

AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE APLICADAS EM UMA EMPRESA DE BENEFICIAMENTO DA CAL: UM ESTUDO DE CASO

Anna Karollyna Albino Brito (UFERSA)

anninhabrito_@hotmail.com

CHARLES MILLER DE GOIS OLIVEIRA (UFERSA)

charlesmilleradm@hotmail.com

Isabela Raquel Mendes Bezerra (UFERSA)

isabelaraquel@hotmail.com

Alexandre Jose de Oliveira (UFERSA)

alexandreoliveira@ufersa.edu.br



A cal, por ser um produto de baixo custo e facilidade de oferta e de consumo diversificado, se torna fonte de diversas atividades econômicas, dessa forma, o presente trabalho tomou como foco analisar a concentração do Ca(OH)_2 em uma empresa de beneficiamento da cal localizada na cidade de Governador Dix-Sept Rosado/RN, afim de buscar a melhoria no processo e qualidade do produto. Para tal, foram utilizadas as ferramentas da qualidade que representam o apoio necessário às empresas que buscam a melhoria contínua dos seus produtos/serviços, pois fornecem fundamentação segura para a tomada de decisão. Ao final, pode-se perceber a validação das ferramentas utilizadas.

Palavras-chaves: Cal, ferramentas da qualidade, beneficiamento

1. Introdução

A economia brasileira vem passando nos últimos anos por um fortalecimento através de um mercado cada vez mais sólido. Tal fato se deu em virtude de uma economia estruturante e de inovação embasada na distribuição e consumo de bens e serviços de forma equilibrada em todos os setores.

Determinados produtos são fonte para diversas atividades econômicas, como é o caso da cal. Principalmente por ser um produto de baixo custo, facilidade de oferta e de consumo diversificado. A grande questão que permeia este estudo reside na hipótese do aumento do consumo da cal no Brasil em função aquecimento da economia, o que pode gerar um desabastecimento para os setores produtivos que dependem desta matéria prima, ocasionando num aumento de preços do produto.

Assim, o presente trabalho tem como foco a utilização das ferramentas da qualidade criadas para o monitoramento e controle do processo. Contribuindo na busca da excelência e beneficiando a empresa, prevenindo a ocorrência de problemas reduzindo custos. Para a análise do problema em questão, o escopo deste trabalho será a cal hidratada e dentro da mesma, será analisada a concentração de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ cal do calcário na região Alto Oeste Potiguar.

2. Referencial bibliográfico

A qualidade é aquilo que o consumidor estar disponível a pagar por um bem com conformidade às especificações, conforme é afirmado por Carvalho (2005, p.9 apud JURAN, 1974) “qualidade é a satisfação das necessidades do consumidor”. Para haver uma unificação no que tange a qualidade entre as operações e ao consumidor, a mesma é definida como “o grau de adequação entre as expectativas do consumidor e sua percepção do produto ou serviço” (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009, p. 524 apud BERRY, 1991). Assim, as organizações estão dispostas a investir na qualidade para manter seu processo produtivo conforme, ganhando, então, o consumidor. Para isso, são realizadas algumas ferramentas para tal gestão, que serão descritas a seguir.

2.1. Ferramentas da qualidade

São algumas das ferramentas da qualidade: Folha de verificação, Fluxograma, Estratificação, Diagrama de Pareto, Histograma, Diagrama de dispersão, Diagrama de causa e efeito e Cartas de controle.

- a) A folha de verificação consiste em uma planilha preparada para o levantamento de dados de um determinado problema. É usada para quantificar a frequência com que certos eventos ocorrem em um dado período;
- b) O fluxograma de processos tem como objetivo listar todas as fases do processo produtivo, permitindo uma rápida visualização e entendimento, utilizando símbolos padronizados (PARANHOS FILHO, 2007; MARSHALL JR. et al., 2010).
- c) Estratificação é simplesmente dividir um conjunto de dados em grupos significativos para identificar sua composição. “O objetivo do seu uso é auxiliar na análise e na pesquisa para o desenvolvimento de oportunidades de melhoria, na medida em que possibilita a visualização da composição real dos dados por seus estratos” afirma Marshall Jr. et al. (2010, p.109).

- d) “O diagrama de Pareto é uma classificação simples de dados, como defeitos e reclamações ou problemas (por categoria), que demonstra a prioridade por quantidade de incidência (ocorrência) por categoria” (PARANHOS FILHO, 2007, p.121). Esta análise possui como característica a rápida interpretação dos dados prioritários em um dado problema. A hipótese desta regra é formulada considerando que 80% dos problemas provêm de 20% das causas e a maneira mais produtiva de atacar os defeitos é atacar a causa dos 80%, porquanto ao concentrarmos os esforços em alguns problemas vitais, estes, uma vez resolvidos, têm grande impacto. As análises desse tipo levaram à conclusão de que existem, em várias circunstâncias, poucos itens vitais e muitos itens triviais de modo que a classificação deles, na forma de um gráfico, auxilia na análise e visualização dos que são prioritários.
- e) O histograma mostra de maneira visual muito clara a frequência com que ocorre um determinado valor ou grupo de valores, se mostrando um meio eficaz de comunicação com o pessoal que opera o processo (OAKLAND, 1994).
- f) O diagrama de dispersão mostra se existe uma correlação entre dois parâmetros, ajudando a visualizar a alteração sofrida por uma variável quando outra se modifica. Dependendo da dispersão apresentada o diagrama, podem-se identificar diferentes níveis de correlação: positiva, negativa ou sem correlação (MARSHALL JR. et al., 2010).
- g) O diagrama de causa e efeito é onde se ajuda a explicar e identificar a(s) verdadeira(s) causa(s) de um problema principal, oferecendo um roteiro simples e prático de todas as possíveis causas deste problema. Também é conhecido como Diagrama de Espinha de Peixe, dada a sua aparência. Werkema (1995) descreve que o diagrama é utilizado para avaliar a relação existente entre um resultado de um efeito e as causas do processo que por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado. Para tanto, é realizado um *brainstorming* que significa “tempestade de idéias”, ou seja, são apresentadas as idéias que mantenham relação com o problema.

