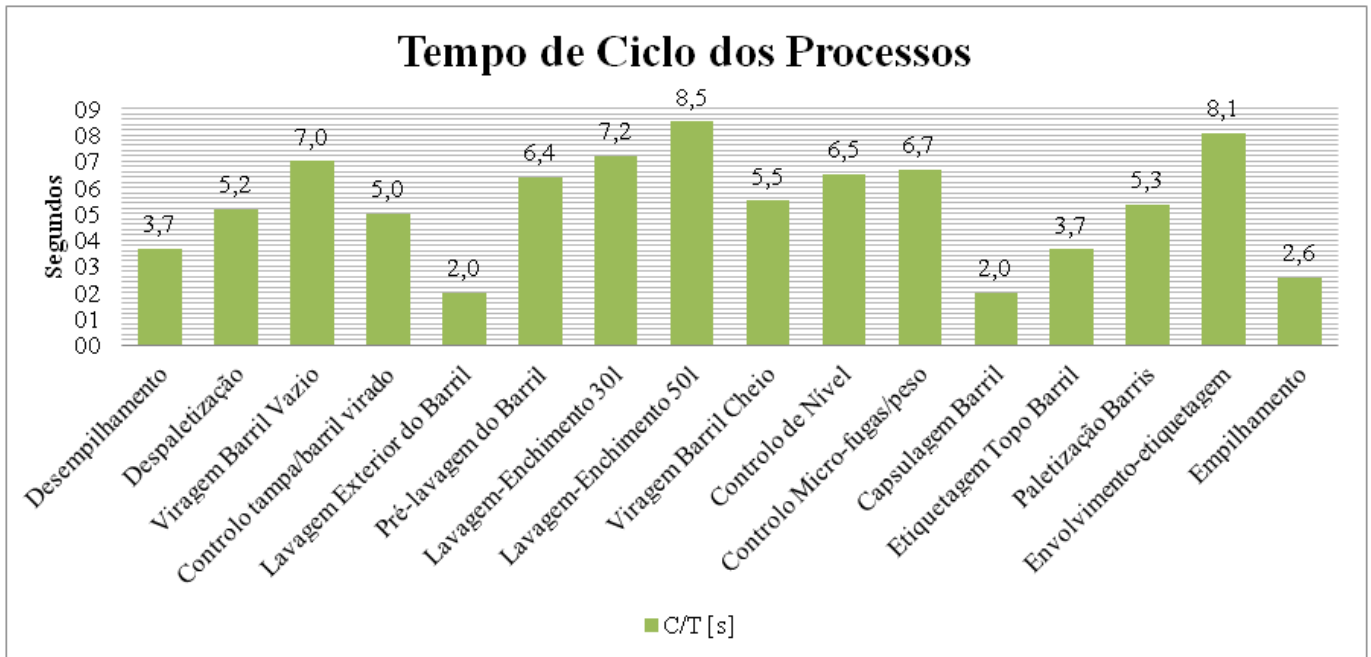


Gráfico 2 – Tempo de ciclo dos processos

Esta falta de balanceamento conduz a diversos problemas já referidos, uma vez que interrompe o fluxo contínuo e a transferência suave dos barril entre processos, já que não realiza uma etapa apenas quando o próximo processo precisa. Pelo contrário realiza tantas quantas os espaços entre processos permitem acumular barris, aumentando o inventário de WIP e levando a que o fluxo fique estagnado e tenha que esperar um desbloqueio deste espaço. Consequentemente o *lead time* aumenta e a linha fica sobrecarregada desnecessariamente, aumentando a necessidade de mão-de-obra ao realizar processos que não precisam de ser efetuados naquele momento.

Outra informação útil que foi retirada refere-se aos processos gargalo da linha. Surgem imediatamente dois processos candidatos, a lavagem-enchimento e o envolvimento da paleta. Estes processos serão alvo de uma análise mais aprofundada uma vez que estabelecem o passo da linha, visto que a velocidade desta é igual à do seu processo mais lento.

O *lead time* da linha de barril foi estabelecido através do acompanhamento de diversos barris desde a entrada até à saída, o tempo que um barril demora a completar todo o processo é aproximadamente 68 minutos.

3.4 OEE em 2012

Para perceber a área de maior incidência dos problemas e assim ajudar a completar o VSM recorreu-se ao OEE usado pela Unicer. Esta ferramenta revelou-se muito útil pois aprofundou a análise, permitindo averiguar onde e com que impacto os problemas surgiam ao longo do processo de enchimento. A Unicer começou recentemente a usar este indicador como medida de avaliação da performance dos processos e nesse sentido foi para além do conceito mais comum, e descrito acima, de OEE. Para além dos tempos registados na construção clássica do OEE também são registados tempos que se consideram perdas de rendimento devido a fatores externos. O uso do termo OEE por parte da Unicer não está de acordo com a literatura uma vez que este indicador tem regras específicas para poder ter este nome, no entanto, por questões práticas, a sintaxe usada foi a mesma da empresa para garantir a uniformidade de conceitos. A construção do OEE da Unicer integra os tempos descritos na Ilustração 6.

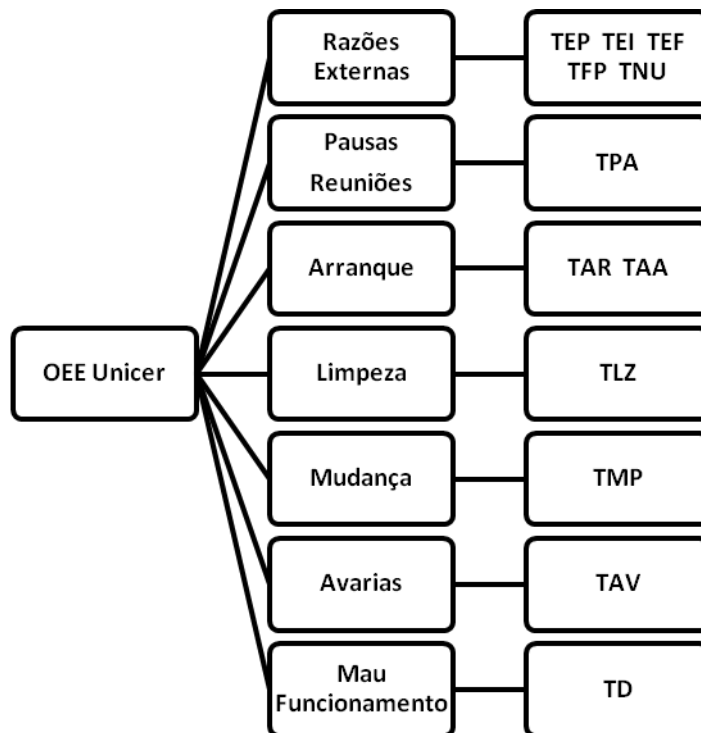


Ilustração 6 – Componentes do OEE Unicer

O significado das siglas apresentadas na Ilustração 6 é o seguinte:

- TEP Tempo de falta de embalagem – tempo de paragem da linha por falta de disponibilidade do empilhador que fornece o barril vazio e recolhe o cheio;
- TEI Tempo de embalagem imprópria – tempo perdido na produção por paragens e perdas de velocidade que o coordenador atribui responsabilidade ao estado do vasilhame;
- TEF Tempo de falta de energia e fluidos – tempo de paragem por falta de energia ou dos fluidos que abastecem a linha (CO₂, vapor e água);
- TFP Tempo de falta de produto – tempo de paragem por interrupção do fornecimento de cerveja por parte da adega;
- TNU Tempo não útil – tempo perdido por razões externas que não têm categoria específica (ensaios, calibrações, falhas do sistema informático, etc.).

- TPA Tempo de pausas e reuniões – tempo de reuniões planeadas (uma reunião diária), não planeadas e pausas.
- TAR Tempo de arranque – desde que a linha arranca até que sai a primeira paleta de produto acabado
- TAA Tempo de atraso no arranque – tempo perdido por problemas no arranque;
- TLZ Tempo de limpeza – tempo passado a fazer limpeza e higienização da linha;
- TMP Tempo de mudança de produto – tempo de paragem para realização de tarefas associadas à troca de produto;
- TAV Taxa de avaria – tempo de paragem, superior a dez minutos, de algum equipamento ou tempo acumulado de uma série de pequenas paragens sucessivas num mesmo equipamento;
- TD Tempo degradado – tempo de redução de velocidade face à velocidade homologada ou de micro-paragens.

Todos os tempos são inseridos no sistema de informação manualmente pelo coordenador da equipa exceto o TD que corresponde ao tempo que sobra do tempo total e que não é justificado por nenhum dos tempos anteriores. Supõe-se assim que o tempo que sobra se deve a este tempo degradado.

Este fator de introdução manual dos dados leva a erros e até à manipulação dos tempos, recolhidos de uma forma pouco precisa e muitas vezes arredondados grosseiramente. O OEE foi apresentado a todos os intervenientes como forma de se justificar as causas que levam as linhas a trabalharem apenas parte do tempo em que poderiam estar a trabalhar. Assim, na hora de distribuir os tempos pelos vários fatores, nota-se uma tendência para sobre-atribuir o tempo que sobra, e que seria TD, a outros fatores que se presume terem sido os responsáveis pelas perdas (uma vez que o TD pode incluir muitas causas). Esta prática é reforçada por fasquias internas que estabelecem os valores aceitáveis para o OEE e seus componentes, assim este perde a sua força quando os que lidam com ele o deixam de ver como um aliado mas como uma potencial ameaça e tentam, ainda que em valores baixos, moldá-lo. Sendo o OEE uma ferramenta de diagnóstico, ele é tão forte quanto a sua objetividade, quando esta se perde, o OEE deixa de cumprir o seu objetivo

O período analisado, por razões de atualidade dos dados, foi entre Janeiro e Setembro de 2012. Na Ilustração 7 é apresentado o valor do OEE nesse período, como as causas de perdas de desempenho. As três causas mais importantes são avarias, razões externas e limpeza, que correspondem a aproximadamente 80% do total das perdas:

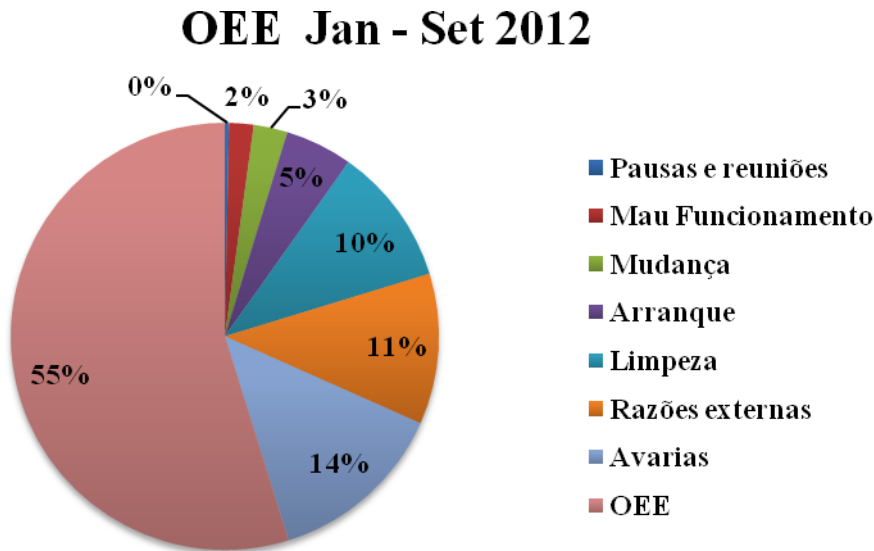


Ilustração 7 – OEE linha do barril TR

A análise focou-se nestes componentes mais importantes no sentido de perceber as razões que justificam valores tão elevados, uma vez que os outros fatores estão controlados e não apresentam valores fora do esperado. Logo à partida o fator limpeza é facilmente compreendido uma vez que sempre que a linha arranca no início da semana e sempre que termina a semana de trabalho é necessário fazer uma limpeza e higienização das tubagens denominada *clean in place* (CIP), que leva aproximadamente 4 horas. Nas trocas de produto enchido também se executam processos de limpeza menos complexos mas que ainda assim consomem tempo à linha. Visto que se trata de uma indústria alimentar este processo é determinante e indispensável, prendendo-se o tempo que leva com as várias etapas e fluidos envolvidos no processo e que estão profundamente estudadas e automatizadas de forma a impedir qualquer forma de contaminação. Por este motivo, e por não se encontrar relacionada com a performance da linha quando esta está em funcionamento, este componente foi deixado de fora na análise para haver um maior foco nas restantes duas categorias, avarias e razões externas.

Relativamente às avarias, recorreu-se aos registos da manutenção, correspondentes à duração de cada avaria por equipamento, para identificar quais os equipamentos que contribuíam mais para o valor elevado deste grupo. Apresenta-se no ANEXO D: Frequência relativa de tempos de avaria, o gráfico que associa o peso do tempo de paragem de cada equipamento da linha ao tempo total de paragens por avaria, durante o período que vai de Janeiro a Outubro de 2012. Para uma análise mais detalhada de impacto agruparam-se os sete equipamentos com mais peso no Gráfico 3, que representam 23% do total dos equipamentos, para tentar perceber se a lei de Pareto se verifica.

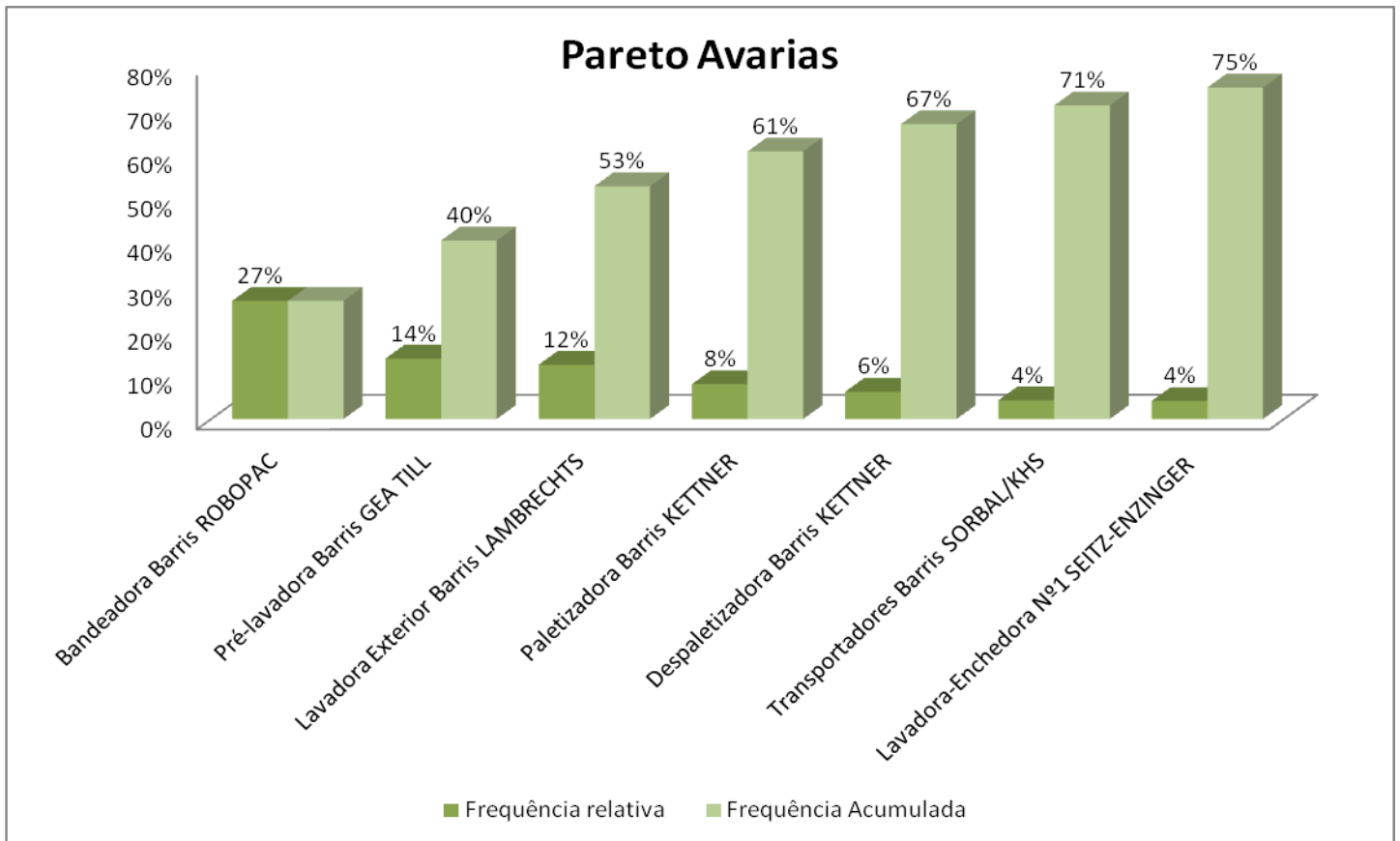


Gráfico 3 – Pareto de avarias dos equipamentos instalados na linha

Embora não siga exatamente a lei de Pareto, 23% dos equipamentos representam 75% dos tempos de avarias, o que é uma aproximação significativa. Consegue-se agora justificar os valores elevados do grupo avarias no OEE registado na linha, mas uma vez que interessa associar estes equipamentos a processos, como estão representados no VSM, foi feita uma análise tendo em conta esse objetivo. Foram agrupados os dados relativos apenas aos processos representados e estudados no mapeamento, de acordo com o ANEXO E:

Equipamentos contidos nos processos. Nesta análise apenas foi tido em conta como tempo total o tempo associado aos equipamentos envolvidos nos processos, alguns processos envolvem mais que um equipamento como pode ser consultado em detalhe no ANEXO E:

Equipamentos contidos nos processos. As avarias foram agrupadas tendo em conta este ponto de vista, tentando-se perceber o impacto de cada processo neste problema.

A frequência relativa das avarias de todos os processos pode ser consultada no ANEXO F: Distribuição de avarias pelos processos. No Gráfico 4 apresenta-se apenas os valores relativos aos três processos com mais impacto nas avarias, que representam 23% do total dos treze analisados.

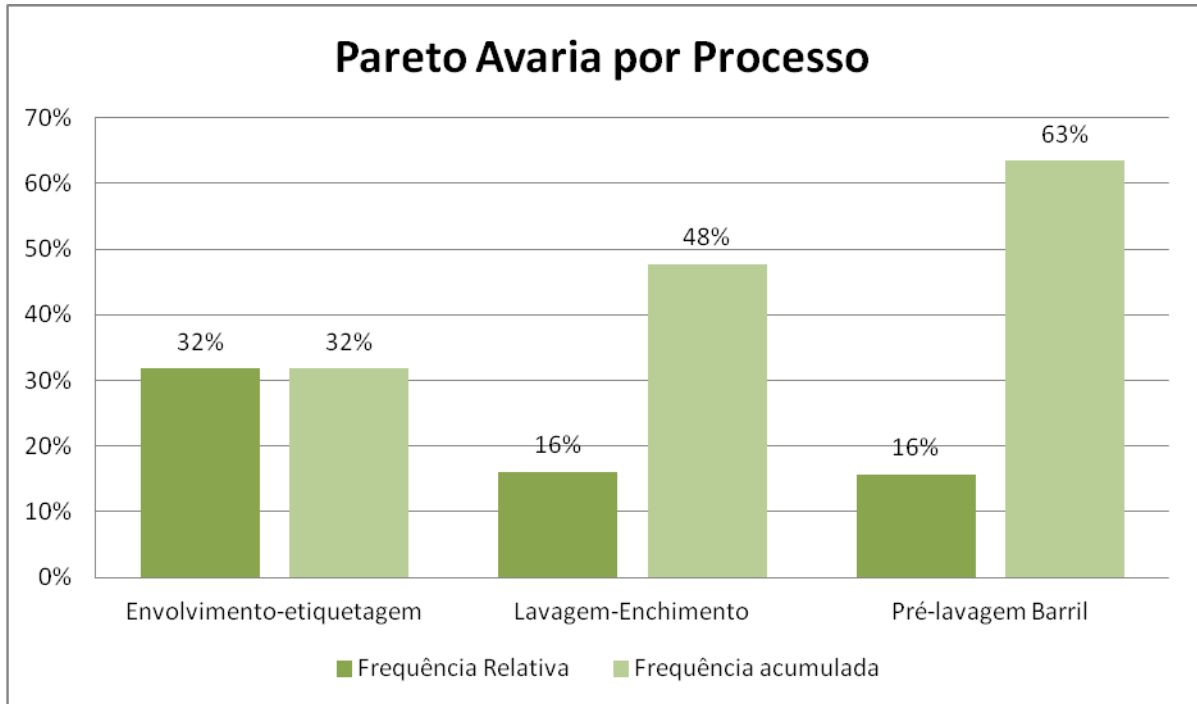


Gráfico 4 – Pareto das avarias dos processos da linha

Quando a análise é feita do ponto de vista do processo, os resultados afastam-se mais da lei de Pareto. Esta análise é mais focada e serve melhor o objetivo de perceber o fluxo através dos processos, retirando-se desta análise que uma grande parte das avarias são causadas por um número reduzido de processos, especificamente temos 77,5% das avarias em 31% dos processos como se observa no Gráfico 5 e na tabela disponível no ANEXO F: Distribuição de avarias pelos processos.

