



**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE
SERGIPE – FANESE
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

WILLAMS PAIXÃO REZENDE

**IMPLANTAÇÃO DO PDCA PARA MELHORIA DA
QUALIDADE DO GRANULADO DE CLORETO DE POTÁSSIO**

WILLAMS PAIXÃO REZENDE

**IMPLANTAÇÃO DO PDCA PARA MELHORIA DA
QUALIDADE DO GRANULADO DE CLORETO DE POTÁSSIO**

Monografia apresentada à banca examinadora da faculdade de Administração e Negócios de Sergipe - FANESE à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

**Orientador: Prof. Dr. Jeferson Arlen
Freitas**

**Coordenador: Prof. Dr. Jeferson Arlen
Freitas**

WILLAMS PAIXÃO REZENDE

**IMPLANTAÇÃO DO PDCA PARA MELHORIA DA
QUALIDADE DO GRANULADO DE CLORETO DE POTÁSSIO**

Monografia apresentada à Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe – FANESE, como requisito obrigatório para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção, no período 2011.2

Prof. Dr. Jeferson Arlen Freitas
Orientador

Prof. Msc. Sandra Patrícia B. Rocha
1º Examinador

Prof. Msc. Helenice Garcia
2º Examinador

Aprovado (a) com média: _____

Aracaju (SE), ____ de _____ de 2011.

Dedico aos meus familiares.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as dificuldades postas em meu caminho para que eu pudesse valorizar amplamente as minhas conquistas. Senhor, sou muito grato por tudo.

Agradeço muito aos os meus pais Luciano e Ana Alice pelos sacrifícios que fizeram para proporcionar uma boa educação, tornando-me um homem de personalidade forte e caráter inquestionável. Pai e mãe amo vocês, com certeza tudo valeu a pena.

Agradeço a minha esposa Mariana e ao meu filho Rafael, que estiveram ao meu lado durante esta jornada acadêmica, dividindo as dificuldades e me completando com amor e carinho. Amores, fiz tudo por vocês.

Agradeço aos meus irmãos Luciano, Rodrigo e Dora que traduzem para mim o valor das palavras força e união. Vocês sempre foram os melhores amigos que alguém poderia ter. Muito obrigado por tudo.

Agradeço a minha sogra que me acolheu como um verdadeiro filho.

Aos meus parentes que dividiram este momento de dificuldades e sempre me confortaram com palavras positivas.

Aos amigos do IDFG Lidiane, Tamara, James, Glauber, Hélio, Juliana, Uadson, Tiago e Dani jamais esquecerei os momentos divertidos que vivemos tenho saudades daquela época.

Agradeço também aos futuros melhores engenheiros de produção que conheço e que tenho a satisfação de dizer que estudei com eles: Raimundo, Adenísia e Alessandro. Valeu galerinha.

Agradeço a todos os professores que me ajudaram nessa jornada em especial a Kleber, Mário Celso, Marcos Aguiar, Marcelo Boer, Helenice e Jeferson.

“O sofrimento é passageiro, desistir é para sempre.”

Lance Armstrong

RESUMO

A mineração existe desde o século XVII, quando o ouro explorado era utilizado em transações financeiras entre pequenos povoados e o carvão servia como combustível que auxiliava na produção artesanal de pequenos objetos. Com o crescimento demasiado da população surgiu a necessidade de investir em adubos que acelerassem o crescimento de alimentos agrícolas, evitando assim, a carência de alimentos no mundo. Com isso, surgiu a exploração do cloreto de potássio que atualmente é responsável em desenvolver a economia e tecnologia auxiliando no avanço medicinal. Com os problemas da qualidade do granulado de cloreto de potássio cada vez mais descontrolados foi preciso aplicar uma metodologia baseada na demonstração dos problemas e soluções que é tradicionalmente conhecida como PDCA, a implantação deste método foi utilizado em uma indústria de beneficiamento de cloreto de potássio, na área de acabamento final chamada de compactação. Para isso, os problemas do processo foram identificados, observados e criteriosamente analisados, isto permitiu a organização gerar pequenas ações e planejar ações futuras que necessitaram de um recurso financeiro maior. Desta forma, foi perceptível as vantagens e melhorias ocorrida após a aplicação da metodologia proposta, principalmente pelo fato de que a compactação tinha sérias falhas no seu sistema de padronização das atividades. Com isso, conclui-se que a aplicabilidade do PDCA foi um sucesso permitindo o cumprimento de todas as etapas, o que garantiu alcançar o objetivo do estudo e possibilitou a empresa atingir a meta pretendida.

Palavras chave: PDCA. Qualidade. Cloreto de Potássio.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Compactador do produto semi-acabado de cloreto de potássio.....	18
Figura 02 - Peneira vibratória ou eletromagnética	19
Figura 03 - Peneiras de análise granulométrica	20
Figura 04 - Diagrama de causa e efeito	22
Figura 05 - Fluxograma.....	23
Figura 06 - Gráfico de pareto.....	24
Figura 07 - Carta de controle.....	25
Figura 08 - Ciclo PDCA para controle dos processos	27
Figura 09 - Fluxograma da atividade em análise	31
Figura 10 - Análise das causas da baixa qualidade do granulado.....	39
Figura 11 - Fluxograma das fases do treinamento	41

LISTA DE FOTOS

Foto 01 - Produto tratado com óleo vegetal.....	42
Foto 02 - Produto tratado com aditivo especial.....	43
Foto 03 - Peneira ROTEX	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 - Histórico da malha de especificação (2009-2011).....	34
Gráfico 02 - Meta definida.....	35
Gráfico 03 - Estratificação do número de não conformidade na malha de 1mm no ano de 2010	36
Gráfico 04 - Estratificação do número de não conformidade na malha de 1mm por turno operacional no ano de 2010	36
Gráfico 05 - Carta de controle da pressão dos rolos compactadores	37
Gráfico 06 - Desgaste em função da absorção de umidade	38
Gráfico 07 - Importância do procedimento de carregamento.....	45
Gráfico 08 - Pressão de operação do rolo em setembro e abril de 2011.....	46
Gráfico 09 - Resultado obtido	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Matriz de priorização da relação qualidade em função do cliente .	33
Quadro 02 - Influência da má qualidade do granulado nos lucros	34
Quadro 03 - Matriz de satisfação do cliente depois das ações realizadas.....	48

SUMÁRIO

RESUMO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE FOTOS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE QUADROS

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivo	15
1.1.1 Objetivo Geral	15
1.1.2 Objetivo Específico	15
1.2 Justificativa.....	16
1.3 Caracterização da Empresa.....	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 Processo de Compactação do cloreto de Potássio Granulado	18
2.2 Análise Granulométrica do Cloreto de Potássio	20
2.3 Qualidade	20
2.4 Ferramentas para Gerenciamento e Controle da Qualidade	21
2.4.1 <i>Brainstorming</i>	21
2.4.2 Diagrama de ishikawa.....	22
2.4.3 Fluxograma	23
2.4.4 5W2H	24
2.4.5 Gráfico de pareto.....	24
2.4.6 Estratificação	25
2.4.7 Cartas de controle	25
2.4.8 Folha de verificação	26
2.5 Gerenciamento pelas Diretrizes	26
2.6 ISO 9001	26
2.7 Ciclo PDCA	27
2.8 <i>First, in First, out</i> - FIFO.....	28
2.9 Sistema de Padronização	29
3 METODOLOGIA	30
3.1 Tipo de Abordagem.....	30
3.2 Coleta de Dados	30
4 ANÁLISE DE RESULTADOS	31
4.1 Caracterização do Processo de Formação do Granulado	31
4.2 PDCA Etapa de Planejamento – <i>Plan</i>	32
4.2.1 Fase de identificação do problema.....	32
4.2.1.1 priorização do problema.....	32

4.2.1.2 histórico do problema.....	33
4.2.1.3 custo da má qualidade.....	34
4.2.1.4 a meta para o acumulado retido na malha de 1mm.....	35
4.2.2 Observação do problema	35
4.2.2.1 observação através de coleta do número de não conformidades	36
4.2.2.2 observação in loco	37
4.2.3 Análise do problema	38
4.2.4 Plano de ação	40
4.3 PDCA Etapa de Execução – <i>Do</i>	40
4.3.1 Plano de treinamento	40
4.3.2 Criação de procedimentos - PRO	41
4.3.3 Experimentos em laboratório.....	42
4.3.4 Unidade de peneiramento.....	43
4.4 PDCA Etapa de Verificação – <i>Check</i>	44
4.4.1 Comparação dos resultados de monitoramento	44
4.4.2 Variável de controle de processo da pressão do rolo compactador	45
4.5 PDCA Etapa de Controle - <i>Action</i>	46
4.5.1 Padronização	46
4.5.2 Reflexão dos resultados	47
4.5.3 Satisfação do cliente.....	48
 5 CONCLUSÃO	 49
 REFERÊNCIAS.....	 50
 APÊNDICES	 52
APÊNDICE A – PLANO DE AÇÃO	53
APÊNDICE B - ANÁLISE DO ÍNDICE DESGASTE DO GRANULADO.....	54
APÊNDICE C - ANÁLISE DE DUREZA DO PRODUTO KCI GRANULADO	56
APÊNDICE D - COLETA E ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE PRODUTO KCI ...	58
APÊNDICE E - FOLHA DE VERIFICAÇÃO COMPLETA	61
 ANEXO	 62
ANEXO A - PRÁTICA DO FIFO NA EXPEDIÇÃO	63

1 INTRODUÇÃO

A mineração existe desde o século XVII, quando o ouro explorado era utilizado em transações financeiras entre pequenos povoados e o carvão servia como combustível e auxiliava a produção artesanal de pequenos objetos (BELEI, 2004). Com o crescimento demasiado da população surgiu a necessidade de investir em adubos que acelerassem o crescimento de alimentos, evitando a carência de alimentos no mundo. Com isso, surgiu a exploração do cloreto de potássio que atualmente desenvolve a economia, tecnologia e até a medicina.

É através do minério de ferro que construímos máquinas pesadas que auxiliam no desenvolvimento do setor da construção civil. O cobre é responsável pela produção de materiais condutores de eletricidade; o silicato de alumínio é utilizado como isolador térmico; o germânio é destinado à produção de fibras óticas; o níquel utilizado para a fabricação de moedas; já o ouro e a prata são conhecidos como metais nobres, pois são negociados como dinheiro. Além destes minerais, existem os fertilizantes utilizados na agricultura e que possibilitam a minimização de falta de alimentos no mundo, são eles: potássio, fosfatos e nitrogenados.

A empresa, referente a este estudo de caso, será denominada de Delta que, além de recordista mundial na exploração de ferro, é líder em desenvolvimento de novos negócios com um vasto portfólio mineral, entre eles, o cloreto de potássio (KCl). A empresa Delta é localizada em Sergipe no município de Rosário do Catete tem a única mina subterrânea de cloreto de potássio da América Latina e fazem partes de seu processo uma unidade de flotação, moagem, centrifugação, secagem por leito fluidizado, compactação do produto secado e posteriormente o peneiramento.

De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento o Brasil alcança cerca de 499 milhões de hectares de terras produtivas, esta fato coloca o país como uma potência em agronegócio fazendo com que as necessidades de qualidade especificadas pelo Ministério da Agricultura, sejam de fato cumpridas para manter a impulsão na economia e desenvolvimento do país.

Para manter a credibilidade do agronegócio a empresa Delta procura alcançar os padrões de qualidade do cloreto de potássio, para isso é necessário cumprir as especificações impostas pelo órgão fiscalizador (Ministério da Agricultura),

que é garantir no mínimo 95% de acumulado retido na malha granulométrica de 1mm e no máximo 5% na malha de 4mm. Este fato é importante, porque garante que todo produto granulado será utilizado e que o aproveitamento será total.

A empresa Delta atende 9% do mercado nacional na necessidade do fertilizante cloreto de potássio e os outros 91% de carência são supridos pela China, Rússia e Canadá, países que são os maiores produtores de cloretos de potássio do mundo e são referências no parâmetro qualidade.

Neste estudo será mostrado os problemas e soluções referentes a geração de finos no produto que causam redução no acumulado retido de 1mm, tornando o produto não conforme e gerando insatisfações para o cliente. Este processo de melhoria é um compromisso da empresa com a excelência de qualidade que durante alguns anos vem aplicando diversos programas com o objetivo de melhorar produtos e processos.

Neste contexto, tendo em vista as dificuldades que envolvem a rotina da empresa para a obtenção da excelência na qualidade, em 2011 foi dado início a um processo de melhoria fundamentado no controle de qualidade total representado pelo método de solução de problemas, o qual é mostrado por meio do ciclo PDCA.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a aplicabilidade do ciclo PDCA para melhoria da qualidade do granulado de cloreto de potássio.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar o processo de formação do granulado de cloreto de potássio;
- Analisar as causas fundamentais que afetam a qualidade do granulado de cloreto de potássio;
- Propor um plano de melhoria da qualidade do granulado de cloreto de potássio;

- Padronizar os métodos de melhoria da qualidade do grão após o tratamento das causas.

1.2 Justificativa

No Brasil, vende-se por ano aproximadamente 680 mil toneladas de cloreto de potássio e deste total 32 mil toneladas retornam ao processo por não atender a qualidade. Este fato se relaciona ao descumprimento de normas e representa um problema de insatisfação dos clientes e de desnecessária elevação dos custos de produção.

