

## Otimização dos Indicadores de OEE e Balanço de Massa no Contexto WCM em uma Empresa de Argamassa do Sul de Santa Catarina



**Thalita Brito Pinheiro (FUCAP)**  
[thalitabp12@gmail.com](mailto:thalitabp12@gmail.com)

**Rafael Vieira Mathias (FUCAP)**  
[rafaelvmathias@gmail.com](mailto:rafaelvmathias@gmail.com)

**Fabício de Aguiar Joaquim (FUCAP)**  
[prof.eng.fabriciojoaquim@gmail.com](mailto:prof.eng.fabriciojoaquim@gmail.com)

**Fred Leite Siqueira Campos (UFSC)**  
[fred.campos@ufsc.br](mailto:fred.campos@ufsc.br)

**Beatriz Marcondes de Azevedo (UFSC)**  
[biabizzy@gmail.com](mailto:biabizzy@gmail.com)

*O presente trabalho apresenta a otimização dos indicadores de OEE e balanço de massa em uma indústria de argamassa. A empresa na qual este estudo foi realizado é uma multinacional, tendo uma de suas plantas situada no Sul de Santa Catarina. O OEE é o indicador que representa a taxa global de utilização de determinado equipamento, já o balanço de massa é a relação de entrada da matéria prima versus a saída do produto acabado. A solução de problemas dentro de um processo produtivo pode ser feita com a utilização de diversas ferramentas, por exemplo, as contidas na metodologia WCM: Diagrama de Pareto e Quick Kaizen, juntamente com a LPP, frequentemente utilizada como meio de padronização das atividades. Essas ferramentas podem ser empregadas para melhorias de processos como método para otimizar os indicadores da empresa, reduzir tempo de paradas, aumentar a capacidade produtiva, garantir redução de gastos financeiros, entre outros. Para estudar os indicadores, em questão, foram utilizados um software de gerenciamento online de produção e um sistema integrado de gestão empresarial, com finalidade de extrair dados para, posteriormente, serem acrescentados nas equações e, conseqüentemente gerar os resultados dos indicadores. Com os resultados analisados o processo foi observado, as ferramentas, ideais para cada caso foram utilizadas, permitindo-se assim a implantação de novos métodos. Como conclusão, pode-se observar que após um período de análises ficou comprovada a eficácia das melhorias realizadas. Os novos resultados obtidos confirmaram que houve otimização de ambos os indicadores analisados.*

*Palavras-chave: Produto, Quick Kaizen, OEE, Balanço de Massa.*

## 1. Introdução

A concorrência direta entre as empresas tem sido uma realidade cada vez mais árdua para os gestores, agravada pelo surgimento constante de inovações tecnológicas. Isso tem evidenciado, ainda mais, a importância de se focar em processos e métodos que tornem as empresas destaque em qualidade e preços na oferta de seus bens e serviços.

Para prender as preferências de seus clientes no *know-how* das empresas, mantê-los satisfeitos tem sido prioridade estratégica. Nesse sentido, torna-se necessário um maior monitoramento dos processos que ajude buscar incessantemente melhorias, mitigar inconformidades, desperdícios, entre outros.

O conhecimento e controle amplo dos processos produtivos têm proporcionado às organizações uma melhora principalmente na redução de suas perdas. A adoção de uma abordagem maior da utilização de todos seus recursos disponíveis pode contribuir para o alcance de índices de eficiência mais satisfatórios. Diante disto, os investimentos com ferramentas e sistemas de gestão tem sido cada vez mais presente na realidade das organizações que envidam esforços para otimização de custos, aumento de produtividade e perseguição da excelência operacional. Nesse contexto, os indicadores de desempenho têm se tornado fundamental nas tomadas de decisões estratégicas das organizações, realizando medições e proporcionando informações valiosas acerca do processo produtivo como, por exemplo, o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) e o Balanço de Massa. O OEE é um indicador que representa a taxa global de utilização de um equipamento e o Balanço de Massa representa a relação da entrada de matéria prima versus a saída de produto.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é propor a otimização dos indicadores de OEE e Balanço de Massa por meio das ferramentas contidas no WCM, em uma empresa de argamassa do Sul de Santa Catarina.

## 2. *World class manufacturing*

O WCM (*World Class Manufacturing*) é um modelo de gestão desenvolvido por Richard J. Schonberger em meados de 1986, transcrito em sua obra “*World Class Manufacturing: the lessons of simplicity applied*”. O método une conceitos, técnicas e princípios com o propósito de dar apoio à tomada de decisões na gestão das organizações (FLORES et al., 2016).

Lopes Júnior (2019) corrobora com tal entendimento, afirmando que o WCM é a busca pelo aumento da produtividade, redução de quebras e desperdícios e garantia de qualidade do produto final, envolvendo toda equipe com foco na melhoria contínua.