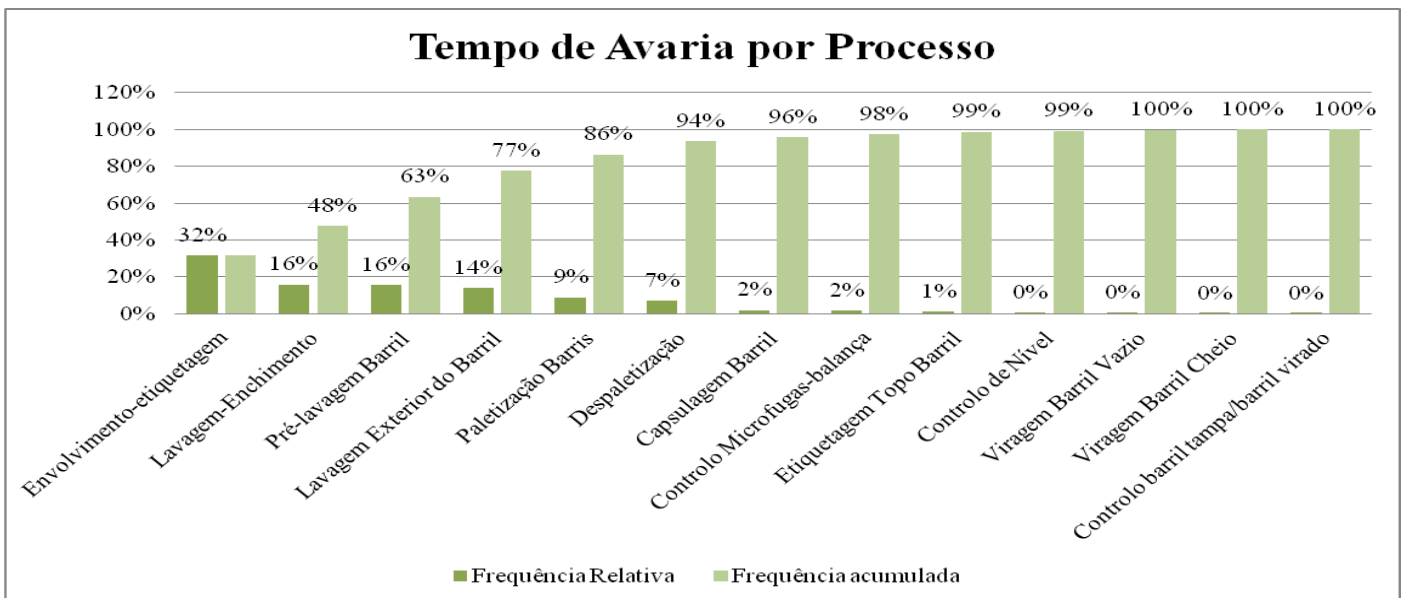


Gráfico 5 – Tempo de avaria por processo

Conhecendo o tempo de ciclo dos processos e a dimensão das suas avarias no total da linha, foi possível aprofundar a análise sobre os processos através da construção de uma matriz de criticidade. Determinaram-se quais os processos mais problemáticos deste ponto de vista, cruzando as perdas de eficiência causadas por tempos de ciclo longos com os aumentos de variabilidade por elevado número de avarias. Esta avaliação permite estabelecer quais os processos com mais tendência a tornarem-se gargalos da linha.

Para estabelecer de uma forma simples a criticidade, os valores do *cycle time* (C/t) e da % de avarias foram multiplicados e agrupados na Tabela 2.

Tabela 2 – Caracterização dos processos

N	Processo	% Avarias	C/t [s]	Criticidade
1	Despaletização	7,1%	5,2	0,37
2	Viragem Barril Vazio	0,4%	7	0,03
3	Controlo tampa/barril virado	0,1%	5	0,00
4	Lavagem Exterior do Barril	14,1%	2	0,28
5	Pré-lavagem do Barril	15,7%	6,4	1,00
6	Lavagem-Enchimento 30l	16,0%	7,2	1,15
6	Lavagem-Enchimento 50l	16,0%	8,5	1,36
7	Viragem Barril Cheio	0,2%	5,5	0,01
8	Controlo de Nível	0,5%	6,5	0,03
9	Controlo Microfugas/peso	1,9%	6,7	0,13
10	Capsulagem Barril	2,1%	2	0,04
11	Etiquetagem Topo Barril	1,3%	3,7	0,05
12	Paletização Barris	9,0%	5,3	0,48
13	Envolvimento-etiquetagem	31,8%	8,1	2,57

Ordenado a tabela por criticidade, estabeleceu-se quais os processos mais críticos, e que merecem prioridade na resolução de problemas, como demonstra a Tabela 3.

Tabela 3 – Criticidade dos processos

Processo	Criticidade
Envolvimento-etiquetagem	2,57
Lavagem-Enchimento 50l	1,36
Lavagem-Enchimento 30l	1,15
Pré-lavagem do Barril	1,00
Paletização Barris	0,48
Despaletização	0,37
Lavagem Exterior do Barril	0,28
Controlo Microfugas/peso	0,13
Etiquetagem Topo Barril	0,05
Capsulagem Barril	0,04
Viragem Barril Vazio	0,03
Controlo de Nível	0,03
Viragem Barril Cheio	0,01
Controlo tampa/barril virado	0,00

Esta análise mais aprofundada destaca os processos já identificados como gargalos da linha e acrescenta um outro, a pré-lavagem do barril.

Terminada a análise a este indicador do OEE passou-se às razões externas. Este, uma vez que é construído pela soma de vários tempos, foi desconstruído para melhor se perceber o impacto de cada e apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Componentes das razões externas

Tempo	%
TEP	0,9%
TEF	0,9%
TFP	0,2%
TNU	3,9%
TEI	5,5%
Razões externas	11,4%

As duas principais causas são o TEI e o TNU, prendendo-se as restantes com problemas alheios à linha uma vez que dependem do funcionamento de outras áreas da empresa. A TNU serve para registar fenómenos muito variados uma vez que justifica tempos que não encaixam nas outras categorias, sendo difícil analisar este tempo que também é muitas vezes dependente de fatores alheios à linha. O TEI está intrinsecamente ligado ao estado do vasilhame que é enchido na linha, que condiciona fortemente a forma como a linha trabalha e tem um peso considerável no OEE.

Uma vez que existem quatro grandes tipos de vasilhame a circular na linha, e visto que estes são diferentes tanto no material como no formato e estado de conservação, este indicador levou o estudo para um fator que já tinha sido identificado por parte da Unicer como causa de ineficiência na linha, o tipo de vasilhame usado.

Estes tipos de vasilhames são agrupados da seguinte forma:

1. Barril de 50l inox, Ilustração 9, e barril de 50l PUE (poliuretano) preto, Ilustração 8;
2. Barril de 30l inox e barril de 30l PUE preto;
3. Barril de 50l PUE vermelho, Ilustração 10;
4. Barril de 30l PUE vermelho.



Ilustração 8 – Preto PUE



Ilustração 9 - Inox

Os primeiros dois grupos contêm dois tipos diferentes de vasilhame porque estes andam misturados na linha e do ponto de vista das ordens de enchimento não são distinguidos, logo serão tratados como o mesmo. Isto acontece porque os barris pretos PUE foram descontinuados e a sua quantidade é reduzida face aos de inox (inferior a 10%).

Para perceber o impacto do barril recorreu-se ao registo de OEE por SKU¹¹. O sistema de base de dados da linha, denominado Jornal de Bordo, permite fazer uma seleção dos tempos de cada indicador, limitando o fator produto enchido. Limitou-se a pesquisa ao enchimento de Super Bock variando apenas o tipo de barril enchido tal como agrupado previamente. Para além disso, alguns dos indicadores do OEE não foram considerados uma vez que comprometiam a amostra:



Ilustração 10 – Vermelho PUE

- Arranque – uma vez que a linha arranca, permanece em funcionamento durante toda a ordem de enchimento semanal, só parando quando ocasionalmente há uma troca de cerveja. Na maioria das semanas a linha só arranca uma vez durante toda a semana, havendo apenas trocas do tipo de barril a encher. Este indicador não pode ser usado porque a linha arranca, quase sempre, com o barril do grupo 2. Isto acontece porque os operadores sabem que este barril é o que melhor flui e assim agilizam o processo de arranque.
- Limpeza – este indicador não pode ser usado pela mesma razão do anterior. A limpeza é feita antes do arranque, logo se este indicador fosse usado o seu tempo cairia sempre sobre o mesmo tipo de barril, o tipo 2.

¹¹ *Stock-Keeping Unit* - Código único e identificador de um determinado produto

- Pausas e reuniões – todos os dias à mesma hora existe uma reunião diária de aproximadamente 15 minutos, que não se considera útil na análise.

Esta análise de OEE alterado serve apenas para comparar valores - os tempos dos indicadores não considerados foram retirados ao tempo total de funcionamento da linha o que obviamente fez subir os valores do OEE (globalmente os tempos não considerados representam 16% do tempo total). O interesse desta análise é perceber os ganhos ou perdas com a utilização de determinado tipo de barril e assim perceber o seu impacto no OEE. Uma vez que os tempos usados representam apenas uma parte do tempo global, os ganhos do OEE alterado entre barril devem ser multiplicados pelo peso que o tempo usado tem no tempo total, 84%, só assim se pode perceber os ganhos reais de OEE na forma como a Unicer o calcula.

Apresenta-se no Gráfico 6, os valores do OEE alterado, obtidos sem os indicadores retirados e que servem apenas para efeito de análise. Apresentam-se também no Gráfico 7 as diferenças reais de OEE relativas ao barril do tipo 2, que obteve os valores mais altos (*best in class*), e que representam as perdas de OEE reais face ao melhor funcionamento possível da linha.

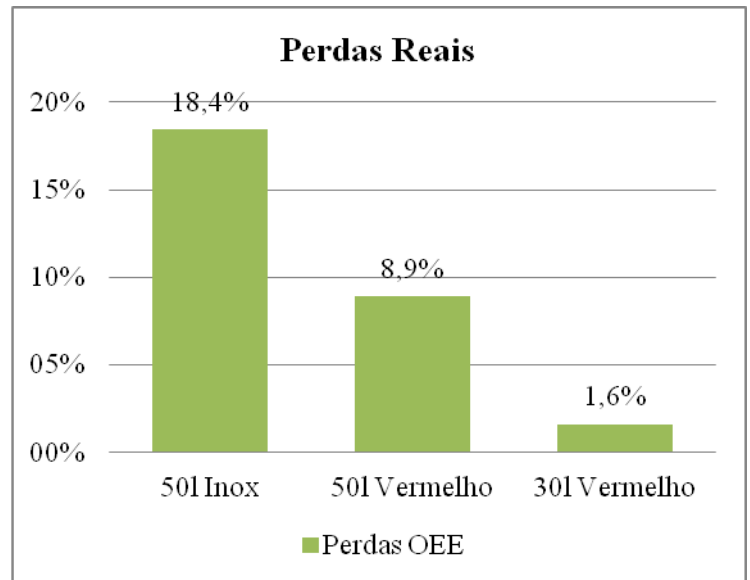
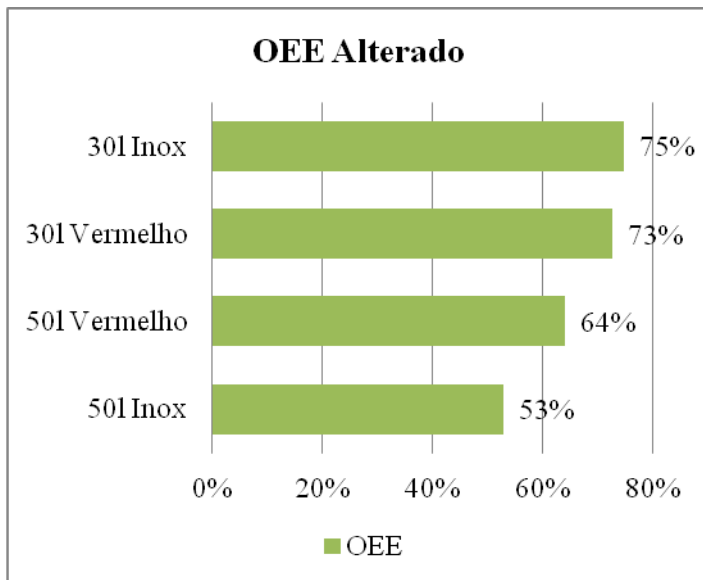


Gráfico 6 – Comparação do OEE alterado entre barril

Gráfico 7 – Variações de OEE face ao *best in class*

Confirmou-se que o tipo de barril usado tem impacto no desempenho da linha, particularmente o de 50 inox que condiciona seriamente o seu funcionamento. Surgiu então a questão acerca da verdadeira razão destas variações e para entender a sua causa recorreu-se a uma análise, semelhante à anterior, mas desta vez para observar o comportamento do TEI, já discutido nas razões externas, consoante o tipo de barril usado. Os resultados são apresentados no Gráfico 8 e Gráfico 9.

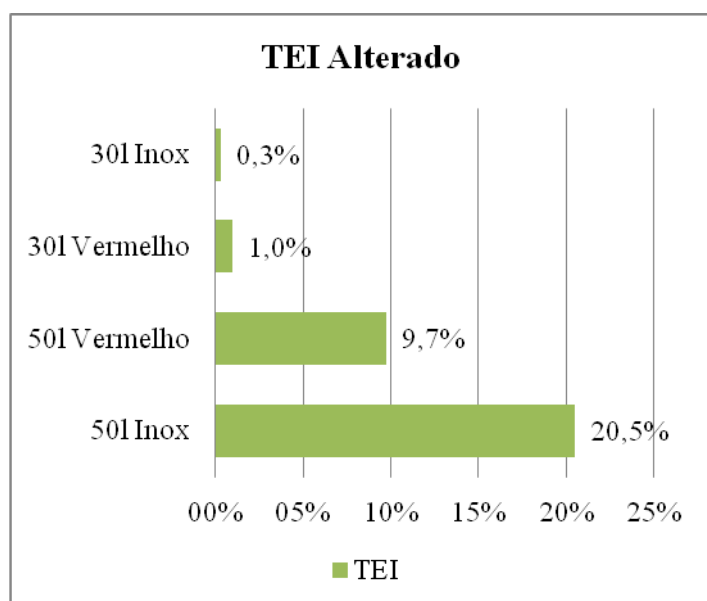
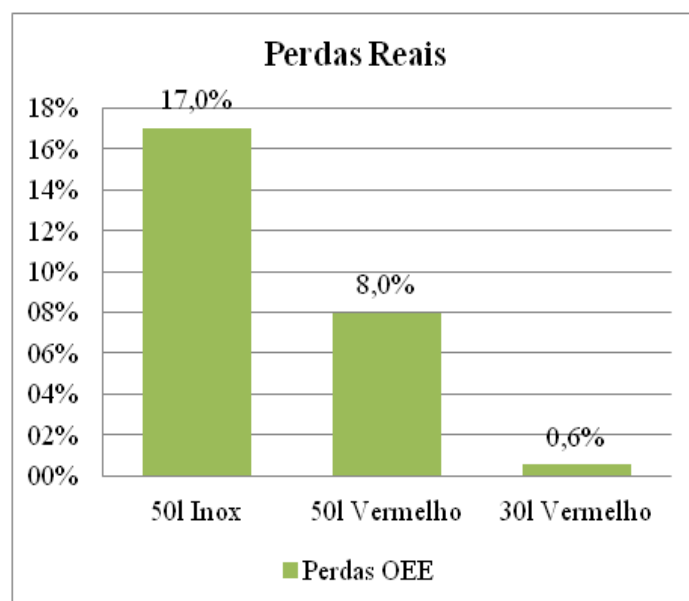


Gráfico 8 - Comparação do TEI alterado entre barril

Gráfico 9 - Variações de OEE causadas pelo TEI face ao *best in class*

A análise revelou que para além do tipo, também o estado do vasilhame condiciona o OEE da linha, particularmente a nível do vasilhame de 50l. Esta conclusão motivou a realização de uma experiência com um lote perfeito de barril em bom estado, para os barris mais críticos, os de 50l.

3.4.1 Experiência com lote perfeito

O intuito deste teste foi perceber o impacto dos defeitos dos barris no comportamento da linha e consequentemente no OEE. Esta análise fracionada apenas pretende avaliar a relação de causa-efeito entre os defeitos do barril e as variações de OEE, uma vez que esta causa de problemas já foi identificada como relevante. O parque de vasilhame da Unicer já foi alvo de uma avaliação e tipificação de defeitos realizada no âmbito de uma tese de mestrado por Verde (2011), que a integra num capítulo onde é elaborado um catálogo de defeitos do ponto de vista da qualidade e que pode ser consultado no ANEXO G: Catálogo de defeitos do barril. Para o teste em causa, interessam principalmente defeitos que condicionam o funcionamento da linha por interferirem com o equilíbrio do barril em diversos processos. Os defeitos para cada tipo de barril que causam estes problemas são os seguintes:

- Barril 50 Inox – jante inferior amolgada
- Barril 50 PUE vermelho – inexistência de asa e falta de material no topo

O catálogo de defeitos classifica o barril em três estados, satisfatório, aceitável e não satisfatório e a sua incidência é apresentada no ANEXO G: Catálogo de defeitos do barril. Para efeito deste teste, o lote perfeito foi constituído por aproximadamente 1000 barris de acordo com as seguintes características:

- Barril 50 inox – segregação dos barris pretos e seleção de barris inox correspondentes ao estado de satisfatório, no catálogo de defeitos.
- Barril 50 vermelho – seleção de barris correspondentes ao estado de satisfatório e aceitável, no catálogo de defeitos.

Os resultados de OEE das experiências realizadas e os ganhos reais face aos valores de 2012, para o mesmo tipo de barril, são apresentados no Gráfico 10 e no Gráfico 11.

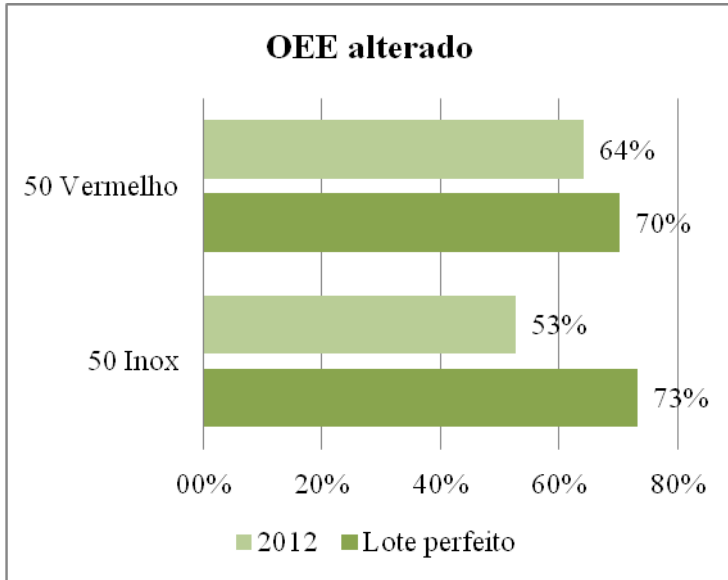


Gráfico 10 - Comparação do OEE alterado entre lote normal e perfeito

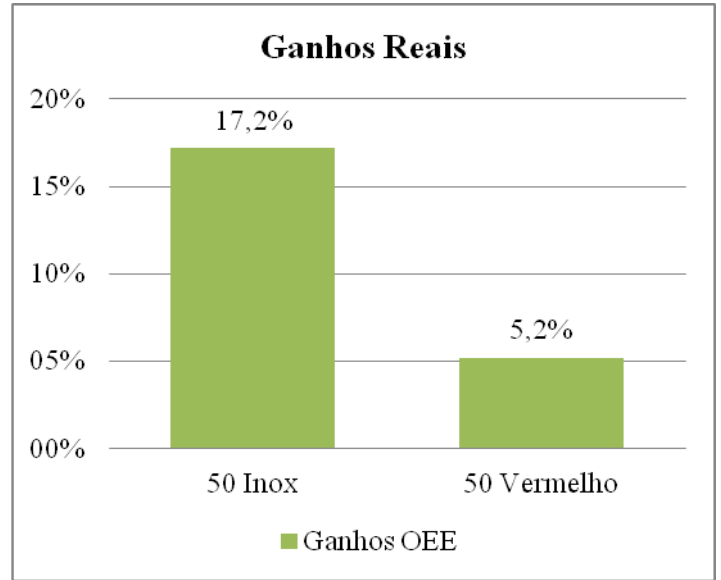


Gráfico 11 – Variações de OEE face ao funcionamento normal

A realização da experiência, demonstra as perdas de OEE que a linha sofre devido ao estado defeituoso do vasilhame de 50l que nela circula. Dada a dimensão dos valores, a condição em que se encontra o barril representa um problema bastante relevante.