Através do gerenciamento pelas diretrizes, que se resume em atender e respeitar todas as etapas do ciclo PDCA, será realizada uma análise que propõe identificar os problemas que causam a insatisfação com a qualidade do cloreto de potássio granulado, bem como mostrar possíveis soluções.

Manter o produto dentro dos limites das especificações representa o cumprimento das normas legais, o descumprimento da legislação pode ser sancionado com multa. Os equipamentos agrícolas comercializados deveriam vir parametrizados de fábrica, contudo o processo é dinâmico e com isso é difícil obter um padrão atual dos equipamentos que sejam capazes de manter a qualidade.

O presente trabalho se justifica pela necessidade de cumprir as normas, a importância de diminuir os custos com reprocessamento, a manutenção da imagem da empresa que é a única produtora de cloreto de potássio na América Latina e principalmente o benefício trazido a sociedade pela capacidade e possibilidade de continuar auxiliando na produção de alimentos para todas as pessoas.

1.3 Caracterização da Empresa

A empresa base de estudo deste trabalho, que está sendo mencionada como Delta foi criada em 1942 pelo governo federal e privatizada em 1992 é uma das maiores empresas privadas de capital aberto do mundo, com ações na bolsa de valores de São Paulo, Paris, Hong Kong e Nova York.

A empresa, com o título de maior empresa de mineração diversificada das Américas e segunda maior do mundo, vem se destacando pela capacidade de desenvolver cada vez mais seu portfólio.

Dentro do portfólio mineral Delta tem-se a maior produtora de minério de ferro do mundo e a segunda maior em produção de níquel. Podemos destacar ainda empresa Delta pela produção de carvão, manganês, cobalto, cobre, pelotas de ferroligas e alguns fertilizantes entre eles o cloreto de potássio que é objetivo deste trabalho.

Na área de logística é a empresa que mais investe no Brasil. Ao longo dos anos a referida vem realizando pesados investimentos para ampliar a capacidade de atender as demandas, contribuindo para o crescimento do país e das exportações brasileiras.

Como maior consumidora de energia do país, a organização investe em geração de energia para poder atender as próprias necessidades. Para isso, existem projetos que vem avançando na pesquisa de energia renovável.

Em junho de 2011, por causa do crescente fluxo e da grande necessidade do mercado consumidor, a empresa Delta se dividiu e criou a “Delta Fertilizantes” para administrar os ativos de produtos fertilizantes do grupo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão mostradas as ferramentas, técnicas e conceitos utilizados no processo de melhoria da qualidade do produto granulado de cloreto de potássio. Outro ponto importante será tornar o processo compactação e de análises granulométricas da empresa Delta conhecido para melhor compreensão deste estudo.

2.1 Processo de Compactação do Cloreto de Potássio Granulado

A área de estudo deste trabalho é a compactação. Compactação é uma operação unitária que consiste em formar placas ou adensar um produto através de rolos de alta pressão como, mostra a Figura 01. A etapa seguinte deste processo garante que a fração inicial do produto que é de aproximadamente 5,5mm possa ser quebrada, britada e peneirada.

Figura 01 – Compactador do produto semi-acabado de cloreto de potássio



Fonte: DELTA (2011)

Para se misturado com o fósforo e nitrogênio formando a mistura denominada como NPK, o cloreto de potássio precisa ser peneirado até que a

distribuição granulométrica esteja entre 1mm e 4mm. O peneiramento define a fração granulométrica de finos e a fração de produto desejado, que será produzida através da eficiência de vibração das peneiras.

Enquanto, uma boa formação de placa garante um grão resistente, uma boa vibração nas peneiras garante um produto isento de finos conforme sugere o Ministério da Agricultura, bem como os clientes. A Figura 02 mostra o tipo de peneira utilizada no processo de compactação do granulado.

Figura 02 - Peneira vibratória ou eletromagnético



Fonte: DELTA (2011)

As peneiras são acionadas por bobinas eletromagnéticas que transmitem vibrações de alta frequência e baixa amplitude. A tensão e a frequência são reguladas para melhor valor de operação e limpeza das telas.

2.2 Análise Granulométrica do Cloreto de Potássio

A análise granulométrica é um processo analítica utilizado para a determinação da percentagem em peso que cada faixa especificada de tamanho de partículas representa na massa total ensaiada.

A granulometria de fertilizantes sólidos é determinada pelo tamanho e pela forma de suas partículas, sendo expressa quantitativamente por meio dos resultados de uma análise granulométrica. Esta análise consiste, basicamente, em fazer uma massa conhecida do produto passe por uma série de peneiras com tamanho de abertura de malha decrescente. Pesando-se a massa retida em cada peneira, expressa cada fração em termos percentuais. Para melhor entendimento a Figura 03 é um exemplo de peneiras granulométricas com diferentes aberturas de malhas.

Figura 03 - Peneiras de análise granulométrica



Fonte: DELTA (2011)

2.3 Qualidade

Qualidade é um assunto discutido desde a produção artesanal, quando o artesão participava do processo de produção até a pós-venda sem perder um

conceito bastante moderno que é a necessidade do cliente, apesar dos aspectos de confiabilidade e conformidade naquela época não serem conhecidos.

A evolução da qualidade foi classificada em inspeção, que tinha interesse na verificação de um problema a ser resolvido; controle estatístico do processo responsável em controlar um problema a ser resolvido; coordenação do problema através da pró-atividade enfatizando toda cadeia de fabricação e por fim a Gestão Total da Qualidade, conceito mais moderno influenciado pelo impacto estratégico enfatizando a necessidade dos clientes, segundo Garvin (2002 apud PALADINI, 2005, p.11)

Segundo Campos (1992) o produto deve atender as necessidades dos clientes e oferecer segurança.

“Qualidade é a satisfação das necessidades do consumidor”, “(...) qualidade é a adequação do uso” (JURAN, 1974 apud PALADINI, 2005, p.9).

Desta forma fica claro que o conceito de qualidade é subjetivo, circunstancial e influenciado por uma sociedade consumista e tradicionalmente destacada pelo modismo.

2.4 Ferramentas para Gerenciamento e Controle da Qualidade

As ferramentas de controle de qualidade são imprescindíveis para o gerenciamento dos processos. Através deste, é possível identificar as causas que desencadeiam o descontrole da qualidade.

A partir de 1930 o parâmetro qualidade se fortaleceu com as ferramentas estatísticas, ciclo PDCA (*PLAN; DO; CHECK; ACTION*), o modelo japonês e o seis sigmas, que visavam análise de soluções partindo de um problema (PALADINI, 2005 p.03).

2.4.1 Brainstorming

Traduzido como “tempestade de idéias”, foi desenvolvida por Osborn em 1938 (SEBRAE, 2011). O *brainstorming* é uma reunião entre grupos onde diversas idéias são levantadas e analisadas. Neste procura-se estimular a criatividade das pessoas de uma organização e envolve o nível operacional, técnico e estratégico.

Para Marshal (2006), *braistorming* é um processo de grupo em que os indivíduos emitem idéias de forma livre, aleatórias, sem críticas, no menor espaço de tempo possível.

2.4.2 Diagrama de Ishikawa

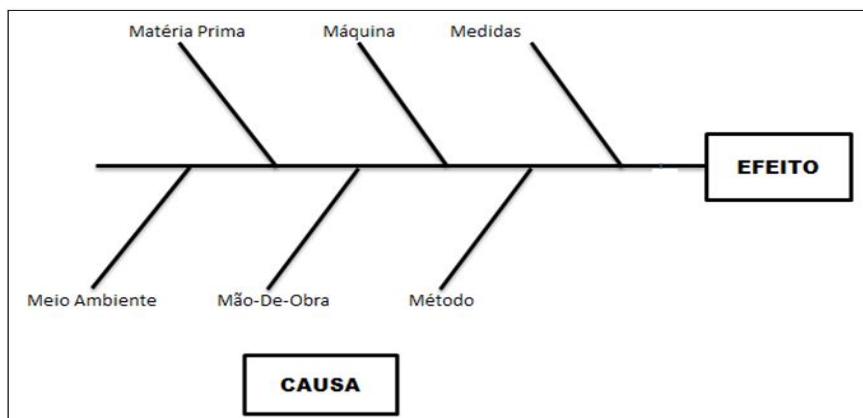
O diagrama de causa e efeito é comumente utilizado para definir as causas mais prováveis de um problema. Para realizara a construção de um diagrama de Ishikawa é imprescindível a reunião de diversas pessoas que trata com o problema em questão.

Segundo Marshal (2006), é imprescindível que o diagrama 6M contenha a descrição dos problemas para que através da coletada de dado seja possível realizar levantamento das causas e desenvolvimento do plano de ação.

Para Campos (1992), os processos são compostos de causas e efeitos onde sempre se relaciona com um problema conhecido ou desconhecido.

A Figura 04 mostra um de diagrama de causa e efeito.

Figura 4 - Diagrama de causa e efeito



Fonte: Adaptado de Campos (1992)

“Nunca se deve estabelecer um item de controle sobre algo que não se possa exercer o controle, ou seja, atuar na causa ou efeito” (CAMPOS, 1992 p.19). Baseado neste raciocínio, a conclusão é que não se trabalha nos efeitos sem conhecer os pontos a serem controlados, os métodos utilizados e a meta pretendida pela organização.

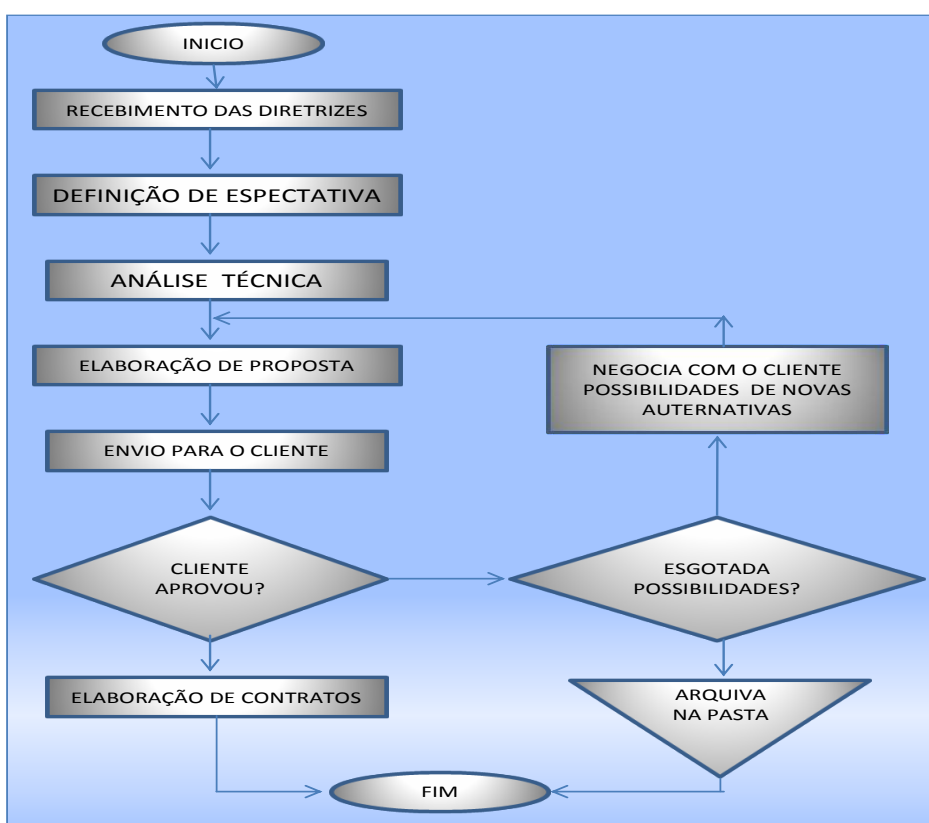
2.4.3 Fluxograma

O fluxograma é uma representação que auxilia de forma simplificada na demonstração das fases de um processo ou operação.

Campos (1992, p.55) descreve que: “O estabelecimento de um fluxograma é fundamental para a padronização e o entendimento de um processo o qual se quer analisar.”

A Figura 05 é uma representação dos processos de formação de diretrizes para a elaboração de contratos.

Figura 05 - Fluxograma



Fonte: Adaptado de Marshal (2006)

2.4.4 5W2H

O 5W2H é uma ferramenta bastante utilizada no processo de melhoria contínua, muitas vezes denominada como Kaizen. Auxiliam em planos de ação

utilizando padronização dos processos para identificar os problemas e planejar soluções.

