

Aplicação do controle estatístico no processo de fusão metálica em uma indústria metalúrgica de grande porte

José Luís Silva de Andrade (UNIARA) jsilvaandrade@uol.com.br

Fernando Hagihara Borges (UNIARA) fhborges@uniara.com.br

Resumo:

O cenário econômico atual têm demandado ações organizacionais que visem ao controle sistemático da eficiência de alocação dos recursos produtivos. O Controle Estatístico de Processos (CEP) é uma ferramenta com base em conceitos e técnicas da estatística e da engenharia de produção que auxilia no controle da qualidade nas etapas de um processo, particularmente um processo de produção repetitivo. É a redução sistemática da variabilidade nas características-chave do produto, fornecendo as ferramentas necessárias para avaliação e melhoria de processos, produtos e serviços de forma robusta e abrangente. O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma aplicação do CEP dentro do processo de fusão metálica em forno cubilo em uma indústria metalúrgica de grande porte. Os resultados encontrados apontam para melhorias significativas com relação à minimização da variabilidade do processo, mantendo a estabilidade da utilização das matérias-primas envolvidas, como também interessantes impactos positivos na estrutura de custos da organização estudada.

Palavras chave: Controle Estatístico de Processos, Variabilidade, Processos.

Statistical control application in the process of melting metal on a large metallurgical industry

Abstract

The current economic conditions have required organizational actions aimed at the systematic control of allocation efficiency of productive resources. The Statistical Process Control (SPC) is a tool based on concepts and techniques of statistics and production engineering that aids in quality control in the steps of a process, particularly a repetitive production process. It is the systematic reduction of variability in the product key features, providing the necessary tools for assessment and improvement of processes, products and services robustly and comprehensively. This study aims to present an application of the CEP in the metal melting process in cupola furnace in a large metallurgical industry. The results point to significant improvements with respect to minimizing process variability while maintaining the stability of the use of raw materials involved, as well as interesting positive impact on the organization studied the cost structure.

Key-words: Statistical Process Control, Variability, Processes.

1. Introdução

O Controle da Qualidade tem sido uma medida adotada pelas organizações com o objetivo de definir e monitorar a padronização de produtos e processos, tendo como essência, elevar o grau de satisfação do consumidor, acionistas, funcionários e fornecedores (CAMPOS, 2004).

Para tanto, Werkema (2006) observa a utilização da inspeção a fim de medir e comparar o que foi produzido, com padrões previamente estabelecidos. Diante disso, o diagnóstico de possíveis não conformidades possibilita a identificação de causas e o desenvolvimento de ações corretivas e, por fim, a atualização necessária dos padrões de produto e/ou processo. Dentro deste contexto, esta autora salienta que os gráficos de controle, apesar de sua

simplicidade, se tornaram ferramentas fundamentais para auxiliar o monitoramento do processo produtivo, apontando a ocorrência ou tendência à falta de controle, ou seja, se está ou não sob efeito de causas especiais, contribuindo para melhoria do processo, consequentemente aumentando a produtividade à medida que elevam o percentual de produtos que satisfaçam as exigências, reduzindo indicadores de retrabalho, diminuindo desperdícios e, consequentemente, melhorando a eficiência da alocação dos recursos.

Dentro desta perspectiva, torna-se essencial o desenvolvimento dos conceitos relacionados ao Controle Estatístico do Processo (CEP) que, na visão de Montgomery (2004) é a redução sistemática da variabilidade nas características-chave do produto, fornecendo as ferramentas necessárias para avaliação e melhoria de processos, produtos e serviços de forma robusta e abrangente.

Nas ultimas duas décadas, o cenário competitivo brasileiro foi alterado em função da exposição dos consumidores a produtos de melhor qualidade e menor custo.

Além de investimentos em novas tecnologias e modernização do parque industrial, para Nomelini, Ferreira e Oliveira (2009), a competitividade dos produtos brasileiros está ligada ao aumento da produtividade com uso de ferramentas estatísticas de controle de processo (CEP).

De acordo com Nomelini, Ferreira e Oliveira (2009), para atender a nova demanda pela qualidade as empresas tiveram que passar por um upgrade tecnológico e treinamentos em ferramentas estatísticas que confeririam ao passar dos anos a qualidade aos produtos e os processo fabris.

Sendo assim, as organizações nacionais começaram a se fortalecer em qualidade, fazendo o uso das ferramentas estatísticas como o "CEP". Segundo Bittencourt, Miorando e Rossini (2014), um processo deve ser estável e replicável, para produzir um produto de qualidade, devendo variar o mínimo possível em torno das dimensões nominais, determinadas em projeto, como características de qualidade de um produto.