Este fenómeno é particularmente notório quando a linha trabalha com o barril de 50 inox, pois o barril obriga os operadores a terem postos de trabalho fixos no processo de paletização e de correção. Isto cria uma enorme pressão sobre a restante força de trabalho que anda em constante frenesim para acorrer a todas as outras necessidades da linha. A Ilustração 11 e a Ilustração 12 demonstram a diferença entre o funcionamento com os diferentes tipos de lote.



Ilustração 11 - Funcionamento normal



Ilustração 12 - Funcionamento com lote perfeito

3.5 Problemas identificados

Através do rastreio dos *seven deadly wastes*, com o auxílio do VSM e das análises prévias, foi possível identificar uma série de processos e fenómenos que representam fontes de *muda*, e representá-los de uma forma visual no CSM apresentado na Ilustração 13.

- **Sobreprodução** – as paragens não planeadas, o baixo OEE e a falta de balanceamento da linha leva à subprodução dos processos a jusante e consequente sobreprodução de processos a montante. Isto causa acumulação de WIP e saturação dos transportadores, FIFO lanes, que resulta em estagnação de processos.
- **Espera** – tal como na sobreprodução, o baixo OEE e a desadequação dos tempos de ciclo dos processos causam uma utilização do tempo ineficiente. A saturação dos espaços FIFO, sempre que surgem gargalos nos processos a jusante, causa paragens em vários processos a montante ficando os barris em WIP à espera para serem processados.
- **Transporte** – o processo de transporte é desadequado a nível da utilização dos consumíveis.
- **Processamento desadequado ou sobre processamento** – o pedido automático de barril vazio desativado, as perdas da cerveja fornecida entre a adega e o armazém, a duplicação de tarefas a nível do controlo de defeitos, o controlo de microfugas após o enchimento do barril, os problemas de paletização e falsas rejeições com o barril 50 inox, os equipamentos parados/obsoletos na linha e o desempenho desadequado de trabalhadores exteriores à linha constituem este desperdício.
- **Inventário desnecessário** – a sobreprodução e a espera levam à acumulação de inventários de WIP, pelas razões previamente referidas.
- **Movimento desnecessário** – a deficiência do *layout* no processo de rejeição por falta de pressão residual, obriga à deslocação manual de uma grande quantidade de barris para a zona de substituição de varetas.
- **Defeitos** – as rejeições muito elevadas por pressão residual, nível e peso/microfugas representam um grave desperdício.
- **Subutilização das pessoas e das suas ideias** – subutilização de ferramentas de comunicação como o quadro de problemas.

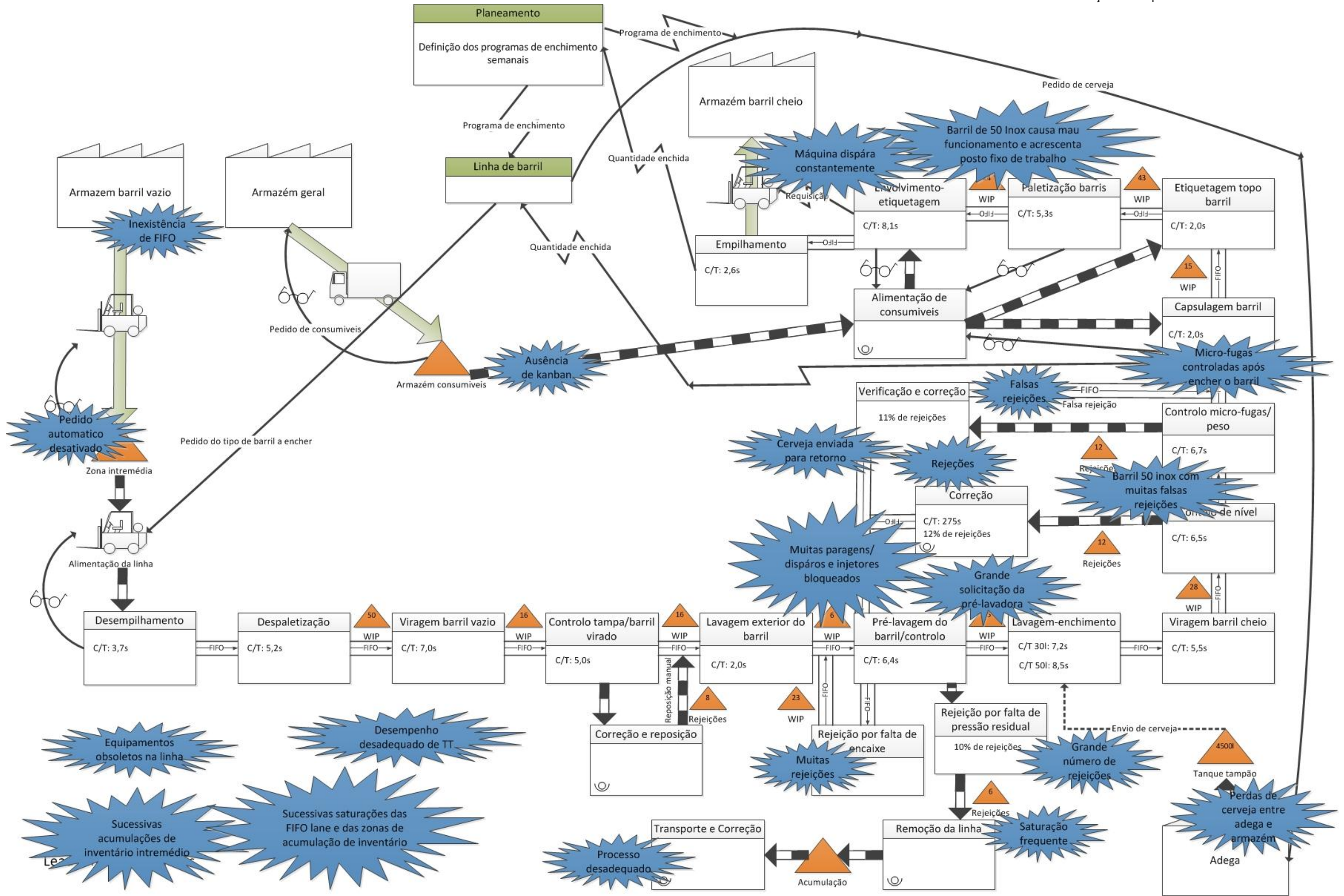


Ilustração 13 - Current State Map da linha de enchimento de barril de cerveja de tara retornável com representação de fontes de muda e oportunidades de melhoria

3.6 Análise dos problemas identificados – rastreio das causas de *muda*

Após a identificação dos problemas e desperdícios gerados importa aprofundar as suas fontes e causas-raiz.

3.6.1 Sobreprodução, espera e inventário desnecessário

As três fontes de *muda* abordadas em 3.5 foram agrupadas, uma vez que estão relacionadas quanto às suas causas. A baixa eficiência da linha, conjugada com os tempos de ciclo desajustados, leva os processos a montante a sobre-produzirem para processos a jusante. Isto vai criar a acumulação de inventários de WIP, que quando saturam a *FIFO lane*, causam estagnação dos processos que nele desaguam, obrigando à espera de todos os barris que aí se encontram. A matriz de criticidade de processos criada previamente indicou aqueles que mais contribuíam para este problema criador de gargalos, em que se destacaram o envolvimento-etiquetagem, a lavagem-enchimento e a pré-lavagem. Já durante este projeto foi comunicado que iria haver uma substituição dos equipamentos de lavagem-enchimento, o que focou a atenção nos restantes dois processos. Por outro lado o estado do vasilhame já provou ser um fator muito condicionante da linha, que leva a perdas de velocidade e micro-paragens. A análise a estes processos críticos foi aprofundada através dos diagramas de *ishikawa* e da técnica do *5 whys*, sendo apresentados na Ilustração 14 e Ilustração 15 que justificam o fraco desempenho destes processos e que leva muitas vezes à ocorrência de avarias ou ao registo de avaria por paragens sucessivas devido a este mau funcionamento.

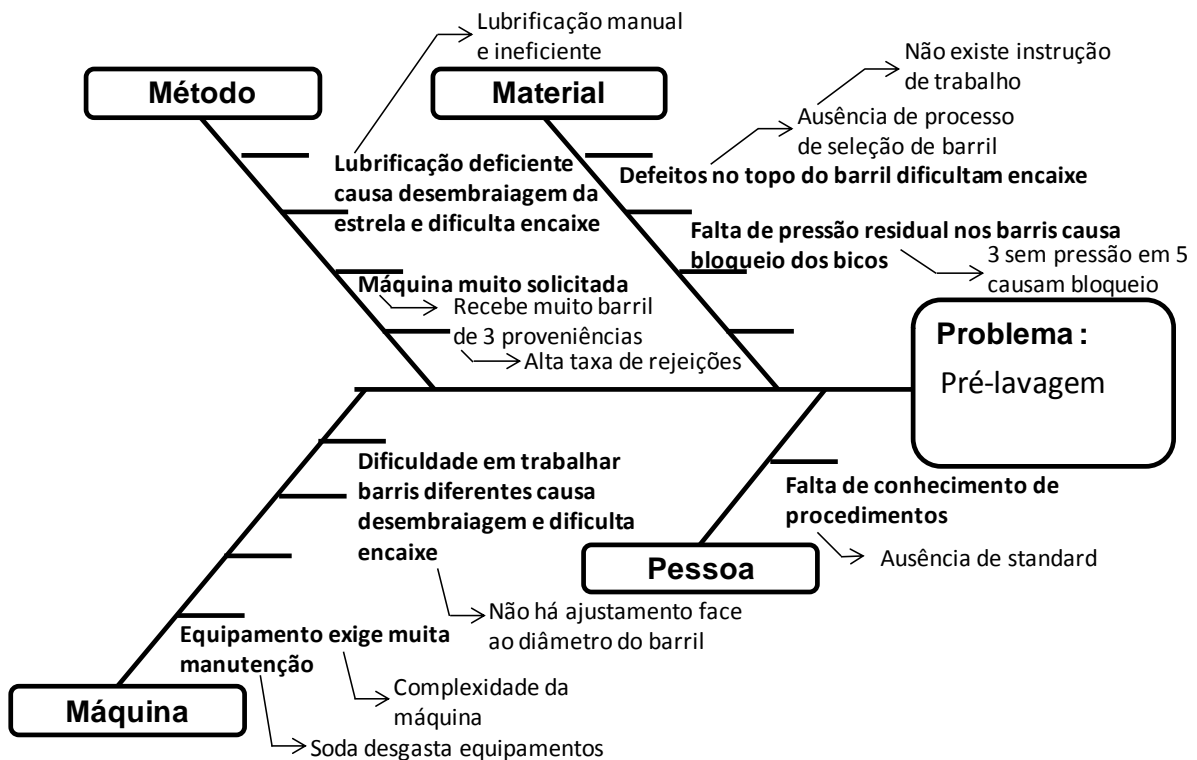


Ilustração 14 – Análise de causas do mau funcionamento da pré-lavagem

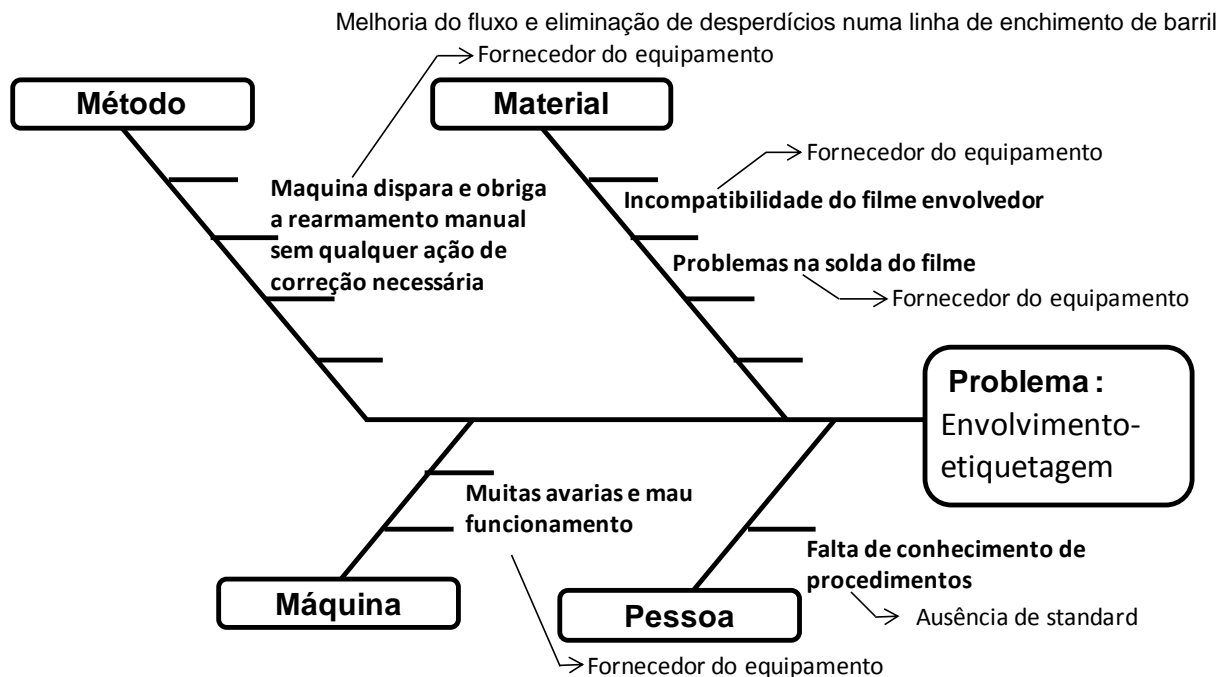


Ilustração 15 - Análise de causas do mau funcionamento do envolvimento-etiquetagem

3.6.2 Transporte

Os produtos classificados como consumíveis do barril referem-se a todos os elementos que integram o mesmo para além da cerveja. Estes consumíveis são: cápsula da vareta, reservatório de tinta e make-up para marcação da cápsula, etiqueta de topo do barril, rolo químico para impressão de etiqueta, filme envolvor de paleta, etiqueta de paleta e rolo químico para impressão da etiqueta de paleta. Todo o processo de abastecimento e pedido destes consumíveis é feito de forma manual, para além dos produtos passarem por uma série de etapas e movimentações até chegarem ao equipamento onde são usados, como representado na Ilustração 16.

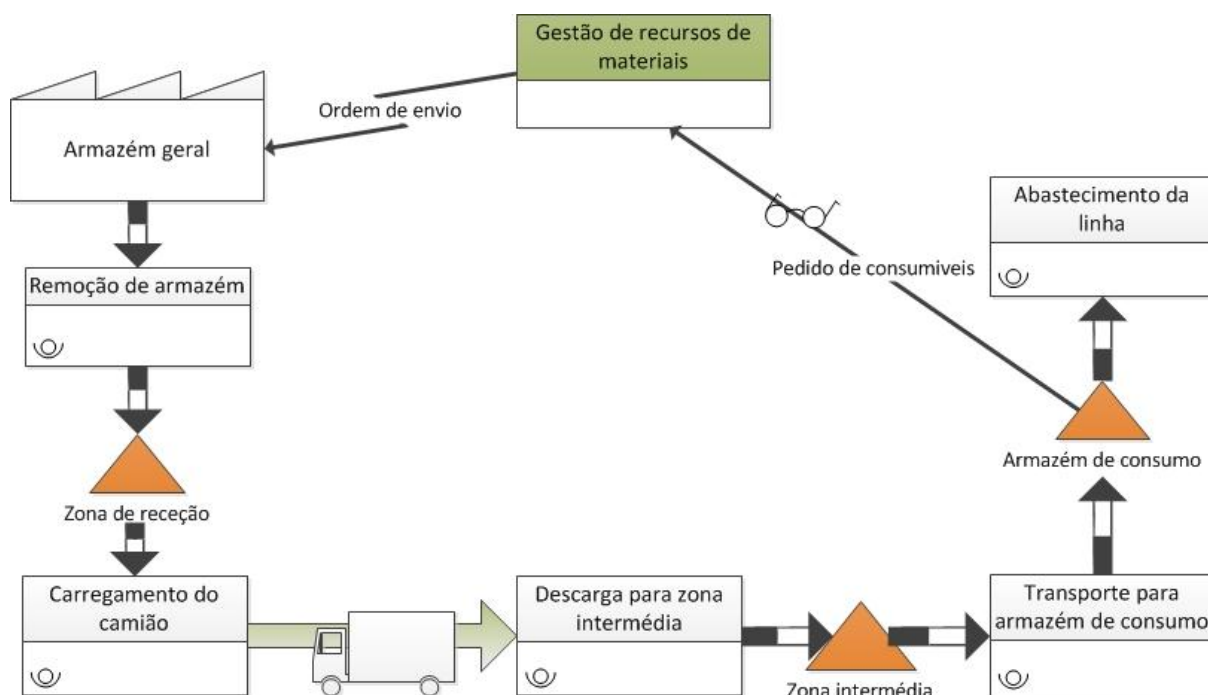


Ilustração 16 – VSM dos consumíveis que integram o barril

O excesso de transporte, tal como a acumulação de inventários e o abastecimento empurrado de produtos, representam fontes de desperdício que devem ser eliminadas por um abastecimento e utilização mais eficiente dos consumíveis.

3.6.3 Processamento desadequado ou sobre processamento

- **Pedido automático de barril vazio desativado** – este pedido foi desativado devido à falta de capacidade de processamento por parte dos empilhadores. Uma vez que o pedido de recolha de vasilhame cheio é feito automaticamente, isto garante a sua prioridade. É mais importante libertar o processo de saída de barril cheio do que alimentar o de barril vazio, uma vez que este tem mais folga. Segundo os operadores, quando este processo de pedido automático estava ligado o empilhador falhava na recolha de barril cheio para ir alimentar a entrada da linha com barril vazio, criando a paragem do último processo da linha, o que condicionava todos os a montante.
- **Perdas da cerveja fornecida entre a adega e o armazém** – estas perdas são de dois tipos, cerveja para esgoto e cerveja para retorno. A cerveja para esgoto ronda os 5% do total fornecido e refere-se a cerveja que não tem qualquer reaproveitamento. A cerveja para retorno é aquela que é retornada à adega. As causas destes fenómenos são apresentadas na Ilustração 17.