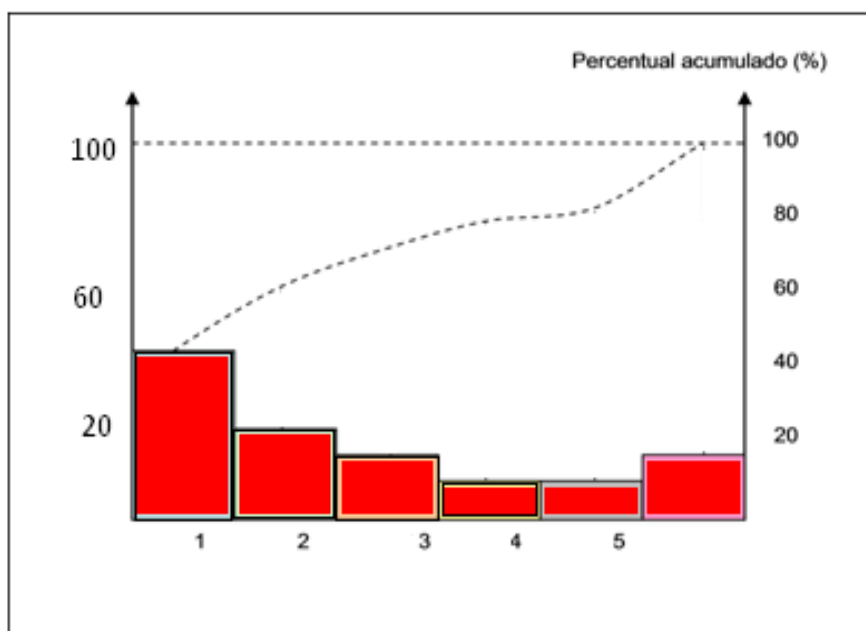
O 5W2H é traduzido como, *why* (por que), *what* (o que), *where* (onde), *when* (quando), *who* (quem), *how* (como) e *howmuch* (quanto custa) trata o problema e o que deve ser feito, porque será feito, quando será feito, onde será feito, quem serão os envolvidos, como será feito e quanto custará fazer.

2.4.5 Gráfico de Pareto

O gráfico de pareto é bastante utilizado para visualização de problemas, priorizando fatos ocorridos. O princípio de pareto é conhecido como regra do 80 – 20. A elaboração do gráfico ou diagrama de pareto é baseada na coleta de dados geralmente sendo utilizada uma análise através da folha de verificação (SEBRAE, 2011).

Gráfico de Barras mostram as metas a serem alcançadas através da estratificação dos dados, é comumente utilizada em áreas que precisam de intervenção e consiste em ordenar a frequência do maior para o menor priorizando os problemas. A Figura 06 é um exemplo de gráfico acumulativo ou de pareto.

Figura 06 - Gráfico de pareto



Fonte: Adaptado de Marshal (2006)

2.4.6 Estratificação

A estratificação é a capacidade de observar um problema por várias óticas. Através desta divisão de grupos é possível perceber verdadeiramente onde está localizado o problema.

Para (WERKEMA, 2002 p. 182) “A estratificação consiste no agrupamento os dados sob vários pontos de vista, de modo a focalizar o fenômeno estudado”.

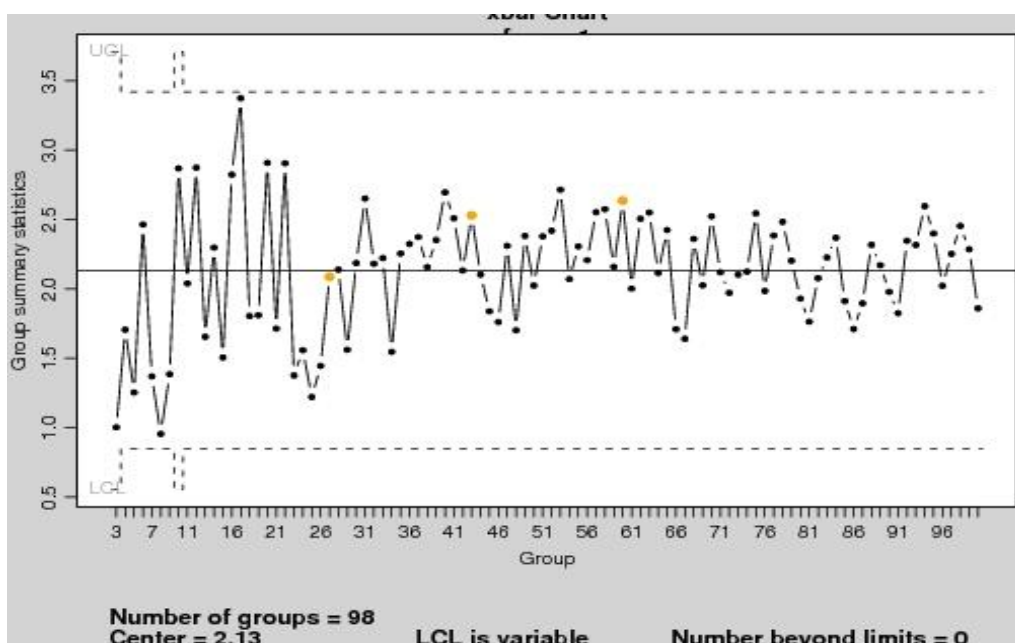
2.4.7 Cartas de controle

O Controle Estatístico do Processo não é somente simples cartas de controle é uma ferramenta que permite controlar, manter e melhorar resultados de um processo.

Segundo Campos (1992), as cartas de controle permitem isolar anomalias através de ações corretivas; isolar os resultados indesejáveis onde se utiliza o PDCA para solucionar os problemas.

A Figura 07 é um exemplo carta de controle.

Figura 07 - Carta de controle



Fonte: DELTA (2008)

2.4.8 Folha de verificação

Utilizada para verificar causas dos defeitos e fazer análises dos limites de especificação, auxiliando na coleta de dados. Para Marshal (2006), a folha de verificação quantifica as frequências e os problemas que acontecem dentro de um processo.

2.5 Gerenciamento pelas Diretrizes

Segundo Campos (2004), gerenciar pelas diretrizes é comumente praticado quando há uma evolução acentuada das necessidades dos clientes, ou seja, resolver problema encontrando as melhores soluções.

É preciso conhecer bem a meta do processo e utilizar os métodos adequados.

Quando se fala em implantação do Gerenciamento pelas diretrizes, não se está introduzindo nada de novo. A única coisa realmente importante é que se irá GERENCIAR pelo método PDCA. (...) Para que o gerenciamento ocorra é necessário cumprir fielmente as etapas do PDCA (CAMPOS, 1996).

2.6 ISO 9001

“A ISO reflete a situação atual dos países desenvolvidos, representando a estrutura organizacional da tecnologia e a qualidade dos produtos e serviços desses países” (BERTAGLIA, 2006 pg.383).

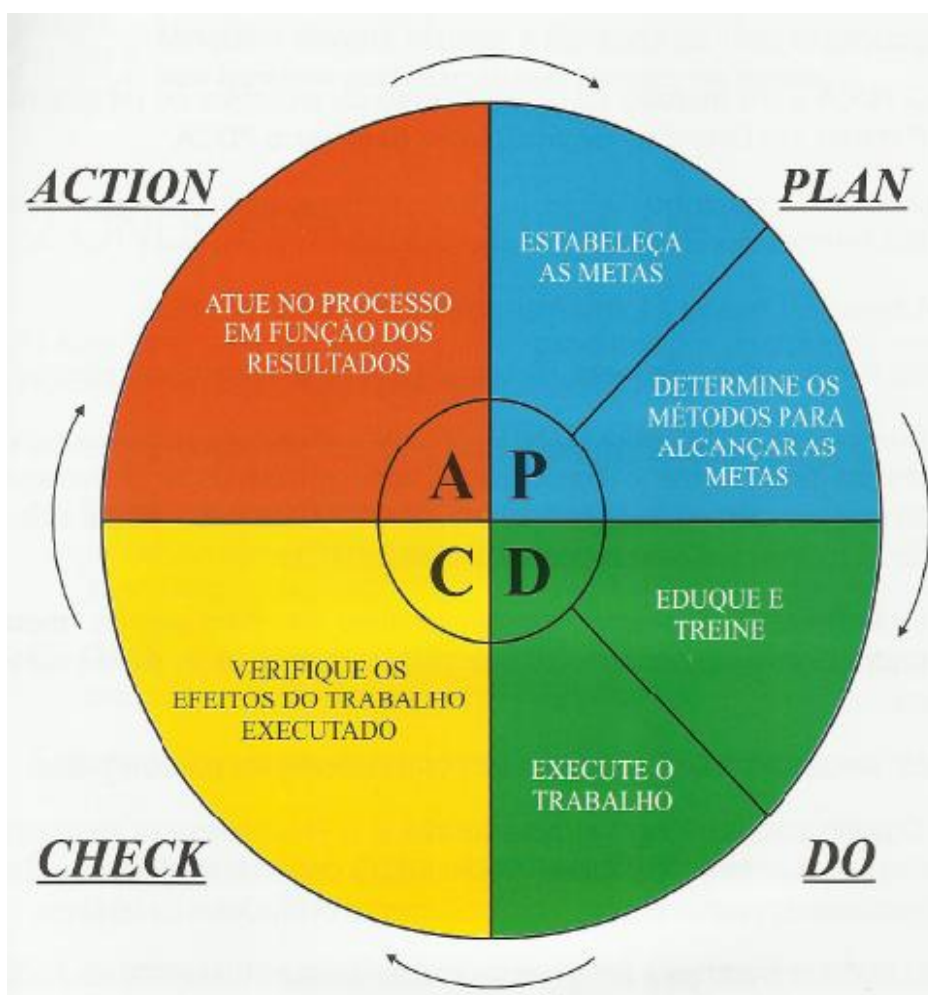
Ainda por Bertaglia (2006), existem vários requisitos de qualidade descritos pela ISO 9001, se procura uma certificação, entre elas o controle do processo, o controle de produto não conforme e as ações corretivas e preventivas das causas.

O modelo de gerenciamento favorecido pela norma logo no início de ISO 9001:2000 e o famoso PDCA do Deming e antecedentes (Shewhart etc.), baseado na metodologia científica (PALADINI, 2005).

2.7 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA é baseado na melhoria contínua também, conhecido como ciclo de Shewhart uma homenagem ao seu idealizador. A sigla PDCA vem do inglês *plan, do, check e action* que significa planejar, executar, verificar e controlar. A Figura 08 mostra como gira o ciclo PDCA.

Figura 08 - Ciclo PDCA para controle dos processos



Fonte: Adaptado de Campos (1996)

Para Campos (1992), uma boa manutenção do nível de controle depende das seguintes condições:

- *PLAN* (Planejar)

- Definição dos itens de controle a serem acompanhados e de sua faixa padrão aceitável;
- Definição dos procedimentos padrão necessários para manter os resultados.
- *DO* (Executar)
 - Treinamento no trabalho para os executantes, de tal forma que sejam os melhores do mundo naquilo que fazem;
 - Treinamento em coleta de dados;
 - Execução das tarefas conforme os procedimentos padrão (isto deve ser periodicamente auditado).
- *CHECK* (Verificar)
 - Os itens de controle devem ser verificados.
- *ACTION* (Controlar)
 - Caso esteja normal, manter os procedimentos atuais para que os resultados possam ser mantidos em uma faixa.
 - Caso ocorra uma anomalia, a chefia deve ser informada e os problemas registrados para que as ações corretivas possam ser tomadas.

Para Campos (1992), itens de controle de um processo são necessários para mensurar as necessidades e dificuldades de um processo.

Na concepção de Oliveira (2004, p.94) “Qualidade total é a preocupação com a qualidade em todas as atividades da empresa, propondo melhoria dentro dos processos produtivos.”

2.8 First in, First out - FIFO

Traduzido para o português como PEPS primeiro a entrar – primeiro a sair, o FIFO é uma prática bastante utilizada no controle de estoque.

Segundo Bertaglia (2006), esse método corresponde a valorização dos itens do estoque com base no estoque mais antigo. Já para Ferreira (2007), uma das vantagens de praticar o FIFO é a possibilidade de organizar os materiais, principalmente quando pode ocorrer depreciação ou a algum tipo de desgaste.

2.9 Sistema de Padronização

A padronização ou standardização é um modelo de trabalho, através do qual segue-se normas e procedimentos estabelecidos, sendo bastante utilizados em trabalhos rotineiros.

Segundo o entendimento de Campos (1992), pode-se afirmar que todo trabalho do gerenciamento da rotina consta do estabelecimento, manutenção e melhoria dos padrões: especificação e projeto (padrões de qualidade), padrões de processo (padrão técnico de processo) e procedimentos de operação. Com isso, é essencial ter um bom sistema de padronização que mantenha a qualidade do gerenciamento.

Durante este capítulo foram tratados os conceitos que serão utilizados para construir os resultados deste e o próximo capítulo irá tratar a metodologia aplicada.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, será mostrada a metodologia usada no presente estudo. A pesquisa apresentada foi descritiva, portanto mostrará as características dos processos envolvidos, as perdas e problemas existentes, afim de traçar um perfil solucionador com o auxílio do PDCA.

A pesquisa vai tratar o problema de uma empresa de mineração, que neste estudo foi chamada Delta. Isso permitirá um aprofundamento detalhado dos fatos e os fenômenos que influenciam nos resultados.

3.1 Tipo de Abordagem

O método de abordagem ao estudo de caso será quali quantitativa, com isso, sendo possível analisar, descrever e interpretar a ocorrência dos fatos (Gil, 1991). As informações adquiridas foram observadas e coletadas na área de acabamento final do produto da organização em análise.

3.2 Coleta de Dados

Durante todo período de análise das causas e dos problemas os dados foram obtidos através de consultas com os operadores, técnicos de operação e técnicos de controle de processo. Os dados não são baseados somente na pesquisa junto as pessoas, mas também nas experiências do responsável por este estudo.

Outra importante fonte de informações de dados foram os sistemas de suprimento e armazenamento de dados da empresa, assim como documentos e registros que traduzem o perfil do problema.