O WCM é formado por um templo, fundamentado em pilares e fundações que alicerçam o sistema de Excelência Operacional (TOSTES, 2017). Uma gama de ferramentas originadas de diversas áreas do conhecimento é adotada no método WCM, conforme ilustrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Principais pilares/ferramentas do WCM

FERRAMENTA	DESCRIÇÃO
<b>Diagrama de Pareto</b>	Apresenta um gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências, da maior para a menor, e que permite priorizar quais problemas devem ser resolvidos primeiro (MAGRI, 2009).
<b>Kaizen</b>	Evidenciada em ações de melhoria contínua nos processos organizacionais, foi criada e aplicada pelo engenheiro Taiichi Ohno, sendo respeitada em todo o mundo, através de sua intensa aplicação no Sistema Toyota de Produção (CICONELLI, 2007).
<b>Lição Ponto a Ponto (LPP)</b>	Consiste em um formulário contendo um método de treinamento, com objetivo de ensinar, de forma simples, sobre determinado assunto. É utilizado para expandir o conhecimento, proporcionar a compreensão de uma forma facilitada a todos, proporcionar o auto aprendizado, aumentar a competência do grupo, entre outros (RIBEIRO, 2013).

Fonte: Os autores (2020).

### 3. Procedimento metodológico

O presente trabalho se caracteriza como uma pesquisa exploratória-descritiva em forma de estudo de caso. Nessa direção, os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa adotaram um caráter investigativo sobre as possíveis causas que influenciam os indicadores de OEE e Balanço de Massa, sendo realizada uma investigação analítica em uma indústria de argamassa do Sul de Santa Catarina, com o propósito de otimização dos referidos indicadores. Em relação à organização, tratamento e análise dos dados, após sua coleta com o auxílio do software PC-Factory OEE® e do software SAP ERP®, os mesmos foram inseridos numa planilha de Excel® e, por meio de sua análise, pode-se demonstrar uma metodologia para sanar problemas, indicar melhorias para o processo produtivo com a aplicação de algumas ferramentas do WCM. Destaca-se também que a elaboração do Diagrama de Pareto possibilitou a visualização dos resultados, priorização e comparação das falhas identificadas.

#### 3.1. Definição de indicadores de OEE e Balanço de Massa

A definição dos indicadores de OEE e Balanço de Massa se fez necessário para comparar o estado atual com o momento após a implementação de melhorias propostas na pesquisa. Para o

OEE, foram coletados dados do setor de produção da empresa, em específico na “ensacadora” com auxílio do software PC-Factory OEE®, utilizado durante os meses de maio, junho e julho de 2019 por determinação da empresa.

Para obtenção do OEE adotou-se o seguinte cálculo:

$$OEE(\%) = \frac{\text{Tempo programado de operação}}{\text{Tempo disponível de operação}} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

Já o indicador de Balanço de Massa, teve seus dados coletados no mesmo setor, porém na “dosagem” com auxílio do software SAP ERP®, no qual se calculou:

$$BM(\%) = \left( \left( \frac{\text{Consumo real}}{\text{Consumo teórico}} \right) - 1 \right) \times 100 \quad \text{Equação 2}$$

As informações de perdas foram analisadas em uma planilha de Excel®, como controle de possíveis perdas de materiais durante o processo de produção. Já o período de amostragem para o Balanço de Massa foram os meses de abril, maio e junho de 2019.

Ambos indicadores serviram como base para identificação de melhorias com a exploração da metodologia WCM, para obter-se um maior indicativo de OEE, bem como um Balanço de Massa menor.

### 3.2. Utilização da metodologia WCM

Conforme já descrito nessa pesquisa, a metodologia WCM é composta de diversas ferramentas. Entretanto, neste estudo foram selecionados o Diagrama de Pareto, Kaizen e a Lição Ponto a Ponto (LPP). A escolha destas ferramentas se deu pela familiaridade dos autores com as mesmas em atuação na própria empresa.

#### 3.2.1 Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto estabelece que um problema é causado por um número reduzido de causas. Essas causas são identificadas para execução de um plano de ação. Sendo assim, os dados para definição do Diagrama de Pareto foram extraídos nos meses de maio, junho e julho de 2019 com auxílio do software PC-Factory OEE®, padronizados em sequência no software Excel® ranqueando nas dez maiores perdas.

A definição do Diagrama de Pareto teve o papel fundamental de permitir a fácil visualização dos resultados, priorização e comparação das falhas identificadas.

### 3.2.2 Kaizen

O método *Kaizen* adotado para essa pesquisa foi o *Quick Kaizen*, que se caracteriza por um Kaizen rápido e específico para situações nas quais o problema identificado deve ter um prazo de resolução de 48 horas, com variadas possíveis causas.

Este modelo adota 4 etapas, nas quais, a primeira denominada *Quick Kaizen Sheet* (folha rápida de *Kaizen*), possui quatro partes, conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Modelo da primeira etapa do *Quick Kaizen*

Quick Kaizen Sheet					Quick Kaizen Nº:	Area:	Equipamento:	Liderado por:	Acompanhado por:	Data Início:
1) Definição do Problema & Esboço: (80% esboço & 20% palavras)					2) Listar as possíveis causas do problema					
WHAT? (O que?)					1					
WHERE? (Onde?)					2					
WHEN? (Quando?)					3					
WHO? (Quem?)					4					
WHICH? (Qual?)					5					
HOW? (Como?)					6					
					7					
4) Plano de Ação para Resolver o problema:					5) Data Conclusão:		3) Verificar se a possível causa é uma causa real:			
	Ação	Quem	Quando	Concluído?	O que verificar	Como verificar	Descobertas	Causa?		
1					1				S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	
2					2				S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	
3					3				S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	
4					4				S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	
5					5				S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	
6					6				S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	
7					7				S <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	

Fonte: Os autores (2020).