2.2. Controle estatístico do processo (CEP)

Os produtos possuem especificações ou características de qualidade acompanhadas de uma faixa admissível de variações, com um limite inferior e outro superior, portanto, se a característica estiver dentro desses limites, está de acordo com as especificações.

As cartas de controle são um tipo específico de gráfico de controle que tem como objetivo acompanhar a variabilidade do processo, analisando o comportamento de características críticas do produto propiciando ao gestor uma informação muito importante que é a tendência do processo, ou seja, identificando suas causas comuns e especiais (PARANHOS FILHO, 2007; MARSHALL JR. et al., 2010).

O processo é considerado sob controle quando as características que estiverem sendo observado apresentarem evidências de estar sofrendo apenas influência de causas naturais (são aquelas que acontecem igualmente com todos os elementos). Para considerar um processo como fora de controle estatístico, este tem que ter a presença de causas especiais, causas grandes que, se comparada às causas comuns, representam um nível de *performance* inaceitável do processo.

Avaliação por atributos é utilizada quando as características de qualidade não são mensuráveis, apenas rotuladas possibilitando assim haver apenas duas alternativas a serem consideradas: conforme ou não conforme (COSTA, EPPRECHT, CARPINETTI, 2009).

Conforme Paladini (2002) é uma análise qualitativa de desvios de determinadas características do produto, pois nesse processo avaliativo, os defeitos são detectados de forma visual (ou com outros sentidos humanos) com o auxílio de instrumentos ou pelo uso de calibradores. Já os dados originados de medições que podem ocorrer em qualquer ponto de uma escala contínua, são conhecidos como dados variáveis (OAKLAND, 1994).

Para se analisar as cartas de controle são necessárias calcular a média e calcular os limites de controle (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). Após plotar os valores coletados na carta, contendo a média e os limites de controle, pode-se verificar a existência ou não de causas especiais. Pontos fora dos limites de controle, bem como mais de 6 pontos consecutivos de um só lado da linha central ou 10 de 11, 12 de 14, 16 de 20 pontos de um só lado da linha central, são exemplos de pontos que são considerados causas especiais, e devem ser investigados (VIEIRA, 1999).

3. Caracterização do setor e da empresa

3.1. A indústria da cal

No Brasil, as atividades relacionadas à extração da cal são datadas desde os primeiros anos após o descobrimento do país, a cal era usada principalmente para proteger as paredes de barro contra as fortes chuvas tropicais.

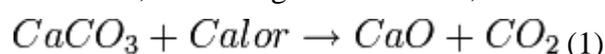
Pela diversidade de aplicações, a cal está entre os dez produtos de origem mineral de maior consumo no planeta. Estima-se que sua produção mundial esteja em torno de 145 milhões de toneladas por ano. O Brasil produz cerca de 6 milhões de toneladas por ano, o que significa um consumo "per capita" 36 kg por ano. Sua utilização engloba as indústrias siderúrgicas, para remoção de impurezas; o setor ambiental, no tratamento de resíduos industriais; as indústrias de papel e o setor de construção civil. Neste último, este produto é utilizado como pintura, como argamassa para estuques e reboco, onde o uso para restauração de prédios históricos está cada vez mais difundido (INMETRO, 2004).

O Rio Grande do Norte (RN) tem uma importante contribuição para a produção da cal, destacando o pólo industrial do município de Governador Dix-Sept Rosado, Apodi, Felipe Guerra, Mossoró, Baraúnas e Currais Novos.

3.2. Estudo de caso

O trabalho foi realizado em uma empresa situada no município de Governador Dix-Sept Rosado-RN, que atua no mercado há 15 anos com foco no beneficiamento da cal, produto fornecido pelas pequenas empresas informais e rudimentares da região, que fazem a calcinação do calcário extraído das minas e queimado em seus fornos distribuídos na região.

O processo de calcinação é realizado levando o calcário a temperaturas altíssimas, onde o calor mais o calcário, dá origem ao CaO (óxido de cálcio: CAL - Equação 1). Para essa reação ocorrer, à temperatura do forno da caieira (indústria produtora de cal) deve ser de, no mínimo, 850°C, mas a eficiência total da calcinação se dá à temperatura de 900 a 1100°C. Essa temperatura é garantida pela queima de um ou mais combustíveis, que podem ser: lenha, óleo combustível, gás natural, gás de coqueiro, carvão e material reciclado. Na região utilizam-se pneus, casca de castanha e lenha, sendo esta última mais utilizada. O período de queima ocorre por cerca de 72h em média, assim originando a CAL, conforme foi observado.



Atualmente, a empresa possui 36 funcionários, os quais recebem treinamento em parceria com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) na própria empresa.

Seus principais produtos são: Cal hidratada 1 o produto principal (CH1), fornecida para as indústrias químicas, de construção civil e mais recentemente, para asfalto, a cal virgem, fornecida para as indústrias de celulose, usinas de açúcar e tratamento de água e resíduos e ainda a cal hidratada 2 (CH2), um subproduto da CH1. O fornecimento é de abrangência regional, principalmente para os estados do Rio Grande do Norte e Pernambuco e, atualmente, Paraíba.

