



CURSO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ESTUDO DE CASO EM UMA UNIDADE DE BENEFICIAMENTO DE
SEMENTE: SENSIBILIDADE PARAMÉTRICA - CURVA ABC E
AUMENTO DE EFICIÊNCIA DE ROLOS DE DESPALHA**

Henrique Lázaro Baêta

Orientador: Prof. Edson R. Nucci

OURO BRANCO – MINAS GERAIS

2016

HENRIQUE LÁZARO BAÊTA

**ESTUDO DE CASO EM UMA UNIDADE DE BENEFICIAMENTO DE SEMENTE:
SENSIBILIDADE PARAMÉTRICA - CURVA ABC E AUMENTO DE EFICIÊNCIA
DE ROLOS DE DESPALHA**

Trabalho apresentado como requisito parcial
para a Conclusão do Curso de Engenharia de
Bioprocessos da Universidade Federal de São
João Del Rei.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Edson Romano Nucci - Orientador
Universidade Federal de São João Del Rei (DQBIO/CAP)

Profa. Alessandra Costa Vilaça
Universidade Federal de São João Del Rei (DQBIO/CAP)

Prof. Boutros Sarrouh
Universidade Federal de São João Del Rei (DQBIO/CAP)

Ouro Branco, ____ de _____ de 2016

DEDICATÓRIA

A Deus, por ser extremamente paciente e piedoso comigo...

Aos meus pais que foram companheiros em todas as horas...

A todos aqueles que sempre depositaram confiança em meu potencial...

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Orientador Edson Romano Nucci, braço amigo de todas as etapas deste trabalho.

A minha família, pela confiança e motivação.

A minha namorada e companheira Jordana por sempre estar ao meu lado me dando forças e sempre confiando em meu potencial.

Aos amigos e colegas, pela força e pela vibração em relação a esta jornada.

Aos professores e colegas de Curso, pois juntos trilhamos uma etapa importante de nossas vidas.

A todos que, com boa intenção, colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

RESUMO

Dada a importância da cultura do milho para a economia do Brasil tem-se uma alta demanda de consumo de sementes do mesmo. Logo para a obtenção de sementes de milho, o grão é processado industrialmente para obter as mudanças fisiológicas chegando aos parâmetros de sementes. Tal processo industrial ocorre nas Unidades de Beneficiamento de Sementes (UBS), que possui um conjunto de operações e processos que realizam a transformação do grão de milho para semente. As UBS's em geral possuem etapas de descarregamento, despalha, secagem, debulha, limpeza, separação, tratamento e armazenagem. Todavia para que se obtenha sementes com qualidade é necessário que tais processos possuam alto nível de confiabilidade, de modo que são elaborados métodos de controle a fim de minimizar perdas no processo. Neste sentido, este trabalho demonstra estudos de caso na área de engenharia de confiabilidade de uma UBS com o intuito de aumentar a eficiência e confiabilidade operacional por meio de uma análise de sensibilidade paramétrica e aumento da eficiência de rolos de despalha. A sensibilidade paramétrica de toda a escala operacional e o aumento do rendimento dos rolos de despalha minimizam as perdas dos processos. Mediante estudo de criticidade consolidado por metodologias de qualidade e normas técnicas cujo resultado foi um modelo de sensibilidade paramétrica aplicado a UBS com isso obteve-se os pontos críticos do processo juntamente com os pontos de controle materiais, processos e operações. No que se refere ao aumento de rendimento dos rolos de despalha foi identificado pontos que diminuem a eficiência do mesmo. Por conseguinte foi criado o modelo com foco em obter um alto rendimento no processo de despalha, mesmo que não se pudesse corrigir todos os pontos que diminuem o rendimento do processo. Para tanto respeitou-se metodologias de qualidade com foco em melhoria contínua e procedimentos de manutenção, montagem e operações unitárias.

Palavras-chave: Milho; Semente, Sensibilidade paramétrica, Rolos de despalha; UBS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Fluxograma da fase do Recebimento.	5
Figura 2 – Fluxograma do Torre.....	6
Figura 3– Cadeia de transportadores e silos de uma UBS.....	7
Figura 4 - Ilustração de causa e efeito conforme modelo de Pareto.....	11
Figura 5– Esquema ilustrativo do Ciclo PDCA.....	12
Figura 6– Estrutura do Diagrama de Ishikawa.	14
Figura 7– Pilares para determinação de criticidade.....	16
Figura 8– Planilha com estruturação da curva ABC.	17
Figura 9– Lista técnica.	18
Figura 10– Proporção de distribuição dos equipamentos na curva ABC.....	18
Figura 11– Evolução do gerenciamento de itens após curva ABC.	19
Figura 12–Despalhadeira.....	20
Figura 13– Proposta do novo check list.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Evolução da confiabilidade sobre a curva ABC.....	19
Tabela 2 - Propriedades mecânicas típicas de elastômeros sólidos de PU.....	21

LISTA DE QUADROS

Quadro 1– Modelo de estrutura do método MASP.....	13
---	----

SUMÁRIO

1.	Introdução	1
2.	Objetivos	2
2.1	Objetivo Geral	2
2.1.1	Sensibilidade Paramétrica	2
2.1.2	Aumento De Eficiência de Rolos de Despalha	2
3.	Revisão da Literatura	4
3.1	Unidade de beneficiamento de sementes:	4
3.2	Normas Regulamentadoras Nr's	9
4.	Metodologia	10
4.1	Modelo de Pareto:	11
4.2	Metodologia Ciclo PDCA	11
4.3	Método De Analise De Soluções De Problemas Masp	13
4.4	Diagrama de Ishikawa	13
5.	Estudos De Caso.....	15
5.1	Sensibilidade Paramétrica - Curva De Criticidade.....	15
5.2	Projeto Aumento de Eficiência dos Rolos De Despalha.	19
6.	CONCLUSÃO	23
	REFERÊNCIAS	24
	ANEXOS:	27

1. Introdução

O Brasil é o segundo maior produtor de grãos do mundo e, potencialmente, é o único com capacidade de dobrar sua produção e tornar-se o maior fornecedor de alimentos, de matérias-primas para indústria e combustíveis renováveis para o mundo [1-2].

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) os produtos mais cultivados no Brasil estão a soja, o milho e o algodão, importantes itens da pauta de exportações brasileira. A safra brasileira de cereais, leguminosas e oleaginosas fechou o ano de 2015 com uma produção de 209,5 milhões de toneladas, superando em 7,7% a de 2014. De acordo com o mesmo estudo, em 2016, estima-se uma produção de 210,7 milhões de toneladas, superando 0,5% a safra de 2015 [1].

Especificamente pode se verificar que desde 1970 a safra de milho no país é a segunda maior safra de grãos, sendo esperada a produção para 2015/2016 de 80 milhões de toneladas. E para que se alcance esse montante tem se um grande consumo de sementes de milho [2].

De modo geral sementes de milho são obtidas pela fusão de dois grandes processos: plantio pré-selecionado de estirpes de milho e colheita; e processamento industrial do grão de milho para semente. Dado isso a etapa mais relevante é a etapa industrial comumente ocorrida em unidades de beneficiamento de sementes (UBS). As UBS têm a finalidade de transformar o grão de milho em sementes por um conjunto de operações unitárias em escala industrial [3].