A segunda etapa do *Quick Kaizen*, denominado “Sucesso *Kaizen*”, trata a demonstração dos detalhes do antes e depois do problema, incluindo suas perdas e seus benefícios. Já na terceira etapa, “Memorial de Cálculo”, é necessário o levantamento de todos os dados que fazem parte do cálculo do ganho da melhoria que foi aplicada, assim como o tipo de ganho podendo ser ambiental, qualidade, segurança ou financeiro.

Na quarta etapa, “*Risk Assessment*” (Avaliação de Risco), fez-se a identificação dos perigos e severidades referente às pessoas, máquinas ou produtos.

### 3.2.3 Lição ponto a ponto (LPP)

A lição ponto a ponto foi estruturada conforme o modelo demonstrado na Figura 2,

exemplificando a técnica para padronização das melhorias implementadas com o Kaizen.

Figura 2 – Modelo do formulário de LPP

LIÇÃO PONTO A PONTO		<input type="checkbox"/>	Conhecimento Básico		LPP Nº						
		<input type="checkbox"/>	Melhoria								
		<input type="checkbox"/>	Problema								
TEMA	Preparado por:		Verificado por:		Aprovador por:						
	Data:		Data:		Data:						
REGISTRO DE LIÇÕES	Data:										
	De:										
	Para:										

Fonte: Os autores (2020).

Com a padronização pela LPP demonstrada, foram elaborados dois modelos para as melhorias definidas com o propósito de subsidiar os procedimentos a serem realizados pela equipe operacional, facilitando a assimilação das tarefas por meio de fotos.

Com as LPP's definidas, foram realizadas reuniões com os colaboradores para formalização por meio de treinamento e disponibilização dos documentos a cada setor da produção da empresa.

#### 4. Resultados e análises

Os indicadores de OEE obtidos nos meses de maio, junho e julho de 2019 podem ser observados no Tabela 1.

Tabela 1 – Indicadores de OEE dos 3 meses de amostragem

MAIO/19	JUNHO/19	JULHO/19	MÉDIA
75,76%	75,88%	74,14%	75,26%

Fonte: Os autores (2020)

Como pode ser observado na tabela 1, com a média de OEE apurada nos meses se obteve indicadores quase que uniformes, com discreta discrepância, resultando assim numa média de 75,26%. Apesar do indicador se apresentar consideravelmente alto, a empresa possui políticas que buscam maior eficiência e eficácia em seus procedimentos e parâmetros.

Quanto o Balanço de Massa, obtiveram-se os seguintes resultados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados do BM dos 3 meses de amostragem

ABRIL/19	MAIO/19	JUNHO/19	MÉDIA
1,63%	1,74%	1,78%	1,72%

Fonte: Os autores (2020).

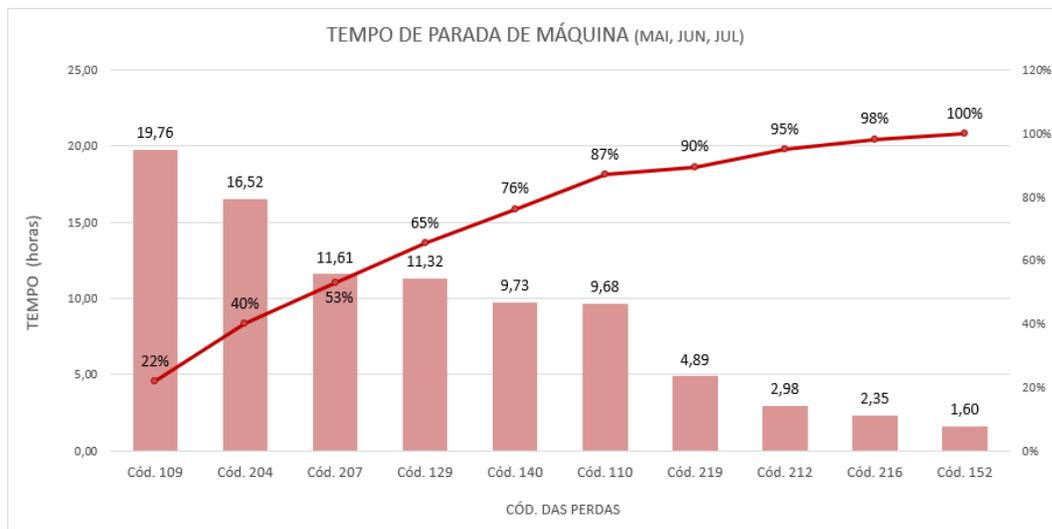
Assim como os indicadores de OEE, os indicadores de Balanço de Massa ilustrados na tabela 2 também se mostraram praticamente uniformes, porém busca-se metas corporativas ainda mais eficientes, nesse caso, relacionadas aos desperdícios o objetivo sempre é zero.