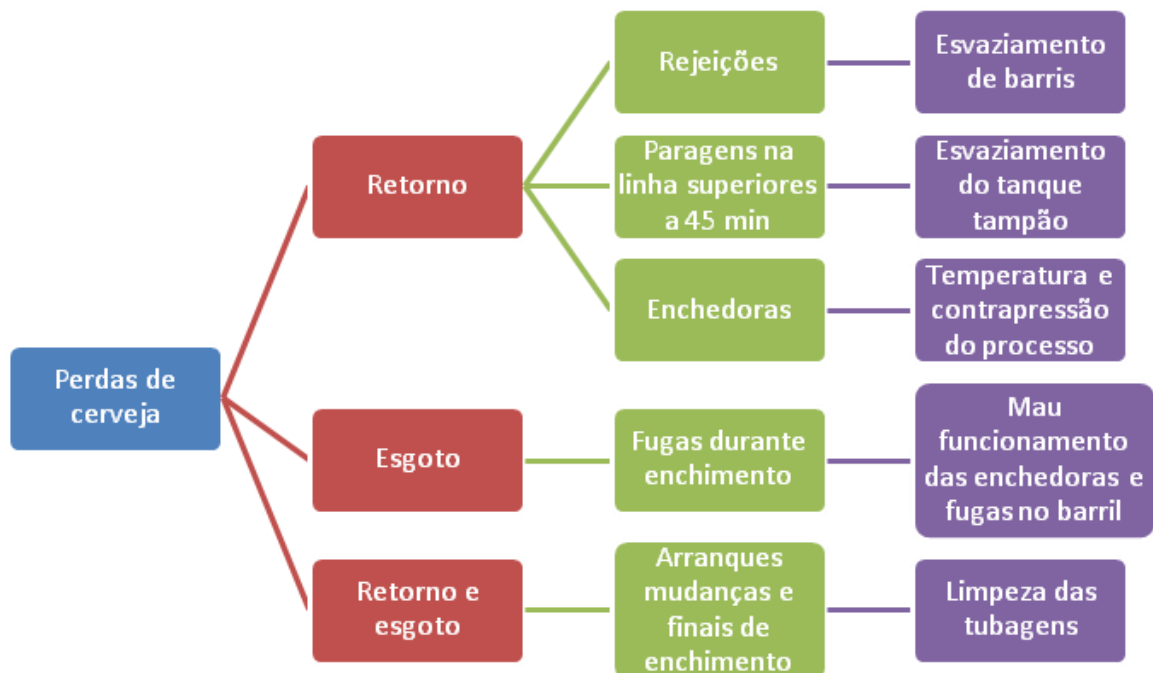


Ilustração 17 – Causas das perdas de cerveja

- **Duplicação de tarefas a nível do controlo de defeitos** – a duplicação do controlo de defeito e as falsas rejeições, analisados em 3.6.5, são formas claras de reprocessamento e processamento desadequado, para além de retirarem estabilidade ao processo. Os equipamentos devem garantir um controlo adequado da qualidade e as falsas rejeições devem ser mínimas ou até inexistentes. Por outro lado a percentagem de incidência de defeitos deve também ser residual, pois a repetição de todos os processos pelos quais o barril já passou é uma forma clara de desperdício por reprocessamento.

- **Controlo de microfugas após o enchimento do barril** – o enchimento de cerveja em barris que têm fugas representa um processo desadequado. Não faz sentido encher barris que num processo seguinte serão esvaziados para retorno. A deteção das fugas após o processo de enchimento implica o envio de cerveja para retorno e o reprocessamento do barril, existindo este problema devido à desadequação do processo.
- **Problemas de paletização e falsas rejeições com barril 50 inox** – quando a linha funciona com este barril os problemas na paletização obrigam a que um operador fique permanentemente junto à paletizadora para ajudar a realizar a sua tarefa. Por outro lado as falsas rejeições aumentam muito o que obriga também a um posto de trabalho fixo no processo de verificação e correção. Isto absorve imenso a força de trabalho e causa pressão nos restantes operadores. A causa deste problema é exclusivamente os danos na base do vasilhame (base amolgada), defeito já identificado e quantificado no ANEXO G: Catálogo de defeitos do barril, e com uma grande incidência.
- **Equipamentos parados/obsoletos na linha** – existem quatro equipamentos montados sobre a linha que não se encontram em funcionamento, virador de barril vazio, reapertador de varetas, inspetor de pressão residual e seletor de barris inox. As funções destes equipamentos deixaram de ser úteis ou foram substituídas por outros equipamentos. A filosofia *lean* preconiza que tudo que não é necessário e não acrescenta valor deve ser eliminado, se não contribui para o processo está a mais. Todos estes equipamentos podem ser retirados sem qualquer entrave exceto o reapertador de varetas que tem que ser aprovado pelo departamento de qualidade.
- **Desempenho desadequado de trabalhadores exteriores à linha** – A integração de trabalhadores que não fazem parte das equipas da linha leva a que haja um fosso de conhecimento entre os mais experientes e os que pela natureza da sua função não possuem essa experiência. Estes operadores, já mencionados acima como trabalhadores temporários e prestadores de serviços, têm dificuldade em desempenhar algumas funções uma vez que não conhecem o funcionamento da linha e as suas rotinas e equipamentos. Isto leva a processamentos desadequados, a desperdício de tempo com o esclarecimento das suas dificuldades e a reprocessamento quando as tarefas não são bem desempenhadas. A pouca comunicação visual dos procedimentos *standard* pode ser vista como causa deste problema.

3.6.4 Movimento desnecessário

O processo de rejeição por pressão residual encontra-se mal desenhado, uma vez que obriga a uma quantidade desnecessária de movimento. Dada a incidência desta rejeição (10%), faria sentido que o seu produto fosse encaminhado automática e diretamente para a zona de correção. Em vez disso, os operadores têm que deslocar manualmente o barril através de uma série de tarefas, como descrito na Ilustração 18, o que causa paragens frequentes da linha por saturação da zona de acumulação de barril rejeitado:

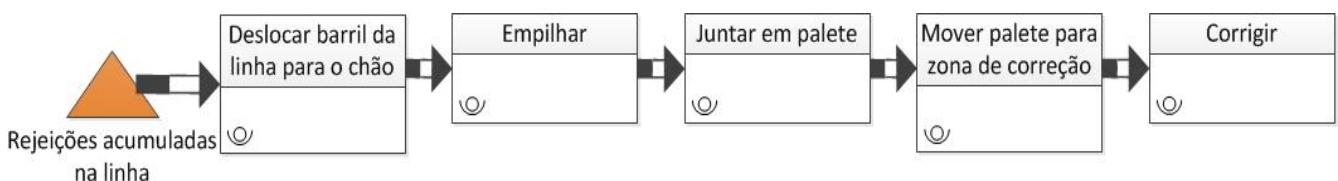


Ilustração 18 – Zoom do processo de rejeição por pressão residual

O redesenho deste processo deve ser analisado, na procura de eliminar todos os passos que são fontes de *muda* e tentado criar um fluxo contínuo entre a rejeição e a correção.

3.6.5 Defeitos

O registo de defeitos foi iniciado durante o projeto e prende-se com as rejeições efetuadas pelos equipamentos de controlo da qualidade na linha. Existem cinco pontos de controlo que podem detetar defeitos mas apenas em três foi possível iniciar este registo, solução aceitável pois é nos três que começaram a ser registados que tanto o número como a gravidade das rejeições é maior. Estas rejeições que podem ser observadas na Ilustração 13 são:

- Controlo de pressão residual - todos os barris devem voltar do mercado com pressão residual. Na ausência desta pressão, ou o barril foi violado (aberto) e portanto deve ser inspecionado, ou há uma grande fuga na vareta do barril e esta deve ser substituída. Durante a pré-lavagem o equipamento deteta esta ausência de pressão.
- Controlo de nível – este controlo garante que o nível de cerveja dentro do barril é o pretendido. Caso este nível não esteja correto é feito o retorno da cerveja no seu interior para a adega, inspecionada a necessidade de troca de vareta, feita a troca se for esse o caso e o reenvio do barril para o processo de pré-lavagem.
- Controlo de microfugas/peso – este controlo inspeciona o topo da vareta para verificar a existência de microfugas de cerveja. Simultaneamente pesa o barril e compara o valor com um intervalo para o peso e o barril é aceite ou rejeitado. Caso haja rejeição esta é reconfirmada por um operador através de uma balança e da observação da vareta como demonstra a Ilustração 19.

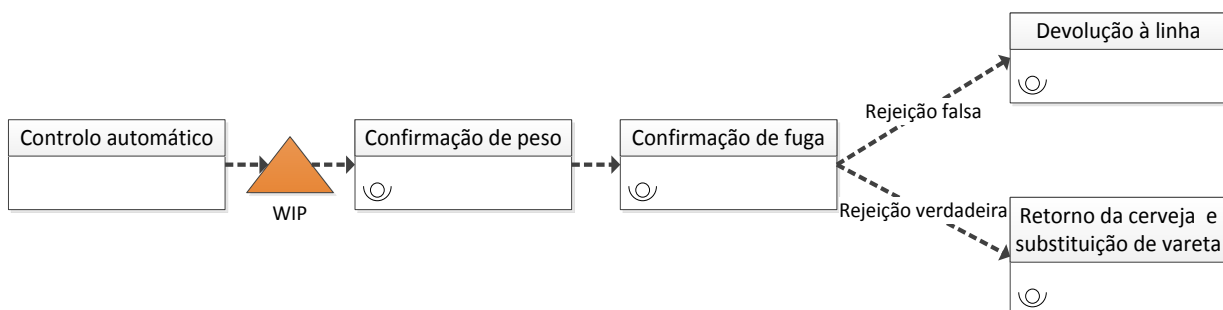


Ilustração 19 – Zoom do processo de controlo de microfugas /peso

Estas rejeições têm a particularidade de sofrerem uma dupla verificação do defeito, primeiro automática e depois humana. Isto significa que por vezes há falsas rejeições o que torna este problema mais grave uma vez que reforça o sobre-processamento.

Os valores destas rejeições, registados entre o final de Setembro e o início de Dezembro, são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Valores das rejeições

Rejeição	Valor
Nível	12%
Microfugas/peso	11%
Pressão Residual	10%
Total	32%

Os valores das rejeições revelaram-se extremamente elevados. Este problema agrava-se uma vez que todo o processo que se segue à rejeição representa outras formas de desperdício. A dupla verificação de defeito, primeiro automática e depois manual, representa uma forma óbvia de retrabalho ou sobre-processamento, agravado pelo retorno de cerveja que contribui para perdas de cerveja. Para além disto, acrescenta-se a sobrecarga sobre a pré-lavagem do barril, devido ao reencaminhamento de barris para este processo após a sua rejeição.

As causas que levam a estas rejeições foram aprofundadas através de diagramas de *ishikawa* e da técnica do *5 whys* e são apresentados nas figuras que se seguem.

O diagrama de *Ishikawa* da rejeição por falta de pressão residual apresenta-se na Ilustração 20.

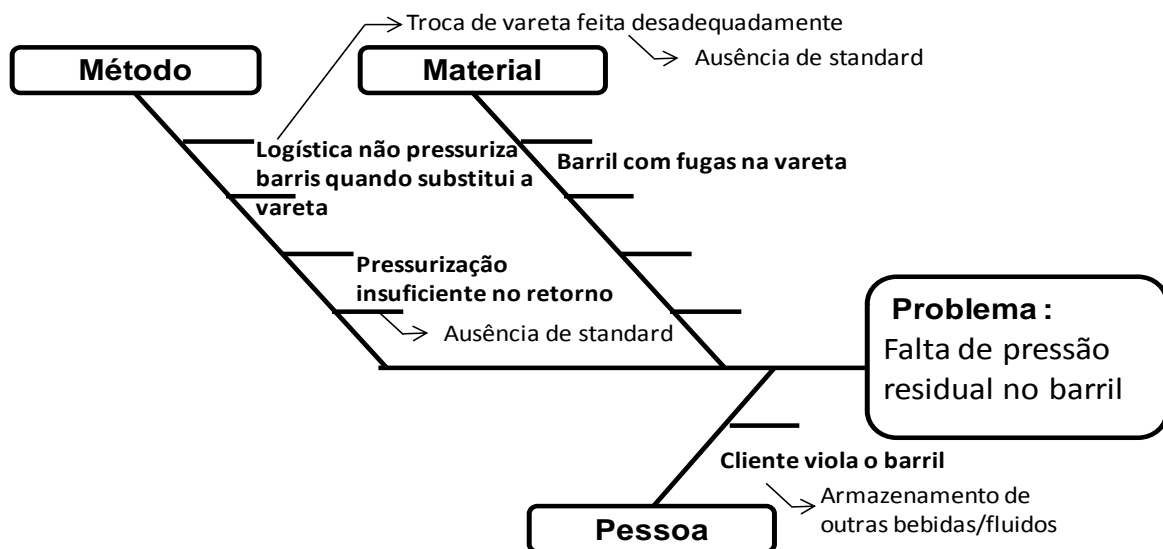


Ilustração 20 - Análise de causas da falta de pressão residual no barril

O fenómeno de fugas na vareta representa um problema com várias causas e por isso foi analisado à parte na Ilustração 21.

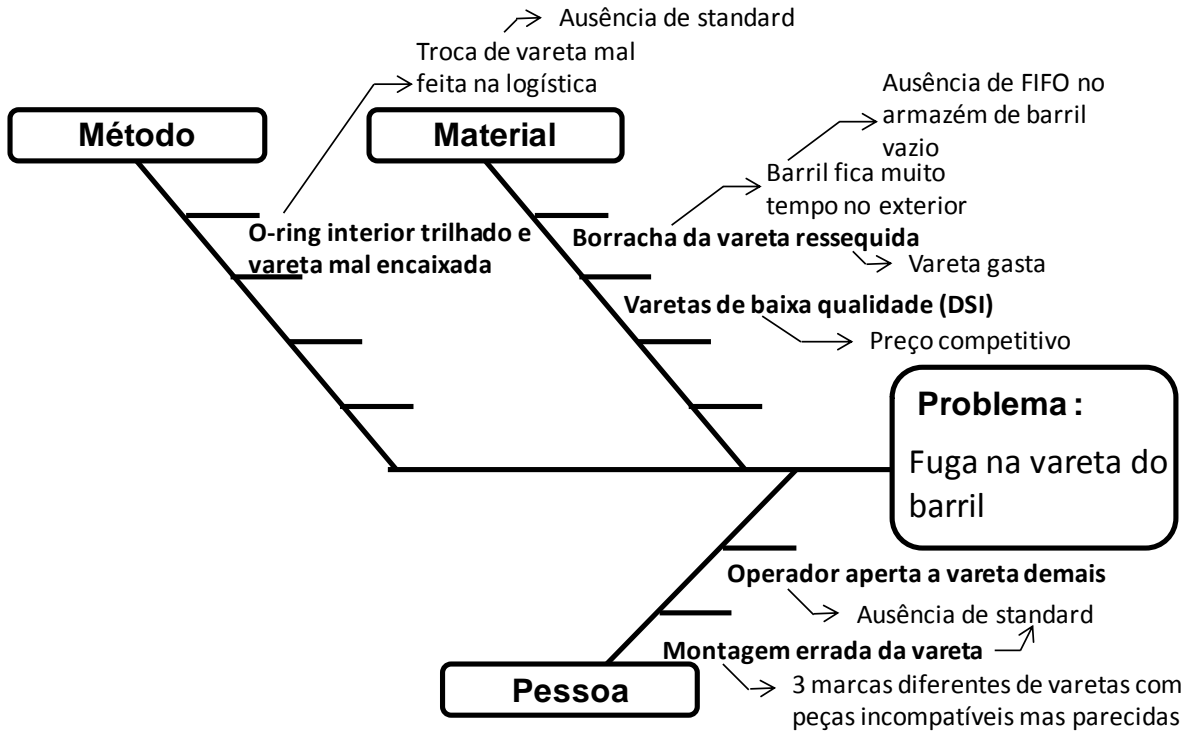


Ilustração 21 - Análise de causas das fugas na vareta do barril

O diagrama de *Ishikawa* da rejeição por nível apresenta-se na Ilustração 22.

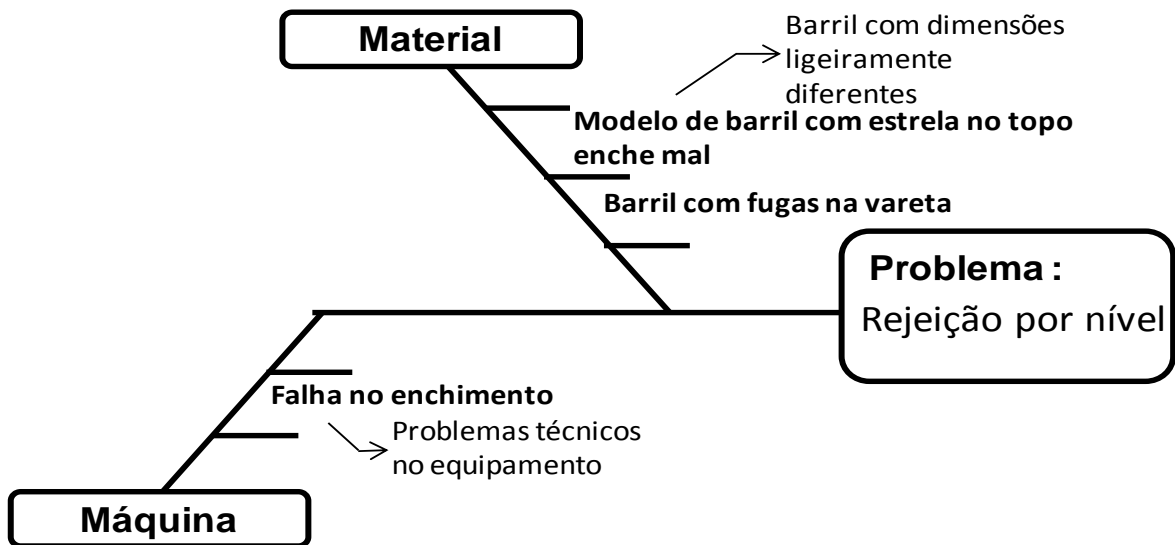


Ilustração 22 – Análise de causas da rejeição por nível

O diagrama de *Ishikawa* da rejeição por microfugas/peso apresenta-se na Ilustração 23.

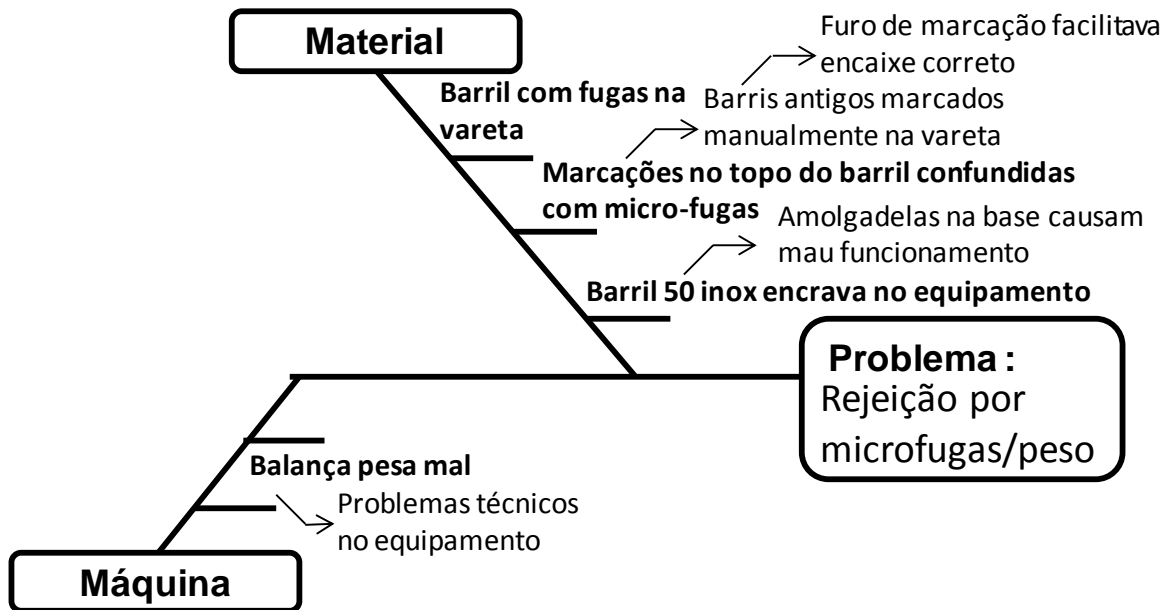


Ilustração 23 – Análise de causas da rejeição por microfugas/peso

Devem ser procuradas soluções para eliminação das causas raiz de cada subproblema, na procura de resolver o problema que delas resulta.

3.6.6 Subutilização das pessoas e suas ideias

A subutilização das ideias para melhorar processos e boas práticas ocorre porque a linha de barril é considerada uma linha problemática, e portanto todos os que nela trabalham adquirem um certo grau de habituação à existência de problemas. Frequentemente o operador sabe como contornar os problemas que surgem através de pequenos “truques”, o que leva a que aceite a situação atual, uma vez que a consegue ultrapassar. O conceito de problema é subvalorizado sempre que alguém com experiência sabe ultrapassar o obstáculo que surge. Isto leva a que a comunicação destes fenómenos não seja feita, nomeadamente através do quadro de problemas. Observa-se uma certa relutância em utilizar esta ferramenta de comunicação, que quando totalmente operacional, oferece um grande vantagem na melhoria contínua. Esta comunicação contribui não só para a resolução dos problemas como para a partilha do conhecimento sobre como ultrapassar certas situações, extremamente útil uma vez que a linha recorre frequentemente a trabalhadores temporários, que não estão a par do funcionamento pormenorizado da mesma.