É evidente, desta forma, a grande importância da aplicação destas ferramentas nas empresas industriais que pretendem reduzir os indicadores de não conformidades de processos e produtos, evitando, assim, aplicações desnecessárias de recursos, corrigindo possíveis origens de ineficiências produtivas.

Diante desta perspectiva, o presente trabalho tem por objetivo apresentar uma aplicação do CEP dentro do processo de fusão metálica em forno cubilô em uma indústria metalúrgica de grande porte. Esta pesquisa caracteriza-se pelo estudo de caso de caráter exploratório descritivo.

2. Referencial Teórico

2.1 Controle da qualidade total

Campos (2004) assevera que o objetivo central de uma empresa (sua sobrevivência por meio do atendimento e satisfação das necessidades dos cliente) pode ser atingido através do Controle da Qualidade Total (TQC) que, segundo o mesmo autor, pode ser definido como um sistema administrativo gerencial, baseado na participação de todos os setores de uma empresa e de todos os colaboradores, no estudo e na condução do controle da qualidade.

Tal definição é corroborada pelo trabalho de Werkema (2006) que complementa esta definição, argumentando que o núcleo do TQC é o controle da qualidade que, por sua vez poderia ser definido como um sistema de técnicas que permitem a produção econômica de bens e serviços que satisfaçam às necessidades do consumidor.

Campos (2004) e Werkema (2006) observam que para a prática do TQC é necessário ter a

dimensão correta do conceito de qualidade que, segundo eles, pode ser definido como um produto/serviço que atende perfeitamente, de forma confiável, acessível, segura e dentro do tempo correto às necessidades dos clientes.

Para Carpinetti (2012), a qualidade total abrange todas as dimensões que afetam a satisfação das necessidades das pessoas e, por conseguinte, a sobrevivência das organizações no longo prazo. Estas dimensões estão listadas a seguir:

- Qualidade: dimensão ligada à satisfação do cliente, sendo mensurada através das características intrínsecas da qualidade dos produtos ou serviços (ausência de defeitos e/ou características que irão desagradar os consumidores);
- Custo: nessa dimensão, o preço do bem ou serviço é importante, pois ele deve refletir qualidade. O custo resulta do projeto, fabricação e desempenho do produto;
- Entrega: avalia as condições de entrega dos produtos e serviços. A entrega deve acontecer no tempo e local corretos, nas quantidades e especificações do pedido;
- Moral: essa dimensão avalia o nível médio de satisfação dos funcionários;
- Segurança: essa dimensão avalia a segurança dos empregados e dos usuários dos produtos.

Desta forma, segundo Campos (2004), se o objetivo é atingir a Qualidade Total, torna-se essencial a mensuração dos resultados para saber se os objetivos de desempenho dos processos produtivos, das pessoas e também dos produtos, atendem aos requisitos exigidos para o sucesso da organização.

2.2 Controle do processo

Os processos podem ser definidos como fluxos de trabalhos de uma empresa, seja fábrica ou prestadora de serviços. Sabe-se que de uma forma geral qualquer organização inicia seus processos de entrada com as informações de entrada dos clientes (especificações, prazos, desejos) e termina com as saídas (produtos concluídos: produtos ou serviços fabricados/prestados de acordo com as necessidades dos clientes). Deve-se controlar o processo de produção, porque, é nessa fase que são apresentados os produtos defeituosos que fogem dos padrões desejados de fabricação (LOPES, 2007).

Segundo este autor, são diversas as causas que afetam o processo de produção acarretando em produtos fora do padrão, tais como, variação dos materiais, nas condições do equipamento, mão de obra, entre outros.

2.3 Controle estatístico de processos (CEP)

Para Werkema (2006), o controle estatístico de processos é uma ferramenta com base em conceitos e técnicas da estatística e da engenharia de produção que auxilia no controle da qualidade nas etapas de um processo, particularmente um processo de produção repetitivo. É uma metodologia preventiva que visa a comparação dos resultados com um padrão já existente e, a partir de técnicas estatísticas, eliminar ou controlar certas variações. Assim, o CEP visa garantir a estabilidade e a melhoria contínua do processo de produção, ou seja, visa ao controle e à melhoria do processo, envolvendo as seguintes fases:

- Definição de um padrão a ser atingido para o produto e padronização do processo;
- Inspeção: medir o que foi produzido e comparar com o padrão;
- Diagnóstico das não conformidades: descrição dos desvios entre o que foi produzido e padrão;
- Identificação das causas de não conformidades;

- Eliminação corretiva das causas;
- Atualização, se necessário, dos padrões do produto e/ou processo.