Ao contrário do OEE, o Balanço de Massa tem apresentado uma evolução crescente nos meses que foram realizadas a amostragem. Podendo-se inferir que houve um aumento significativo do volume de desperdício de materiais.

#### 4.2. Identificação de melhorias

Para identificação de possíveis melhorias no processo produtivo a fim de otimizar o indicador de OEE, apresenta-se o Diagrama de Pareto ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Principais falhas do processo detalhadas no Diagrama de Pareto



Fonte: Os autores (2020)

Conforme o Diagrama apresentado na figura 3, a falha identificada a ser priorizada é a de código 109, denominada como *Redler*, ou seja, equipamento autolimpante que opera em planos horizontais e que utiliza tipos especiais de palhetas arrastadoras com o formato igual ao da calha, efetuando o transporte de materiais. Ao considerar o tempo, esse procedimento teve a representatividade de 19,76 horas desperdiçadas no período da amostra.

Com o propósito de maximizar o indicador de OEE, se iniciou uma maior observação do processo para entender o que motivava essas paradas frequentes. Desta forma, se adicionou ao formulário do *Quick Kaizen* essa problemática na expectativa de identificar a causa raiz do problema: o tempo, elevado, perdido em limpezas do *Redler*.

A identificação da falha que prejudicava o indicador do Balanço de Massa, foi obtido por meio da planilha de controle de possíveis perdas de materiais. Com isso, as planilhas dos meses de amostragem foram verificadas e com auxílio da equipe de WCM, decidiu-se abordar o resíduo não reaproveitado proveniente do despeiramento, por estar afetando o indicador do Balanço de Massa e acarretando um expressivo gasto financeiro, pelo fato de haver um significativo volume de resíduo sendo destinado a aterros. Logo, essa problemática também foi adicionada ao formulário de *Quick Kaizen*.

#### 4.3. Proposta de melhoria para o OEE

Ao considerar todos os dados levantados nesta pesquisa, em relação ao indicador do OEE, foi aplicado o *Quick Kaizen*.

A Figura 4 apresenta o preenchimento do 5W1H, conforme a primeira etapa do *Quick Kaizen*.

Figura 4 – Primeira etapa Quick Kaizen OEE

Quick Kaizen Sheet	Quick Kaizen N° :	Area:
	150	Ensacadoras
1) Definição do Problema & Esboço: (80% esboço & 20% palavras)		
WHAT? (O que?) Redução do OEE devido ao tempo gasto em limpezas.  WHERE? (Onde?) No Redler.  WHEN? (Quando?) Durante a produção de produtos especiais.  WHO? (Quem?) Equipe de manutenção e Operação.  WHICH? (Qual?) Mensalmente.  HOW? (Como?) Durante o enchimento do redler com produtos que são expelidos pelos bicos.		

Fonte: Os autores (2020).

Conforme observado na Figura 4, essa etapa se estrutura da seguinte forma:

- O que: redução do OEE devido ao tempo gasto em limpezas;
- Onde: no *Redler*;
- Quando: durante a produção de produtos especiais;
- Quem: equipe de operação e manutenção;
- Qual: mensalmente;
- Como: durante o enchimento do *Redler* com produtos que são expelidos pelos bicos.

Na segunda parte definiu-se uma listagem de possíveis causas, conforme ilustrado Figura 5.

Figura 5 – Segunda etapa Quick Kaizen OEE

Equipamento:	Liderado por:	Acompanhado por:	Data Inicio:
Redler	A	B	06//08/2019
2) Listar as possíveis causas do problema			
1	A quantidade de operadores não é suficiente para agilizar a tarefa		
2	Falta de padronização da limpeza do redler		
3	Não foi pensando em outra maneira de efetuar a limpeza		
4	Problema no projeto do funcionamento do redler		
5			
6			
7			

Fonte: Os autores (2020).

A Figura 5 demonstra que a quantidade de operadores não é suficiente para agilizar a tarefa, evidenciando a falta de padronização da limpeza do Redler. Assinala-se que não se pensou em outras maneiras de efetuar a limpeza e um problema no projeto do funcionamento do Redler. Na terceira parte verificou-se as possíveis causas quanto aos seus meios de identificação e suas descobertas a serem reveladas, conforme demonstrado na Figura 6.

Figura 6 – Terceira etapa Quick Kaizen OEE

3) Verificar se a possível causa é uma causa real :				
	O que verificar	Como verificar	Descobertas	Causa?
1	A quantidade de operadores não é suficiente para agilizar a tarefa	In loco, com os operadores.	Sim, porém o tempo de parada é devido a permanência dentro da máquina e o espaço não comporta mais que dois operadores.	S <input type="checkbox"/> N <input checked="" type="checkbox"/>
2	Falta de padronização da limpeza do redler	Dialogando com a equipe de manutenção e operação.	A limpeza é efetuada por todos da mesma forma e seguindo o tempo estabelecido para paradas.	S <input type="checkbox"/> N <input checked="" type="checkbox"/>
3	Não foi pensando em outra maneira de efetuar a limpeza	Brainstorming com a equipe de manutenção, operação, CQ, supervisão e WCM.	Sim, pois a limpeza pode ser feita por meio do setup, liberando matéria prima para limpeza por meio do funcionamento já existente do redler.	S <input checked="" type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
4	Problema no projeto do funcionamento do redler	Dialogando com a equipe de manutenção.	Não foi planejado da forma ideal, havia outras maneiras, porém com alto custo para implantação no momento.	S <input checked="" type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>

Fonte: Os autores (2020).