No que diz respeito os processos de produção dentro de uma UBS temos: as operações de descarregamento, despalha, secagem, debulha, peneiramento, separação por leito fluidizado, tratamento químico e armazenamento [4].

Dado a grande complexidade dos processos em cadeia é de crucial importância a alta precisão do funcionamento dos mesmos. Neste sentido ter o controle dos parâmetros críticos da cadeia produtiva reflete positivamente no índice de confiabilidade de produção das sementes. Logo surge a necessidade de criar um modelo de sensibilidade paramétrica para tais processos visando identificar os pontos mais críticos e onde ações de controle surtiriam maior efeito. Dito isso o presente trabalho apresenta dois métodos, sendo o primeiro com foco na criação de um modelo de sensibilidade paramétrica (Curva ABC) e o outro com foco no aumento de eficiência dos rolos de despalha. Diante do proposto no que se refere a estrutura esse trabalho está dividido em 5 partes além da introdução. A primeira seção apresentará os objetivos deste trabalho, na segunda seção tem se a revisão de literatura, na terceira seção apresenta-se metodologias utilizadas para esse trabalho, na quarta seção é discutido os resultados os resultados e por fim a última seção trata das conclusões do trabalho.

2. Objetivos

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho foi criar uma metodologia para a Sensibilidade Paramétrica – Curva ABC na cadeia produtiva de uma unidade de beneficiamento de sementes e implementá-la; e criar um método para aumentar a eficiência dos rolos de despalhas. Especificamente tem-se que:

2.1.1 Sensibilidade Paramétrica

- a) Realizar estudo da cadeia produtiva compreendendo todas as etapas e interferências que a mesma sofre.
- b) Fazer o levantamento de todos os equipamentos e seus locais de instalação.
- c) Fazer o levantamento de todas as falhas ocorridas e traçar ações de correção para as mesmas utilizando das ferramentas da qualidade.
- d) Executar o histórico de custo das falhas e do estoque de consumíveis de unidade de beneficiamento de sementes.
- e) Estudar e aplicar as Normas Regulamentadoras juntamente com os padrões de segurança e qualidade da empresa.
- f) Criar uma metodologia sólida, onde fosse possível cruzar os dados de produção, qualidade e segurança e assim imprimir o índice de criticidade de cada equipamento e processo da UBS.
- g) Por fim com todos os dados consolidados e com a metodologia sendo aplicada obter os pontos sensíveis da cadeia produtiva (sensibilidade paramétrica).

2.1.2 Aumento De Eficiência de Rolos de Despalha

- a) Caracterizar o funcionamento do mecanismo de despalha.
- b) Observar o comportamento da carga de milho no equipamento durante seu processamento.
- c) Listar todas as interferências que o processo de despalha sofre e filtrar o que poderia ser tratado pelo setor de Confiabilidade e Manutenção.
- d) Acompanhar e compreender os processos de manutenção e montagem das linhas de despalha.

- e) Estudar procedimentos e padrões de manutenção com a finalidade de criar um método para aumentar a eficiência do processo de despalha diminuindo o custo com seus insumos.
- f) Consolidar a metodologia com toda a equipe dos processos de descarregamento e realizar o teste piloto.
- g) Consolidar os dados resultantes do teste piloto e verificar se a metodologia poderia ser continuada.

3. Revisão da Literatura

3.1 Unidade de beneficiamento de sementes:

A produção de sementes de milho envolve uma cadeia de operações agroindustriais complexas compostas pelos macros segmentos, tais como: produção agrícola que acontece no campo; etapa de industrialização que acontece na unidade de beneficiamento de sementes – UBS; e a comercialização que ocorre por meio dos setores de vendas de uma empresa. Assim, a confiabilidade e sincronismos eficazes dessa cadeia garantem a competitividade da empresa. Esta ferramenta tem como principal objetivo de fornecer sementes ao cliente no momento certo, com um alto padrão de qualidade, mínimo custo e gerar valores institucionais e econômicos.

Inicialmente é importante explicar o conceito entre sementes e grãos já que a diferença entre os dois está na aplicação dos mesmos. Neste sentido, defini-se sementes quando elas são produzidas para os agricultores e eles, por meio de plantação, multiplicam as sementes para produção de grãos. Já os grãos são definidos como matéria prima para a indústria [5].

Por separação de operações, podemos dividir em duas etapas a produção de sementes em escala industrial: a produção agrícola, ou seja, fase de campo; e a industrialização nas UBS, fase de beneficiamento [5].

A primeira fase a ser abordada é a fase de campo. Nesta etapa são cultivadas as sementes e é norteado pela pré seleção de suas linhagens. Quando as linhagens estão em fase de crescimento é feito o cruzamento entre elas e no fim do período de cultivo tem-se como resultado a espiga de milho hibridizado. Isto é, o milho que obteve as características genéticas de ambas as linhagens pré selecionadas [5].

É importante salientar que para a produção de semente de milho transgênico, a hibridização tem como objetivo conferir a semente híbrida maior vigor, maior capacidade produtiva, resistência às pragas e herbicidas. Somado a esse cenário variável, o clima, características e qualidade do solo, distribuição do plantio, maquinário, manejo da cultura devem ser estudados e controlados para que se maximize a produção com um alto padrão de qualidade [5-6].

A última fase é o beneficiamento para a produção de sementes. Especificamente, pode-se definir que esta etapa é um conjunto de processos atuando em cadeia responsáveis por dar propriedades comerciais as sementes. Dada a etapa de campo, o milho será colhido e transportado para a Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) [6].

Assim com as características do híbrido, este será processado até chegar ao estado de semente comercial. Todavia, para se obter a semente comercial temos que trabalhar sobre vários processos nas UBS, quais podem ser divididos em dois grandes grupos: Recebimento e Torre. No primeiro grupo há os seguintes processos: Pesagem na balança rodoviária, Descarregamento por sistema de calandra (SDC), Despalha, Secagem, Debulha e Silos. Já o segundo grupo tem-se os processos de: Pré – limpeza, Classificadores, Trierragem, Tratamento Químico, Ensaque e Palletização, e Armazenagem [6]. As Figuras 1 e 2 demonstram os fluxogramas dos subprocessos realizados na etapa de beneficiamento.



Figura 1– Fluxograma da fase do Recebimento.

No que se diz respeito ao Recebimento, este tem a função de transformar a espiga de milho bruta em sementes. De forma que no processo de Descarregamento se utiliza o sistema de descarregamento por calandra (Anexo B), ou seja, a carreta com a carga de espigas e algumas impurezas acopla no equipamento que limita seu posicionamento por meio de atuadores hidráulicos. Por conseguinte o sistema de calandra é acoplado e o descarregamento é iniciado semi-manual pois os operadores que determinam o quanto será descarregado e qual o ritmo deste processo [5-6].



Figura 2 – Fluxograma do Torre.

Após o Descarregamento, há o processo de Despalha. Nesta etapa, tem-se uma série de despalhadeiras (Anexo C) distribuídas em quatro linhas de processamento de espigas. As despalhadeiras tem a função de retirar a palha da espiga por um processo de atrito. Tal processo não danifica as sementes além de retirar as impurezas vindas do Descarregamento [6].