4 Soluções propostas e sugestões de alteração

Neste capítulo são apresentadas propostas de ações para melhorar o fluxo de material e eliminar as fontes/causas de desperdício, para colmatar os problemas identificados e atingir o FSM apresentado no ANEXO K: *Future state map*.

4.1 Sobreprodução, espera e inventários desnecessários

Balanceamento da linha

Para obter um balanceamento da linha será necessário estabelecer um *takt time*, ou seja, o ritmo de produção da linha e de todos os seus processos. A capacidade de enchimento das enchedoras futuras será de 500 barris/hora o que significa um tempo de ciclo de 7,2 segundos. Todos os processos antes deste devem ser ajustados para o conseguirem servir e todos os seguintes para não o bloquearem. Dadas as ineficiências já descritas será necessário operar a uma velocidade ligeiramente superior à do processo de enchimento. Todos os processos têm essa capacidade exceto o de envolvimento-etiquetagem, que tem imperativamente que ser acelerado. Para processos com tempo de ciclo muito baixo sugere-se o tratamento em fluxo contínuo, sem qualquer espaço para a acumulação intermédia de inventário. Idealmente, o processo *pacemaker* deveria ser o de lavagem-enchimento, uma vez que é a atividade que mais acrescenta valor ao produto. Importa também referir que este balanceamento só será possível se forem ultrapassados os problemas dos processos críticos. Idealmente, o espaço para acumulação de barris deveria ser mínimo, existindo apenas antes do processo de enchimento, como contingência, para garantir sempre a sua alimentação. Tornando este o processo mais lento, e todos os outros com tempo de ciclo mais baixo, era possível transformar o processo de valor acrescentado no processo *pacemaker*, reduzindo assim o *idle time* global.

Escolha do vasilhame

- **50 Inox – criação de rotina de reparação e pré-seleção de lotes perfeitos já reparados, com barril preto PUE e com estrela no topo segregados** – para colmatar os problemas causados por este vasilhame, sugere-se a utilização de um equipamento que é apresentado na Ilustração 24, e que não é utilizado de momento, para desempenar a base do vasilhame inox. Uma vez por semana um turno seria dedicado a esta tarefa, selecionando um lote de vasilhame pronto a encher para a semana seguinte, apenas com barril reparado e sem os barris pretos PUE e com estrela no topo. Caso não haja um turno inteiro disponível para esta tarefa, ela pode ser desempenhada sempre que a linha não esteja a trabalhar, ou quando haja folga de operadores. Isto garantirá um aumento de aproximadamente 17% de OEE face à situação atual quando a linha trabalha com este vasilhame, o que justifica esta tarefa.



Ilustração 24 – Equipamento para reparação do barril

- **Restantes vasilhames – instrução de trabalho para segregação de barril defeituoso, nomeadamente topo do barril PUE, no posto de trabalho junto ao desempilhamento** – durante o funcionamento da linha um operador fica na zona de entrada e saída de vasilhame, que como se observa no ANEXO B: *Layout* linha de barril Tara R, ficam muito próximos. É exatamente na zona de entrada de vasilhame, imediatamente após ao processo de desempilhamento de paletes, que é mais fácil segregar o barril que não cumpre os requisitos do ANEXO G: Catálogo de defeitos do barril. Sugere-se que o operador que ocupa este posto observe todas as paletes que dão entrada na linha e retire manualmente os barris que não cumprem os requisitos, depositando-os numa palete próxima e para esse efeito. Esta tarefa deve fazer parte das obrigações do operador neste posto e pode para isso ser útil criar uma instrução de trabalho que a oficialize e descreva. O principal foco desta atividade deve ser os barris de PUE que apresentam faltas de material no topo, que são facilmente detetadas, e que no caso do barril de 50l permitirá um aumento de aproximadamente 5% do OEE, para situação homóloga sem seleção.

Eliminação de causas de mau funcionamento dos processos gargalo críticos

- **Pré-lavagem do barril** – sugere-se criar lubrificação automática da estrela através de um sistema de esguicho direcionado, explorar formas de ajustar o equipamento ao diâmetro do barril, diminuir rejeições (discutido nos Defeitos) para reduzir o gargalo criado pela máquina, criar POS para rearmamento, embraiagem e desbloqueio dos bicos, reforçar a manutenção do equipamento, reduzir entrada de barril sem pressão residual (discutido nos Defeitos) e impedir entrada de barril danificado (já discutido). Também se sugere a exploração de formas de acelerar o processo, nomeadamente através do aumento da sua capacidade, uma vez que existem estações de pré-lavagem que não estão a funcionar. O equipamento encontra-se portanto subutilizado. Estas ações irão permitir a eliminação das causas-raiz do mau funcionamento deste processo, diminuindo a sua criticidade como gargalo da linha e melhorando o fluxo de barril através do mesmo.
- **Envolvimento-etiquetagem** – Explorar formas de acelerar e melhorar o processo, criar POS para introdução de consumíveis e rearmamento da máquina, aproximação e comprometimento do fornecedor do equipamento para que garanta o seu bom funcionamento. Estas ações irão permitir a eliminação das causas-raiz do mau funcionamento deste processo, diminuindo a sua criticidade como gargalo da linha e melhorando o fluxo do barril através do mesmo.

Para melhor se perceber a importância de algumas destas medidas, demonstra-se o seu impacto potencial no OEE no Gráfico 12, que representa o peso dos componentes identificados e que é detalhado pela Tabela 6. Também é representado o processo de enchimento uma vez que os seus equipamentos serão substituídos brevemente e os ganhos se preveem significativos no que toca às suas avarias.

Tabela 6 – Peso dos componentes no OEE

Barril	OEE 2012	Ganho lote perfeito	Avarias			
			Envolvimento	Pré-lavagem	Enchimento	Restantes processos
50l Inox	44%	17%	4%	2%	2%	5%
50l Vermelho	54%	5%	4%	2%	2%	5%
30l Vermelho	61%	0%	4%	2%	2%	5%
30l Inox	63%	0%	4%	2%	2%	5%

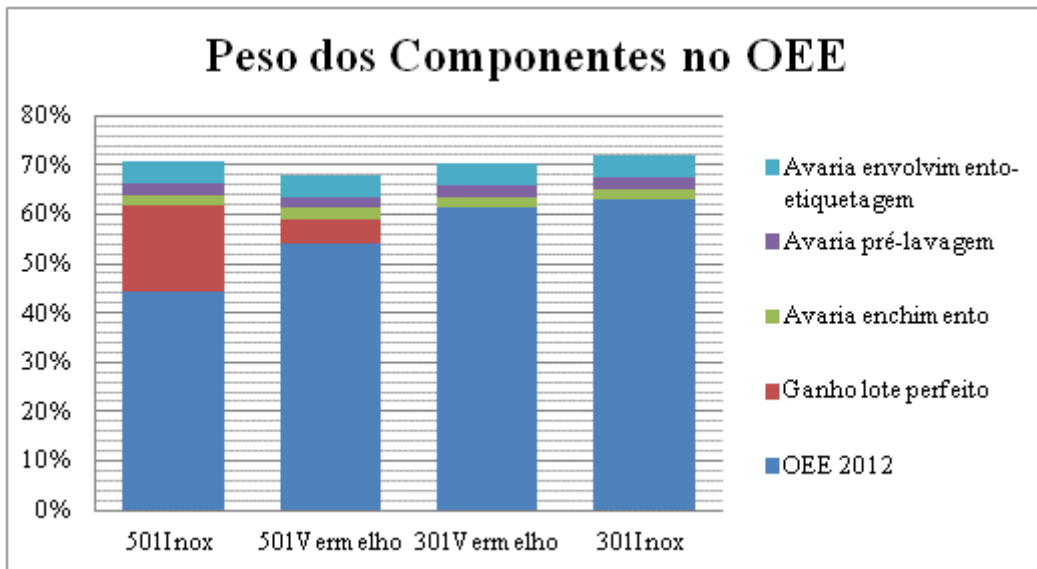


Gráfico 12 – Peso dos componentes analisados no OEE

4.2 Transporte

Criação de sistema puxado *Kanban* para os consumíveis

A Unicer já possui uma rota de um comboio logístico denominado “mizuzoom”, que funciona na lógica do *mizusumiashi*, previamente apresentado, servindo as linhas de enchimento de garrafa e abastecendo-se num armazém de consumíveis. Foi acordado que a linha do barril iria ser contemplada na sua rota duas vezes por turno e nesse sentido foram definidas as quantidades e níveis de ordem de reposição, no entanto esta periodicidade ainda pode vir a ser alterada. Foram criadas estações de bordo de linha como a apresentada na Ilustração 25, para suporte dos consumíveis e desenhados os cartões de pedido *kanban* que são apresentados no ANEXO I: Cartões *Kanban*. O bordo de linha foi criado de forma a albergar consumíveis para pelo



Ilustração 25 – Bordo de linha

menos dois turnos, contemplado qualquer atraso, falha ou mudança de periodicidade do *mizuzoom* e pode ser consultado no ANEXO H: Consumos e capacidade do bordo de linha. O nível de ordem de reposição foi estabelecido tendo em conta os consumos máximos por turno dos consumíveis e assinalado, pintando a vermelho, o espaço que fica vazio. Na maior parte dos casos simplificou-se associando o consumo de uma unidade à libertação de um cartão. As cápsulas do barril não foram incluídas neste sistema uma vez que serão pedidas eletronicamente por um sistema WMS (*warehouse management system*).

Esta simplificação do processo de abastecimento vai permitir reduzir *stocks*, distâncias percorridas e ocupação de recursos, que têm evidentemente custos associados.

4.3 Processamento desadequado ou sobre processamento

Ativação do pedido automático de barril vazio

Rever e discutir a disponibilidade dos empilhadores, para que estes sejam capazes de garantir a libertação do fim de linha atempadamente, podendo-se assim ativar o pedido automático de barril vazio. Esta ação vai melhorar o fluxo de informação tornando-o eletrónico e agilizando a tarefa, o que vai permitir uma utilização mais eficiente do tempo.

Diminuição das perdas de cerveja fornecida entre adega e armazém

Uma vez que toda a cerveja perdida constitui uma forma de desperdício, mais ainda visto que é o produto de valor acrescentado que a linha pretende fornecer, qualquer perda deve ser exaustivamente combatida. As ações sugeridas pretendem combater esta grave perda e são: reduzir as rejeições (discutido nos Defeitos), criar controlo de microfugas prévio ao enchimento de cerveja, reduzir as paragens da linha (já discutido) e a análise dos processos de arranque, mudança e final de enchimento do ponto de vista da redução das perdas de cerveja.

Redução da duplicação de tarefas a nível do controlo de defeitos

Para além da redução de rejeições que é discutida no ponto Defeitos por eliminação dos mesmos, devem ser avaliados os equipamentos que fazem este controlo, com o apoio da manutenção e dos fornecedores, de forma a garantir a sua fiabilidade. O controlo de defeitos deve garantir que os barris rejeitados são efetivamente para correção evitando a duplicação de tarefas neste controlo, nomeadamente no controlo de peso/microfugas.

Controlo de microfugas prévio ao enchimento

Sugere-se a exploração de equipamentos e métodos que permitam um controlo eficaz de microfugas prévio ao enchimento, bem como a consequente alteração de *layout* para o encaminhamento destas rejeições. Dada a sua incidência, que se pretende diminuir significativamente, existe um enorme desperdício de cerveja enviada para retorno.

Visto que muitas das rejeições por nível se devem a fugas na vareta, se somadas com as causadas efetivamente por microfugas/peso, os valores de retorno da cerveja fornecida serão de, aproximadamente, 15%, devido ao método de controlo ser após o enchimento do barril (considerando falhas de enchimento e falsas rejeições). Torna-se assim evidente o benefício que esta alteração de processo traria na redução de cerveja enviada para retorno.

Segregação do vasilhame defeituoso

A escolha do vasilhame, descrita previamente, virá resolver os problemas causados pelos barris de 50 inox com a base amolgada.

Eliminação dos equipamentos obsoletos

A filosofia *lean* preconiza que tudo que não é necessário e não acrescenta valor deve ser eliminado podendo até esconder outras fontes de desperdício. Sugere-se assim a eliminação de todos os equipamentos obsoletos montados sobre a linha. Esta ação pode ser adotada imediatamente, exceto no caso do reapertador de varetas, que por falta de atualização da documentação dos processos ainda é exigido pela qualidade que exista na linha, embora já não seja utilizado. Será necessário reunir com a qualidade, para ultrapassar este pequeno entrave e eliminar este equipamento.

Comunicação visual através de POS e IT para as tarefas e postos da linha

Deve ser feito o levantamento e documentação das tarefas e procedimentos da linha, criando comunicação visual para a execução das mesmas. Devem ser contempladas as mudanças de produto, a introdução dos consumíveis nos equipamentos e o rearmamento dos mesmos. Espera-se assim diminuir a variabilidade no desempenho das tarefas através da criação de *standards*. A partilha de informação é crucial para que todos desempenhem as tarefas de acordo com a melhor prática conhecida.

4.4 Movimento desnecessário

Alteração de *layout* e redesenho do processo de rejeição por falta de pressão residual

Sugere-se o redesenho deste processo através da criação de um *layout* que permita o envio automático por tapete rolante das rejeições criadas por este controlo. Estas rejeições devem ser enviadas para a zona de correção, que deve ser comum a todas as rejeições que são geradas, como representado no ANEXO K: *Future state map*.

4.5 Defeitos

Eliminação das causas raiz dos defeitos

- **Falta de pressão residual** – implementação da IT para troca de vareta na logística apresentada no ANEXO L: Instrução de trabalho para troca de varetas na logística e da POS apresentada no ANEXO M: Procedimento Operacional Standard para troca de vareta por falta de pressão residual, para o mesmo efeito na zona de correção. Estes devem contemplar, para além das instruções de encaixe, a necessidade de pressurizar o barril, de garantir que o *o-ring* interior não fica entalado, o uso adequado de força no aperto, a inspeção do interior e a atenção à compatibilidade dos componentes na montagem da vareta. Devem também ser procuradas formas de sensibilização e responsabilização do cliente para o uso desapropriado do barril.
- **Fugas na vareta** – Implementação da IT na logística presente no ANEXO L: Instrução de trabalho para troca de varetas na logística e da POS na zona de correção presente no ANEXO N: Procedimento Operacional *Standard* para troca de vareta, reavaliação do *trade-off* no uso das varetas da marca DSI e continuação da substituição das varetas mais antigas.

Sugere-se também a organização e criação de FIFO no armazém de barril vazio que garanta a permanência mínima do barril no exterior conforme representado no ANEXO J: Organização do armazém exterior. A capacidade do armazém de barril exterior varia consoante a disposição do espaço e é de cerca de 70000 barris de 30l. Para além deste armazém principal existem mais três pontos de armazenamento menores que são usados por vezes como zona de transferência, sendo a sua capacidade conjunta de aproximadamente 4460 barris de 30l. Os valores são dados em barril de 30l uma vez que estes são os mais usados e encontram-se em maioria - os de 50l pelas suas dimensões superiores não suportam tantos andares de empilhamento.

- **Rejeição por nível** – eliminação das fugas da vareta e segregação do barril 50 inox com estrela, sugeridos previamente.

- **Rejeição por microfugas/peso** – escolha do vasilhame já descrita, continuação da substituição das varetas antigas por parte da logística de acordo com o ANEXO L: Instrução de trabalho para troca de varetas na logística e análise do funcionamento da balança de forma a eliminar as falsas rejeições.

4.6 Subutilização das pessoas e das suas ideias

Sensibilização, envolvimento, responsabilização e *empowerment* dos operadores da linha.

É extremamente importante envolver as pessoas nos processos de melhoria. Todos devem perceber a importância da comunicação e os benefícios que esta pode trazer tanto para eles como para o processo global. Deve ser dada autonomia aos operadores para contribuírem para o processo criativo, dado que ninguém conhece melhor a linha e o seu funcionamento do que os que lidam diretamente com ela. É deles que as ideias e inovações devem surgir e é a eles que devem ser dadas as ferramentas e o apoio para que o possam fazer. Esta ideia deve ser bem clara para ambas as partes e assumida pelos operadores como uma função tão importante como operarem a linha.

Avaliação da taxa de utilização das ferramentas de comunicação

A contribuição das pessoas, seja com ideias ou com relatos de problemas, deve ser alvo de avaliação. Deve ser averiguado se existe um fluxo de informação e se as ferramentas para este fluxo estão a ser efetivamente utilizadas. Qualquer ferramenta só é útil se as pessoas perceberem a sua importância e a utilizarem. Uma das principais ferramentas que a linha possui é o quadro de problemas apresentado na Ilustração 26. Nesse sentido sugere-se a criação e registo de uma taxa de utilização do quadro de problemas que pode ser escrita no próprio. Este registo, que pode ser feito em problemas comunicados/semana, seria uma forma simples de avaliar a contribuição intelectual dos trabalhadores e, tal como nos outros indicadores, deve também ter metas que devem ser negociadas entre todos, bem como justificados os seus desvios.

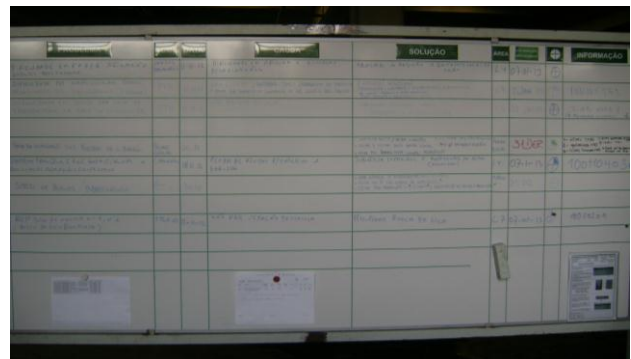


Ilustração 26 – Quadro de problemas

Melhorar o registo do OEE

O OEE é indubitavelmente uma excelente ferramenta de diagnóstico e como tal é tão forte quanto a sua precisão. Assim é de todo o interesse que o registo seja tão exato quanto possível, só assim sendo possível perceber onde se está a perder performance e averiguar porquê.

Nesse sentido sugere-se uma revisão dos métodos de contagem e introdução dos tempos no sistema, de forma a garantir a maior aderência à realidade possível. Esta informação deve ser transversal a todas as equipas, garantindo que todos o fazem do mesmo modo. Para isso sugere-se a implementação da IT apresentada no ANEXO O: Instrução de trabalho para registo dos tempos do OEE.

5 Principais conclusões e propostas futuras

O estudo revelou que a linha de enchimento do barril de tara retornável apresentava deficiências que comprometiam o seu bom funcionamento.

Logo de início, através do estudo do OEE, percebeu-se que as avarias de alguns processos comprometiam todo o enchimento. Conjugadas com a falta de balanceamento dos mesmos processos, criavam pontos críticos no processo global, comprometendo o fluxo suave e contínuo de barril pela linha, nomeadamente os processos de pré-lavagem, lavagem-enchimento e envolvimento que constituíam gargalos evidentes.

Ainda durante esta análise de dados, destacou-se o tipo de vasilhame usado como fator condicionante do bom funcionamento. Mais tarde, e através da realização de experiências, foi possível provar que o fator que mais condicionava a diferença de performance entre vasilhames se prendia com o seu estado. Ainda a este nível destacaram-se os defeitos nos barris de 50l, nomeadamente o de inox, como os que mais sobressaíam negativamente nestas perdas de performance e que se traduziam em valores mais baixos do OEE aquando do seu enchimento.

Com o mapeamento dos processos através do VSM, e da sua análise mais detalhada, foi possível enumerar uma série de desperdícios que se manifestavam de várias formas. Esta análise baseou-se na filosofia de que um grande número de pequenas melhorias é mais vantajosa que poucas melhorias de grande dimensão. Foram identificados desperdícios de 8 tipos: sobreprodução, espera, transporte, processamento desadequado ou sobre processamento, inventário desnecessário, defeitos e subutilização das pessoas e das suas ideias, para além das respetivas fontes destes desperdícios.