Com a análise do que foi apresentado nas etapas da primeira parte de aplicação do Quick Kaizen, se definiu o plano de ação, conforme ilustrado na Figura 7. Esclarece-se que essa foi a última etapa do processo.

Figura 7 – Quarta etapa Quick Kaizen OEE

4) Plano de Ação para Resolver o problema:		5) Data Conclusão:	26/11/2019	
	Ação	Quem	Quando	Concluído?
1	Efetuar o teste piloto da limpeza, do redler, inicialmente com o total 1000kg.	CQ / Supervisão / Operação / Manutenção / WCM	21/08/19	Sim
2	Verificar a eficácia da limpeza	CQ	21/08/19	Sim
3	Efetuar o segundo teste piloto da limpeza, do redler, inicialmente com o total 600kg.	CQ / Supervisão / Operação / Manutenção / WCM	26/08/19	Sim
4	Verificar a eficácia da limpeza	CQ	26/08/19	Sim
5	Acompanhar melhoria e padronizar tarefa	WCM	02/12/19	Sim

Fonte: Os autores (2020).

Com base nos resultados dessa etapa, foi eleita a causa raiz número 3, mostrando-se a mais apropriada para o momento, devido a implantação rápida e a necessidade de não ter investimentos financeiros, tendo como ação o teste piloto da limpeza do *Redler*.

O brainstorming realizado com a equipe trouxe maior esclarecimento de como efetuar a limpeza do *Redler*, de forma automática, ou seja, utilizando do seu processo natural. Sendo assim, duas matérias primas semelhantes encontradas nos produtos especiais foram necessárias, efetuando o processo produção normalmente.

O operador selecionou a quantidade de cada produto e após uma escolha os mesmos, saem do misturador e vão para um silo menor, identificado como “número 2”, para que apenas a ensacadora 3 e 4, que se localizam no final do *Redler*, preenchessem os sacos que foram cortados em baixo. Desta forma, a balança não reconheceu os 20kg e continuou expulsando o produto, o mesmo de diretamente no Redler e sendo levado para o silo menor, número 1, abastecendo as ensacadoras 1 e 2, nas quais os sacos apresentavam-se inteiros, então esse produto misturado começou a ser ensacado e, no seu término, foram rasgados nos *big bags* para

reaproveitamento.

Com o processo finalizado, verificou-se uma parada de 33 minutos e identificou-se que o maquinário pode trabalhar normalmente com o *Redler* operando, devido a sua completa limpeza, não sendo mais necessária a limpeza manual do misturador.

Análises do Controle de Qualidade comprovaram que a tarefa poderia trazer resultados mais reduzidos na quantidade de matérias primas. Foi então, que o segundo teste piloto foi realizado, contendo um total de 600kg, mantendo a limpeza eficiente, porém agilizando o processo com uma redução do tempo de parada de 20 minutos.

A partir disso, a segunda etapa do Quick Kaizen foi concluída, expondo, detalhadamente como a tarefa era feita antes e suas perdas e como tem sido feita após a melhorias e seus benefícios. Seguindo então para a terceira etapa, na qual foram acrescentados dados correlatos no memorial de cálculo para verificar o ganho após a implantação dessa melhoria, conforme ilustrado na Figura 8. Assim verificou-se um ganho de aproximadamente 317ton/mês ou 3.800ton produzidas a mais no ano.

Figura 8 – Memorial de cálculo do Quick Kaizen OEE

MEMÓRIA DE CÁLCULO	
Antes	
Média do tempo de setup - limpeza manual misturador (min)	11
Média da quantidade de paradas em um dia de produção (a cada 40 min)	4
Média da quantidade de setups no mês	7
Média do tempo de cada parada para limpeza do redler (min)	24
<b>Tempo total perdido (min)</b>	<b>749</b>
Quantidade de sacos fabricados por minuto	26
<b>Total de sacos deixados de serem fabricados no mês</b>	<b>19474</b>
<b>Total de produção em ton perdida no mês</b>	<b>389,48</b>
Agora	
Média do tempo de setup - com carga de sacrifício (min)	20
Média da quantidade de paradas em um dia de produção (a cada 40 min)	0
Média da quantidade de setups no mês	7
Média do tempo de cada parad para limpeza do redler (min)	0
<b>Tempo total perdido (min)</b>	<b>140</b>
Quantidade de sacos fabricados por minuto	26
<b>Total de sacos deixados de serem fabricados no mês</b>	<b>3640</b>
<b>Total de produção em ton perdida no mês</b>	<b>72,8</b>
<b>Ganho mensal de produção (ton)</b>	<b>316,68</b>
<b>Ganho anual de produção (ton)</b>	<b>3800,16</b>

Fonte: Os autores (2020).