Em seguida, ainda dentro do processo de Despalha tem-se as *Ear Sorter's* e as mesas de seleção (Anexo D). As *Ear Sorter's* são equipamentos de reconhecimento de espigas por imagem de forma que é feito o pré selecionamento em que são separadas as espigas boas, espigas danificadas e espigas ainda com palha. Feito isso, as espigas danificadas vão para o rejeito e as espigas com palha voltam para o processo de Despalhamento [6].

Logo após as *Ear Sorter's* tem-se as mesas de seleção que recebem as espigas. Nesse momento operadores fazem a última separação que visa retirar espigas com características diferentes da carga que está sendo processada. Vale salientar que esse processo é contínuo e toda a carga de espigas, palha, e rejeito é feita por transportadores de correia e elevadores de canecas [6].

A medida que a carga vai passando pelas mesas de seleção as espigas são destinadas aos Secadores,. Esses equipamentos tem a função de realizar a secagem das sementes ainda na espiga até sua umidade de equilíbrio para sementes comerciais de milho. Posto que o processo de secagem é dado pela troca de calor e massa, das sementes de milho com o ar quente que

entra nas câmaras dos secadores. Secadores estes que operam em ciclos de fluxo contínuo com a finalidade de se obter um processo mais homogêneo e com mínimas perdas [6].

Conforme o fluxo do processo de Descarregamento, no momento em que se realiza a secagem as espigas, estas são transportadas para a etapa de Debulha. Para conseguir realizar uma debulha eficiente das espigas utiliza-se a máquina de debulha. Esta máquina faz o debulhamento por meio do processo de atrito e serreamento das espigas de milho dentro de uma câmara com um fuso helicoidal com mordentes ranhurados. Assim, esse fuso ao girar atrita as espigas com o fuso, espigas com elas mesmas e as espigas com as paredes da câmara. Cabe salientar que esse processo é dado de forma contínua. Ademais, na parte inferior deste equipamento temos um conjunto de peneiras as quais separam sementes de restos de sabugo fragmentados. E em cadeia a esse processo, as espigas recebem uma pequena asperção de produtos químicos para sua proteção e são destinadas aos Silos. Por último da etapa de Descarregamento tem-se os Silos ilustrado na Figura 3, os quais tem a função de armazenamento temporário das sementes, com a finalidade de acumular um maior volume de um mesmo tipo de semente visto que elas ainda serão destinadas aos processos de Torre [5-6].



Figura 3— Cadeia de transportadores e silos de uma UBS.

Logo, com a tonelada pré estabelecida do material, dá-se início aos processos de Torre, onde a carga do silo começa a ser descarregada e transferida para um silo pulmão para que ocorra a etapa de Pré Limpeza, que por sua vez realiza limpeza mais apurada da carga de sementes. A Limpeza é feita por um jogo de peneiras com poros mais finos que tem a função de separar as

sementes dos resíduos pequenos de sabugo. Todavia os processos de Torre são contínuos e assim que as sementes vão passando pela Pré Limpeza, essas sementes são transportadas para o processo de Classificação [5-6].

No processo de Classificação as sementes serão separadas e classificadas por tamanho; pequeno, médio e grande. Contudo para que esse processo ocorra às sementes passam por uma bateria de equipamentos denominados Classificadores (Anexo E). Esses dispositivos são basicamente um conjunto de peneiras com os poros estabelecidos conforme o dimensionamento de pequeno, médio e grande onde esse conjunto de peneiras trabalha girando. Assim as sementes que passam por elas são separadas conforme a dimensão do poro da peneira e as que não passam também são separadas, e assim temos a separação em sementes pequenas, médias e grandes [6].

Ao longo do processo de Classificação as sementes vão para pequenas moegas que abastecem o próximo processo, o qual denomina-se “Trierragem”. Partindo do pressuposto de que as sementes já foram separadas em seus grupos conforme o tamanho, na “Trierragem” as sementes são separadas dentro desses grupos de acordo com sua forma. Assim tem se mais dois grupos dentro de cada tamanho, as sementes chatas e redondas. Para que seja dado esse processo utiliza-se conjuntos de Trieur, que são equipamentos os quais possuem um cilindro alveolado que trabalha girando. Portanto as sementes com a forma do alvéolo ficam no mesmo. Logo as sementes são retiradas por saídas diferentes, por exemplo: caso o alvéolo tenha o formato redondo às sementes chatas passaram pelo o cilindro e sairão por uma extremidade, porém as sementes retidas são retiradas por raspadores e saem pela outra extremidade. Por consequência as sementes separadas também por sua forma [6].

Entretanto, antes das sementes serem direcionadas ao tratamento químico, as mesmas passam por uma coluna de ar, onde essa coluna separa se ainda houver pequenos fragmentos de sabugo e sementes danificadas que tenham peso menor que a força aplicada pela coluna de ar. Após a coluna, as sementes passam por um equipamento de reconhecimento *Color Sorter* (Anexo F), que por absorbância de coloração ele separa sementes boas de sementes com imperfeições e/ou danos. Tais dispositivos são utilizados devido ao alto padrão de qualidade adotado [5].

Já no processo de Tratamento Químico, as sementes recebem uma dosagem de produtos químicos que as protegem de fungos e insetos. Além disso, as mesmas recebem uma camada de polímero com função de proteger a semente até o momento de germinação no campo. Após o processo de tratamento químico realizado as sementes são transportadas para a etapa de Ensaque e Palletização [6].

Ambos os processos são realizados automaticamente com mínima intervenção operacional. Na etapa de ensaque tem-se uma ensacadeira automatizada, onde a mesma recolhe a sacaria, dosa com grande precisão 60.000 sementes com o auxílio de uma balança que faz a correlação peso/sementes, costura a sacaria. Neste mesmo processo é feita a impressão de lote e especificações da semente na sacaria. Consequentemente, as sementes embaladas em sua respectiva sacaria são destinadas a palletização que é realizada por braços robôs que reconhecem exatamente o posicionamento da embalagem no pallet e também o número de embalagem que deve conter. Com os pallets já preparados, os mesmos são destinados aos Armazéns Climatizados onde as sementes que foram processadas e embaladas onde permanecem até realização de sua venda [6].

3.2 Normas Regulamentadoras Nr's

As NR's são um conjunto de normas as quais empresas públicas e privadas devem seguir em sua total integridade. No total tem-se um conjunto de 36 normas, na qual cada uma aborda um tema relacionado a operabilidade dos trabalhos nas empresas, sua organização e procedimentos que as empresas devem aplicar e seguir. Segue a listagem das normas e seus seguintes temas:

- NR 01 - Disposições Gerais
- NR 02 - Inspeção Prévia
- NR 03 - Embargo ou Interdição
- NR 04 - Serviços Especializados em Eng. de Segurança e em Medicina do Trabalho
- NR 05 - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
- NR 06 - Equipamentos de Proteção Individual - EPI
- NR 07 - Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional
- NR 08 - Edificações
- NR 09 - Programas de Prevenção de Riscos Ambientais
- NR 10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade
- NR 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais
- NR 12 - Máquinas e Equipamentos
- NR 13 - Caldeiras e Vasos de Pressão
- NR 14 - Fornos
- NR 15 - Atividades e Operações Insalubres
- NR 16 - Atividades e Operações Perigosas

- NR 17 - Ergonomia
- NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção
- NR 19 - Explosivos
- NR 20 - Líquidos Combustíveis e Inflamáveis
- NR 21 - Trabalho a Céu Aberto
- NR 22 - Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração
- NR 23 - Proteção Contra Incêndios
- NR 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho
- NR 25 - Resíduos Industriais
- NR 26 - Sinalização de Segurança
- NR 27 - Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho no MTB
- NR 28 - Fiscalização e Penalidades
- NR 29 - Segurança e Saúde no Trabalho Portuário
- NR 30 - Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário
- NR 31 - Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura
- NR 32 - Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde
- NR 33 - Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados
- NR 34 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção e Reparação Naval
- NR 35 - Trabalho em Altura
- NR 36 - Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas de Abate e Processamento de Carnes e Derivados.