Conclui-se que as fontes destes desperdícios podem, em grande parte, ser ultrapassadas sem investimentos avultados. Embora alguns equipamentos necessitem ser substituídos, visto que é uma linha antiga, existe uma série de outras condicionantes que podem ser atacadas sem ser necessário o investimento que exige a substituição de um equipamento fabril. Através da implementação das ações sugeridas será possível melhorar o desempenho da linha bem como reduzir o *lead time* do processo. Como em todos os processos industriais, a realidade é muito mais complexa do que parece à primeira vista, mas à medida que as várias camadas do desperdício vão sendo eliminadas é possível identificar novas que não estavam visíveis, sem nunca esquecer que o processo de melhoria nunca acaba, devendo ser sempre adotado um espírito crítico na procura de novas oportunidades de melhoria.

Uma das principais fontes de ineficiência da linha prende-se com o elevado peso das avarias no OEE, 14%, o que causa paragens não previstas e atrasa o cumprimento do plano de enchimento. Pode ser uma grande vantagem a implementação de um plano eficiente de manutenção preventiva, com cálculo da taxa de avaria para cada equipamento e respetivos modos de avaria, de forma a intervir preventivamente e não corretivamente. Esta ação pode ser completada com uma forma automática ou intuitiva de deteção de anomalias, nomeadamente através de cartas de controlo com limites de variabilidade para valores assumidos pelos processos. Pode assim ser possível detetar anomalias permitindo interromper o processo antes que o problema assumia contornos graves e que possam causar paragens mais prolongadas ou maiores prejuízos. Também se pode acompanhar esta ação com a introdução da manutenção autónoma, em que os próprios operadores sejam capazes de ultrapassar pequenas anomalias que ocorram e efetuar os procedimentos de manutenção mais simples.

Ainda ao nível dos equipamentos é sugerida a procura de soluções técnicas para aceleração do processo de envolvimento-etiquetagem, de adaptação da estrela de entrada da pré-lavadora ao diâmetro do barril e avaliação da eficácia do processo de controlo de peso/microfugas para tentar acabar com as falsas rejeições. Estas ações devem ser apoiadas pela manutenção e pelos fornecedores do equipamento, na procura de soluções definitivas.

Sugere-se ainda a exploração de equipamentos que permitam o controlo das microfugas do barril antes do enchimento, com uma análise do mercado e aproximação do fornecedor escolhido, para uma solução eficaz e eficiente deste processo.

Também pode ser importante, através do recurso às competências internas da Unicer e dos fornecedores dos componentes de automação, a análise dos processos de arranque, mudança e final de enchimento da linha, do ponto de vista da redução das perdas de cerveja.

Sugere-se a procura de formas de sensibilizar e responsabilizar os clientes pela utilização inapropriada do barril. Uma vez que este assunto pode ser sensível, deve ser abordado pela área de serviço ao cliente da Unicer.

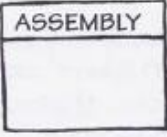

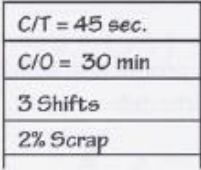



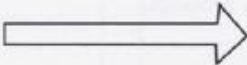

Outro dos problemas identificado foi o vasilhame 50l defeituoso. A este nível é preciso ter em consideração que o investimento em novo vasilhame não é aconselhado uma vez que a diretiva europeia 90/269/EEC refere o peso das cargas transportadas por pessoas como uma limitação (e o barril é muitas vezes transportado manualmente). Embora não sejam referidos valores há a possibilidade desta norma se tornar mais específica, o que dado o peso do barril de 50l cheio, aproximadamente 60kg, pode comprometer a sua utilização. De qualquer forma a Unicer não está atualmente interessada em investir neste vasilhame, pelo que se aconselha tentar gradualmente substituir o vasilhame de 50l pelo de 30l, em todos os clientes que estejam dispostos a fazê-lo. Pode ainda ser útil, na perspetiva de complementar a substituição de produto, a introdução do barril TP aos clientes do barril TR. Este barril de 20l apresenta algumas vantagens, nomeadamente a ausência de logística inversa e a descartabilidade do invólucro.


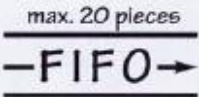



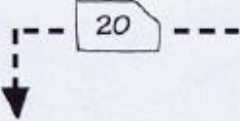
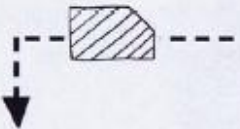
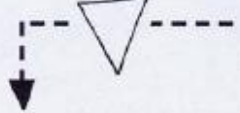
Referências



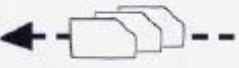
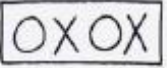




- Alvarez, R., R. Calvo, M. M. Pena, and R. Domingo. 2009. "Redesigning an assembly line through lean manufacturing tools." *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* no. 43 (9-10):949-958. doi: 10.1007/s00170-008-1772-2.
- Basu, Ron. 2011. *Fit Sigma : A Lean Approach to Building Sustainable Quality Beyond Six Sigma*. Edited by Peter Walton. Wiley: Hoboken NJ, USA.
- Bhasin, Sanjay, and Peter Burcher. 2006. "Lean viewed as a philosophy." *Journal of Manufacturing Technology Management* no. 17 (1):56-72. doi: 10.1108/17410380610639506.
- Chen, J. C., Y. Li, and B. D. Shady. 2010. "From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: an industrial case study." *International Journal of Production Research* no. 48 (4):1069-1086. doi: 10.1080/00207540802484911.
- Dogra, M., V. S. Sharma, A. Sachdeva, and J. S. Dureja. 2011. "TPM- a key strategy for productivity improvement in process industry." *Journal of Engineering Science and Technology* no. 6 (1):1.
- Drew, John. 2004. *Journey to lean making operational change stick*. Edited by Blair McCallum and Stefan Roggenhofer. New York: Palgrave MacMillan.
- Hicks, B. J. 2007. "Lean information management: Understanding and eliminating waste." *International Journal of Information Management* no. 27 (4):233-249. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001.
- Hines, P., and N. Rich. 1997. "The seven value stream mapping tools." *International Journal of Operations & Production Management* no. 17 (1-2):46-&. doi: 10.1108/01443579710157989.
- Ljungberg, Ö. 1998. "Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities." *International Journal of Operations and Production Management* no. 18 (5):495-507.
- Mauri, Federico, Marco Garetti, and Alessandro Gandelli. 2010. "A structured approach to process improvement in manufacturing systems." *Production Planning & Control* no. 21 (7):695-717. doi: 10.1080/09537280903563485.
- Murugaiah, U., S. J. Benjamin, M. S. Marathamuthu, and S. Muthaiyah. 2010. "Scrap loss reduction using the 5-whys analysis." *International Journal of Quality & Reliability Management* no. 27 (5):527-40. doi: 10.1108/02656711011043517.
- Rother, Mike. 2001. *Creating continuous flow an action guide for managers, engineers and production associates*. Edited by Rick Harris, Jim Womack, Dan Jones and John Shook. Vol. Version 1.0 0010. Cambridge:: Lean Enterprise Institute.
- . 2003. *Learning to see value-stream mapping to create value and eliminate Muda*. Edited by John Shook. Vol. Version 1.3 0010. Cambridge, MA:: The Lean Enterprise Institute.
- Sharma, R. K., D. Kumar, and P. Kumar. 2006. "Manufacturing excellence through TPM implementation: a practical analysis." *Industrial Management & Data Systems* no. 106 (1-2):256-280. doi: 10.1108/02635570610649899.

- Sullivan, William G., Thomas N. McDonald, and Eileen M. Van Aken. 2002. "Equipment replacement decisions and lean manufacturing." *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* no. 18 (3–4):255-265. doi: 10.1016/s0736-5845(02)00016-9.
- Verde, Pedro 2011. *Avaliação e optimização do sistema de qualidade na linha de enchimento de cerveja em barril*, Escola Superior de Biotecnologia, Universidade Católica Portuguesa.
- Womack, J. P., and D. T. Jones. 1996a. *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*: London: Simon and Schuster.
- Womack, J. P., and D. T. Jones. 1996b. "Beyond Toyota: How to root out waste and pursue perfection." *Harvard Business Review* no. 74 (5):140-&.
- Yingling, Jon C., Richard B. Detty, and Joseph Sottile Jr. 2000. "Lean manufacturing principles and their applicability to the mining industry." *Mineral Resources Engineering* no. 9 (2):215-238. doi: 10.1016/s0950-6098(00)00018-4.

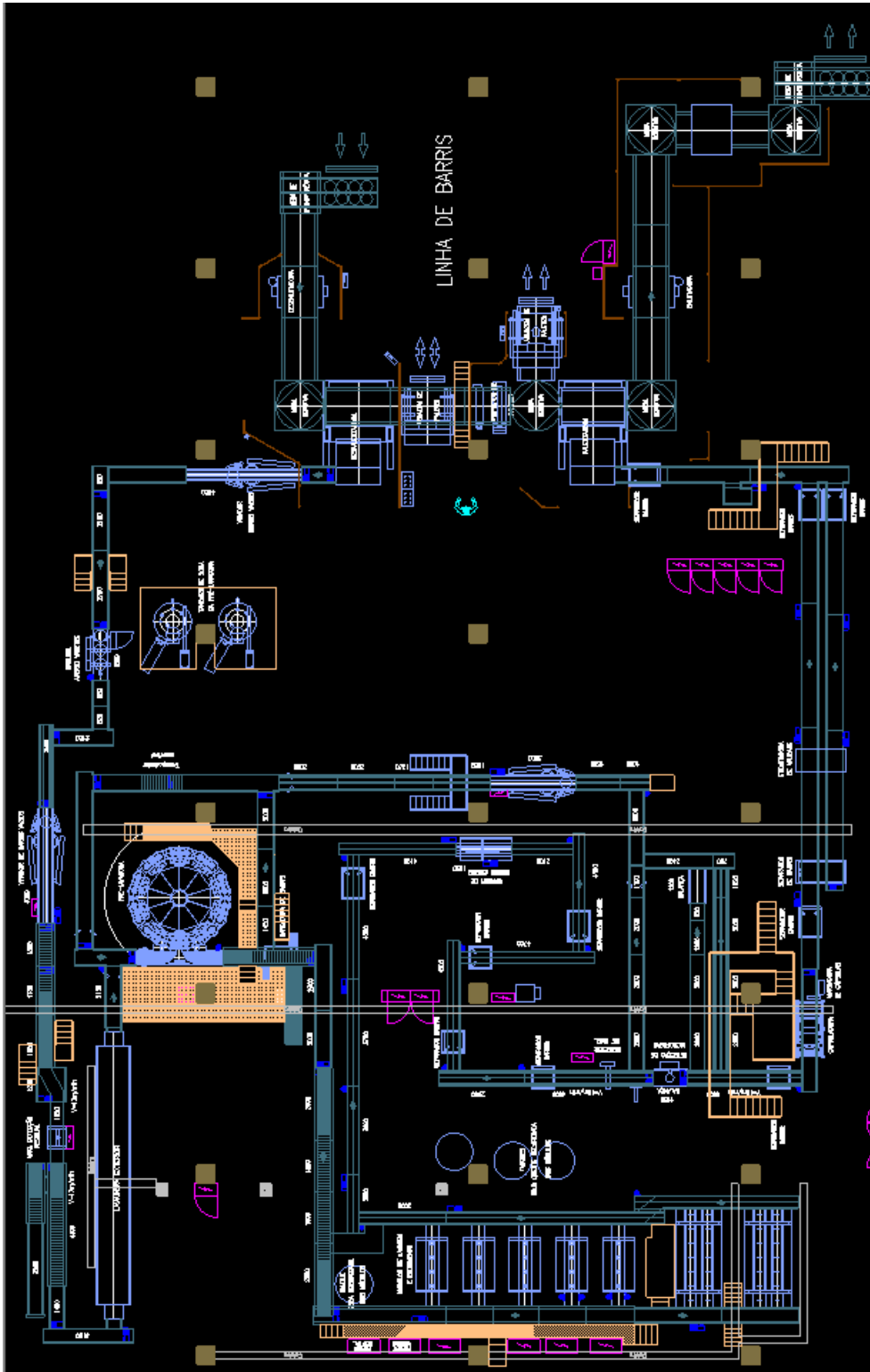
ANEXO A: Simbologia do VSM

Material Icons	Represents	Notes
	Manufacturing Process	One process box equals an area of flow. All processes should be labeled. Also used for departments, such as Production Control.
	Outside Sources	Used to show customers, suppliers, and outside manufacturing processes.
	Data Box	Used to record information concerning a manufacturing process, department, customer, etc.
	Inventory	Count and time should be noted.
	Truck Shipment	Note frequency of shipments.
	Movement of production material by <u>PUSH</u>	Material that is produced and moved forward before the next process needs it; usually based on a schedule.
	Movement of finished goods to the customer	
	Supermarket	A controlled inventory of parts that is used to schedule production at an upstream process.

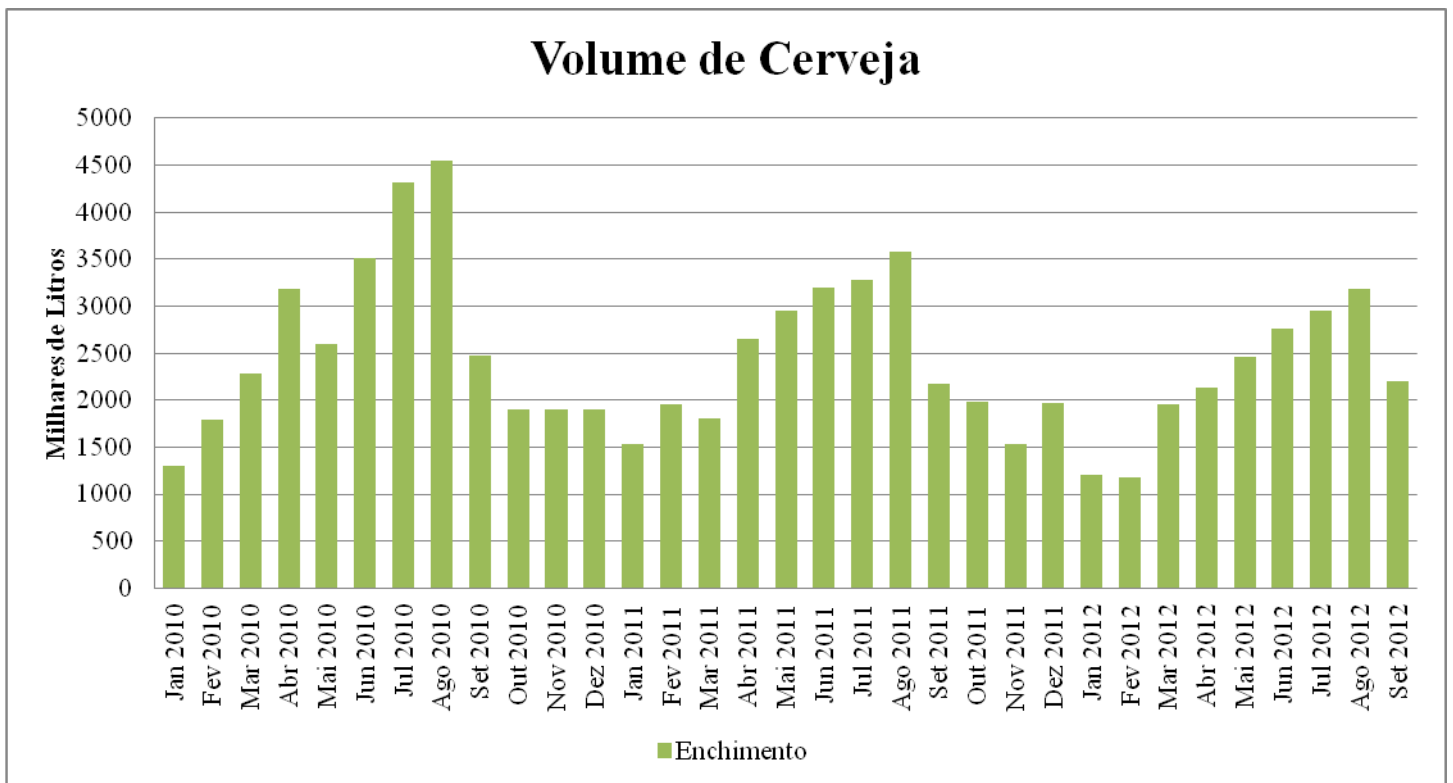
Material Icons	Represents	Notes
	Withdrawal	Pull of materials, usually from a supermarket.
	Transfer of controlled quantities of material between processes in a "First-In-First-Out" sequence.	Indicates a device to limit quantity and ensure FIFO flow of material between processes. Maximum quantity should be noted.
Information Icons	Represents	Notes
	Manual Information flow	For example: production schedule or shipping schedule.
	Electronic Information flow	For example via electronic data interchange.
	Information	Describes an information flow.
	Production Kanban (dotted line indicates kanban path)	The "one-per-container" kanban. Card or device that tells a process how many of what can be produced and gives permission to do so.
	Withdrawal Kanban	Card or device that instructs the material handler to get and transfer parts (i.e. from a supermarket to the consuming process).
	Signal Kanban	The "one-per-batch" kanban. Signals when a reorder point is reached and another batch needs to be produced. Used where supplying process must produce in batches because changeovers are required.

Information Icons	Represents	Notes
	Sequenced-Pull Ball	Gives instruction to immediately produce a predetermined type and quantity, typically one unit. A pull system for subassembly processes without using a supermarket.
	Kanban Post	Place where kanban are collected and held for conveyance.
	Kanban Arriving in Batches	
	Load Leveling	Tool to intercept batches of kanban and level the volume and mix of them over a period of time.
	"Go See" Production Scheduling	Adjusting schedules based on checking inventory levels.
General Icons	Represents	Notes
	"Kaizen Lightning Burst"	Highlights improvement needs at specific processes that are critical to achieving the value stream vision. Can be used to plan kaizen workshops.
	Buffer or Safety Stock	"Buffer" or "Safety Stock" must be noted.
	Operator	Represents a person viewed from above.