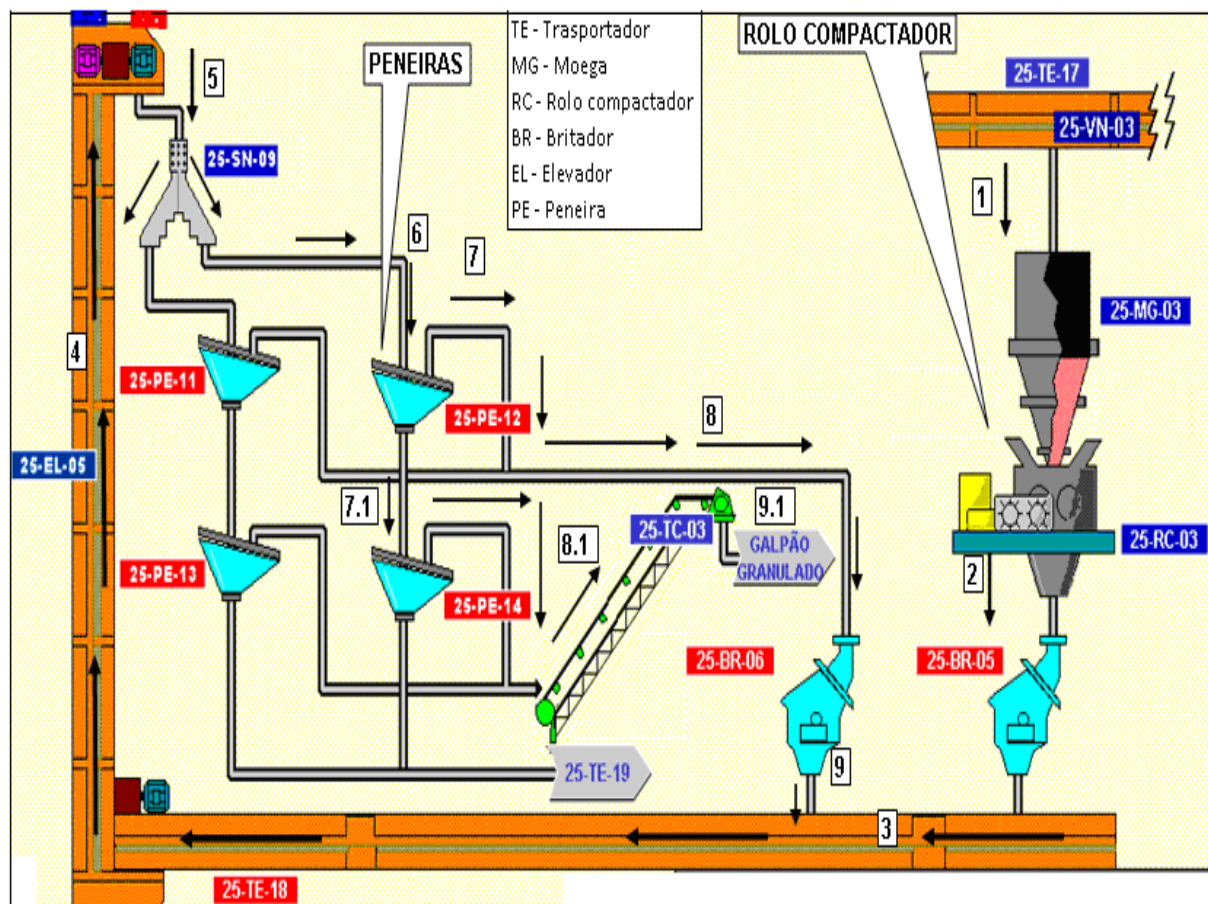
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados do estudo utilizando-se método de solução de problemas e as ferramentas da qualidade para mostrar melhorias obtidas e os problemas identificados na má conformidade do grão. Para esta avaliação será utilizadas o método PDCA.

4.1 Caracterização do Processo Formação do Granulado

Para entender melhor o processo de compactação, a Figura 09 mostra o ciclo de produção que vai da compactação, passando pelo peneiramento e finalizando na estocagem.

Figura 09 – Fluxograma da atividade em análise



Fonte: Autor da pesquisa

O material bruto é extraído da terra, passa por um processo de concentração até chegar na secagem, onde produto seco alimenta uma moega (MG) que controla a vazão para o compactador (RC), a placa cloreto de potássio formada pelo compactador (RC) deve ser reduzida para que possa ser classificada. O produto britado (BR) é levado para as peneiras (PE) através de transportadores (TE) e elevadores (EL), após o peneiramento final o granulado retido nas peneiras segue para a estocagem.

4.2 PDCA Etapa de Planejamento – *Plan*

Nesta etapa do PDCA investiga-se e define-se o problema, as perdas e as causa analisando-se o seu histórico e desenvolvendo-se um plano de ação para melhorar a qualidade final do produto.

4.2.1 Fase de identificação do problema

Nesta fase define-se o problema, reconhece o seu nível de importância e o quanto ele é oneroso para a organização.

4.2.1.1 priorização do problema

A empresa vem expandindo seu negócio para atender a alta demanda de fertilizante. Atualmente, a organização se dividiu, criando uma área para tratar somente dos ativos de fertilizantes.

O cenário mundial mostra que, além de promissor, o fertilizante é bastante rentável, isso vem aumentando a competitividade e a visibilidade do negócio no mundo. Para manter a credibilidade, estabilidade e o pleno desenvolvimento do negócio o nível estratégico definiu como diretriz a melhoria do produto granulado de cloreto de potássio.

O Quadro 01 mostra os quatro clientes que mais compra granulado, e neste caso o cliente D e o cliente A, respectivamente, o de maior e o de menor relevância no mercado em razão do volume de compra. O propósito da matriz é priorizar os problemas principais, para isso foi calculador um fator numérico baseado

nas reclamações dos clientes e no peso atribuído a cada um, que define que quanto maior o número, mais significativo é o problema.

Quadro 01 - Matriz de priorização da relação qualidade em função do cliente

Peso Reclamações		Cliente A	Cliente B	Cliente C	Cliente D	
Peso (2 a 5)		2	3	4	5	Total = peso x reclamação
RECLAMAÇÕES	Teor mínimo de 91,81 deKCl	0	0	1	1	9
	Malha de 4mm não conforme	0	1	1	1	12
	Excesso de residuo insolúvel	0	0	0	1	5
	Malha de 1mm não conforme	3	3	2	4	43
	MgCl ₂ em excesso	0	0	0	0	0
	Alto Índice de Desgaste (ID)	2	2	2	4	38

Fonte: Autor da pesquisa

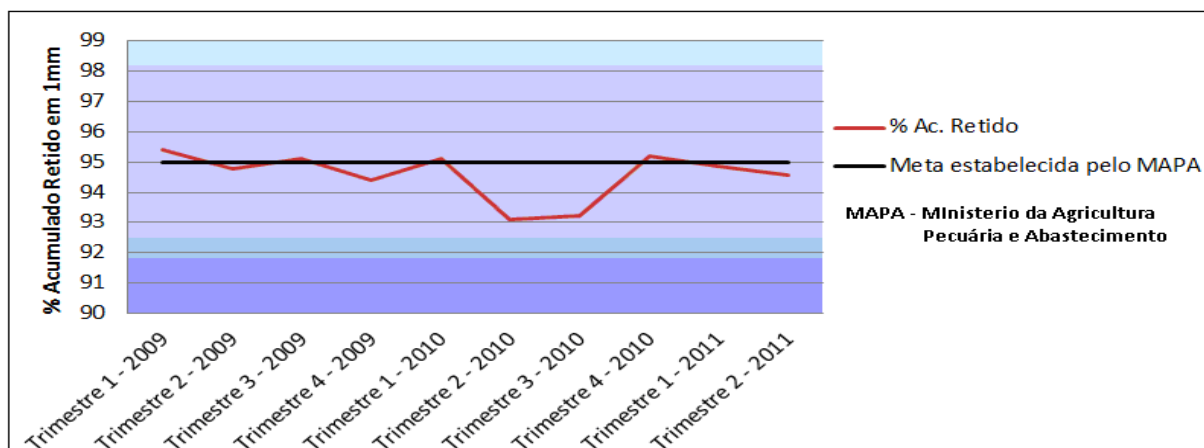
Ainda no Quadro 01 é possível observar que a maior insatisfação do cliente esta relacionada as especificidades físicas, mais diretamente ligada ao percentual do acumulado retido na malha granulométrica de abertura de 1mm que no total de somatório apresentou fator numérico 43 e o índice de desgaste do grão que apresentou fator numérico 38.

Dessa forma quanto maior o fator numérico calculado, mais prioritário e crítico é o problema.

4.2.1.2 histórico do problema

Manter os resultados de produção dentro do limite mínimo de 95% de acumulado retido em 1mm estabelecido pelo órgão fiscalizador nunca foi uma tarefa fácil, porém vem se tornando cada vez mais complicada devido as exigências do mercado que cada vez mais . Conforme observa-se no Gráfico 01, desde 2009 existe uma dificuldade de manter a limite mínimo do acumulado retido em 1 mm.

Gráfico 01 – Histórico da malha de especificação (2009-2011)



Fonte: Autor da pesquisa

Outra importante observação é o alto índice de desgaste do produto na estocagem. Por ter características higroscópicas (absorver água) o produto empedra e nas movimentações do carregamento ele quebra gerando o fino diminuindo o acumulado retido em 1mm, gerando não conformidade e insatisfação do cliente.

4.2.1.3 custo da má qualidade

Além do desgaste da imagem da empresa e da insatisfação dos clientes, conhecidos como falhas externas, existe também o custo extra, ocasionado pelas falhas internas quando o produto ainda não está no cliente, são elas, falhas na operação, no controle e na estocagem.

Com base no ano de 2010 as falhas geradas chegam a 6,5% do lucro, 3,5% a mais do que é orçado como investimento para melhoria de todo setor de produção da usina. O Quadro 02 mostra a influência da má qualidade no granulado nos lucros da empresa em termos de produção e refere-se ao ano de 2010.

Quadro 02 – Influência da má qualidade do granulado nos lucros

Resultado - Ano de 2010	
Produção ton/ano -	680.000 ton
Reprocessamento ton/ano -	32.000 ton
Fora de especificação ton/ano -	32.000 ton
Perda com Qualidade (% Lucro) -	6,5

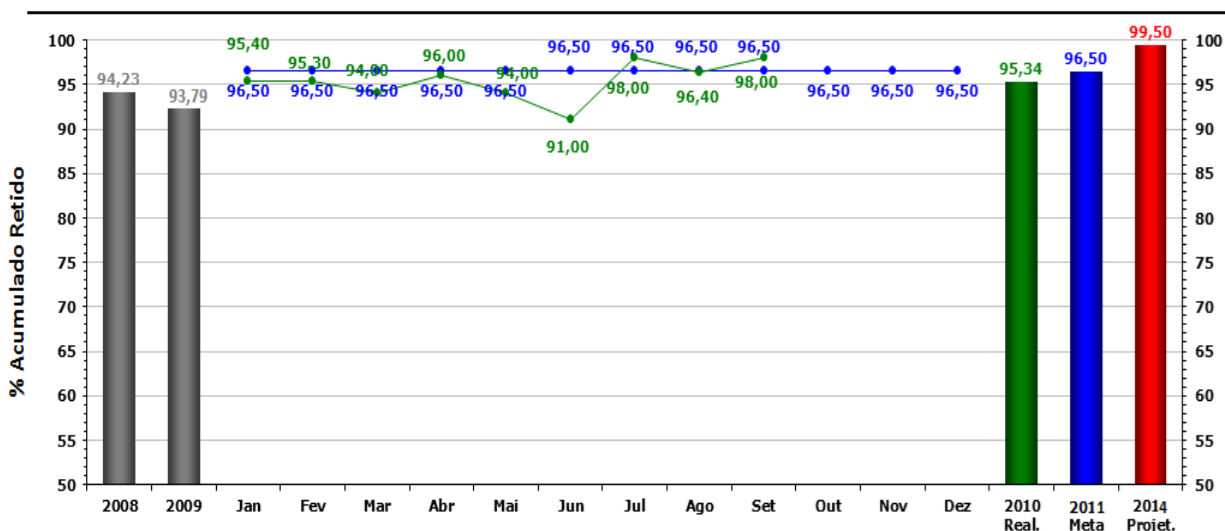
Fonte: Autor da pesquisa

O alto resultado das perdas de lucratividade definiu o nível de prioridade e dispêndio liberado para melhoria da qualidade.

4.2.1.4 a meta para o acumulado retido

Ainda analisando o histórico de qualidade é possível observar que o alto índice de desgaste é com certeza um dos fatores que mais influenciam na geração de finos. Para isso, serão definidos valores que serão metas. O Gráfico 02 mostra os acumulados retidos do cloreto de potássio, realizado em 2010 a meta para 2011 e a proposta projetada até 2014.

Gráfico 02 - Meta definida



Fonte: Autor da pesquisa

Tendo em vista os resultados médios de 2008 a 2010 e comparando com as melhores práticas no mundo, os números proposto pelos envolvidos é aumentar 2,1% o percentual do acumulado retido de cloreto de potássio granulado na malha granulométrica de 1mm até o final de 2011, conforme o Gráfico 2.