Todavia, nesse trabalho não foram aplicadas as NR's: 19, 22, 29, 30, 32, 34, e 36; pois as mesmas se tratam de atividades específicas de outros segmentos [7].

4. Metodologia

Neste capítulo será abordado às ferramentas da qualidade utilizadas para a confecção dos métodos propostos neste trabalho. Sendo que elas foram utilizadas com o intuito de redução das falhas, melhor aplicabilidade e maior confiabilidade dos métodos criados.

4.1 Modelo de Pareto:

O modelo de Pareto é um procedimento estatístico utilizado em tomadas de decisões que permite selecionar e priorizar um número pequeno de itens capazes de produzir grande efeito na melhoria dos processos. A ideia fundamental é de que 80% dos resultados corresponde a apenas 20% dos fatores, conforme ilustrado na Figura 4.

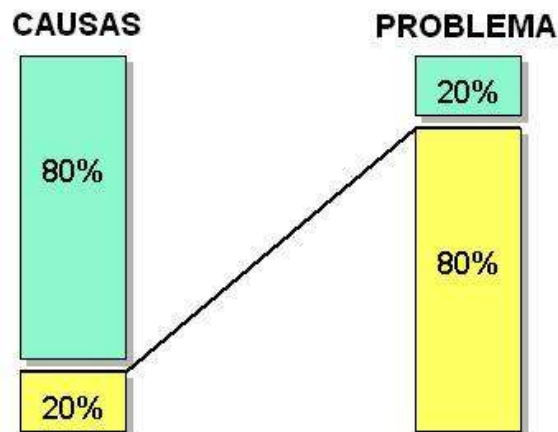


Figura 4 - Ilustração de causa e efeito conforme modelo de Pareto

A formulação deste método teve início no estudo sobre a renda dos italianos realizado pelo economista italiano Vilfredo Pareto. Ele constatou que 80% da renda na Itália provinha de apenas 20% da população. Pareto depois realizou estudos sobre uma série de outros países e para sua surpresa encontrou uma distribuição similar em todos eles. O Princípio de Pareto tem muitas aplicações no controle de qualidade. É a base para o diagrama de Pareto, uma das principais ferramentas utilizadas no controle de qualidade total o Six Sigma [8].

Todavia o uso mais comum da metodologia de Pareto se dá no gerenciamento de estoques, a fim de realizar um controle mais apurado dos produtos em estoque e, também, buscar a redução de custos sem comprometer o nível de atendimento ao cliente. Outra utilização bastante comum desta ferramenta é na procura de causas e efeitos dentro da gestão da qualidade, onde se busca encontrar as principais causas que geram o maior número de efeitos [8].

4.2 Metodologia Ciclo PDCA

A base desta ferramenta está na repetição. Ela é aplicada sucessivamente nos processos para que se busque a melhoria de forma contínua. Neste contexto, o planejamento, a padronização e a documentação são práticas importantes, assim como medições precisas. Outros fatores abordados pelo ciclo PDCA são os talentos e habilidades dos profissionais

envolvidos. Logo PDCA, ilustrado na Figura 5, são as iniciais das palavras em inglês Plan (planejar), Do (fazer), Check (verificar), e Act (agir) [9].



Figura 5– Esquema ilustrativo do Ciclo PDCA.

A primeira etapa dessa ferramenta é o *Plan*, ou seja, é a fase de planejamento. Nessa primeira etapa relata-se o objetivo principal, em seguida é feita a definição dos problemas, definição dos objetivos e tratamento dos problemas e os objetivos.

Na próxima etapa, *Do*, é a implementação das decisões tomadas na etapa anterior. Essa é a etapa prática onde observa-se e implementa tudo que se foi listado na etapa do planejamento. Esta etapa deve respeitar padrões como: treinar o método, executar as ações do planejamento, realizar eventuais mudanças e registra-las, medir e registrar os resultados.

Logo a etapa do *Check* pode ser definida como a fase mais importante do ciclo pois é esta que mantém o ciclo do PDCA ativo. Para que a etapa de checar tenha eficiência é necessário respeitar e verificar se o método está sendo obedecido, verificar o que está funcionando e o que está em falha, e com os resultados dessa etapa consolidar o método. E por fim a etapa *Act*, e responsável por aplicar ações mais assertivas geradas na etapa anterior, porém utilizando um senso crítico e sempre questionar se: as coisas estão como planejadas, continuaram assim, há inconformidades e etc.

Essa ferramenta de qualidade é bastante assertiva, porém para que se obtenha sucesso com a mesma deve-se ter um grande despendimento de todos os recursos no planejamento, pois ele irá guiar todo o resto da metodologia [10].

4.3 Método De Análise De Soluções De Problemas Masp

Esse método tem como objetivo a solução de problemas, MASP é um processo dinâmico na busca de soluções. Este foca em buscar respostas tais, como: priorização do problema, divisão do problema em partes que possam ser analisáveis e verificações das situações que necessitam de atenção. O ponto crucial desse método é aumentar a probabilidade de resolver com efetividade um problema ou uma situação de falha. Ademais a solução de problema é um processo que segue uma lógica, começando pelo apontamento e identificação do problema, continuando pela análise e terminando com a tomada de decisão. Esse método é constituído de oito etapas, que planeja as ações a serem tomadas e apresentando respostas que auxiliaram na priorização dos problemas. Essa ferramenta também é considerada por muitos como o ciclo PDCA mais completo, porém não se trata disso sendo que o MASP é uma ferramenta mais evoluída. O Quadro 1 mostra a estrutura da metodologia utilizada [11].

PDCA	Fluxograma	Fase	Objetivo
P	1	Identificação do Problema	Definir claramente o problema Reconhecer sua importância
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais
	4	Plano de Ação	Elaborar um plano para bloquear as causas fundamentais
D	5	Ação	Bloquear as causas fundamentais
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo
	?	(Bloqueio foi efetivo?)	
A	7	Padronização	Prevenir contra a reincidência do problema
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro

Quadro 1– Modelo de estrutura do método MASP.

4.4 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa, é uma ferramenta utilizada para a análise de falhas no processo produtivo. O nome Ishikawa tem origem no seu criador, Kaoru Ishikawa que desenvolveu a ferramenta através de um fundamento básico: trazer causas e efeitos possíveis que fazem com que um problema ocorra.