A empresa segue como referência para sua produção o padrão estabelecido pela NBR 10175. A baixa qualidade da matéria prima fornecida pelos fornos da região, que possui bastantes impurezas, torna-se um problema para empresa, pois, o processo ainda é muito rudimentar. Para a obtenção de produtos com qualidade é controlado a dosagem de água e cal no processo de hidratação e é feita a seleção de impurezas no fornecimento da matéria-prima.

Para o controle da produção, a empresa faz uso de planilhas que são preenchidas com dados diariamente, das quais são emitidos boletins diários, os estoques também são monitorados por planilhas, mas eles possuem um volume baixo por serem bastante rotativos. Além disso, a empresa conta com um ERP, que não foi bem adaptado a alguns setores da empresa, mas que dá bastante apoio nas informações da empresa, principalmente na gestão de custos.

Apesar de ser uma atividade que afeta diretamente o meio ambiente, a empresa não possui nenhuma certificação ambiental, apenas seguem as legislações ambientais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente - IDEMA. Contudo, atualmente, a empresa está em processo de certificação para obter o selo da ISO 9001.

A perspectiva da empresa é de crescimento, pois ela pretende verticalizar comprando um forno contínuo de calcinação, que é mais eficiente e econômico, além de fornecer matéria prima de melhor qualidade.

4. Metodologia

O presente trabalho caracteriza-se por ser um estudo de caso descritivo e quantitativo. Tendo como objetivo apresentar um caso analisado e documentado para que seja possível obter conhecimento mais aprofundado de uma realidade delimitada (VIEIRA, 1999).

A estratégia de estudo de caso é mais utilizada, principalmente quando se deseja fundamentar uma teoria. Cervo e Brevian (2002), afirmam que o estudo de caso é uma pesquisa sobre uma determinada unidade de análise que seja representativa do seu universo, para examinar seus aspectos variados. Sendo uma investigação que busca um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o contexto e o fenômeno, estão claramente definidos (YIN, 2001). O mesmo autor diz que ao se realizar uma pesquisa de campo, cria-se uma oportunidade de se fazer observações diretas que servem como outra fonte de evidências para estudos de caso.

Inicialmente realizou-se uma pesquisa bibliográfica para embasar o presente estudo. A técnica bibliográfica visa encontrar as fontes primárias e secundárias e os materiais científicos e tecnológicos necessários para a realização do trabalho científico ou técnico-científico. (OLIVEIRA, 2002).

Através do embasamento teórico, o método de pesquisa definiu-se como um estudo de caso com coleta de dados através de entrevistas e medições durante o processo. Assim, um roteiro

de entrevista foi elaborado para ser feito a coleta de dados junto á empresa, a qual possibilitou um entendimento amplo do fenômeno estudado. Transcorrendo de forma objetiva e sempre com a possibilidade de observações diretas nos registros.

Cumprida as etapas descritas a cima, tratou-se os dados, com os quais se tornou possível a identificação dos pontos negativos durante o processo, que deixavam a qualidade do produto final a desejar. Identificados os problemas utilizaram-se as ferramentas da qualidade para sanar, ou minimizar, os problemas existentes.

5. Análises e discussões dos dados

Para o presente estudo foram coletados dados da concentração do Ca(OH)_2 para cal hidratada 1, essa foi escolhida em virtude de ser o produto de maior valor agregado e o principal produto da empresa, então o estudo irá analisar o processo realizado por dois operadores, que serão chamados de “operador O” e “operador C”. Para análise dos dados serão utilizadas as ferramentas da qualidade, que buscam a melhoria contínua dos processos, serviços e/ou produtos.

5.1. Fluxograma

O fluxograma apresentado na Figura 1 mostra todo o processo da cal; desde o recebimento da matéria-prima até a sua expedição. Como o foco do trabalho é na cal hidratada – Ca(OH)_2 – será descrito o processo da mesma no parágrafo seguinte.