Consequentemente, a última etapa foi analisada para averiguar se novos riscos não superaram os anteriores e assim o preenchimento do *Risk Assessment*, no qual os perigos levantados foram as partes móveis, os rebaixos no piso, o pouco espaço para movimentações e o esforço excessivo, resultando nas seguintes severidades: potencial para causar prensamento de membros, torções no corpo, lombalgia ou DORT (Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho). Com base nesses levantamentos a classificação do risco, perigo versus probabilidade, inicial foi de 240 e reduzindo para 32 após a implantação da melhoria.

#### 4.4. Proposta de melhoria para o Balanço de Massa

Ao se ter conhecimento do problema, o mesmo foi adicionado ao formulário do *Quick Kaizen* na tentativa de encontrar a causa raiz do problema.

Mais uma vez, na primeira parte do *Quick Kaizen*, foi respondida a primeira etapa, o 5W1H, da seguinte forma, conforme ilustrado na Figura 9.

Figura 9 – Primeira etapa Quick Kaizen BM

Quick Kaizen Sheet	Quick Kaizen N° :	Area:
	142	Dosagem
1) Definição do Problema & Esboço: (80% esboço & 20% palavras)		
WHAT? (O que?) Aumento do BM devido a bags de resíduo descartados.  WHERE? (Onde?) na dosagem.  WHEN? (Quando?) durante a escolha dos big bags de resíduo para utilização.  WHO? (Quem?) Equipe de Operação.  WHICH? (Qual?) Mensalmente.  HOW? (Como?) Os bags de resíduo, mais antigos, são esquecidos, gerando problemas de qualidade do produto e descarte.		

Fonte: Os autores (2020)

Ao observar a Figura 9, foi estabelecido:

- O que: aumento do BM devido a *bags* de resíduo descartados.
- Onde: na dosagem.
- Quando: durante a escolha dos *bags* de resíduo para utilização.
- Quem: equipe de Operação.
- Qual: mensalmente
- Como: os *bags* de resíduo mais antigos são esquecidos, gerando problemas de qualidade do produto e descarte.

Buscou-se entender o porquê de o problema estar ocorrendo, então na segunda etapa do Quick Kaizen, foi feita a listagem das possíveis causas, conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 – Segunda etapa Quick Kaizen BM

Equipamento:	Liderado por:	Acompanhado por:	Data Inicio:
-	A	C	09/07/2019
2) Listar as possíveis causas do problema			
1	Colaboradores não estão utilizando os resíduos		
2	Produto sendo descartado sem necessidade		
3	Produto perdendo qualidade no armazenamento		
4	Não há prática do FIFO		
5			
6			
7			

Fonte: Os autores (2020)

Observa-se, com base na figura 9 que colaboradores não estão utilizando os resíduos, produto sendo descartado sem necessidade, produto perdendo qualidade no armazenamento, não há prática do FIFO (primeiro que entra, primeiro que sai).

A verificação das possíveis causas, na terceira etapa foi realizada e seus meios de identificação e suas descobertas reveladas, conforme ilustrado na Figura 11.

Figura 11 – Terceira etapa Quick Kaizen BM

	O que verificar	Como verificar	Descobertas	Causa?
1	Colaboradores não estão utilizando os resíduos	Dialogando com a equipe de operação.	Os colaboradores utilizam o resíduo em todas as produções dos produtos X e Y.	S <input type="checkbox"/> N <input checked="" type="checkbox"/>
2	Produto sendo descartado sem necessidade	In loco, observação da tarefa.	Não, o produto é descartado por não haver possibilidade de uso.	S <input type="checkbox"/> N <input checked="" type="checkbox"/>
3	Produto perdendo qualidade no armazenamento	In loco, observação da tarefa e dialogando com a equipe de operação.	Sim, os big bags mais antigos vão ficando em estoque e resultando em empedramento e perda de qualidade do produto.	S <input checked="" type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
4	Não há prática do FIFO	In loco, observação da tarefa e dialogando com a equipe de operação.	Não, os big bags são armazenados na prateleira de acordo com espaços vazios, não havendo nenhuma identificação para praticar o FIFO.	S <input checked="" type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>

Fonte: Os autores (2020)

A quarta etapa desta primeira parte, foi concluída e o plano de ação efetuado, conforme ilustrado na Figura 12, para ambas as causas de número 3 e 4, tendo como ação a confecção de placas para identificação dos *big bags*.

Figura 12 – Quarta etapa Quick Kaizen BM

4) Plano de Ação para Resolver o problema:		5) Data Conclusão:	12/11/2019	
	Ação	Quem	Quando	Concluído?
1	Confeccionar placas para identificação de big bags, contendo número do big bag, data de geração do resíduo e peso.	WCM	11/07/19	Sim
2	Treinamento dos colaboradores	WCM	15/07/19	Sim
3	Acompanhar melhoria e padronizar tarefa	WCM	12/11/19	Sim

Fonte: Os autores (2020)

O entendimento do problema e análise da tarefa evidenciaram a falha de não haver a prática do FIFO nos *big bags* de resíduos. Conforme os *big bags* eram gerados, os mesmos eram encaminhados ao setor de dosagem e colocados nos espaços vazios da prateleira pelos operadores de empilhadeira, dificultado o momento de escolha do *big bag*, por não haver nenhuma informação, inclusive o indicativo do mais antigo, gerando confusão na ordem de uso e por todos os turnos. Desta forma muitos *big bags* que entravam primeiro para serem armazenados, nem chegavam a ser utilizados, devido ao fato de perderem qualidade por estarem acondicionados no estoque há mais tempo que o adequado. Não havendo possibilidade de reutilização desse material, o mesmo era destinado a aterros, sendo necessário pagamento para a destinação correta. Assim sendo, a não utilização deste material ocasionou em um aumento do indicador de Balanço de Massa, pois houve um gasto de matéria prima que não originou o produto final.