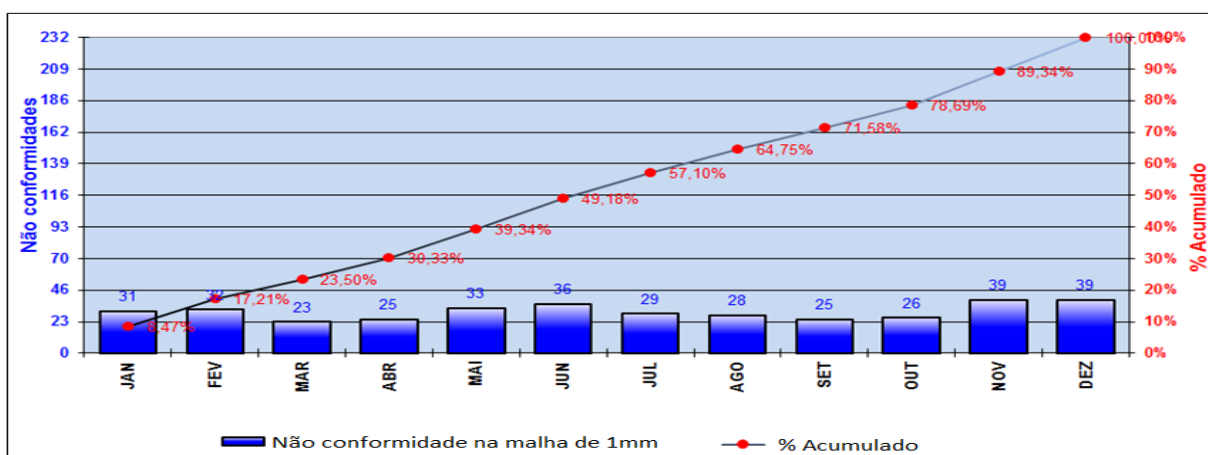
4.2.2 Observação do problema

Nesta fase se investiga as características do problema através de vários pontos de vista. Neste caso serão observadas as pessoas e as máquinas separadamente.

4.2.2.1 observação através de coleta do número de não conformidades

O Gráfico 03 mostra o número de não conformidade do granulado por mês que foram coletadas do sistema de armazenamento de dados, não é possível perceber nenhuma irregularidade que possa caracterizar o alto número de resultados não conforme na malha de 1mm, visto que os números estão bastante parecidos.

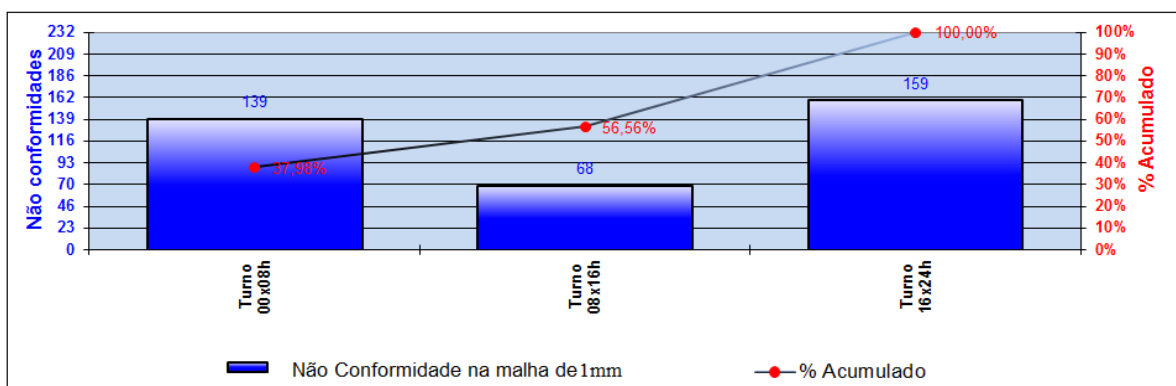
Gráfico 03 - Estratificação do número de não conformidade na malha de 1mm no ano de 2010



Fonte: Autor da pesquisa

Nota-se que quando as não conformidades do ano de 2010 foram estratificadas por turno nos horários de 00x08h e de 16x00h a tendência foi preocupante, pois o número de resultados indesejados dobrou quando comparado com o turno 08x16h como pode ser visto no Gráfico 04.

Gráfico 04 - Estratificação do número de não conformidade na malha de 1mm por turno operacional no ano de 2010



Fonte: Autor da pesquisa

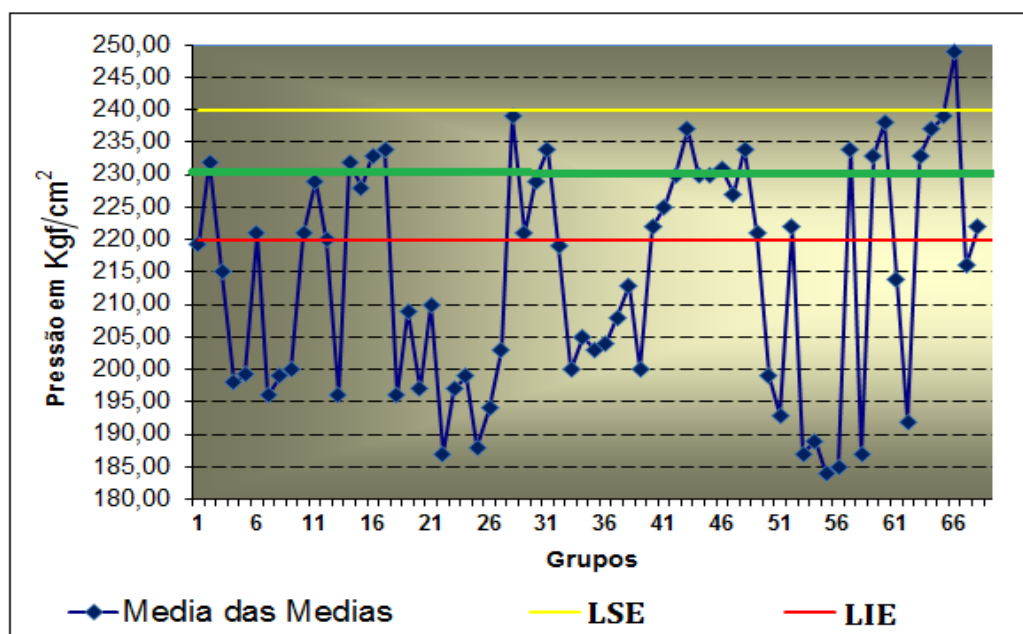
Os resultados mostram que dentro da rotina existe uma falha no cumprimento dos procedimentos dos processos ou uma falha na execução dos mesmos que só acontecem nos horários de 00x08h e 16x00h, porque não existe controle equipe de processo.

4.2.2.2 observação *in loco*

A pressão do rolo compactador é responsável pela formação de um produto denso e não quebradiço o que é um dos meios de evitar a geração de finos e consequentemente reduzir o número de não conformidades na malha de 1mm.

O Gráfico 05 mostra como as pressões dos rolos compactadores do mês de abril de 2011 estavam abaixo da pressão nominal operacional o que acarreta em um produto frágil que não resiste a abrasão e gera muitos fino no produto final.

Gráfico 05 - Carta de controle da pressão dos rolos compactadores



Fonte: Autor da pesquisa

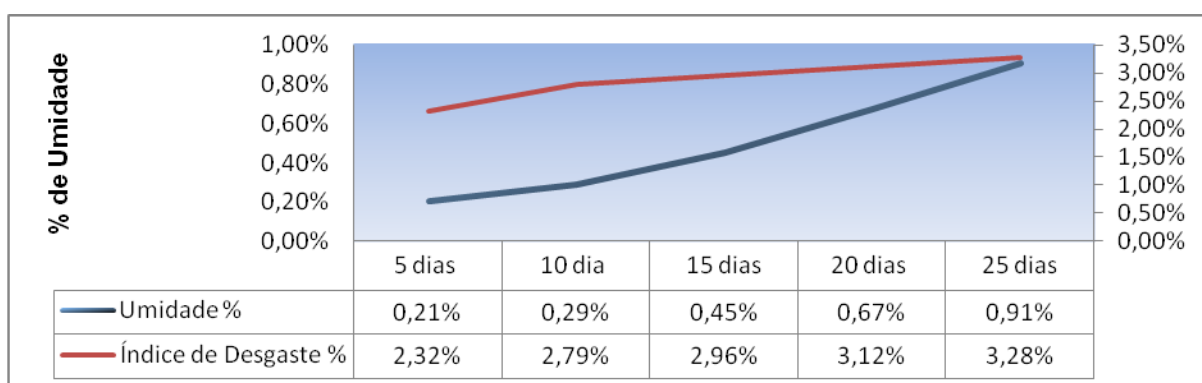
A pressão nominal de operação do rolo compactador estava abaixo do limite inferior de especificação – LIE influenciando de forma negativa na qualidade do produto.

Com base nos processos de outras organizações um fator que contribui bastante para a má qualidade do produto é a existência de um processo antigo que não acompanhou as inovações tecnológicas que deveriam ser aplicadas ao processo

de beneficiamento do cloreto de potássio e principalmente, a operação unitária de acabamento do granulado.

Apesar de não estar ligado diretamente ao controle de processo da empresa Delta, o monitoramento do produto feito na estocagem deixou claro que uma estratégia não muito bem definida pode trazer prejuízos a qualidade, pois trata-se de um produto que se fragiliza a medida que absorve umidade, como pode ser observado no Gráfico 06.

Gráfico 06 – Desgaste em função da absorção de umidade



Fonte: Autor da pesquisa

Ainda em relação ao Gráfico 06 é possível observar que a umidade aumenta a medida que aumenta o tempo de estocagem do produto. Isto acontece por causa das propriedades higroscópicas do material, que deprecia o produto mais rapidamente gerando, assim, os finos indesejados pelos clientes.

4.2.3 Análise do problema

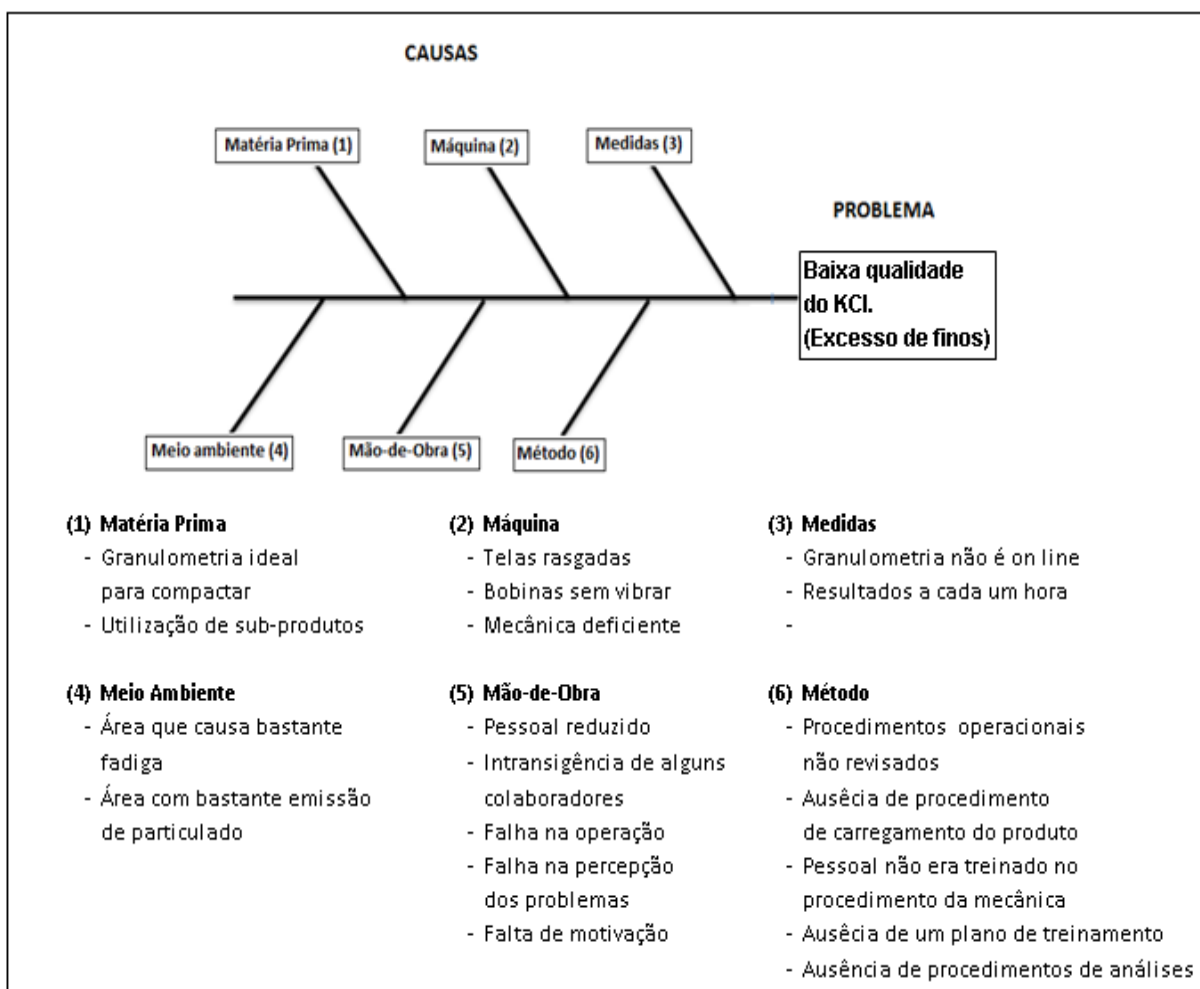
Nesta etapa foi realizado o *brainstorming* para identificar outras possíveis causas potenciais, agora relacionadas ao processo e não mais ao cliente. Participaram destes encontros equipes de processo, de produção, manutenção e logística da empresa.