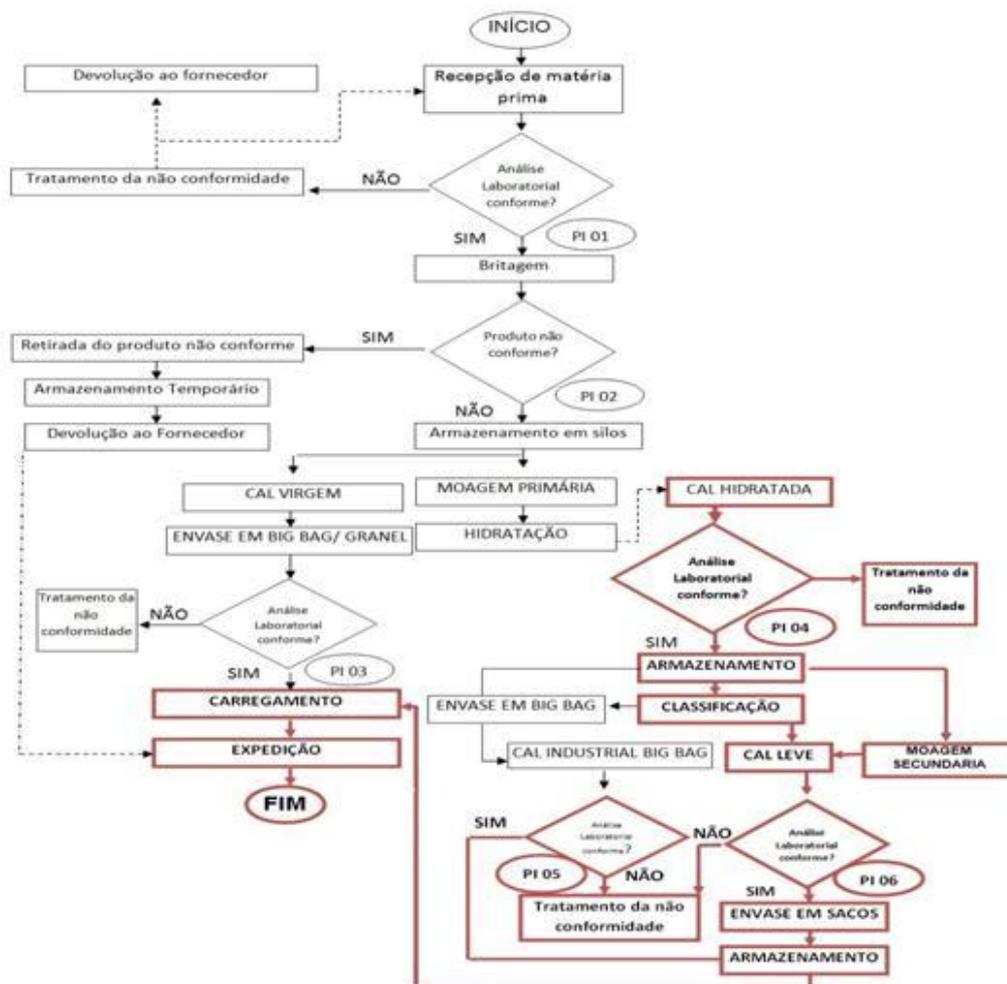


Figura 1 – Fluxograma de beneficiamento da cal
Fonte: Mineração Ouro Branco (2011)

Após o recebimento da cal hidratada há uma análise laboratorial para inspeção da mesma, caso esteja conforme segue para armazenagem, do contrário segue para o tratamento da não conformidade. Em seguida, têm o processo de classificação, o qual se faz a caracterização da cal, alocando-a entre “big bag” – embalagens retornáveis com capacidade de 500kg – e “leve” – sacos de 50kg –. Em caso da cal não estar na sua granulometria padrão (30 a 200% nas malhas) há uma segunda moagem. Logo depois, ocorre uma inspeção para a separação das características citadas anteriormente. Enfatizando o processo da cal leve, há o tratamento laboratorial para análise da mesma, caso esteja conforme segue para a etapa de envasamento e armazenagem, do contrário há o processo de tratamento. Como finalização segue o fluxo do carregamento e expedição, respectivamente.

5.2. Folha de verificação e estratificação

A folha de verificação são formulários usados para a padronização e verificação dos resultados de um determinado processo. O modelo de folha de verificação usado pela empresa, apresentado na Figura 2, tem um papel fundamental no controle da produção.

MINERAÇÃO OURO BRANCO LTDA
 Livro de controle de qualidade por fases do processo
 Separador
 Análise: Controle de CaO disponível e finura

Data	Lote	Produto	CaO %	Ca(OH) ₂	Resíduo	
					# 30 %	# 200 %
27/05/11	01_01410	Cal-lev- Separador	68,32	90,06	0,00	1,77
26/05/11	04_01410	Cal-lev- Separador	69,03	93,76	0,00	1,06
26/05/11	04_01410	Cal-lev- Separador	68,46	90,34	0,00	1,46
27/05/11	01_01410	Cal-lev- Separador	67,64	89,05	0,00	1,30
27/05/11	04_01410	Cal-lev- Separador	68,43	90,36	0,00	1,06
27/05/11	02_01410	Cal-lev- Separador	67,92	89,67	0,00	1,46
28/05/11	04_01410	Cal-lev- Separador	68,27	90,07	0,00	1,45
28/05/11	02_01410	Cal-lev- Separador	68,62	90,24	0,00	1,04
28/05/11	04_01410	Cal-lev- Separador	67,33	89,03	0,00	1,64
28/05/11	04_01410	Cal-lev- Separador	68,27	89,24	0,00	1,04
29/05/11	02_01410	Cal-lev- Separador	67,44	88,99	0,00	1,63
29/05/11	04_01410	Cal-lev- Separador	67,66	89,62	0,00	0,81
29/05/11	04_01410	Cal-lev- Separador	66,32	88,25	0,00	1,06
29/05/11	01_01410	Cal-lev- Separador	67,42	88,56	0,00	1,00
29/05/11	02_01410	Cal-lev- Separador	67,20	88,59	0,00	1,52
29/05/11	01_01410	Cal-lev- Separador	66,64	87,85	0,00	1,16
29/05/11	04_01410	Cal-lev- Separador	67,32	88,57	0,00	1,12
29/05/11	02_01410	Cal-lev- Separador	67,43	88,57	0,00	0,96
29/05/11	04_01410	Cal-lev- Separador	68,07	89,75	0,00	0,80
29/05/11	01_01410	Cal-lev- Separador	67,78	89,34	0,00	1,08
29/05/11	04_01410	Cal-lev- Separador	68,58	90,50	0,00	1,02
29/05/11	01_01410	Cal-lev- Separador	67,92	89,66	0,00	1,01
29/05/11	04_01410	Cal-lev- Separador	67,50	88,58	0,00	1,42
29/05/11	02_01410	Cal-lev- Separador	66,76	86,60	0,00	1,64
30/05/11	01_01410	Cal-lev- Separador	67,35	88,67	0,00	1,56
30/05/11	04_01410	Cal-lev- Separador	67,25	88,66	0,00	1,02
30/05/11	02_01410	Cal-lev- Separador	66,77	86,73	0,00	1,57
30/05/11	04_01410	Cal-lev- Separador	68,45	90,32	0,00	1,03
30/05/11	01_01410	Cal-lev- Separador	66,32	87,53	0,00	1,72
30/05/11	04_01410	Cal-lev- Separador	67,32	88,59	0,00	1,23
30/05/11	02_01410	Cal-lev- Separador	67,47	88,96	0,00	1,52
30/05/11	01_01410	Cal-lev- Separador	67,96	89,64	0,00	1,06
30/05/11	02_01410	Cal-lev- Separador	67,57	88,11	0,00	1,58
30/05/11	01_01410	Cal-lev- Separador	68,60	90,52	0,00	1,19
30/05/11	02_01410	Cal-lev- Separador	67,01	88,43	0,00	2,24
30/05/11	04_01410	Cal-lev- Separador	67,52	89,03	0,00	1,59
30/05/11	01_01410	Cal-lev- Separador	68,21	89,32	0,00	0,71
30/05/11	01_01410	Cal-lev- Separador	67,43	89,04	0,00	1,16
30/05/11	04_01410	Cal-lev- Separador	68,00	89,77	0,00	1,33
30/05/11	01_01410	Cal-lev- Separador	68,64	89,33	0,00	2,18
30/05/11	01_01410	Cal-lev- Separador	67,33	88,43	0,00	1,12
30/05/11	04_01410	Cal-lev- Separador	67,12	88,64	0,00	1,81