Para Nomellini, Ferreira e Oliveira (2009), o CEP é uma ferramenta de fácil aplicação, que tem sua efetividade testemunhada por uma repetição fisicamente estabelecida nas indústrias por todo o mundo. Por meio desta aplicação, consegue-se o controle das características significativas do produto e do processo, garantindo, em tempo real, níveis de qualidade a custos suportáveis pelo mercado.

Os autores acima destacam, ainda, que o CEP possui dentre seus principais instrumentos para monitoramento dos processos, os gráficos de controle, diagramas de causa e efeito, folhas de verificação, indicadores de capacidade do processo, diagrama de causa e efeito, diagrama de correlação, diagrama de Pareto, histogramas, entre outros.

2.3.1 Gráficos de Controle

Nomellini (2007) observa que as cartas ou gráficos de controle foram inicialmente apresentadas pelo Dr. Walter Shewhart, como um método para a análise e ajuste das variações de um processo em função do tempo.

O objetivo principal dos gráficos de controle é indicar quando os processos de produção podem sofrer alterações e o quanto essas mudanças podem afetar a qualidade do produto (GAITHER; FRAIZER, 2001).

Para Montgomery (2004), os gráficos de controle detectam variações naturais do processo, que é fruto, por sua vez, de pequenas perturbações ou causas aleatórias e na presença destas, o processo pode ser considerado sob controle estatístico. Podem, também, serem identificadas perturbações maiores, chamadas de causas especiais, que têm o efeito de deslocar a distribuição da variável aleatória X (tirando sua média do alvo) e/ou aumentar sua dispersão, denotando-se, neste caso, ambiente fora do controle estatístico.

Para Samohyl (2009), os gráficos de controle são elementos visuais para o monitoramento de características dos produtos e processos. Estes gráficos possuem faixas estatísticas denominadas de limites de controle, possuindo uma faixa superior, uma média e uma inferior.

O objetivo desses gráficos é verificar se o processo encontra-se sob controle, ou seja, se não possui causas especiais. No entanto, se uma causa especial for detectada, a correção direta ou a sua compensação com outras variáveis são efetivadas.

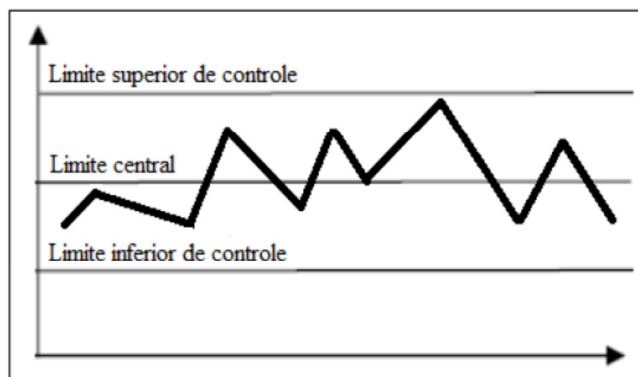


Figura 1 – Representação dos Gráficos de Controle
Fonte: Adaptado de Werkema (2006).

Segundo Werkema (2006), existem dois tipos básicos de gráfico de controle:

- Gráficos de variáveis;
- Gráficos de atributos.

Gráficos de variáveis: são utilizados quando a característica analisada pode ser representada por unidades quantitativas de medida, ou seja, por um número pelo conjunto dos números reais (peso, altura, comprimento, dureza, rugosidade, superficial, pH, etc.).

Gráfico de atributos: em certos casos, as características da qualidade não podem ser medidas numericamente, mas podem ser representadas pela presença ou ausência de um atributo (conforme ou não conforme; passa ou não passa; etc.).

De acordo com Werkema (2006), os principais gráficos de atributos são:

- Gráficos de p: para controle da proporção, porcentagem ou partes por milhão de unidades não conformes em cada amostra;
- Gráficos de np: para o controle do número de unidades não conformes por amostra;
- Gráficos de c: para o controle de não conformidades por amostra;
- Gráficos de u: para o controle do número de não conformidades por unidade do produto.

Segundo Montgomery (2004), quando se utilizam os gráficos de controle para monitorar uma característica de qualidade que pode ser expressa como uma medida, é costume monitorar tanto o valor médio da característica da qualidade, como sua variabilidade. O controle sobre a qualidade média é exercido pelo gráfico de controle para médias, chamado gráfico $\bar{X}$. A variabilidade do processo pode ser controlada pelo gráfico da amplitude, gráfico R.

2.3.2 Gráficos $\bar{X}$ e R

São gráficos de análise e ajuste da variação de um processo em função do tempo, através de duas características básicas: sua centralização e sua dispersão. A centralização pode ser verificada através da média do processo e a dispersão estimada através do desvio-padrão ou da amplitude dos dados (SAYMOHIL, 2009).