Após o *brainstorming*, foi possível observar fatores do processo produtivo que influenciam negativamente no cumprimento das especificações como por exemplo, as falhas de execução dos procedimentos, o baixo grau de envolvimento de alguns colaboradores, além das recorrentes falhas humanas ou até mesmo a falha nos processos e nas operações de produção e controle.

Outro importante fator que contribui na baixa qualidade do granulado de cloreto de potássio é que a unidade de peneiramento é uma tecnologia antiga de 20 anos, e os equipamentos utilizados atualmente não garantem o resultado ideal para o cliente, este fato se comprova, porque a empresa Delta já realizou testes industriais com equipamentos mais modernos e os resultados foram incomparavelmente melhores.

A Figura 10 mostra as possíveis causas do problema da geração de fino no produto final granulado.

Figura 10 – Análise das causas da baixa qualidade do granulado



Fonte: Autor da pesquisa

O diagrama de causa e efeito permite analisar as causas e posteriormente estruturar um plano de ação para curto, médio e longo prazo, estabelecendo medidas suficientes e necessárias para cada causa específica com o objetivo de minimizar ou eliminar definitivamente a geração de finos.

4.2.4 Plano de ação

Nesta fase será concebido um plano de ação para bloquear as causas fundamentais.

Para correção e melhoria na operação do processo de conformidade do grão foram tratadas as principais causas identificadas na construção do diagrama 6M, serão tratadas as causas relacionadas falta confiabilidade nos equipamentos; ausência e falhas nos procedimentos; necessidade de utilização de sub-produto para melhoria do produto final.

Algumas ações extras foram tomadas como: capacitar mais pessoal com habilidades de inspeção sensível para que os problemas nos equipamentos que interferem na qualidade sejam imediatamente identificados, minimizando assim a geração de finos que causam descontrole na malha de 1mm.

O plano de ação com ações de curto prazo (primeiro semestre de 2011) e ações de médio prazo (segundo semestre de 2011) segue como Apêndice A.

4.3 PDCA Etapa de Execução – Do

Nesta etapa serão mostradas as ações adotadas no plano de ações desenvolvido e os resultados.

4.3.1 Plano de treinamento

Uma das propostas de aprimoramento da qualidade para alcançar a excelência significativa dos resultados foi a criação de um programa de treinamento e desenvolvimento dos colaboradores.

Este plano propõe capacitar o funcionário, a fim de torná-lo multiplicador dos conhecimentos e das propostas da empresa para alcançar a excelência em qualidade. Para isso foi desenvolvido um plano baseado em três estágios: o *Yellow belt* que capacita o colaborador para execução dos procedimentos; *Green belt* que

tornará o colaborador alinhado com as diretrizes da organização e o Black belt que tornará o funcionário um conhecedor master dos assuntos inerentes a cada área.

A Figura 11 é o fluxograma deste processo de capacitação do plano de treinamento proposto.

Figura 11- Fluxograma das Fases do treinamento



Fonte: Autor da pesquisa

4.3.2 Criação de procedimentos - PRO

Em detrimento da falta de padronização, foram desenvolvidos procedimentos de operação, bem como procedimentos de análise do grão. Os documentos elaborados foram:

- Procedimento de Análise de Índice de Desgaste que avalia a resistência do grão ao sofrer atrito gerado pelo manuseio durante a estocagem, conforme Apêndice B;
- Procedimento de Análise de Dureza de Produto Granulado que quantifica a resistência mecânica do grão por efeito de aplicação de força, conforme Apêndice C;
- Procedimento de Análise Granulométrica que padroniza a forma ideal de amostragem do produto e a execução dos métodos analíticos, conforme Apêndice D.
- Procedimento de Prática do FIFO na Expedição do Granulado de Cloreto de Potássio, procura promover o controle da estocagem para que o produto mais sempre seja expedido, conforme Anexo A.

O procedimento de manutenção existe, porém, como a organização passou por um processo de primarização, este ainda era desconhecido pela maioria dos colaboradores.

Os operadores e alguns técnicos envolvidos passaram por um processo de treinamento e reciclagem nos procedimentos que já foram revisados e revalidados.

Criou-se uma comissão para revisar os procedimentos da manutenção e desenvolver os que forem necessários. Todos os envolvidos com a qualidade sejam da operação ou manutenção, já foram treinados e estão devidamente capacitados para executar os procedimentos.

4.3.3 Experimentos em laboratório

Para evitar excesso de pó e aceleração de empedramento do grão, pois este tem propriedades de absorver umidade que contribuem para a baixa qualidade do granulado, deve ser utilizado um aditivo para proteger o produto. Com a evolução da produção de fertilizantes no mundo, surgiram empresas que se especializaram em desenvolver aditivos que auxiliam na diminuição da absorção da umidade e aumento da resistência do grão.

A Foto 01 mostra o produto revestido com aditivo a base de óleo vegetal que não passou por nenhum tratamento para melhorar as propriedades físico-química.

Foto 01- Produto tratado com óleo vegetal

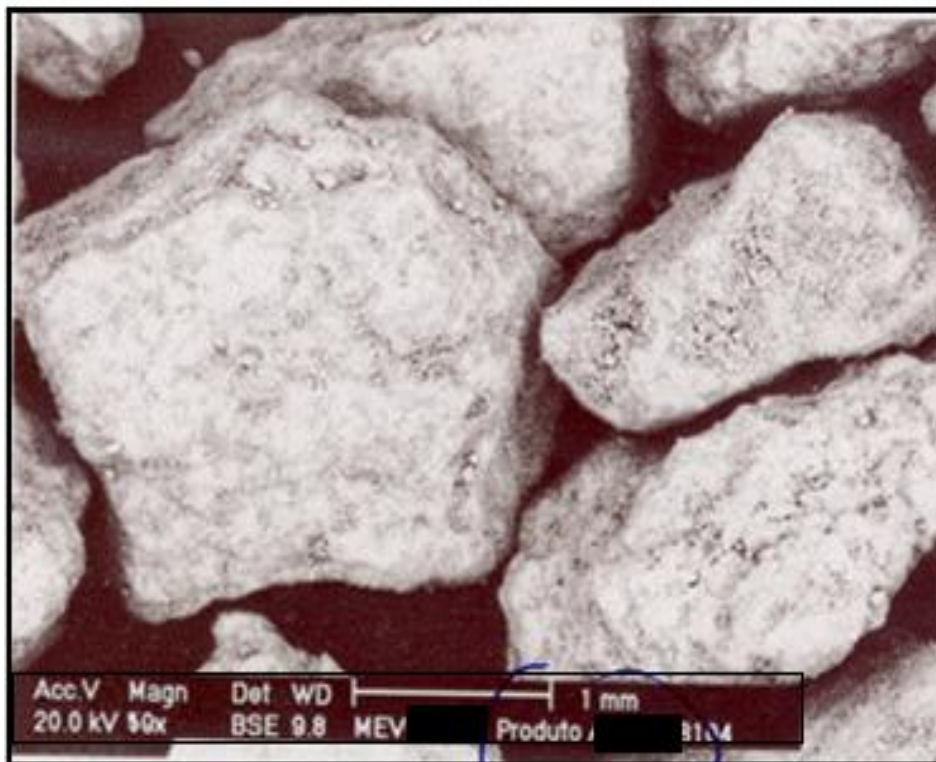


Fonte: Autor da pesquisa

A Foto 02 mostra o produto revestido com anti-aglomerantes especiais a base de tenso ativos e mistura de óleos vegetais que são chamados de Anti-Dusting ou anti pó e Anti-Caking ou anti umidade, por serem produtos que conseguem evitar o

empedramento por até 6 meses, e a redução de pó em até 80%, pois o aditivo forma juntamente com o pó uma capa protetora no granulado.

Foto 02 - Produto Tratado com aditivo especial



Fonte: Autor da pesquisa

4.3.4 Unidade de peneiramento

Para aprimorar o conceito da qualidade do produto granulado e alcançar os parâmetros desejáveis pela alta administração e a satisfação do cliente a Delta vem praticando o *benchmarking* das operações e processo existentes entre as empresas de fertilizante ao redor do mundo.

Como medida de ação de imediata uma unidade de peneiramento foi instalada no galpão de expedição, peneira esta que faz parte do processo dos concorrentes da empresa Delta ao redor do mundo, com capacidade de peneiramento de 60 ton/h. Visto que, são vendidas 350 ton/h uma quantidade bem maior do que a peneira é capaz de tratar a peneira servirá para casos extremos. A Foto 03 mostra o tipo de peneira que foi instalado como unidade alternativa.

Foto 03 – Peneira ROTEX



Fonte: Autor da pesquisa

Ainda no processo de *benchmarking* com outras organizações, a empresa estabeleceu um plano de longo prazo que consiste em substituir as vinte e três peneiras existentes no processo de compactação, por peneiras da marca ROTEX a mesma que foi instalada no galpão de expedição. A escolha por este tipo de peneira deu-se pelo fato de ser a mais utilizada pelos fabricantes de cloreto de potássio.

4.4 PDCA Etapa de Verificação – *Check*

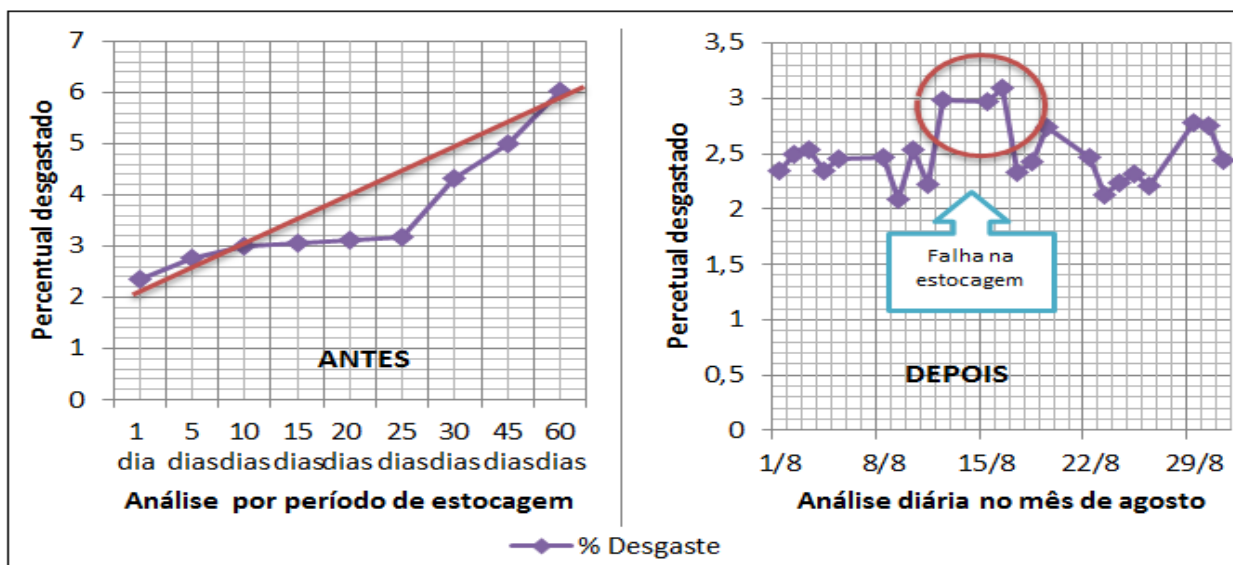
Nos últimos meses após a implantação do plano de ação proposto, foi possível perceber um expressivo ganho na granulometria, o que quer dizer uma redução de finos no produto final.

4.4.1 Comparação dos resultados de monitoramento

Por absorver umidade com facilidade e não existir um padrão para expedição, o granulado muitas vezes escoava de forma desorganizada onde era

expedida a produção e não o estoque. O objetivo do procedimento é justamente oferecer condições de praticar o FIFO, ou seja, conseguir que na expedição o primeiro a entrar seja o primeiro a sair garantido com isso, que o produto mais velho seja expedido evitando a geração de finos pelo desgaste. O Gráfico 07 mostra a relação de desgaste do potássio granulado em função do tempo.