Com intuito de reduzir esta perda, placas numeradas de identificação para os *big bags* foram criadas, contendo espaços para preenchimento do peso da *big bag* e da data de retirada do despoeiramento. Já com as placas em mãos, toda a equipe recebeu treinamento de como a tarefa deveria ser realizada daquele momento em diante:

- O operador de processos da ensacadora que precisasse remover o *big bag* do despoeiramento, deveria pegar a placa (levando em consideração a sequência do número anterior), preencher a data, do dia, e chamar o operador de empilhadeira;
- O operador de empilhadeira deslocaria o *big bag* para a balança de pesagem, anotaria seu peso, também na placa e notificaria o WCM para que o mesmo anotasse em sua planilha, já utilizada, para controle de resíduos geradores no mês, porém contendo, agora, a numeração do *big bag*.
- O operador de processos, da dosagem, deveria pegar o *big bag* por menor ordem numérica das placas, sempre conferindo a data. Assim que utilizasse o *big bag*, a placa mantinha-se guardada, para no final do mês ser entregue novamente ao operador de processos da ensacadora.

A partir disso, a segunda etapa do *Quick Kaizen* foi concluída, expondo, detalhadamente como a tarefa era feita antes e suas perdas e como tem sido feita depois das melhorias e seus benefícios. Após isso, na terceira e última etapa, já que não é necessário o preenchimento do *Risk Assessment*, pois a tarefa não trazia, e ainda não traz riscos. Com os dados necessários o cálculo foi efetuado, resultando num ganho financeiro de R\$ 1.601,60 no mês ou R\$ 19.219,20 por ano, bem como uma média de 34ton de redução de descarte anual, conforme demonstrado na Figura 13.

Figura 13 – Memorial de cálculo do Quick Kaizen

MEMÓRIA DE CÁLCULO	
Antes	
Média da quantidade de resíduo descartado/mês (kg)	2.860,00
Preço do descarte/kg	R\$ 0,56
<b>Média do Custo com descarte/mês</b>	<b>R\$ 1.601,60</b>
Agora	
Média da quantidade de resíduo descartado/mês (kg)	0,00
Preço do descarte por Kg	R\$ 0,56
Média do Custo por descarte/mês	R\$ -
Produção média do mês (kg)	320,00
Média da produção a mais com resíduo no mês (kg)	57,20
<b>Média de produto descartado/ano (kg)</b>	<b>34.320,00</b>
<b>Ganho anual</b>	<b>R\$ 19.219,20</b>

Fonte: Os autores (2020)

#### 4.5. Análise final dos indicadores de OEE e Balanço de Massa

Com a melhoria executada no processo produtivo, o mesmo foi acompanhado durante 3 meses e com isso os dados foram analisados novamente, obtendo-se resultados positivos em relação as paradas para limpeza como anteriormente, representando tempos iguais a zero. Assim, as informações de tempo programado e tempo disponível desses meses também foram extraídas, do software de gerenciamento online da produção, e lançados nas equações 3, 4 e 5, tendo seus resultados representados no Quadro 3.

Quadro 3 – Resultados do OEE, após implantação da melhoria

SETEMBRO/19	OUTUBRO/19	NOVEMBRO/19	MÉDIA
80,52%	80,22%	81,14%	80,63%

Fonte: Os autores (2020)

Da mesma forma se deu para o Balanço de Massa e após a implantação da melhoria, os dados foram novamente analisados, obtendo-se resultados positivos em relação aos anteriores. As informações de consumo teórico *versus* o consumo real foram retiradas diretamente do sistema integrado de gestão empresarial e lançadas nas equações 6, 7 e 8, tendo seus resultados representados no Quadro 4.

Quadro 4 – Resultados do BM, após implantação da melhoria

AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	MÉDIA
1,58%	1,54%	1,59%	1,57%

Fonte: Os autores (2020)

#### 4.5. Análise final dos indicadores de OEE e Balanço de Massa

Após o acompanhamento e comprovados os benefícios das melhorias realizadas nas áreas, seguiu-se com o processo de padronização e desta forma foram criadas as LPP's das tarefas. Na Figura 14 pode-se observar a LPP sobre a melhoria realizada na área das ensacadoras, em relação ao OEE.