ANEXO B: *Layout* linha de barril Tara Retornável

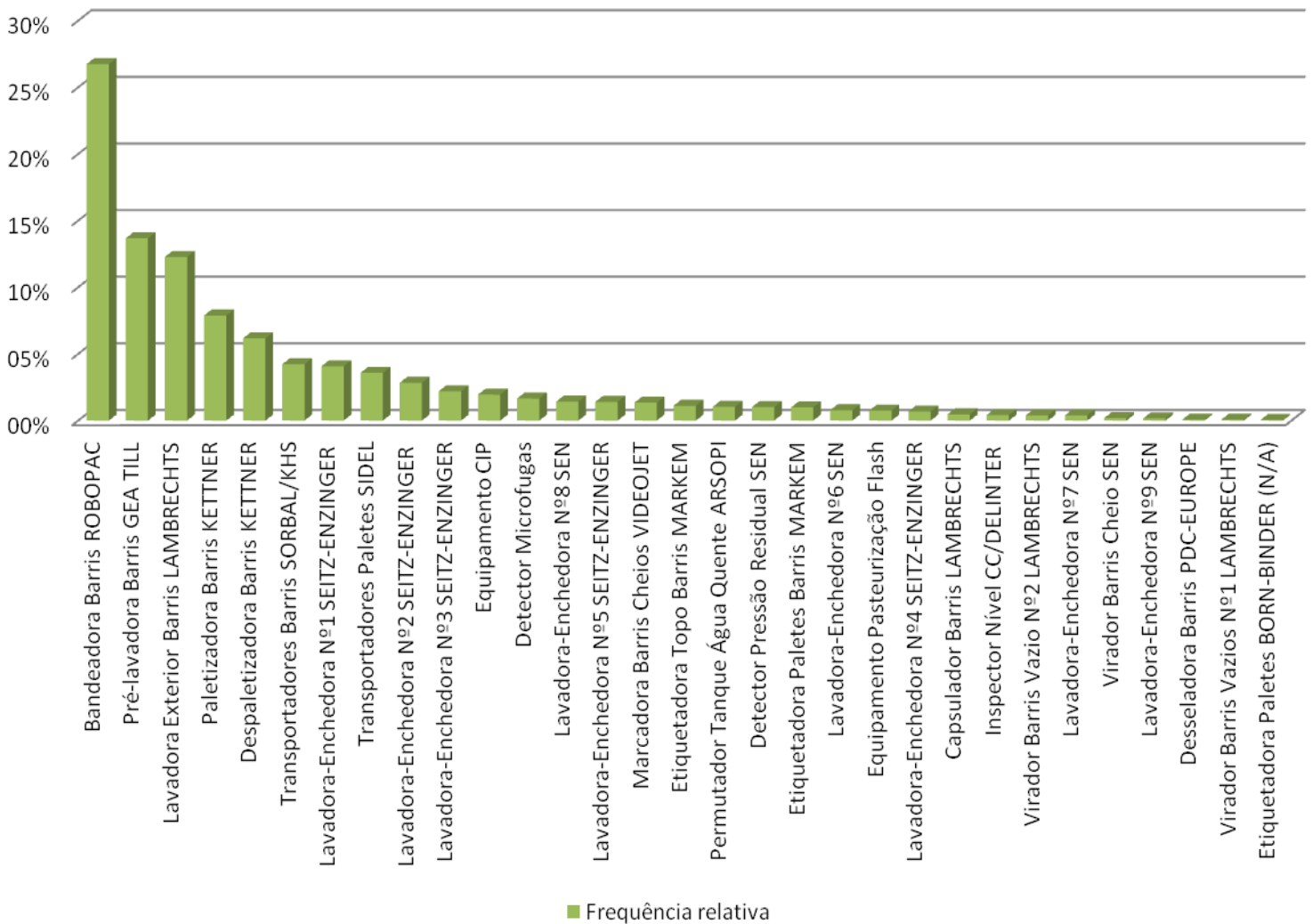


ANEXO C: Volume de cerveja enchido Jan 2010 – Set 2012



ANEXO D: Frequência relativa de tempos de avaria

Frequência Relativa Avarias



ANEXO E: Equipamentos contidos nos processos

Processo	Equipamento
Despaletização Barris	Despaletizadora Barris KETTNER
Viragem Barril Vazio	Virador Barris Vazio Nº2 LAMBRECHTS
Controlo tampa/barril virado	Desseladora Barris PDC-EUROPE
Lavagem Exterior do Barril	Lavadora Exterior Barris LAMBRECHTS
Pré-lavagem do Barril	Pré-lavadora Barris GEA TILL
Lavagem-Enchimento	Lavadora-Enchedora Nº1 SEITZ-ENZINGER
	Lavadora-Enchedora Nº2 SEITZ-ENZINGER
	Lavadora-Enchedora Nº3 SEITZ-ENZINGER
	Lavadora-Enchedora Nº4 SEITZ-ENZINGER
	Lavadora-Enchedora Nº5 SEITZ-ENZINGER
	Lavadora-Enchedora Nº6 SEN
	Lavadora-Enchedora Nº7 SEN
	Lavadora-Enchedora Nº8 SEN
	Lavadora-Enchedora Nº9 SEN
Viragem Barril Cheio	Virador Barris Cheio SEN
Controlo de Nível	Inspector Nível CC/DELINTER
Controlo Microfugas/peso	Detector Microfugas
Capsulagem Barril	Capsulador Barris LAMBRECHTS
	Marcadora Barris Cheios VIDEOJET
Etiquetagem Topo Barril	Etiquetadora Topo Barris MARKEM
Paletização Barris	Paletizadora Barris KETTNER
Envolvimento-etiquetagem	Bandeadora Barris ROBOPAC
	Etiquetadora Paletes Barris MARKEM

ANEXO F: Distribuição de avarias pelos processos

% de Processos	Processo	Frequência Relativa	Frequência acumulada
8%	Envolvimento-etiquetagem	32%	32%
15%	Lavagem-Enchimento	16%	48%
23%	Pré-lavagem Barril	16%	63%
31%	Lavagem Exterior do Barril	14%	78%
38%	Paletização Barris	9%	87%
46%	Despaletização Barris	7%	94%
54%	Capsulagem Barril	2%	96%
62%	Controlo Microfugas-balança	2%	98%
69%	Etiquetagem Topo Barril	1%	99%
77%	Controlo de Nível	0%	99%
85%	Viragem Barril Vazio	0%	100%
92%	Viragem Barril Cheio	0%	100%
100%	Controlo barril tampa/barril virado	0%	100%

ANEXO G: Catálogo de defeitos do barril

5. Instrumentos de apoio à Gestão do vasilhame na linha de barril de Tara Retornável

5.1. Melhorias na Gestão do vasilhame

Pretendeu-se nesta fase do trabalho o desenvolvimento de instrumentos de apoio à gestão do vasilhame de barril de tara retornável. Para tal, foi necessário efectuar ao longo da linha de enchimento e ao actual parque de vasilhame um levantamento de defeitos possíveis de serem encontrados em barril. O objectivo é dotar a Unicer de meios documentados que permitam a avaliação da conformidade do barril, e de critérios que possibilitem decidir sobre a sua continuidade no parque de vasilhame. Para isso foi elaborado um catálogo de defeitos, assim como estabelecidos limites de conformidade/aceitabilidade do barril, permitindo ao operador uma classificação do barril através de uma escala definida. Consoante a sua classificação o seu destino é definido.

5.1.1 – Caracterização das causas dos defeitos encontrados no barril

Grande parte dos defeitos encontrados nos barris advêm essencialmente, das más condições de tratamento destes por parte dos operadores na etapa de distribuição. Na sua grande maioria os barris 50L são os mais sujeitos a estes tratamentos devido ao excesso de peso que possuem e devido a inexistência de soluções eficazes para a remoção dos mesmos do veículo do distribuidor. Muitas vezes, durante o acto de entrega ao cliente estes são lançados directamente para o chão, originando assim, uma precoce danificação do barril que irá por em causa as suas funcionalidades. Por acréscimo sucedem-se outros problemas vindo agora estes da parte do cliente/outros, como por exemplo, a utilização dos barris para outros fins (armazenamento vinhos, aguardente), a sua degradação através de actos de vandalismo e uma danificação contínua pelo facto de não possuírem auxílio de transporte até a máquina de extracção da cerveja.

5.1.2 Valoração qualitativa dos defeitos

São muitas as etapas a que o barril é sujeito desde o seu armazenamento até a sua comercialização. Todos os intervenientes nestas etapas têm a sua parte de responsabilidade na sua degradação. Assim, todo o cuidado e atenção são necessários, evitando consequências que podem vir a surgir ao nível de:

a-) Qualidade extrínseca do produto - um dos factores essenciais na escolha de um determinado produto é a sua qualidade extrínseca. É a partir desta que o cliente ou a própria pessoa pode classificar o serviço da empresa. Isto é, pode tirar as conclusões na forma como a empresa monitoriza e trata o seu material. Se este por sua vez, se encontrar muito danificado, a tendência é causar uma má imagem para o exterior levando em alguns casos à devolução do barril por parte do cliente.

b-) Processo logístico - pelo facto de os barris se apresentarem com as suas bases danificadas podem pôr em causa uma paletização estável e consequentemente pôr em risco os operadores, dando-se origem a acidentes de trabalho. Outro dos problemas refere-se à existência de barris de poliuretano sem asas, levando a que o distribuidor e mesmo o cliente, nos casos de entrega e movimentação do barril no estabelecimento, se sintam incapacitados para o seu transporte. Em alguns casos a base inferior e central do barril encontra-se bastante degradada e amassada originando uma colisão com a vareta no interior do barril levando a impossibilidade de extracção de cerveja.

c-) Enchimento - muitas das vezes em situações na qual o barril se apresenta muito amolgado poderá originar algumas paragens na linha devido à sua instabilidade em circular, quebrando assim o rendimento de enchimento. Outras vezes, estes não encaixam perfeitamente nos módulos de limpeza e enchimento acabando por não encher e por não serem submetidos a processos de limpeza.

5.1.3 – Desenvolvimento de um catálogo de defeitos em barril

De forma a dotar a Unicer de meios documentados que permitam a avaliação da conformidade do barril, foi desenvolvido um catálogo de defeitos. Será uma ferramenta bastante útil para todos os operadores pois é através da criação desta que se vai decidir sobre a continuidade ou não dos barris no parque de vasilhame. O catálogo basear-se-á, na construção de uma tabela organizada por: nome do defeito, fotografia, critérios de especificação (foram criados critérios mensuráveis facilitando a distinção na classificação dos barris), critérios de aceitação (baseados numa escala simples permitindo ao operador uma avaliação rápida, podendo ser classificados consoante os seus critérios de especificação como Satisfatórios (S), Aceitáveis (A) e Não Satisfatórios (NS)) e destino final (os barris podem ter 3 destinos finais: continuam em linha perfeitamente aptos para as diferentes etapas, são enviados para reparação ou são encaminhados para a sucata).

5.1.3.1. Catálogo ilustrativo de defeitos em barril de Tara Retornável

1- Existência de perfurações



Figura 5.1- Barril com perfuração

Tabela 5.1 – Critérios de especificação, aceitação e destino final para barris com perfurações

Critério de especificação	Critério de aceitação	Destino
Barril encontra-se perfurado	NS	Sucata

2- Bucal de encaixe da vareta danificado



Figura 5.2 – Barril com bucal danificado

Tabela 5.2 – Critérios de especificação, aceitação e destino final para barris com bucais danificados.

Critério de especificação	Critérios de aceitação	Destino
Orifício inadequado para colocação da vareta	NS	Sucata

3- Defeito no barril que impeça a realização das suas funções na linha



Figura 5.3 – Barril com ausência de jante de inox superior

Tabela 5.3 – Critérios de especificação, aceitação e destino final para barris ausência de jantes de inox

Critérios de especificação	Critérios de aceitação	Destino
Ausência da jante de inox superior ou inferior	NS	Sucata

4- Barril com problemas de corrosão



Figura 5.4 – Barril com corrosão

Tabela 5.4 – Critérios de especificação, aceitação e destino final para barris com corrosão

Critérios de especificação	Critérios de aceitação	Destino
Manifestação de corrosão	NS	Sucata

5- Barril com jante de inox amolgada

5.1. Inferior (fundo)



Figura 5.5.1 – Barril com jante amolgada no fundo e classificado como Satisfatório, Aceitável e Não Satisfatório respectivamente.

Tabela 5.5.1 - Critérios de especificação, aceitação e destino final para barris com jantes de fundo amolgadas

Critérios de especificação	Critérios de aceitação	Destino
Amolgadela <10% da sua totalidade	S	Continuidade na linha
Amolgadela $10\% \leq e \leq 60\%$ da sua totalidade	A	Precaução na linha
Amolgadela >60% da sua totalidade	NS	Reparação

5.2. Superior (Topo)



Figura 5.5.2 – Barril com jante amolgada no topo

Tabela 5.5.2. Critérios de especificação, aceitação e destino final para barris com jantes de topo amolgadas

Critérios de especificação	Critérios de aceitação	Destino
Amolgadela <30% da sua totalidade	A	Continuidade na linha
Amolgadela $\geq 30\%$ da sua totalidade	NS	Reparação

6- Barril não aprovado pela Unicer



Figura 5.6 – Barril de outras empresas cervejeiras

Tabela 5.6 - Critérios de especificação, aceitação e destino final para barris desconhecidos à empresa

Critérios de especificação	Critérios de aceitação	Destino
Barril desconhecido	NS	Sucata

7- Barril com defeito utilizado para outros fins



Figura 5.7 – Barril com presença de objectos anormais

Tabela 5.7 - Critérios de especificação, aceitação e destino final para barris com presença de objectos anormais

Critérios de especificação	Critérios de aceitação	Destino
Presença de objectos anormais no barril	NS	Sucata

8- Barril com redoma estampado-fundo



Figura 5.8 – Barril com redoma estampado no fundo

Tabela 5.8 – Critérios de especificação, aceitação e destino final para barris com redoma estampado no fundo

Critérios de especificação	Critérios de aceitação	Destino
Centro do fundo amolgado	NS	Sucata

9- Barril com amolgadela lateral



Figura 5.9 – Barril com amolgadela lateral que permite uma redução 100ml de cerveja

Tabela 5.9 – Critérios de especificação, aceitação e destino final para barris com amolgadelas laterais que impliquem um redução de 100ml de cerveja

Critérios de especificação	Critérios de aceitação	Destino
Amolgadela lateral com redução ≥ 100 ml de cerveja	NS	Sucata

10 – Barril com sujidade não removível após lavagem



Figura 5.10 – Barril com sujidade não removível após lavagem exterior

Tabela 5.10 – Critérios de especificação, aceitação e destino final para barris com sujidade não removível após lavagem exterior

Critérios de especificação	Critérios de aceitação	Destino
Sujidade irremovível	NS	Sucata

11 – Barril queimado



Figura 5.11 – Barril queimado

Tabela 5.11 – Critérios de especificação, aceitação e destino final para barris queimados

Critérios de especificação	Critérios de aceitação	Destino
Impróprio para enchimento	NS	Sucata

12 - Inexistência de pegas em barris de poliuretano



Figura 5.12 – Barril sem pegas

Tabela 5.12 – Critérios de especificação, aceitação e destino final para barris sem pegas

Critérios de especificação	Critérios de aceitação	Destino
Sem 1 ou 2 asas	NS	Reparação

13 – Falta de material no barril de poliuretano

13.1 Superficial sem chegar ao metal



Figura 5.13.1 – Barril de poliuretano com falta de material, superficial sem chegar ao metal, classificados como Satisfatório, Aceitável e Não Satisfatório respectivamente.

Tabela 5.13.1 - Critérios de especificação, aceitação e destino final para barris com falta de material, superficial sem chegar ao metal.

Critérios de especificação	Critérios de aceitação	Destino
Area em falta $< 2\text{cm}^2$	S	Continuação em linha
Area em falta $\geq 2\text{cm}^2$ e $\leq 4\text{cm}^2$	A	Cautela na linha
Area em falta $> 4\text{cm}^2$	NS	Reparação

13.2- Visualizar o metal



Figura 5.13.2 – Barril de poliuretano com falta de material a visualizar o metal, classificados como Satisfatório, Aceitável, Não Satisfatório e Não Satisfatórios respectivamente.

Tabela 5.13.2 - Critérios de especificação, aceitação e destino final para barris com falta de material a visualizar o metal.

Critérios de especificação	Critérios de aceitação	Destino
Area em falta $< 1,5\text{cm}^2$	S	Continuação em linha
Area em falta $\geq 1,5\text{cm}^2$ e $\leq 3\text{cm}^2$	A	Cautela na linha
Area em falta $> 3\text{cm}^2$ e $\leq 6\text{cm}^2$	NS	Reparação
Area em falta $> 6\text{cm}^2$	NS	Sucata

14 – Fissuras no barril poliuretano



Figura 5.14 – Barril de poliuretano com fissuras classificados como Satisfatório, Aceitável, Não Satisfatório e Não Satisfatórios respectivamente.

Tabela 5.14 - Critérios de especificação, aceitação e destino final para barris com fissuras.

Critérios de especificação	Critérios de aceitação	Destino
Entre 1 e 3 fissuras $< 3\text{cm}$	S	Continuação em linha
Entre 1 e 3 fissuras $> 3\text{cm}$ e $< 6\text{cm}$	A	Cautela na linha
Entre 1 e 3 fissuras $> 6\text{cm}$ e $< 12\text{cm}$	NS	Reparação
Fissuras $\geq 12\text{cm}$	NS	Sucata

5.1.4 - Fluxo de reparação dos barris

Existem efectivamente meios para reparar alguns barris que se encontram com defeitos. Relativamente às amolgadelas em barris de inox, a linha de barril possui um aparelho (*Reiter – Brau Technick – Germany*) que as repara. O procedimento é simples, sendo que o operador apenas tem de colocar a barril no equipamento e este encarrega-se de o compor. Já relativamente, aos defeitos encontrados em barris de poliuretano nos quais é possível a sua reparação, a Unicer tem um acordo com uma empresa que fica responsável pelo seu conserto e posterior entrega.

5.1.5 - Destino dos barris não reparáveis

Os barris que não têm a possibilidade de serem reparáveis, são vendidos e enviados directamente para a sucata.

5.2- Análise à situação actual do parque de vasilhame de Leça Balio

Durante 3 meses e enquanto a linha de tara retornável se encontrava em actividade, foi realizado um estudo baseado numa amostragem aos barris que circulavam na linha. O objectivo principal era obter resultados que permitissem concluir acerca da situação actual do vasilhame. Para tal, foi realizada uma check-list de todos os defeitos possíveis de serem encontrados nos barris (ver em anexo). Posto isto, à medida que os barris circulavam na linha eram sujeitos a uma classificação mediante uma escala de defeitos adoptada.

De seguida, é possível observar os resultados apresentados na figura (5.15) que nos indica a percentagem de barris classificados como Satisfatórios, Aceitáveis e Não Satisfatórios, num total de 6400 barris analisados para cada uma das 4 categorias.

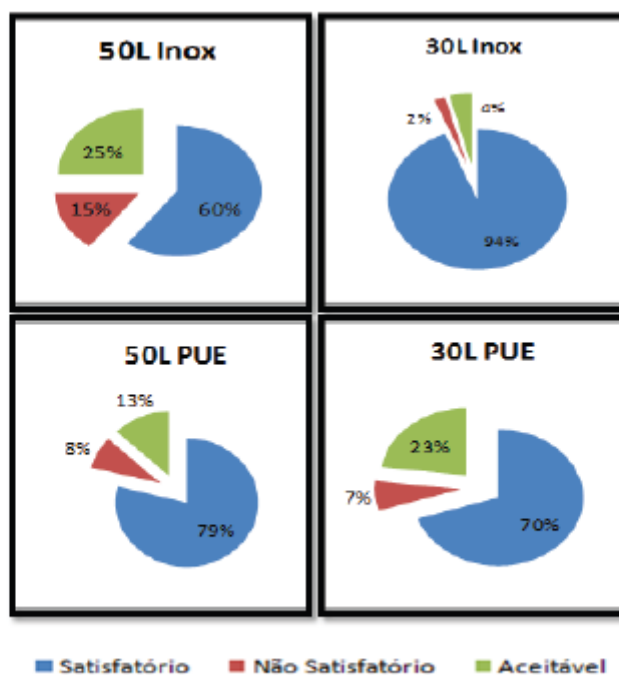


Figura 5.15 – Resultados das medições efectuados aos barris

Como é possível verificar, os barris de inox 50L são os que se encontram actualmente mais danificados sendo cerca de 15% foram classificados como não satisfatórios. Este facto deve-se a grande utilidade que estes barris tiveram desde a década de 90 no mercado. Só recentemente é que apareceram os barris de poliuretano e apesar de serem os mais eleitos pelos clientes, 8% dos de 50L examinados já se encontram classificados como não satisfatórios. Já relativamente aos barris de 30L os de poliuretano apresentam-se como uma percentagem superior aos de 30L inox, respectivamente 7 para 2%. O processo de descarga destes barris de 30L torna-se mais acessível para o distribuidor quando comparados com os 50L, pelo peso inferior que estes apresentam. No entanto a nível de resistência os de poliuretano são menos resistentes à queda. Numa previsão futura, se nada for feito e se a preferência dos clientes continuar a ser pelos barris de poliuretano, a tendência é a percentagem de barris classificados como não satisfatórios de 50 e 30 L aumentar.

Além desta análise anteriormente realizada foi também possível obter dados relativos aos barris classificados como Não Satisfatórios como é possível verificar figura (5.16), de forma a perceber quais os defeitos que actualmente se podem encontrar mais nos barris.