Para elaborar o diagrama de Ishikawa, faz parte do procedimento reunir as pessoas em equipe para realizar um *brainstorming* (tempestade de ideias) de forma a levantar as causas raízes que originam um problema. Em virtude desta função, o diagrama de Ishikawa também pode ser denominado como diagrama de causa e efeito. Esse método é uma ferramenta da qualidade utilizada para o gerenciamento do controle de qualidade e sua composição leva em consideração de que as causas dos problemas que podem ser classificadas em 6 tipos diferentes de causas principais que afetam os processos (Método, Máquina, Medida, Meio Ambiente, Mão-de-Obra, Material). Justamente pelo motivo da denominação das 6 causas principais iniciarem com a letra M, também pode ser chamado de 6M's. Podemos visualizar isto na Figura 6 abaixo:

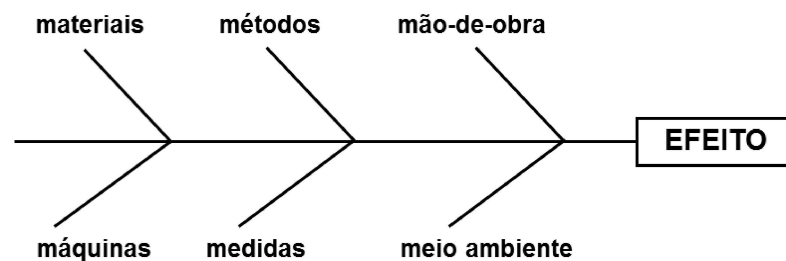


Figura 6– Estrutura do Diagrama de Ishikawa.

Assim pode-se apresentar como cada M deve ser indicado:

- **Método** – É método utilizado para executar o trabalho ou um procedimento.
- **Matéria-prima** – A matéria prima utilizada no trabalho que pode ser a causa de problemas.
- **Mão de Obra** – A pressa, imprudência ou mesmo a falta de qualificação da mão de obra podem ser a causa de muitos problemas.
- **Máquinas** – Muitos problemas são derivados falhas de máquinas. Isto pode ser causado por falta de manutenção regular ou mesmo se for operacionalizada de forma inadequada.
- **Medida** – Qualquer decisão tomada anteriormente pode alterar o processo e ser a causa do problema.
- **Meio Ambiente** – O ambiente pode favorecer a ocorrências de problemas, está relacionada neste contexto a poluição, poeira, calor, falta de espaço, etc.

No mais pode-se utilizar mais um M que está relacionado a gestão, do inglês

Management. Logo ressalta-se que para alguns problemas nem todos os M's serão usados, porem deve-se induzir a utilização de todos pois assim aplica-se uma visão mais ampla das causas geradas pelo processo de *brainstorming* [12].

5. Estudos De Caso

Nesta seção são apresentados os métodos de Sensibilidade Paramétrica – Curva ABC e Aumento de eficiência nos rolos de despalha. De modo que para a elaboração e consolidação desses métodos foram aplicados os métodos citados na secção anterior com a finalidade de minimizar as falhas e maximizar a aplicabilidade e eficácia dos mesmos.

5.1 Sensibilidade Paramétrica - Curva De Criticidade

Primeiramente vale destacar que devido à necessidade de determinação de quantos equipamentos e o quão crítico os mesmos são para o processo produtivo, qualidade e segurança teve-se a necessidade de construir uma curva de criticidade ABC. Para a construção da curva da mesma foi realizado um estudo e adaptação do modelo de Pareto junto com um procedimento corporativo da companhia. Tal procedimento é fundamentado nas normas regulamentadora NR10 “Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade” e NR 13 “Caldeiras e Vasos de Pressão”, Conhecimentos Técnicos de Manutenção e Operações Unitárias. Assim este projeto foi dado pela construção da Curva de Criticidade, confecção de lista técnica de cada equipamento e definição de *Spare parts* (componentes fundamentais de um equipamento).

O estudo do modelo de Pareto permite que por meio de uma análise técnica e estatística, pode-se determinar prioridades (itens críticos) que refletem em um grande número de falhas. A partir desse princípio os equipamentos mais significativos representam uma pequena proporção do total de equipamentos da cadeia produtiva. Estabelecendo um padrão de confiabilidade e monitoramento da qualidade, tem-se que a maior parte das falhas graves estão representadas por até 30% do total de equipamentos. Por consequência esses 30% causam um reflexo de falhas significativas abrangendo até 60% dos equipamentos e 10% com falhas leves.

Após a consolidação da metodologia deu-se início a listagem dos equipamentos, a compreensão das etapas da cadeia produtiva e também a importância de cada equipamento dentro dessa cadeia. Assim foi realizado o acompanhamento *in loco* do processo produtivo, do trabalho e impacto de cada equipamento. Nesse estudo do processo foram definidos para

facilitar a determinação de criticidade os seguintes pilares: o pilar de produção, qualidade e segurança ilustrados na Figura 7.



Figura 7– Pilares para determinação de criticidade.

No pilar de produção, trabalharam-se os conceitos de: duplicata de equipamentos, condições operacionais em que eles se encontram, custo de manutenção, custo de peças em estoque (*Spare parts*), histórico de falhas, custo da falha do equipamento e dos dispositivos que são afetados por esta falha. No pilar de Qualidade estudou-se os impactos sobre a qualidade fisiológica das sementes de milho. Assim sendo, evidenciou-se o tempo de processamento e em quais parâmetros as sementes ficavam expostas em caso de falha, o quanto deveria ser descartado, qual o custo da falha caso ela impactasse na qualidade. No pilar Segurança foi verificado os riscos que as falhas dos equipamentos poderiam trazer para as pessoas, meio ambiente e processo (referindo-se a perda de funcionalidades dos equipamentos). Com toda essa análise a Curva de Criticidade ABC é definida pela a integração desses pilares.

Por seguinte foram capturados nas aéreas do processo produtivo, 461 equipamentos e todos eles tiveram o estudo baseado nos três pilares supracitados. Logo para uma disposição mais consolidada trabalhou-se sobre uma planilha para que todos os equipamentos sofressem o mesmo padrão de quantificação de sua criticidade. Ademais a planilha reconhecia o padrão de quantificação de criticidade da seguinte forma: cada equipamento foi listado, identificado, e referenciado seu local de instalação, ilustrado na Figura 8. E para cada equipamento listado foi criado colunas para cada um dos pilares de avaliação, onde em cada pilar poderia ser dado um valor de 1 a 3, sendo que 1 é altamente crítico e 3 baixas criticidades; também foi inserida uma coluna de classificação global da criticidade qual calcula a criticidade da seguinte forma:

$$\text{Críticidade Geral} = \text{Segurança} \times \text{Qualidade} \times \text{Produção}$$

Onde:

- Equipamentos Classe A: Críticidade = 1 (alta críticidade)
- Equipamentos Classe B: $2 \leq \text{Críticidade} \leq 12$ (críticidade mediana)
- Equipamentos Classe C: Críticidade > 12 (baixa críticidade)

Porém de acordo com as práticas e política da companhia foi criada a condição de que equipamentos que tivessem valores 1 nos pilares de segurança e/ou qualidade automaticamente recebiam o indicador global de críticidade como “A”.

MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO						
SITE: Paracatu - MG				CRÍTICIDADE		
SETOR	LOCAL INSTALAÇÃO	CÓDIGO ABC (Anterior)	PRODUÇÃO	QUALIDADE	ESH	RESULTADO
Torre	PA-PLA-CLEA-PC5001	Cimbría delta (Pré-limpeza) - 5100m	1	1	3	A
Utilidades	SPDA	COBERTURA E TRANSPORTADOR DE SABUGO	3	3	1	A
Torre	PA-PLA-CLEA-C55121	color sorter (Tratamento 21) - 5513m00	2	1	3	A
Torre	PA-PLA-CLEA-C55198	color sorter - 5505m00	2	1	3	A
Torre	PA-PLA-CLEA-DP5101	coluna de ar - 5501m01	2	1	3	A
Torre	PA-PLA-CLEA-DP5114	coluna de ar - 5514m00	2	1	3	A
Torre	PA-PLA-TRET-PK5163	costuradeira -	2	1	3	A
Utilidades	SPDA	DEBULHA 1	3	3	1	A
Recebimento	PA-PLA-SHEL-SH3002	DEBULHADOR 1	2	1	3	A
Recebimento	PA-PLA-SHEL-SH3052	DEBULHADOR 2	2	1	3	A
Utilidades	SPDA	DEPOSITO DE PRODUTOS QUÍMICOS	3	3	1	A
Utilidades	SPDA	DESPALHA 1E2	3	3	1	A
Torre	PA-PLA-CLEA-LE5039	elevador (levar ao tratamento L11) - 5500m00	2	1	3	A
Torre	PA-PLA-CLEA-LE5105	elevador (levar o material para color 5-505 tratamento L11) - 5503m00	2	1	3	A
Torre	PA-PLA-CLEA-LE5119	elevador (levar para color tratamento 21) - 5517m00	2	1	3	A
Torre	PA-PLA-CLEA-LE5120	elevador (Repasse na color) - 5518m00	2	1	3	A
Torre	PA-PLA-CLEA-LE5071	elevador (saída injetor 5-323) - 5324m00	2	1	3	A
Torre	PA-PLA-CLEA-LE5075	elevador (saída injetor 5-326) - 5327m00	2	1	3	A
Torre	PA-PLA-CLEA-LE5112	elevador (tratamento 21) - 5513m00	2	1	3	A
Torre	PA-PLA-CLEA-LE5106	elevador color (repasse na color 5-505) - 5504m00	2	1	3	A
Torre	PA-PLA-CLEA-LE5004	Elevador de canecas (saída cimbría) - 5102m00	1	1	3	A
Torre	PA-PLA-SHEL-LE1000	elevador de cargas e pessoas -	2	2	1	A
Torre	PA-PLA-TRET-PK5168	Encacadeira -	2	1	3	A
Recebimento	PA-PLA-SHEL-FI3162	EXAUSTOR 1	2	3	1	A
Recebimento	PA-PLA-SHEL-FI3055	EXAUSTOR 2	2	3	1	A
Utilidades	PA-PLA-UTL-BF6507	EXAUSTOR DE TRIAGEM DE GASES	1	1	1	A
Torre	PA-PLA-CLEA-FI5038	Filtro - 5505m00	1	1	1	A

Figura 8– Planilha com estruturação da curva ABC.

Já com a críticidade dos equipamentos determinada deu-se início as confecções das listas técnicas, Figura 9. Lista técnica e a listagem completa de todos os componentes dos equipamentos; por exemplo: motores, redutores, sensores, rolamentos, correias, etc; com suas exatas especificações. Assim foi feito o levantamento em loco e em cada equipamento, logo teve-se um grande empenho de tempo, conhecimento e triagem levando a ter um grande volume de dados. Dados os quais foram organizados e dispostos com seu equipamento. Para isso foi criado um link para cada equipamento referente sua lista técnica que foi criada nas pastas da planilha.

TAG	Item	Sub-item	Descrição de equipamento	Fabricante	Modelo	Descrição dos materiais
5-503CE00	1	1,0	Motor de tração do rolo			
		1,1	Motor de indução trifásico	SUMITOMO	1.5HP / 4P / Modelo TC-FX / 60 Hz / 220 V / 1720 RPM / Isol F / FS 1.15	
	2	2,0	Redutor de velocidade	SUMITOMO	CNHMS1H-6100YA-43 / redução: 40:1 / 1.5HP / RPM Saída 40,7 / Classe 1	
	3	3,0	Corrente de tração			
		3,1	Correntes de tração das canecas	DEAMCO	Material: CS/CSR Modelo: C2062-D1 Conexões: C2062-D1-CL Comprimento: 152'-0"	
	4	4,0	Polias dentadas de tração			
		4,1	Polias dentadas tracionárias	DEAMCO	Modelo: 60B20 / 20 dentes / Diam. 1 1/2"	
		4,2	Polias dentadas tracionadas	DEAMCO	Modelo: 60A30 / 30 dentes / Diam. 3.003"	
		4,3	Limitador de torque	DEAMCO	Modelo: TT50-ASY / Diam. 1.7/16"	
		4,4	Tensionador da corrente de transmissão	DEAMCO	Modelo SM & SO-4	
		4,5	Polia dentada do tensionador	DEAMCO	Modelo: 60B15 / 15 dentes / diam. 1"	
	5	5,0	Eixos de tração / movimentação			
		5,1	Eixo de tração dianteiro - tracionário	DEAMCO	Material: C1045 Diam. 1 7/16" / Comprimento 2'-6 5/16"	
			Eixo tracionados - Curva		Material: C1045 Diam. 1 7/16" /	

Figura 9– Lista técnica.

Após o termino da criação da listagem técnica, iniciou-se a determinação dos Spares parts de cada conjunto de equipamentos com as mesmas especificações, e com essas informações foi possível determinar estoques com maximos e minimos gerando um maior indice de confiabilidade operacional da UBS.

Ressaltando que posteriormente a cada etapa do projeto foi verificado a sua eficácia e teve-se os resultados ilustrados na Figura 10 e na Tabela 1.

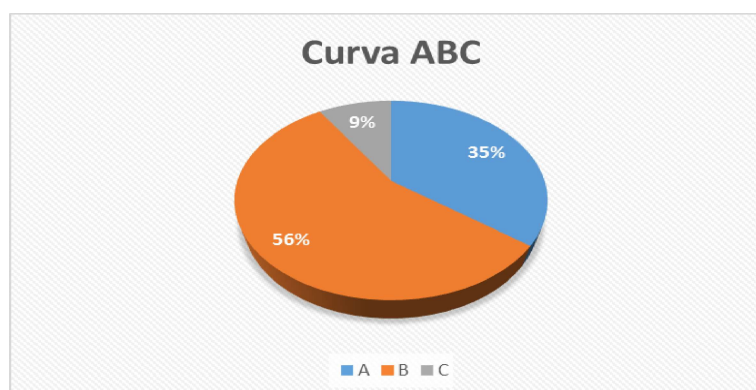


Figura 10– Proporção de distribuição dos equipamentos na curva ABC.

Tabela 1– Evolução da confiabilidade sobre a curva ABC.