Figura 2 – Folha de verificação
 Fonte: Mineração Ouro Branco (2011)

A mesma aponta informações primordiais como: a data, o lote verificado, o operador, o percentual da granulometria e a concentração do óxido de cálcio (CaO) e hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂) sendo o último foco de análise deste estudo.

Dessa forma é possível que os responsáveis do setor de qualidade da empresa possam inspecionar, monitorar e controlar o processo, com o intuito de diminuir as perdas, essa ferramenta é de fácil utilização.

Os valores coletados das folhas de verificação são tratados por meio de planilhas eletrônicas com o objetivo de focalizar a ação e armazenar dados mês a mês, criando assim um histórico de dados, conforme a Figura 3.

Mês: Planilha Janeiro 2011 PLANILHA-003
 PRODUTO: CAL HIDRATADA EM SACOS

DATA	LOTE	Tamanho	V. Médio	F. Controle	CaO %	Ca(OH) ₂ %	# 30 %	# 200 %
03/01/2011	04_Gonz	1	23,8	0,9970	66,46	87,59	0,00	1,49
03/01/2011	02_Cicero	2	24,2	0,9970	67,56	89,15	0,00	1,82
03/01/2011	01_Olavo	3	24,7	0,9970	68,97	91,01	0,00	0,80
04/01/2011	04_Junior	1	24,3	0,9970	68,83	89,77	0,00	1,44
04/01/2011	02_Cicero	2	24,7	0,9970	69,18	91,28	0,00	1,16
04/01/2011	01_Olavo	3	24,4	0,9970	68,34	90,17	0,00	0,71
05/01/2011	04_Junior	1	24,2	0,9970	67,73	89,38	0,00	1,29
05/01/2011	02_Cicero	2	24,1	0,9970	67,47	89,83	0,00	1,15
05/01/2011	01_Olavo	3	24,5	0,9970	68,48	90,36	0,00	1,06
06/01/2011	04_Junior	1	24,1	0,9970	67,35	88,87	0,00	1,84
06/01/2011	02_Cicero	2	23,7	0,9970	66,28	87,46	0,00	1,74
06/01/2011	02_Cicero	2	23,5	0,9970	65,72	86,72	0,00	1,18
06/01/2011	01_Olavo	3	24,8	0,9970	69,43	91,61	0,00	0,48
07/01/2011	04_Junior	1	23,6	0,9970	65,95	87,82	0,00	1,86
07/01/2011	02_Cicero	2	24,3	0,9970	67,92	89,62	0,00	1,54
07/01/2011	01_Olavo	3	24,7	0,9970	69,15	91,24	0,00	1,60
08/01/2011	04_Junior	1	24,6	0,9970	68,90	90,91	0,00	1,56
08/01/2011	02_Cicero	2	24,2	0,9970	67,72	89,36	0,00	1,76
08/01/2011	01_Olavo	3	24	0,9970	67,19	88,66	0,00	1,14

Figura 3 – Planilha de Estratificação dos dados

Fonte: Mineração Ouro Branco (2011)

Os fatores de estratificação utilizados foram data, lote, turno, concentração de CaO e Ca(OH)_2 e também a granulométrica nas malhas 30 e 200, sendo que para esse últimos é realizada uma média dos dados do mês correspondente e plotado um gráfico com as médias dos meses para analisar a variação.

5.3. Histograma

Para o cada operador foi construído um histograma como forma de analisar rapidamente o processo, como pode ser verificado nas Figuras 4 e 5, a seguir. O histograma dá uma rápida visão de como se comporta os dados em torno da média.