Figura 14 – LPP para setup dos produtos especiais

LIÇÃO PONTO A PONTO		<input type="radio"/> Conhecimento Básico	LPP Nº		
		<input checked="" type="radio"/> Melhoria	56		
		<input type="radio"/> Problema			
TEMA	Setup dos Produtos Especiais	Preparado por:	Verificado por:	Aprovador por:	
		A	B	C	
		Data: 02/12/19	Data: 02/12/19	Data: 02/12/19	
<b>EFETUAR SETUP INTELIGENTE PARA:</b>					
CÓDIGO		PRODUTO		MATÉRIA PRIMA kg	
				A	B
00000.00000.00	PRODUTO A		300	300	
00000.00000.01	PRODUTO B		300	300	
00000.00000.02	PRODUTO C		300	300	
00000.00000.03	PRODUTO D		300	300	
00000.00000.04	PRODUTO E		300	300	
00000.00000.05	PRODUTO F		300	300	
<b>O que fazer:</b>					
1 - Programar <b>300kg</b> de <b>A</b> e <b>300kg</b> de <b>B</b> ;					
2 - Rasgar sacos da <b>ensacadora 3 e 4</b> ;					
3 - Rasgar sacos com a carga de sacrifício nos big bags.					
REGISTRO DE LIÇÕES	Data:				
	De:				
	Para:				

Fonte: Os autores (2020)

A LPP contém a lista dos produtos especiais que necessitam do novo método de *setup* e os

passos principais a serem lembrados.

Já a LPP da área de dosagem, referente ao Balanço de Massa, foi elaborada contendo a forma errada e a correta de realizar a atividade, conforme apresentado na Figura 15.

Figura 15 – LPP para identificação de big bag do despeiramento

LIÇÃO PONTO A PONTO		<input type="radio"/>	Conhecimento Básico	LPP Nº			
		<input checked="" type="radio"/>	Melhoria	48			
		<input type="radio"/>	Problema				
TEMA	Identificação Bag de reaproveitamento de resíduo	Preparado por:		Verificado por:		Aprovador por:	
		A		B		C	
		Data:	12/11/19	Data:	12/11/19	Data:	12/11/19
				 <b>ERRADO!</b>		<b>NÃO IDENTIFICAR</b> os big bags com peso e data.	
				 <b>CORRETO!</b>		<b>IDENTIFICAR</b> os big bags com peso e data.	
REGISTRO DE LIÇÕES		Data:					
		De:					
		Para:					

Fonte: O autores (2020)

Neste modelo de LPP foi salientado que é preciso identificar os *big bags*.

### 5. Considerações finais

Com base nos resultados obtidos foi possível perceber que o objetivo de otimizar os indicadores de OEE e Balanço de Massa, por meio das ferramentas de WCM foi alcançado. Desse modo, pode-se constatar que os resultados conquistados, para ambos os indicadores, foram melhores do

que os anteriores quando comparados e levados em consideração a implantação das ferramentas selecionadas.

O Diagrama de Pareto se mostrou eficaz para identificação das principais falhas do meio produtivo, que por sua vez teve o auxílio do Quick Kaizan na expectativa explicar melhor a causa raiz do problema. Possibilitando a elaboração de uma proposta para melhorias dos indicadores.

O trabalho possibilitou a compreensão de como os indicadores são importantes para saber em quais momentos a organização está acertando e em quais está falhando, além disso possibilitou reconhecer que a utilização de softwares ou sistemas de gestão podem melhorar a apuração dos dados e resultados.

A execução das ferramentas do WCM utilizadas neste trabalho foi importante para a constatação do potencial de melhorias que puderam ser implantadas dentro do processo, corroborando a percepção de que os modelos teóricos quando aplicados na prática, podem contribuir de maneira significativa para a realização de melhorias no processo produtivo.

Conclui-se que não são somente investimentos altos que trazem algum retorno para a organização, mas como ideias simples podem trazer grandes mudanças e altos ganhos.

## REFERÊNCIAS

BELOHLAVEK, P. **OEE Overall Equipment Effectiveness**: su abordaje unicista. 1. ed. Buenos Aires: Blue Eagle Group, 2006. 29 p.

CICONELLI, C. M. **Estudo de caso**: aplicação da ferramenta kaizen no processo de recirculação de tintas no setor de pintura de uma indústria automotiva. 2007. 38 f. Monografia - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007.

DANIEL, E. A. Levantamento bibliográfico do uso das ferramentas da qualidade. **Gestão & Conhecimento**, v. 08, n. 2014, p. 1-43, dez./2014.

FLORES, R. E. ; FARACO, N. N. T. ; BOND, D. Proposta de metodologia para construção da ferramenta de análise de falhas no contexto do WCM (World Class Manufacturing). In: **XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2016, João Pessoa. ENEGEP 2016, 2016.

LOPES JUNIOR, M. A. **Metodologia de gestão de equipamentos logísticos baseada no World Class Manufacturing**. 2019. 64 f. TCC - Curso de Engenharia de Transportes e Logística, Centro Tecnológico de Joinville da Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2019.

MAGRI, J. M. **Aplicação do método QFD no setor de serviços: estudo de caso em um restaurante.** 2009. 44 f. TCC - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

RIBEIRO, C. R. **Processo de implementação da manutenção produtiva total (T.P.M.) na indústria brasileira.** 2003. 84 f. MBA - Curso de Gerência de Produção e Tecnologia, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2003.

TOSTES, P. M. **Otimização do processamento de carvão de silício.** 2017. 50 f. Monografia - Curso de Engenharia de Minas, Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.