Equipamentos – UBS			
Criticidade	Planos de Manutenção	Lista técnica	<i>Spares Parts</i>
A	86,00%	100%	60%
B	83,00%	90%	57%
C	15%	56%	25%

Com o projeto foi possível entregar um maior nível de confiabilidade nas operações da UBS e também um melhor controle no gerenciamento de *Spares*, trazendo um reflexo positivo e tornando os processos da UBS mais consolidados e sustentáveis, trazendo um exemplo consolidado onde conseguiu-se reduzir o custo com o gerenciamento das *Spares parts*, Figura 11.

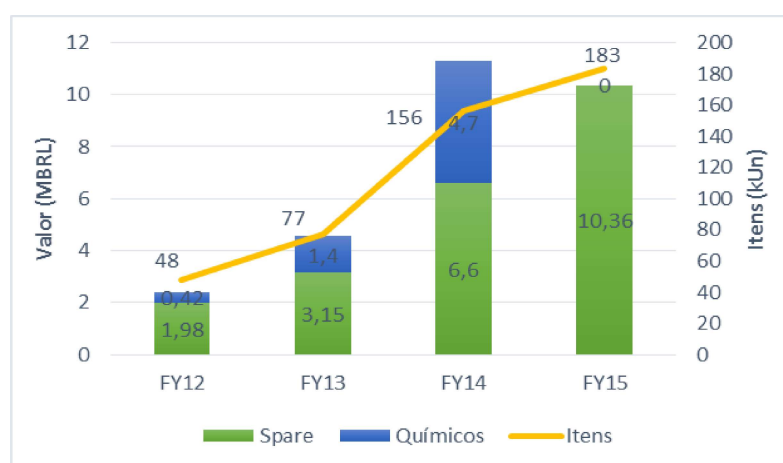


Figura 11– Evolução do gerenciamento de itens após curva ABC onde FY representa ano fiscal

5.2 Projeto Aumento de Eficiência dos Rolos De Despalha.

Sobre a conjuntura atual o processo de despalha dos híbridos, está diretamente ligado aos fatores de rendimento e de custo operacional. Devido a isso abordou-se a necessidade de um projeto qual desenvolvesse um estudo e criação de uma metodologia, ambos visando os valores da companhia.

Logo o que mais eleva o custo operacional são os *Down Times* atribuídos a esse processo e a baixa eficiência dos rolos de despalha que é medido por Ton./rolo. Assim para aumentar esse rendimento e subtrair os *Down Times* deve ter controle das variáveis do processo que são

as seguintes: umidade do híbrido, sujidade da carga, granação do híbrido, volume de palha que o híbrido contém e ajuste das despalhadeiras.

Porém a variável que pode ser controlada operacionalmente é o ajuste das despalhadeiras. Ao abordar o tema ajuste das despalhadeiras há uma relação entre o ajuste das mesmas e custos operacionais na medida em que quanto melhor o ajuste dos rolos de despalhadeira, melhor a eficiência e há um aumento em sua vida útil. Assim, por consequência há um decréscimo no custo operacional.

Dito isso, é notável a falta de meios para a mensuração da vida útil de um rolo de despalha. Logo dada a falta desse controle eleva as perdas, pois essa variável fica dependente apenas do conhecimento tácito da parte mantenedora.

No que se refere à composição dos rolos de despalha, o mesmo possui uma liga de elastômeros sólidos de poliuretano TDI (com cadeias de poliéster), conforme Tabela 2. Sabendo dessas propriedades é obtido o dimensionamento da vida útil de um rolo da despalha respeitando os limites dimensionais do equipamento.

Assim uma despalhadeira é composta por conjuntos de eixos onde são montados os rolos para a despalha dos híbridos, conforme Figura 11. Esses eixos podem ser montados com variadas configurações de rolos, tais configurações são pré estudadas pelo o time de produção e qualidade. Somado a isso o funcionamento de uma despalhadeira, Figura 12, é dado pela rotação desses eixos, onde o par complementar de cada eixo atrita em rotação com ele mesmo formando um lane de despalha.



Figura 12—Exemplo de Despalhadeira.

Tabela 2 - Propriedades mecânicas típicas de elastômeros sólidos de PU.

Propriedades	Moldados – Fundidos	
	Tipo Poliéter	Tipo Poliéster
Dureza (Shore)	A 45-75 - [a] D 68-95 - [b]	A 78-83 - [a] A 93-98 - [b]
Tensão de ruptura (Mpa)	04 - 30 - [a] 27 - 54 - [b]	30 - 54 - [a] 27 - 37 - [b]
Alongamento (%)	430-700 - [a] 120-270 - [b]	475-700 - [a] 450-550 - [b]
Modulo a 300% (Mpa)	10 -75 [a]	9,5-17 - [a] 11-20,5 - [b]
Resistencia ao rasgo (KN/m)	09 - 40 - [a]	80-94 - [a] 98-125 - [b]
Resiliência (%)		50-60 - [a] 45-50 - [b]
	[a]-ASTM D412	[b]-ASTM D624

O funcionamento dos rolos gera um processo natural de desgaste dos rolos devido o atrito. Além do mais esse desgaste é agravado pelas as variáveis já citadas (umidade do híbrido, sujidade da carga, granação do híbrido, volume de palha) e essas se não estiverem dentro das especificações desejadas de processo causam um desgaste prematuro nos rolos. Tais falhas ocasionam a geração de pescoços, desgaste heterogêneo até mesmo rompimento dos rolos. Para ter a garantia do processo os mantenedores possuíam as ferramentas de conferência para antecipar perdas no processo de despalha. Logo não é possível o controle se os rolos do eixo estão em final de vida útil ou não.

Por inferência observou-se que no processo de manutenção descarta-se rolos com apenas 1/3 de sua vida útil utilizada. Isso porque a avaliação tácita não é a melhor ferramenta para mensurar a vida útil dos rolos e pela não avaliação da capacidade da intercambiabilidade

desse elemento. Por conseguinte, tem-se as dimensões limitantes dos rolos novos da seguinte forma:

- Altura: 295mm como desvio padrão de 1mm;
- Diâmetro nominal: 70 mm com desvio padrão de 0,5mm;
- Altura da ranhura do rolo: 3,5 mm com desvio padrão de 0,2mm;

Conforme os protocolos de processos obtêm-se a aplicação dos limites de tolerância da classificação S7 (Ajuste com interferência). Esse limite corresponde a perda de 8% de seu diâmetro nominal. Quando transpõe as medidas para o raio, tal procedimento pode ocasionar uma perda de 2,25 mm em sua ranhura para que o mesmo perca a sua vida útil. Entretanto para que os rolos se mantenham intercambiáveis isso não pode ultrapassar de 1,125 mm de diferença. Partindo desse princípio tem-se um ganho de 30% na vida útil dos rolos se comparado aos padrões atuais.

Para aplicar essa metodologia deve-se estipular dois modos de montagem dos eixos com os rolos. O primeiro modo seria o eixo com a mesclagem de rolos novos e rolos com a perda de ranhura de no máximo 1,1 mm. O segundo modo de montagem é a mesclagem de rolos com perda superior a 1,1mm até a perda máxima da ranhura de 2,2 mm. Se utilizado essa metodologia excluindo as outras variáveis teríamos um retorno de 60% no processo de despalha se comparado ao atual método que é a troca dos rolos por conhecimento tácito.