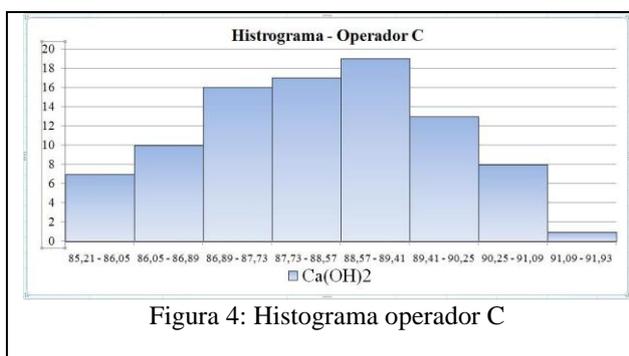


Figura 4: Histograma operador C

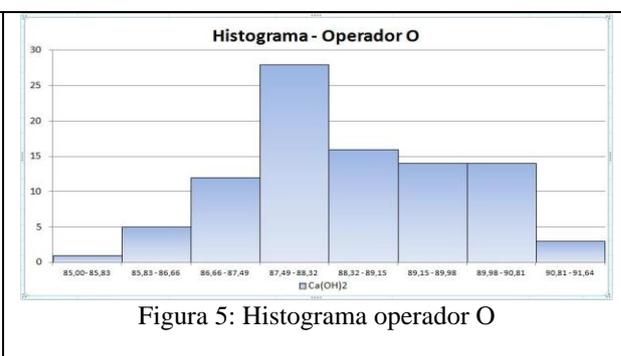


Figura 5: Histograma operador O

Como podem ser observados, os dados do o operador O apresenta maior dispersão em comparação com o operador C, essa visualização rápida é característica do histograma.

5.4. Diagrama de causa e efeito

Por meio de observações, foi possível construir o Diagrama de Ishikawa para o problema abordado pelos autores (Figura 6). Então, para a baixa concentração de Ca(OH)_2 , tem-se:



Figura 6 – Diagrama de Ishikawa

- Fator máquinas: a falta de uma manutenção preventiva foi observada como uma possível causa para a baixa concentração do Ca(OH)_2 . Como as máquinas utilizadas nos processos são antigas, a manutenção preventiva e o controle para que essa manutenção sempre seja realizada, se tornam fundamental para se ter uma boa qualidade no produto final. Seria interessante também a empresa adquirir equipamentos mais modernos, ou buscar parcerias que possam aprimorar o processo;
- Fator matéria-prima: a baixa qualidade dos insumos foi apresentada como uma causa da baixa concentração. É possível verificar que o método de produção utilizado pela

empresa ainda é arcaico, sem uso de novas tecnologias, que gera bastante impureza. Para a realização da queima do calcário são utilizados materiais inadequados como combustíveis, por exemplo, pneus, que prejudicam tanto o produto final, a cal, como o meio ambiente. Outro ponto é a forma de extração do calcário, pois não há estudos preliminares para a realização da atividade, sendo a mesma realizada de forma empírica;

- Fator método: como não há um estudo preliminar, não há um procedimento adequado para extração do calcário. A extração é realizada de forma braçal, com o uso de ferramentas rudimentares. Esse fator também implica na boa qualidade de insumos como foi comentado anteriormente;
- Fator mão-de-obra: foram observadas as causas fadiga e baixa capacitação dos funcionários. Como não há um estudo preliminar, não há orientações adequadas para a extração do calcário, então o funcionário acaba realizando a atividade de forma intuitiva, que pode afetar na qualidade do produto final. Além disso, vale ressaltar que o trabalho é realizado de forma braçal, o que causa muita fadiga.

5.5. Gráficos de dispersão

Os gráficos de dispersão estudam as relações entre duas variáveis, no caso do presente estudo verificou-se a existência de correlação entre a concentração de CaO e Ca(OH)_2 como mostrados nas Figuras 7 e 8 a seguir.

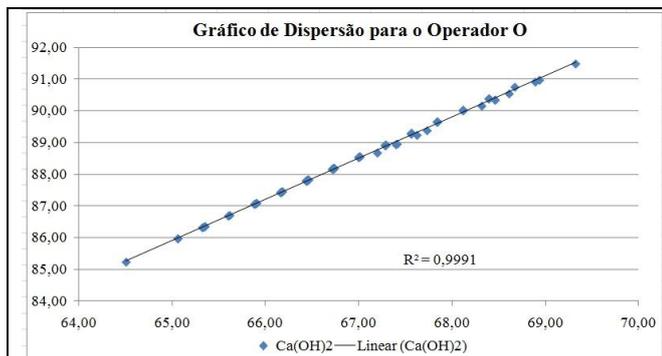


Figura 7 – Gráfico de dispersão para o Operador O

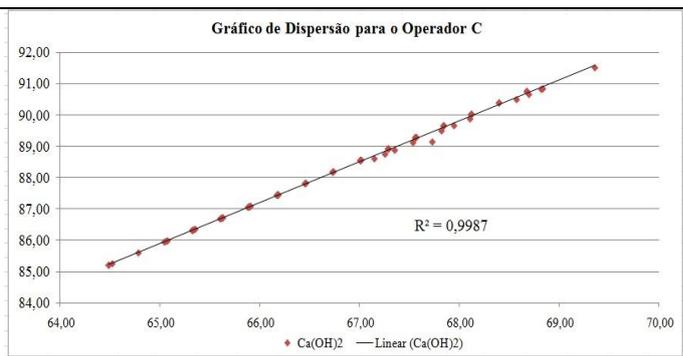


Figura 8 – Gráfico de dispersão para o Operador C

As correlações encontradas são praticamente perfeitas, onde o R^2 encontrado é praticamente 1 para ambos os operadores. Isso remete que a qualidade da cal recebida está fortemente atrelada com o produto final, no caso o Ca(OH)_2 , dessa forma a empresa deve focar na melhoria da qualidade de seus insumos.