Figura 5.16 – Análise dos defeitos classificados como não aceitáveis

Através da análise da figura (5.16), pode-se afirmar-se que grande parte dos defeitos classificados como não satisfatórios nos barris de inox centralizam-se nas amolgadelas que a sua junta inferior apresenta. Já relativamente aos barris de PUE apresentam grande parte dos seus defeitos associados a fissuras e a falta de material. A descarga do barril aquando o processo de distribuição é mais uma vez a causa principal destes defeitos. No entanto, esta causa acaba por ser compreensível devido ao elevado peso que o barril possui. Para tal a única melhoria possível era uma aplicação de um sistema elevatório que permitisse uma descarga mais facilitada melhorando as condições de trabalho do operador e impedindo que os barris fossem constantemente lançados para o chão

ANEXO H: Consumos e capacidade do bordo de linha

Posto	Consumível	Unidades consumidas por turno	Capacidade do bordo do posto
Capsulagem/etiquetagem	Etiquetas	0,31	3
	Rolo químico	0,17	3
	<i>Make up</i>	0,50	1
	Reservatório tinta	0,01	1
Envolvimento	Filme estirável	3,00	6
	Etiquetas	0,19	2
	Rolo químico	1,00	2

ANEXO I: Cartões Kanban

Ulean.	Unicer
<u>QUEM?</u>	Prestador de serviço
<u>O QUÊ?</u>	<p>ROLO QUÍMICO</p>  <p>COD. 1100808</p>
<u>QUANT. BASE</u>	1 rolo químico
<u>ARMAZÉM?</u>	Armazém enchimento
<u>LOCAL?</u>	Suporte envolvedora L. Barril TR

Ulean.	Unicer
<u>QUEM?</u>	Prestador de serviço
<u>O QUÊ?</u>	<p>FILME ESTIRÁVEL ENVOLVEDORA</p>  <p>COD. 1100747</p>
<u>QUANT. BASE</u>	1 rolo de filme envolvedor
<u>ARMAZÉM?</u>	Armazém enchimento
<u>LOCAL?</u>	Suporte envolvedora L. BARRIL TR

Ulean.	Unicer
<u>QUEM?</u>	Prestador de serviço
<u>O QUÊ?</u>	<p>ROLO DE ETIQUETAS AUTOCOLANTES</p>  <p>COD. 1100600</p>
<u>QUANT. BASE</u>	1 rolo de etiquetas autocolantes
<u>ARMAZÉM?</u>	Armazém enchimento
<u>LOCAL?</u>	Suporte envolvedora L. Barril TR

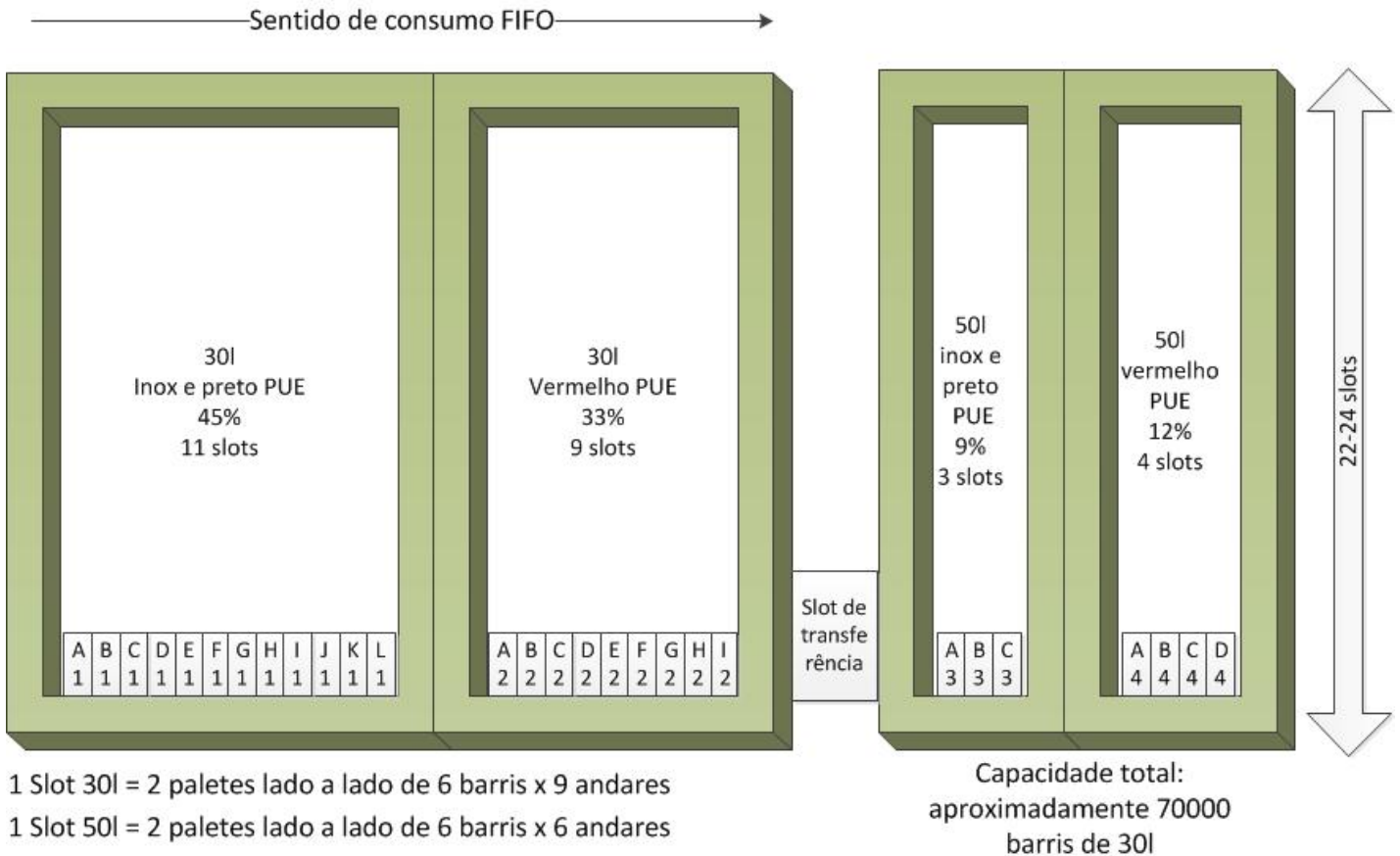
Ulean.	Unicer
<u>QUEM?</u>	Prestador de serviço
<u>O QUÊ?</u>	<p>ROLO DE ETIQUETAS AUTOCOLANTES</p>  <p>COD. 1100602</p>
<u>QUANT. BASE</u>	2 rolos de etiquetas autocolantes
<u>ARMAZÉM?</u>	Armazém enchimento
<u>LOCAL?</u>	Mesa etiquetadora L. Barril TR

Ulean.	Unicer
<u>QUEM?</u>	Prestador de serviço
<u>O QUÊ?</u>	<p align="center">ROLO QUÍMICO</p>  <p align="right">COD. 1100741</p>
<u>QUANT. BASE</u>	2 rolos químico
<u>ARMAZÉM?</u>	Armazém enchimento
<u>LOCAL?</u>	Mesa etiquetadora L. Barril TR

Ulean.	Unicer
<u>QUEM?</u>	Prestador de serviço
<u>O QUÊ?</u>	<p align="center">RESERVATÓRIO TINTA (DOMINÓ)</p>  <p align="right">COD. 1100920</p>
<u>QUANT. BASE</u>	1 embalagem
<u>ARMAZÉM?</u>	Armazém enchimento
<u>LOCAL?</u>	Mesa etiquetadora L. Barril TR

Ulean.	Unicer
<u>QUEM?</u>	Prestador de serviço
<u>O QUÊ?</u>	<p>MAKE UP (DOMINÓ)</p>  <p>COD. 1100878</p>
<u>QUANT. BASE</u>	1 embalagem
<u>ARMAZÉM?</u>	Armazém enchimento
<u>LOCAL?</u>	Mesa etiquetadora L. Barril TR

ANEXO J: Organização do armazém exterior



Slot de transferência – uma vez que é frequente na época baixa o parque no barril estar sobrelotado, esta *slot* pretende acumular o barril que chega do mercado para armazenamento, enquanto não tiver sido consumida uma *slot* até ao fim.

Operacionalização- cada vez que uma *slot* for consumida até ao fim, esta passa a receber barril e passa-se a consumir a seguinte. Para orientar o consumo e armazenamento deve ser criado um sistema simples e visual como representado na Ilustração 27, em que a reposição é feita sempre que se esvazia totalmente a *slot* a ser consumida. Esta gestão deve evoluir mais tarde para um sistema eletrónico de WMS.

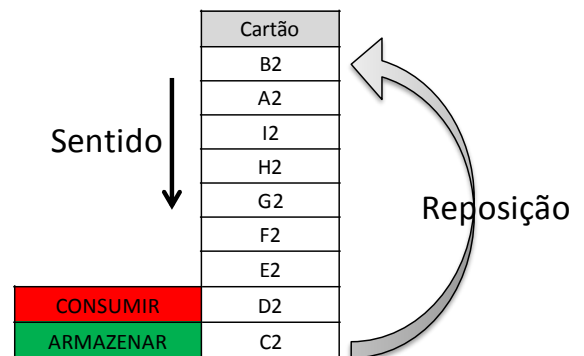


Ilustração 27 – Exemplo de gestão do armazém

ANEXO L: Instrução de trabalho para troca de varetas na logística



Instrução de Trabalho

Troca de varetas

Número:

Versão: 01

Pág. 1 de 6

Emissão: xx/01/2013

1. Objectivo e Campo de Aplicação

Definir os procedimentos/orientações correctivas para a substituição de varetas e vedantes dos barris de cerveja TR.

2. Responsabilidades

A responsabilidade pela implementação das tarefas descritas nesta instrução é dos operadores da logística (colaboradores da Unicer ou sub-contratados).

3. Descrição

Depois de os barris chegarem a plataforma pretendida o operador deve:

- 1- Despejar a cerveja que se encontra no interior do barril (encaixar o extractor "click" (conectado ao tanque de recolha de cerveja) no barril e baixar a sua alavanca).



Baixar a alavanca

Nota: Toda a cerveja enviada para o tanque deve ser posteriormente destruída.

- 2- Retirar a pressão interna do barril (encaixar o extractor "click" no barril baixando de seguida a sua alavanca, para permitir a eliminação do gás).



Nota: Torna-se importante efectuar este passo para permitir de forma segura a extracção da vareta do barril evitando que esta seja projectada. Actualmente todas as varetas já possuem uma patilha de segurança que impede que sejam projectadas, no entanto, são muitas as varetas que se encontram no mercado que ainda não possuem essa inovação. Para tal, torna-se importante efectuar este passo.

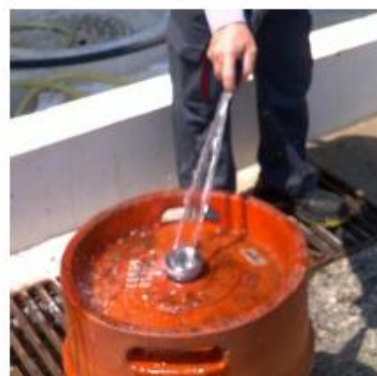
- 3- Desenroscar a vareta (utilizar a chave *torque* para desaparafusar ligeiramente a vareta, auxiliada por martelo de borracha se necessário).



- 4- Retirar a vareta – (colocar a ferramenta manual no meio da vareta e pressione para baixo até fazer o “click”. De seguida, virar cuidadosamente a ferramenta para a direita até que a ferramenta e também a vareta possam mover-se e consequentemente serem extraídas do barril.



- 5- Enxaguar o exterior e o interior do barril, retirando todos os autocolantes que nele se encontram assim como sujidades no seu gargalo.



- 6- Inspeccionar o interior do barril colocando uma lâmpada no seu interior.



- 7- Colocar uma vareta nova (encaixar correctamente a vareta na ferramenta manual para posteriormente ambos serão introduzidos no barril), ter atenção para não forçar demasiado no encaixe.



- a. Ter atenção à posição do *o-ring* interior de forma a garantir que este não fica entalado.



- b. Ter atenção à compatibilidade dos componentes da vareta na sua montagem, ambos os componentes devem ser da mesma marca (Micromatic ou DSI).



- 8- Pressurizar o barril a 1 bar com o extrator click.



- 9- Paletizar os barris, encontrando-se aptos para prosseguir na linha de enchimento em circuito normal.
 - a. Segregar todos os barris de PUE que apresentem defeitos no topo como ausência de asas ou grandes faltas de material.



ANEXO M: Procedimento Operacional Standard para troca de vareta por falta de pressão residual

Procedimento Operacional Standard			Centro de Produção: 																	
Departamento:	Área:	Categoria: Máq./Oper.	Equipamento:																	
Troca de vareta em barril sem pressão residual			Pág. 1 de 4: Data emissão: XX.XX.XXXX																	
<p>1 – Reunir as ferramentas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chave <i>torque</i> • Extrator <i>click</i> • Ferramenta de encaixe • Martelo de borracha 																				
<p>2 – Despejar a cerveja que se encontra no interior do barril</p> <ul style="list-style-type: none"> • Encaixar o extrator "click" de retorno • Baixar a alavanca para iniciar o esvaziamento • Aguardar até estar totalmente vazio (cerca de 2 min quando totalmente cheio) • Retirar o extrator 		 <p style="text-align: center;">Baixar a alavanca</p>																		
<p>3 – Retirar a pressão interna do barril</p> <ul style="list-style-type: none"> • Encaixar a ferramenta extrator click • Pressionar para baixo a alavanca • Aguardar a extração total do gás <p>Nota: Toma-se importante efetuar este passo para permitir de forma segura a extração da vareta do barril, evitando que esta seja projetada.</p>																				
Documentos relacionados:																				
Nº documento	Formação sobre o POS	Data:																		
POSXXXXXXXXXX		por:																		
		para:																		

4 – Desenroscar a vareta

- Encaixar a ferramenta chave torque
- Desaparafusar ligeiramente a vareta, auxiliar com martelo de borracha se necessário



5 – Retirar a vareta

- Colocar a ferramenta de encaixe manual no meio da vareta e pressione para baixo até fazer o "click"
- Virar cuidadosamente a ferramenta para a direita até que a ferramenta e também a vareta possam mover-se e consequentemente serem extraídas do barril



6 – Montagem da vareta

- Garantir que os dois componentes são da mesma marca
- Garantir que o o-ring interior não fica entalado
- Garantir que o tamanho da vareta é o do barril, 30l e 50l
- Encaixar os dois componentes



7 – Limpar o gargalo

- Retirar todos os autocolantes que nele se encontrem
- Enxaguar o gargalo



8 – Inspeccionar o interior do barril

- Inserir uma lâmpada no barril e inspeccionar o seu interior
- Se nenhuma anomalia for detetada passar ao passo seguinte
- Se for encontrada alguma anomalia ou objeto estranho segregar o barril



9 – Colocar a vareta nova

- Encaixar corretamente a vareta na ferramenta de encaixe
- Introduzir a vareta no barril pressionando e rodando até encaixar (não dorçar demasiado)



10 – Pressurizar o barril

- Encaixar o extrator click de retorno
- Pressurizar o barril a 1 bar



11 – Segregar barris defeituosos

- Segregar para reparação todos os barris PUE (borracha) que não tenham alguma asa ou que apresentem grandes faltas de material



ANEXO N: Procedimento Operacional Standard para troca de vareta

Procedimento Operacional Standard			Centro de Produção: 						
Departamento:	Área:	Categoria: Máq./Oper.	Equipamento:						
Troca de vareta em barril sem pressão residual			Pág. 1 de 4:	Data emissão: XX.XX.XXXX					
<p>1 – Reunir as ferramentas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chave <i>torque</i> • Extrator <i>click</i> • Ferramenta de encaixe • Martelo de borracha 									
<p>2 – Despejar a cerveja que se encontra no interior do barril</p> <ul style="list-style-type: none"> • Encaixar o extrator "click" de retorno • Baixar a alavanca para iniciar o esvaziamento • Aguardar até estar totalmente vazio (cerca de 2 min quando totalmente cheio) • Retirar o extrator 		 <p style="text-align: right;">Baixar a alavanca</p>							
<p>3 – Retirar a pressão interna do barril</p> <ul style="list-style-type: none"> • Encaixar a ferramenta extrator click • Pressionar para baixo a alavanca • Aguardar a extração total do gás <p>Nota: Toma-se importante efetuar este passo para permitir de forma segura a extração da vareta do barril, evitando que esta seja projetada.</p>									
Documentos relacionados:									
Nº documento	Formação sobre o POS	Data:							
POSXXXXXXXXXX		por:							
		para:							

4 – Desenroscar a vareta

- Encaixar a ferramenta chave torque
- Desaparafusar ligeiramente a vareta, auxiliar com martelo de borracha se necessário



5 – Retirar a vareta

- Colocar a ferramenta de encaixe manual no meio da vareta e pressione para baixo até fazer o "click"
- Virar cuidadosamente a ferramenta para a direita até que a ferramenta e também a vareta possam mover-se e consequentemente serem extraídas do barril



6 – Montagem da vareta

- Garantir que os dois componentes são da mesma marca
- Garantir que o o-ring interior não fica entalado
- Garantir que o tamanho da vareta é o do barril, 30l e 50l
- Encaixar os dois componentes



7 – Pressurizar o barril

- Encaixar o extrator click de retorno
- Pressurizar o barril a 1 bar



8 – Segregar barris defeituosos

- Segregar para reparação todos os barris PUE (borracha) que não tenham alguma asa ou que apresentem grandes faltas de material



ANEXO O: Instrução de trabalho para registo dos tempos do OEE



Instrução de Trabalho

Troca de varetas

Número:

Versão: 01

Pág. 1 de 2

Emissão: xx/01/2013

1. Objectivo e Campo de Aplicação

Definir os procedimentos/orientações para a recolha e registo dos tempos do OEE

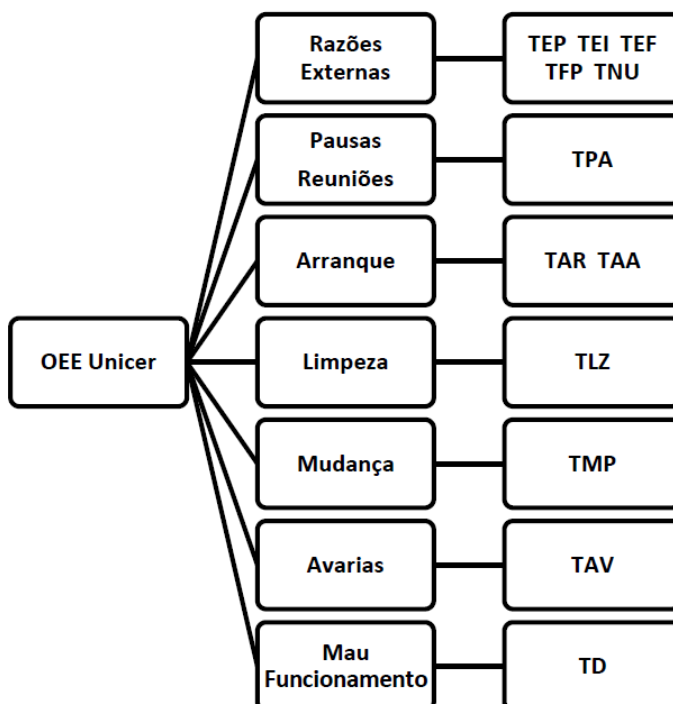
2. Responsabilidades

A responsabilidade pela implementação das tarefas descritas nesta instrução é dos coordenadores de cada turno.

3. Descrição

A recolha e registo dos tempos pelo coordenador do turno devem ser feitos da seguinte forma:

- 1- Recolher e registar de uma forma precisa, com a ajuda de um cronómetro, os tempos correspondentes à descrição seguinte:





Instrução de Trabalho

Troca de varetas

Número:

Versão: 01

Pág. 2 de 2

Emissão: xx/01/2013

- TEP – Tempo de falta de embalagem – tempo de paragem da linha por falta de disponibilidade do empilhador que fornece o barril vazio e recolhe o cheio;
- TEI – Tempo de embalagem imprópria – tempo perdido na produção por paragens e perdas de velocidade que o coordenador atribui responsabilidade ao estado do vasilhame;
- TEF – Tempo de falta de energia e fluidos – tempo de paragem por falta de energia ou dos fluidos que abastecem a linha (CO₂, vapor e água);
- TFP – Tempo de falta de produto – tempo de paragem por interrupção do fornecimento de cerveja por parte da adega;
- TNU – Tempo não útil – tempo perdido por razões externas que não têm categoria específica (ensaios, calibrações, falhas do sistema informático, etc).
- TPA – Tempo de pausas e reuniões – tempo de reuniões planeadas (uma reunião diária), não planeadas e pausas.
- TAR – Tempo de arranque – desde que a linha arranca até que sai a primeira paleta de produto acabado
- TAA – Tempo de atraso no arranque – tempo perdido por problemas no arranque;
- TLZ – Tempo de limpeza – tempo passado a fazer limpeza e higienização da linha;
- TMP – Tempo de mudança de produto – tempo de paragem para realização de tarefas associadas à troca de produto;
- TAV – Taxa de avaria – tempo de paragem de algum equipamento superior a dez minutos ou tempo acumulado de uma série de pequenas paragens sucessivas num mesmo equipamento;
- TD – Tempo degradado – tempo de redução de velocidade face à velocidade homologada ou de micro-paragens.

Todos os tempos são inseridos manualmente pelo coordenador da equipa exceto o TD que corresponde ao tempo que sobra do tempo total e que não é justificado por nenhum dos tempos anteriores. Supõe-se assim que o tempo que sobra se deve a este tempo degradado.

- 2- Acrescentar quaisquer comentários relevantes que ajudem a explicar os valores dos tempos registados.