A implementação dessa metodologia deve ocorrer com a difusão desses princípios e incluir instrumentos de controle. Tal ação traz um ganho de tempo nas operações, a capacitação técnica da parte mantenedora e há a incorporação dos aspectos de segurança operacional. Visando o alcance e aplicabilidade dessa metodologia, a parte mantenedora deve ser instruída em um novo modelo de *check list* das despalhadeiras; controle dimensional assegurado por gabaritos dimensionais e a confecção de um treinamento teórico para a compreensão de todos os aspectos. A Figura 13 ilustra o formato proposto para o *check list*.

Check list – Manutenção
 Site :
 Data: _____
 Responsável: _____
 Linha : (3) Tag: _____

MANCAIS BAMBOS				MANCAIS SUPERAQUECIDOS			

DIRECIONADORES TRAVADOS OU SOLTOS			

Rolos a Serem Verificados

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
A																																
B																																
C																																
D																																
E																																
F																																

Figura 13– Proposta do novo check list.

Nessa proposta de *check list* o mantenedor indica de acordo com a posição qual rolo visualmente apresenta anomalia e identifica no quadro situado no inferior do check list. Após essa aferição surge a oportunidade de manutenção. Caso as medidas tomadas estejam dentro do que a metodologia propõe, este rolo pode continuar a operar sem trazer danos ao processo. Caso não esteja dentro dos parâmetros há a possibilidade de fazer apenas a substituição pontual desse rolo. Portanto há um aumento de eficiência para todo o processo.

Para melhor salientar esse ganho, realizou-se a aplicabilidade desse método em um teste piloto, onde processou-se 650300 Kg referentes aos híbridos da safra Bahia que são muito agressivos a este processo. De modo que esse procedimento possibilitou uma redução de consumo de 1,5 rolos por eixo. Isso representa um ganho de 25%, quando se transforma esse ganho para valores monetários é possível atingir uma economia de R\$135000,00 por safra. Além disso há um ganho de eficiência de 564,5 kg/rolo para 663,8 kg/rolo.

Todavia vale salientar que esse é o resultado do primeiro teste que foi realizado em uma escala pequena e com materiais muito agressivos ao processo. Assim pode-se concluir que é viável a continuidade aos testes, incorporando o mesmo nas etapas desse método a fim de especializar os mantenedores.

6. CONCLUSÃO

Com o trabalho apresentado pode-se salientar que foi de suma importância realizar os estudos de caso em um setor industrial e melhor compreender e aplicar a

interdisciplinaridade de Engenharia de Bioprocessos juntamente com a ampliação dos mesmos. Também mostrando a capacidade de atuação com cadeias produtivas e processos industriais voltada a área técnica.

No que se refere às metodologias criadas pode-se extrair que ambas tiveram grande sucesso, sendo que a Sensibilidade paramétrica se tornou modelo estrutural na empresa que a mesma foi aplicada, dado a todo o potencial de retorno e confiabilidade das operações que a mesma possui. Por conseguinte a metodologia para o aumento de eficiência nas espalhadeiras mostrou-se de grande valia sendo que em primeira etapa de implementação da mesma trouxe um potencial de redução nos custos dessa operação de R\$135.000,00 por safra com os híbridos do estudo, salientando que na primeira etapa foi realizado o teste com híbridos agressivos a este processo, provando que a metodologia é válida e pode ser ampliada nas próximas fases de estudo.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL.Economia e Emprego Conab.Disponível em:
<<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2016/01/safra-2015-2016-atingira-210-5-milhoes-de-toneladas-de-graos>>. Acesso em: 02 de Novembro de 2016.
2. Dias, Victor Pina; Fernandes, Eduardo. Fertilizantes: Uma Visão Global Sintética. Disponível em:
<http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set2404.pdf>. Acesso em: 02 de Novembro de 2016.
3. ANDREOLI, C.; BORBA, S. C.; ANDRADE, R. V. Efeito do retardamento da secagem na qualidade fisiológica de sementes de milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 33, n.1, p. 105-109, 1998.
4. FERREIRA, R. L. Etapas do beneficiamento na qualidade física e fisiológica de sementes de milho.2010.49f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia (UNESP), Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2010.

5. JOSÉ JÚNIOR, Glauco. Caracterização agronômica de plantas e teor de carotenoides totais de genótipos de milho em sistema agroecológico.2014.74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
6. JUNQUEIRA, R. A. R. ; MORABITO, R. Um modelo de otimização linear para o planejamento agregado da produção e logística de sementes de milho. Produção (São Paulo. Impresso), v. 16, p. 510-525, 2006.
7. BRASIL.Ministério do Trabalho.Normas Regulamentadoras.Disponível<<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>>.Acesso em: 02 de Novembro de 2016.
8. HAUGHEY D. Pareto analysis step by step. Disponível em: <<https://www.projectsmart.co.uk/pareto-analysis-step-by-step.php>> Acesso em: 02 de Novembro de 2016.
9. NASCIMENTO, A. F. G. A Utilização da Metodologia do Ciclo PDCA no Gerenciamento da Melhoria Continua: Trabalho de Conclusão de curso (MBA), Faculdade Pitágoras -Núcleo de Pós-Graduação e ao Instituto Superior de Tecnologia - ICAP/MG. 2011.
- 10.SANTOS, S. R. DOS; MACIEL, A. J. S. Proposta metodológica utilizando ferramentas da qualidade na avaliação do processo de pulverização.Engenharia Agrícola, v. 26, p. 627-633, 2006.
- 11.BRASIL. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Metodologia de Análise e Solução de Problemas. Porto Alegre, 2013. Disponível em: < <http://www.ipc-undp.org/publications/mds/46P.pdf>>. Acesso em: 02 de Novembro de 2016.
- 12.HOLANDA, M. A.; REIS, A. C. B. Utilização do Diagrama de Ishikawa e brainstorming para solução do problema de assertividade de estoque em uma indústria

da Região Metropolitana de Recife. In: ENEGEP-Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2009, Salvador.

13. BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Plano Nacional de Energia 2030. Brasília, 2007. Disponível em :<< http://www.epe.gov.br/PNE/20080512_11.pdf>>. Acesso em: 02 de Novembro de 2016.
14. SIMÕES, L. ; A curva ABC como ferramenta para análise de estoques. In: I Encontro Científico e I Simpósio de Educação Unisalesiano, 2007. v. 9. p. 1-9.
15. UFSJ. Curso de Engenharia de Bioprocessos. Disponível em:<< http://www.ufsj.edu.br/cap/engenharia_de_bioprocessos.php>>. Acesso em: 02 de Novembro de 2016.

ANEXOS:

ANEXO A: Balança rodoviária empregada na UBS.



ANEXO B: Sistema de descarregamento por calandra aplicado na UBS.



ANEXO C: Despalhadeira utilizada na UBS.



ANEXO D: Mesas de Seleção e conjunto de Ear Sorter utilizados na UBS.



ANEXO E: Corte transversal de um classificador utilizado na UBS, imagem retirada do manual do equipamento.



ANEXO F: Color Sorter utilizada na UBS, imagem retirada do manual do equipamento.