5.6. Gráficos de controle

Para analisar como o processo está em relação ao controle estatístico do processo, propõe a adoção dos gráficos de controle. Esses estudam o comportamento dos dados em torno do valor médio do característico da qualidade, sendo delimitado pelo limite superior de controle (LSC) e limite inferior de controle (LIC). Para a concentração do Ca(OH)_2 foram construídos os gráficos de controle para cada operador, conforme as Figuras 9, 10, 11 e 12 á seguir.

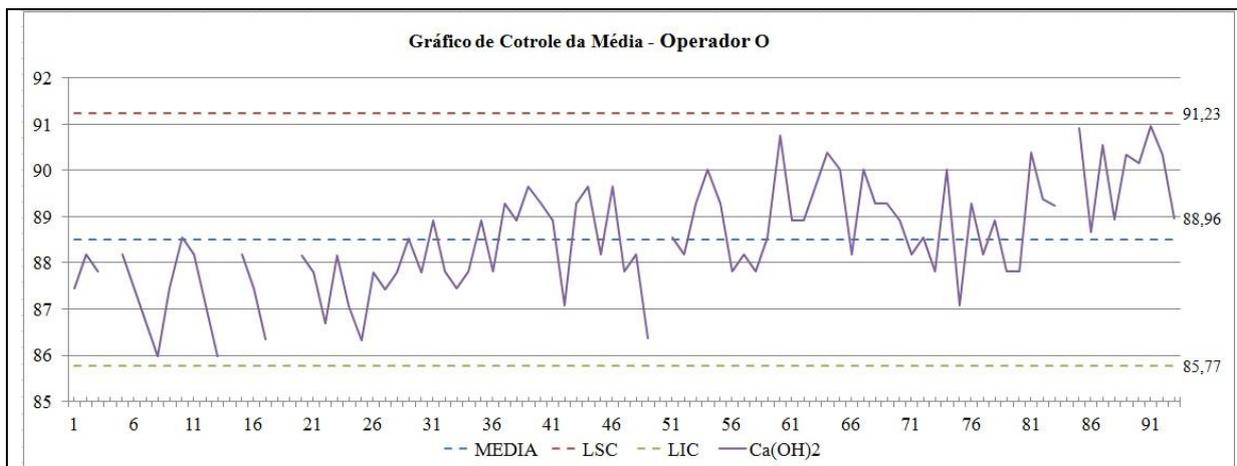


Figura 9 – Gráfico de controle da média - Operador O

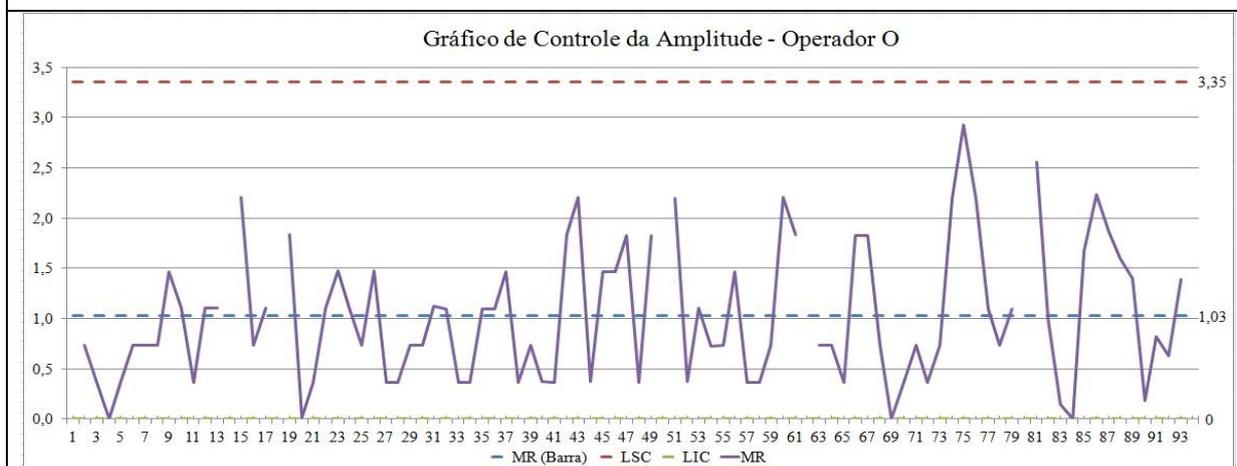


Figura 10 – Gráfico de controle da amplitude - Operador O

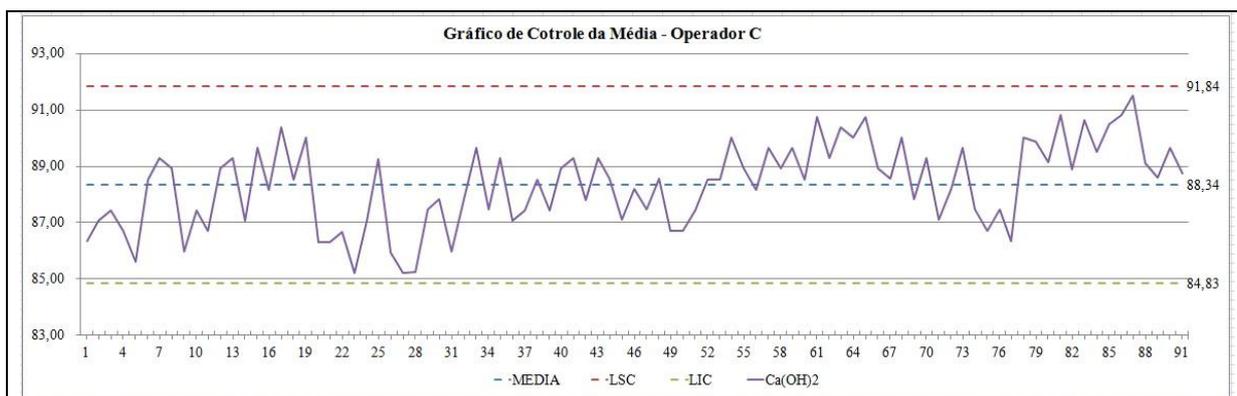
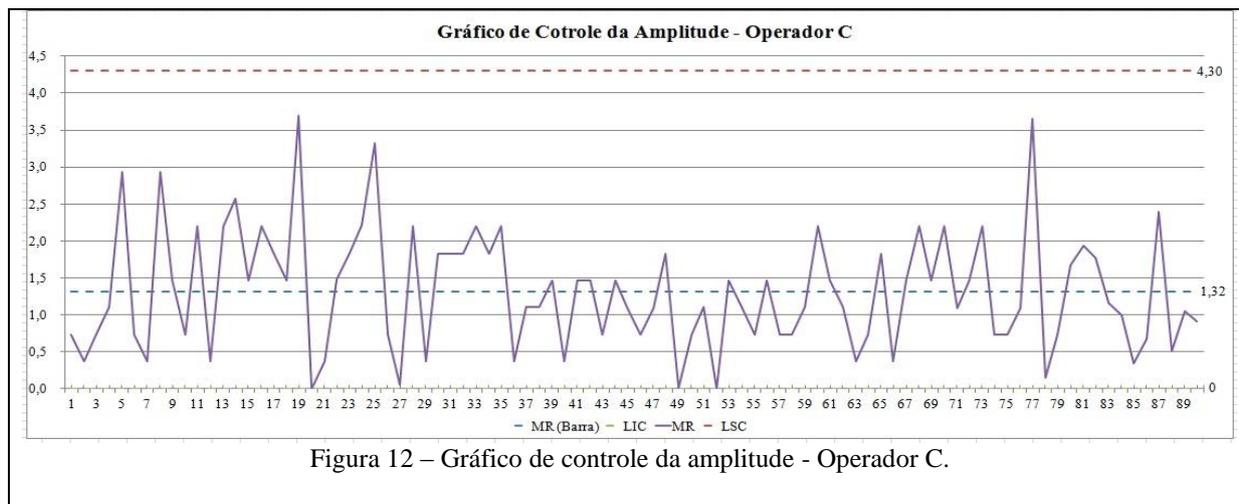


Figura 11 – Gráfico de controle da média - Operador C



Percebe-se que as variações em torno da média para o operador O é menor se comparados com o operador C. O gráfico de controle para as médias mostra limites de controle bem parecidos, porém se comparados os limites encontrados com a amplitude percebe diferença entre eles. Os limites para o operador C são menores que para o operador O, porém a variação é muito pequena.

Para construir gráfico de controle para o operador O, foi necessário excluir alguns dados que estavam fora dos limites encontrados, já para o operador C, isso não foi necessário. Recomenda-se que seja realizado um monitoramento maior com relação ao operador O, pois os dados do mesmo mostrou-se com maior variação.

6. Considerações finais

Com esta pequena descrição é possível notar que todas as ferramentas são de grande utilidade no tratamento de dados de processo e, por consequência, no controle da qualidade.

As ferramentas são complementares entre si e, quando usadas em conjunto, permitem uma determinação mais apurada das causas de problemas ou efeitos encontrados. É de grande utilidade para o administrador do sistema da qualidade ou para os envolvidos na solução de problemas, auxiliando-os a obter resultados mais eficazes.