Gráfico 07 – Importância do procedimento de carregamento



Fonte: Autor da pesquisa

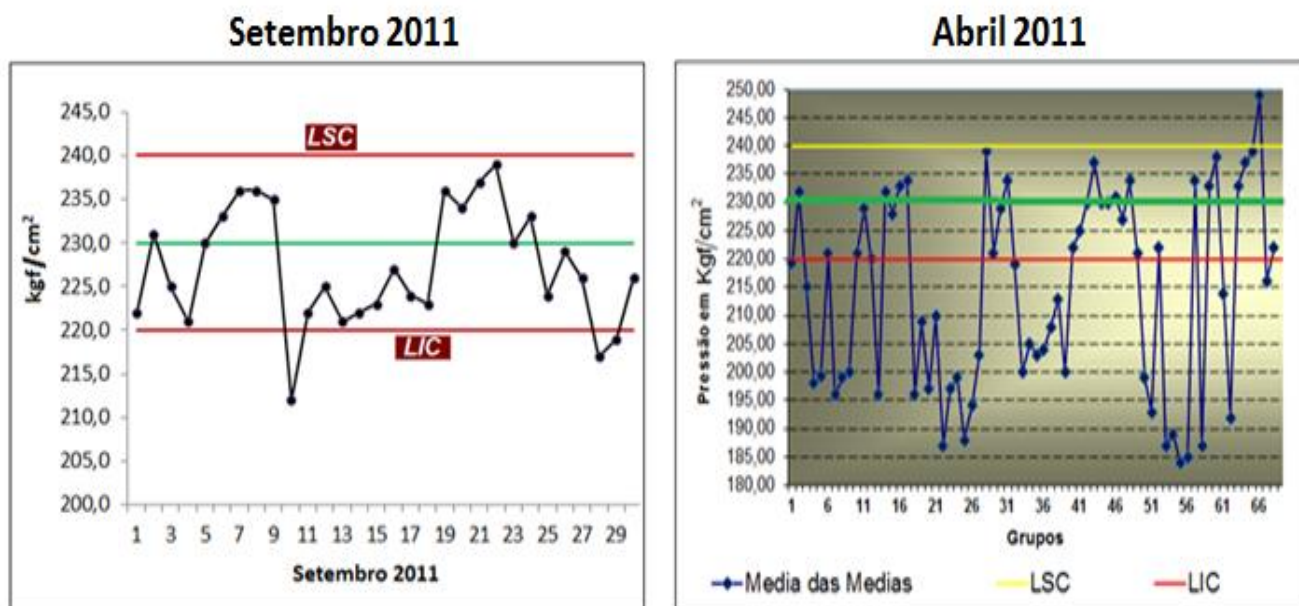
Ainda como é possível observar no Gráfico 07, antes existia uma progressividade do desgaste do produto em função do tempo e hoje é perceptível a estabilidade da abrasão, contudo as falhas de ocupação físicas do galpão desfavorecem o escoamento do produto e interferindo no resultado.

Assim sendo, quanto antes o cloreto granulado for repassado para os clientes, menor será o índice de desgaste, tanto nas dependências da empresa Delta como no próprio cliente.

4.4.2 Variável de controle de processo da pressão do rolo compactador

A pressão ótima dos compactadores são responsáveis em formar placas densas e não quebradiças. O Gráfico 08 compara os resultados de pressão dos rolos compactadores após a revisão dos procedimentos e treinamento do pessoal de manutenção.

Gráfico 08 – Pressão de operação do rolo em setembro e abril de 2011



Quando os resultados de setembro representados pelo Gráfico 08, são confrontados com os resultados de abril de 2011, como visto no Gráfico 05, é possível perceber um melhor controle da variável de operação, onde esta se mantém dentro dos limites de controle operacional. Este resultado melhorou em face do treinamento nos procedimentos mecânico do equipamento e na forma de operar o mesmo.

4.5 PDCA Etapa de controle – Action

Esta etapa do ciclo PDCA é responsável em garantir que o ciclo gire perfeitamente, avaliando se os problemas retornaram ou se surgem novas características dos problemas. Além disso, propõe ainda que os envolvidos sejam periodicamente treinados e capacitados nos procedimentos processo e operação.

4.5.1 Padronização

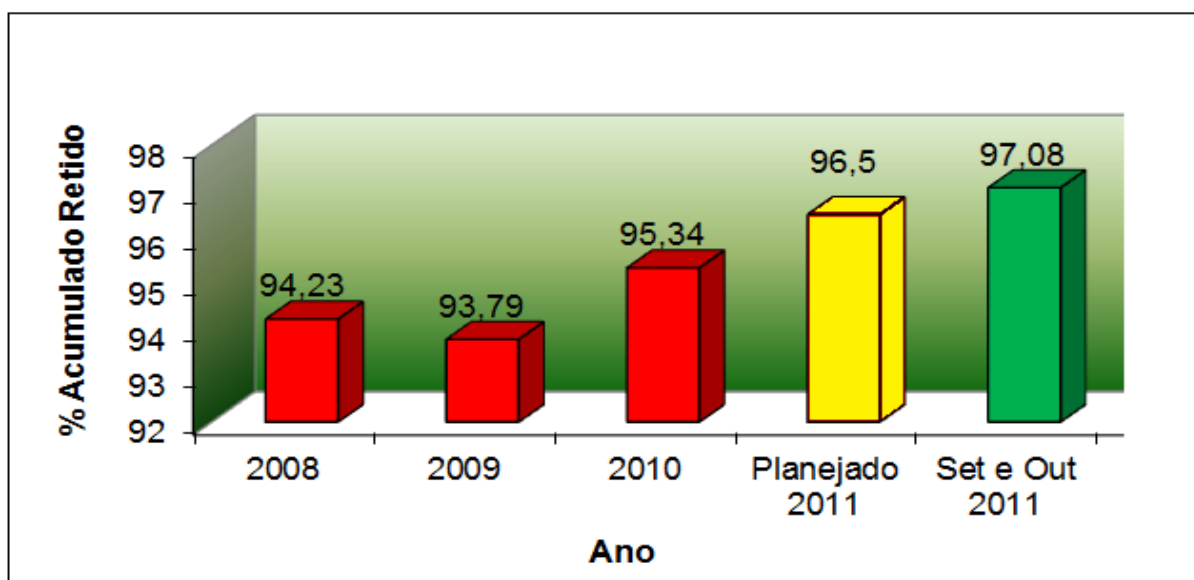
A partir de outubro de 2011 ficou definido que a cada seis meses os colaboradores serão treinados e avaliados quanto ao conhecimento das práticas operacionais de qualidade. Os procedimentos sugeridos no plano de treinamento já estão sendo cadastrado no SISPAD – Sistema de Padronização da empresa Delta.

4.5.2 Reflexão dos resultados

Para verificar se o plano de melhorias foi efetivo, fez-se necessário a elaboração de uma avaliação final dos resultados, assim como uma nova pesquisa com o cliente. Nesta fase, também se procurou estabelecer uma reflexão acerca dos problemas encontrados e os meios de avaliação no sentido de verificar se o processo deve realmente sofrer alterações.

O Gráfico 09 compara os resultados de outros anos com os resultados obtidos entre setembro e outubro de 2011.

Gráfico 09 – Resultado obtido



Fonte: Autor da pesquisa

A proposta inicial era aumentar o acumulado retido em 2,1%, entretanto a média de setembro e outubro mostra que a meta foi superada chegando a 2,7%. O resultado alcançado foi conquistado sem levar em consideração as ações de longo prazo.

O processo de verificação e avaliação dos resultados será monitorado para garantir, a qualidade do produto, a satisfação dos clientes, o cumprimento da legislação e o pleno funcionamento do ciclo de PDCA. Para tanto, foi proposto uma folha de verificação mais abrangente que se relaciona com os problemas da compactação (Apêndice E).

4.5.3 satisfação do cliente

Foi realizada, também nesta fase, uma pesquisa com os clientes para avaliar se houve redução nas reclamações, as quais foram devidamente quantificadas. Através do Quadro 03 é possível observar como melhorou a satisfação do cliente quando comparado com o Quadro 01.

Quadro 03- Matriz de satisfação do cliente depois das ações realizadas

Peso Reclamações		Cliente A	Cliente B	Cliente C	Cliente D	
Peso (2 a 5)		2	3	4	5	Total = peso x reclamação
RECLAMAÇÕES	Teor mínimo de 91,81 deKCl	1	0	1	1	11
	Malha de 4mm não conforme	1	1	1	0	9
	Excesso de residuo insolúvel	0	0	0	0	0
	Malha de 1mm não conforme	2	2	1	2	24
	MgCl ₂ em excesso	0	0	0	0	0
	Alto índice de Desgaste (ID)	2	1	2	1	20

Fonte: Autor da pesquisa

A matriz remete a opinião do cliente neste novo momento, após as mudanças realizadas, sendo possível perceber a redução no número de reclamações, o que mostra que o nível de satisfação do cliente aumentou em detrimento da melhoria da qualidade do granulado alcançada. Este fato pode ser observado, pois a não conformidade na malha de 1mm que era 43 reduziu para 24 e o alto índice de desgaste que antes era de 38 passou para 20, o que reduziu em quase 50% o fator numérico calculada pra medir a satisfação do cliente.

5 CONCLUSÃO

Para a empresa Delta manter-se entre as maiores empresa de mineração do mundo será preciso tornar-se parâmetro de excelência em qualidade. Para isso, será necessário qualificar as pessoas no conhecimento dos padrões de qualidade, métodos de aplicação da qualidade e das ferramentas que auxiliam no monitoramento dos processos e produtos. A implantação de um processo que identifica problemas e propõe soluções, foi definido pela a organização porque permite avaliar o processo de forma dinâmica e imediata.

Todas as informações coletadas foram fornecidas pelo sistema de armazenamento de dados da organização, troca de informações com os operadores e as experiências técnicas do autor do estudo, o que permitiu a aplicação do PDCA. A baixa qualidade do produto granulado representada pelos finos gerados na compactação viabilizou este estudo.

Durante o presente estudo também foi observado que a maioria dos procedimentos existentes não estava seguindo um processo de revisão, outros nem existiam e cada pessoa executava as atividades de operação, manutenção ou análise como achava conveniente. Em face disto, foram criados padrões para facilitar o processo de produção, operação e controle.

Através do envolvimento dos diferentes departamentos como manutenção, logística, processo e produção foi possível mapear as causas fundamentais dos problemas e propor medidas de ação de curto e médio prazo. Para definir as medidas de soluções, o cenário foi analisado criteriosamente levando em consideração as pessoas envolvidas, os métodos de aplicação e as operações unitárias de compactação e peneiramento.

Com isso, conclui-se que a aplicabilidade do PDCA foi um sucesso o que garantiu alcançar o objetivo do estudo e possibilitou atingir a meta pretendida pela empresa. É importante salientar que a Delta Fertilizantes obteve êxito com as ações realizadas, contudo será imprescindível inovar suas operações para que continue nesta vertente dentro do agronegócio.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: Informação e Documentação: Referências: Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14724: Informação e Documentação: Trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2006.

BELLEI, Ildony H. **Edifícios de múltiplos andares de aço**/ Ildony H. Bellei, Fernando O. Pinho, Mauro O. Pinho – São Paulo: Pini, 2004.

BATISTA, Eduardo Ubirajara Rodrigues. Guia de Orientação para Trabalhos de Conclusão de Curso: relatórios, artigos e monografias. Aracaju, 2011.

BERTAGLIA, Paulo Roberto. **LOGÍSTICA E GERENCIAMENTO DA CADEIA DE ABASTECIMENTO**. São Paulo, SP: Ed. Saraiva, 2006.

CAMPOS, Vicente Falconi- **TQC – Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte, MG: Ed. de Desenvolvimento Gerencial, 1992.

CAMPOS, Vicente Falconi-**Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-dia**. Belo Horizonte: INDG Belo Horizonte, Fundação Chistiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, Rio de Janeiro: Bloch, 1992.

CAMPOS, Vicente Falconi-**Gerenciamento pelas Diretrizes** Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 1996.

FERREIRA, José Ângelo - **Custos industriais: uma ênfase gerencial**. São Paulo: Editora STS, 2007.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

MANUAL DE OPERAÇÃO DA USINA E TREINAMENTO DOS PROCEDIMETOS DE OPERAÇÕES – **SISPAV VALE** -2011 <http://portalvale/sispavportalapostilas.pdf>. (Acesso em 12 mar. 2011).

MARSHAL, Isnard Junior – **Gestão da Qualidade** / Isnard Marshal Junior, Agliberto Alves Cierco, Alexandre Varanda Rocha, Edmarson Bacelar Mota, Sérgio Leusin – 8 ed. – Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2. reimpressão, 2005.

OLIVEIRA, OTÁVIO J. – **GESTÃO DA QUALIDADE Tópicos Avançados** –São Paulo, Thomson, 2004.

SEBRAE. **Manual de Ferramentas da Qualidade** (atualizado em dezembro de 2005) <http://www.dequi.eel.usp.br/~barcza/FerramentasDaQualidadeSEBRAE.pdf> (acessado em 13 de junho de 2011).

WERKEMA, M. C. C. **Criando a Cultura Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Plano de Ação

O que (What)	Porque (Why)	Como (How)	Onde (Where)	Quem (Who)	Quando (When)
Desenvolver plano de treinamento	Não existe nenhum programa de desenvolvimento dos colaboradores	treinamentos de ferramentas e programas da qualidade	Salas de treinamento (Empresa Delta)	RH com auxílio das áreas	Até 15/06/2011
Criar procedimentos de análises do grão	Não existiam	Com auxílio das melhores práticas	Na área da empresa Delta	Técnico de controle de processo	Até 15/06/2011
Criar procedimento de prática de FIFO	Não existiam	Com auxílio das melhores práticas	Na área da empresa Delta	Técnico de controle logístico	Até 15/06/2011
Treinar os mecânicos nos procedimentos	Não eram treinados	utilizando os PRO's revisados	Na área da empresa Delta	Facilitado da mecânica	Até 15/06/2011
Experimentar aditivos que melhoram a qualidade	O aditivo utilizado não é apropriado	Realizado testes em Laboratórios	Laboratório da empresa delta	Técnico de controle de processo	Até 15/12/2011
Montar um peneira ROTEX no galpão de expedição	Para minimizar as não conformidades do grão	utilizando recurso de outras áreas	Área de expedição	Engenharia e contratadas	Até 15/12/2011
Substituir Peneira	São obsoletas	CAPEX	Compactação	Eng. de Projetos	Até 15/12/2014
Instalar uma nova unidade de tratamento do grão	Não existem	CAPEX	Compactação	Eng. de Projetos	Até 15/12/2014

APÊNDICE B – Análise do índice de desgaste do granulado

**Empresa
Delta**

ANÁLISE DO ÍNDICE DE DESGASTE DO GRANULADO	Rev.: 01- 28/05/2011	
	Responsável: Willams Rezende	

1. OBJETIVO

Avaliar a resistência do grão ao sofrer atrito gerado por manuseio e estocagem.