Para o processo foco desse estudo, recomenda-se a utilização das ferramentas com a finalidade buscar a melhoria do processo e a qualidade do produto, que busca a maior concentração do Ca(OH)_2 . O controle permanente do processo deve também ser seguindo por medidas de seleção de fornecedores de insumos, sendo esse um dos principais gargalos do processo.

A empresa deve buscar uma verticalização no sentido dos fornecedores, com a finalidade de ajudá-los a buscar melhores tecnologias de processo, melhor seleção de matéria prima (calcário) e combustível para a obtenção da cal, para dessa forma conseguir agregar valor ao produto final.

A implantação das ferramentas da qualidade na busca de melhorias contínua, devem abranger o máximo possível todo o processo para alcançar a o objetivo fim.

Referências

- CARVALHO, M. M.** *Histórico da gestão da qualidade*. In: Paladini, E.; Bouer, G.; Ferreira, J.; Miguel, P.; Samohyl, R.; Rotondaro, R. *Gestão da qualidade: teoria e casos*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. cap. 1, p. 1-24.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.** *Metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R.** *Controle estatístico de qualidade*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- INMETRO.** Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/calHidratada.asp>> Acesso em 10 maio 2011.
- MARSHALL JR et al.** *Gestão da qualidade*. 10. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2010.
- OAKLAND, J.** *Gerenciamento da qualidade total*. São Paulo: Nobel, 1994.
- OLIVEIRA, S. L. de.** *Metodologia científica aplicada ao direito*. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2002.
- PALADINI, E. P.** *Avaliação estratégica da qualidade*. São Paulo: Atlas, 2002.
- PARANHOS FILHO, M.** *Gestão da produção industrial*. Curitiba: Ibpex, 2007.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.** *Administração da produção*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- VIEIRA, S.** *Estatística para a qualidade*. Rio de Janeiro: Campus, 1999.
- WERKEMA, M. C. C.** *As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.
- YIN, R. K.** *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.