2. APLICAÇÃO

Aplica-se à atividade de análise de desgaste do produto granulado realizadas no laboratório químico da GEFEW.

3. REFERÊNCIAS

Política de SSO da GEFEW.

STACHOWIAK, G.W., BATCHELOR, A.W. Engineering Tribology

4. RECURSOS NECESSÁRIOS

SEGURANÇA:

Utilizar óculos de segurança;
Protetor auricular.

MATERIAIS E EQUIPAMENTOS:

Peneirador vibratório de bancada;
Peneiras de 4,7mm e 0,5mm, fundo de $\varnothing$ 8x2"
Painel com tampa em aço inox de $\varnothing$ 5x2";
Esferas em aço inox ASI 316, polida, diâmetro de 14mm;
Balança de precisão;
Pincel ou escova com cerdas de cabelo ou plástico.

5. DEFINIÇÕES / CONCEITOS / NOMENCLATURAS

Abrasão: desgaste superficial dos grãos do agregado quando sofrem atrição. A resistência à abrasão mede, portanto, a capacidade que o agregado tem de se não alterar quando manuseado: carregamento, basculamento, estocagem.

Desgaste abrasivo: é a perda de material pela passagem de partículas rígidas sobre uma superfície. Wear of Engineering materials, Paris 1969

6. CUIDADOS/INFORMAÇÕES ESPECIAIS

O material deve estar à temperatura ambiente ao iniciar a análise;

É importante salientar que quanto maior a exposição do material à umidade, maior o desgaste;

As esferas devem preencher de maneira uniforme o fundo da panela, não permitindo que as mesmas fiquem uma sobre as outras. Esta condição é indispensável para a precisão do resultado;

Tomar cuidado na transferência da amostra que sofreu o desgaste para a peneira de 0,5 mm;

Limpar as esferas após o término da análise.

7. DESCRIÇÃO

Procedimento analítico

Quartear todo o material granulado e usar uma alíquota em torno de 350g do produto quarteado para o peneiramento nas malhas de 4 e 2mm durante 5 minutos em peneirador vibratório de bancada;

Ao fim do peneiramento, utilizar o material retido na malha de 2mm;

Utilizar uma massa do produto granulado equivalente a 10% do peso das esferas que deverão preencher toda a superfície da panela que será utilizada para o desgaste do grão (P1);

Tampar e agitar o material em peneirador por 5 minutos com intensidade do reostato em 3,5.

Separar as esferas da amostra, utilizando uma peneira de 4,7 mm que reterá somente as esferas;

Peneirar todo o material desgastado em peneira de 0,5mm no mesmo peneirador de bancada por 5 minutos, para separar os finos;

Pesar a fração retida em 0,5mm (P2).

$$ID = \left(1 - \frac{P2}{P1}\right) * 100$$

Onde:

P1 – peso inicial do material peneirado entre 4 e 2mm;

P2 – peso final do material após atrição.

8. TREINAMENTO

Carga horária: 30 minutos.

Frequência: Na implantação, na revisão deste procedimento e na alteração do corpo do público alvo.

Portador/ponto de uso: Sispad-Sistema de padronização.

APÊNDICE C – Análise de dureza do produto KCl granulado

**Empresa
Delta**

ANÁLISE DE DUREZA DO PRODUTO KCl GRANULADO	Rev.: 01- 28/04/2011	
	Responsável: Willams Rezende	

1. OBJETIVO

Quantificar a resistência mecânica do grão por efeito de aplicação de força de compressão.

2. APLICAÇÃO

Laboratório químico da GEFEW.

3. REFERÊNCIAS

- POL-0014-Política de Saúde e Segurança
- Manuais de instrução de operação e segurança dos equipamentos utilizados.

4. DEFINIÇÕES

- **Agitador de Peneiras:** Aparelho vibratório utilizado para agitar peneiras;
- **Durômetro:** Aparelho utilizado para ensaio de dureza em comprimidos;
- **Resistência mecânica:** é a força resultante da aplicação de uma força sobre um material. É a deformação do material que gera a força resultante, na medida direta de seu módulo de elasticidade.

5. RECURSOS NECESSÁRIOS

5.1. SEGURANÇA

Trabalhar com o equipamento acima de uma bancada para evitar que este caia na pessoa;

Inspecionar o agitador de peneiras;

Evitar contato com cabo elétrico do agitador de peneiras.

5.2. MATERIAS E EQUIPAMENTOS

Peneiras de 4,00mm e 2,73mm, fundo de peneira de 8", agitador de peneiras;

Durômetro digital com escala em N ou kgf;

Agitador de peneiras vibratório

Pincel de cerdas macias;

6. DESCRIÇÃO

Utilizar o material classificado entre 4,00 e 2,00 mm resultante da análise granulométrica, do produto granulado de KCl.

Ligar o durômetro e selecionar a escala de N através da tecla "Escala";

Operar o aparelho na posição vertical, para garantir que o grão fique numa posição em que a parte de menor dimensão fique voltada para baixo;
Pegar grãos aleatórios, colocar entre a plataforma e a célula de carga e girar o dial até que o grão fique firme;
Zerar o durômetro e girar o dial até quebrar o grão. Neste momento o valor exibido é congelado;
Repetir a operação para 20 grãos;
Limpar o durômetro com pincel macio;
Inserir os valores obtidos numa planilha excel, na qual será feito um tratamento estatístico.
A avaliação dos resultados deve seguir os seguintes critérios: melhor produto- para um valor maior de média, porém com menor desvio padrão. Porém, os resultados por apresentarem uma grande variabilidade, vão expressar apenas uma tendência de alteração da dureza do grão.

7. TREINAMENTOS

Carga horária: 30 minutos

Frequência: Na implantação, na revisão deste procedimento e na alteração do corpo do público alvo.

Portador/Ponto de uso: SISPAV-Sistema de Padronização.

APÊNDICE D – Coleta e análise granulométrica de produto de KCl granulado

**Empresa
Delta**

COLETA E ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE PRODUTO KCl GRANULADO	Rev.: 01- 18/05/2011	
	Responsável: Willams Rezende	

1. OBJETIVO

Descrever os procedimentos técnicos e de segurança, para coleta e análise granulométrica, a fim de avaliar, a distribuição no produto de KCl granulado, para controle dentro da especificação do produto de acordo com o Ministério da Agricultura e em polpas de minério para controle operacional de processos.

2. APLICAÇÃO

Laboratório químico da empresa Delta.

3. REFERÊNCIAS

- POL-0014-Política de Saúde e Segurança
- Manuais de instrução de operação e segurança dos equipamentos.

4. DEFINIÇÕES

- **Granulometria:** Especificação da dimensão dos grãos.
- **Quartear:** consiste em dividir uma amostra em partes iguais, descartando sempre a metade, em seguida faz a homogeneização, repetidas vezes, até atingir a quantidade desejada.

5. RECURSOS NECESSÁRIOS DE SEGURANÇA

Utilizar Equipamentos de Proteção Individual: óculos de segurança e protetor auditivo.

Inspeccionar o(s) equipamento(s) antes de iniciar a atividade(s);

6. CUIDADOS ESPECIAIS

Todos os materiais para coleta e análise do granulado devem estar previamente seco e limpo;

Lavar as peneiras de análise do granulado com água, diariamente no turno de 8/16, conferir as taras e corrigir, caso seja necessário;

A base de fibra sob o prato da balança tem de estar bem centralizada, para evitar erro na pesagem;

Nunca utilizar objeto metálico na limpeza da tela das peneiras, pois danifica a malha;

A peneira e bandeja da análise úmida devem ser pesadas úmidas. Para isto devem ser molhadas com salmoura e colocadas para escorrer por 15 minutos, e, a seguir pesar;

A salmoura a ser utilizada para granulometria por via úmida tem que estar saturada para não solubilizar parte da amostra;

A salmoura deve estar isenta de lama.

Na granulometria de amostras em polpa (moagem, remoagem, etc), deve-se homogeneizar o conteúdo no próprio frasco de coleta. Nunca utilizar hastes (bastão de vidro, ferro, madeira) que possam quebrar podendo causar acidente

7. DESCRIÇÃO

7.1. COLETA DE GRANULADO

Verificar antes se o local da coleta está com acúmulo de pó;

Proceder com a limpeza, caso seja necessário;

Utilizar amostra de cores específicos e limpos para amostras de granulado;

Realizar duas coletas com três cortes cada uma;

Transferir as amostras para baldes identificados, limpos e com tampa.

7.2. PROCEDIMENTO DE ANÁLISE PARA O PRODUTO DE KCI GRANULADO

Homogeneizar a amostra utilizando o balde de transporte, girando o mesmo, levemente inclinado por 5 vezes;

O quarteamento deve ser feito somente utilizando o caneco do quarteador, no seguinte procedimento: transferir a amostra do balde para o caneco, em movimento de zig-zag, formando uma pilha de homogeneização;

Quartear a amostra de granulado em quarteador tipo Jones, até uma massa entre 300 e 400g. Tal massa deve ser checada na balança;

Utilizar a seguinte série de peneira em ABNT: 5# (4 mm), 10# (2 mm), 18# (1 mm) e Fundo de peneira de 8x2”;

Pesar as peneiras vazias anotando os pesos como taras;

Colocar a alíquota na série de peneira e colocar no peneirador – tomando o cuidado de apertar as hastes de maneira uniforme;

Ligar o peneirador, que deve estar temporizado para 5 minutos. O ajuste de vibração é feito pelo inversor de frequência;

Pesar individualmente as peneiras;

Recolher o material para descarte na descarga da correia 26 TC 04;

Limpar as telas com escova de cerdas de plástico.

7.3. CÁLCULOS

$$\% \text{ Retido} = \frac{(M + T) - (T)}{(\sum M + T) - (\sum T)} \times 100$$

Onde:

%retido– percentual retido numa determinada peneira;

M+t – peso da peneira com produto peneirado;

T – tara da peneira utilizada;

Nota:

Para calcular o percentual retido acumulado, determinam-se individualmente os percentuais retidos por peneira, e em seguida faz-se a soma acumulada.

8. TREINAMENTOS

Carga horária: 30 minutos

Frequência: Na implantação, na revisão deste procedimento e na alteração do corpo do público alvo.

Portador/Ponto de uso: SISPAV-Sistema de Padronização.

ANEXO

ANEXO A – Prática do FIFO na expedição do cloreto de potássio granulado

**Empresa
Delta**

PRÁTICA DO FIFO NA EXPEDIÇÃO DO CLORETO DE POTÁSSIO GRANULADO	Rev.: 01- 10/07/2011	
	Responsável:	

1. OBJETIVO

Promover o controle de estocagem e a qualidade do produto através da prática do FIFO. Por se tratar de um produto que se desgasta com o tempo é preciso evitar estoque.

2. APLICAÇÃO

Este documento é aplicado nas áreas de estocagem de produtos, com a finalidade de melhorar o trabalho, evitando possíveis falhas que venham a impactar no desempenho dos resultados.

3. REFERÊNCIAS

- PGS 0001 GATFL
- POL 009 DIFF
- Manual dos produtos controlados, estocados e embarcados nas minas de Ferrosos Sul.

4. DEFINIÇÕES

- FIFO: Do inglês first in first out, ou seja, primeiro que entra primeiro que sai.
- RG: Registro, documento anexo do PRO.
- EPI's: Equipamento de proteção individual

5. SEGURANÇA

- EPI's: botina, óculos, abafador de ruídos ou protetor auricular, máscara respiratória, colete refletivo para orientação do produto a ser carregado
- Respeitar sinalização/isolamento das áreas de risco no galpão de expedição;
- Durante todas as etapas desta atividade é indispensável à utilização do calçado de segurança e capacete.

6. DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE

- Conferir o funcionamento do transportador móvel;
- Posicionar o transportador em local favorável para expedição do produto mais antigo;
- Isolar a área de carregamento;

- Verificar se há contaminações ou outras anormalidades na pilha de KCl;
- Orientar os operadores das máquinas carregadeiras quanto ao local do carregamento;
- Carregar o produto nos caminhões;
- Registrar os desvios RG - 00122;
- Emitir relatório diário para o setor de qualidade datando o dia do carregamento e o tempo de estocagem RG -00134.

7. TREINAMENTOS

Carga horária: 30 minutos

Frequência: Na implantação, na revisão deste procedimento e na alteração do corpo do público alvo.

Portador/Ponto de uso: SISPAV-Sistema de Padronização.