O gráfico de controle, mais utilizado atualmente, é o gráfico $\bar{X}$ para variáveis mensuráveis. Sua aplicação tem sido apresentada, em muitos trabalhos, como uma ferramenta eficaz para monitoramento de processos e melhorias persistentes de resultados.

Já o gráfico R (gráficos de amplitudes) é bastante utilizado quando se pretende monitorar diretamente a variabilidade do processo. Segundo Samohyl (2009), cabe salientar que processos que apresentam alta variabilidade contribuem para possíveis quedas de desempenho nos quesitos associados à qualidade dos produtos/serviços.

Para os cálculos dos limites de controle desses tipos de gráficos é necessário coletar 20 ou 25 amostras (subgrupos) de 4 ou 5 itens, respectivamente. A partir dos dados coletados, calculam-se a média e a amplitude de cada amostra e, posteriormente, calcula-se a média das médias amostrais e a média das amplitudes (WERKEMA, 2006).

De acordo com Werkema (2006), os limites de controle para o gráfico das médias são:

$$LSC = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \quad (1)$$

$$LC = \bar{\bar{X}} \quad (2)$$

$$LIC = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \quad (3)$$

E os limites para o gráfico das amplitudes são:

$$LSC = D_4 \bar{R} \quad (4)$$

$$LC = \bar{R} \quad (5)$$

$$LIC = D_3 \bar{R} \quad (6)$$

Onde:

- LSC = limite superior de controle
- LC = limite central
- LIC = limite inferior de controle

Os valores A_2 , D_4 e D_3 são valores tabelados.

3. Procedimentos metodológicos

Do ponto de vista dos objetivos e finalidade este estudo trata-se de uma pesquisa descritiva, pois ocorre um levantamento de dados e o porquê destes dados, além de ter a descrição como uma das características de determinado fenômeno, também é de cunho bibliográfico e documental. Quanto à análise dos dados, trata-se de uma pesquisa qualitativa. Dalfovo, Lana e Silveira, (2008, p.9) referem-se a esse tipo de pesquisa como “aquela que trabalha predominantemente com dados qualitativos, isto é, a informação coletada pelo pesquisador não é expressa em números, ou então os números e as conclusões neles baseadas representam um papel menor na análise.”

A técnica aplicada é de estudo de caso, que conforme Yin (2003, p. 32) é um meio de organizar os dados, resguardando do objeto estudado o seu caráter unitário. Considera a unidade como um todo, incluindo o seu desenvolvimento e representa uma investigação empírica de um método abrangente, com lógica no planejamento, na coleta e da análise de dados. Inclui tanto estudos de caso único quanto de múltiplos, bem como abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa, “[...] é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos.”

Do ponto de vista dos instrumentos de coleta de dados ou quanto à abordagem temporal trata-se de corte transversal, já que os dados coletados cobrem determinado momento no tempo. Na definição de Coelho e Silva (2007, p. 144-5) “é uma metodologia positivista projetada para obter informações sobre variáveis em diferentes contextos, mas simultaneamente. É um instantâneo de uma situação em andamento.”

3.1 Procedimentos operacionais

O objeto de estudo deste trabalho é uma indústria metalúrgica de grande porte, que produz peças e componentes para o setor automotivo. Conta com 72 anos de atividade, com um quadro de 650 funcionários e é especializada, na produção de peças em material de ferro fundido, em estado bruto de fusão e usinados. Os produtos fabricados pela organização são resultantes de vários processos que fazem parte de uma grande estrutura de transformação. Envolvem a fundição de peças em desuso, ferro gusa e aço que, por sua vez, se desdobram em diversas etapas produtivas que congregam a mão de obra de múltiplas equipes de operadores.

O controle das variáveis no processo de produção, de modo a torna-los mais estáveis, tem sido um dos grandes desafios da organização. Devido à incidência de entradas múltiplas de diversas matérias-primas (variáveis), surge a preocupação em se controlar a saída do metal líquido, realizando as devidas correções (quando necessárias) com aditivos, antes do mesmo ser autorizado para o uso efetivo. Desta forma, o intuito é de se ter um processo de utilização do metal em estado líquido da maneira mais adequada, minimizando possíveis distorções (variações) nos resultados finais da produção (não conformidades), diminuindo descartes e

retrabalho. O cenário econômico pouco favorável demandou este tipo de procedimento voltado à gestão da variabilidade dos processos produtivos, pelos entraves logísticos e financeiros gerados por problemas de utilização da matéria-prima.

O processo analisado é o de fusão metálica realizada em um forno cubilo a coque de petróleo, que abastece duas linhas de produção da planta industrial, através de um canal duplex com capacidade de 20 toneladas. Os procedimentos referentes à coleta de dados serão apresentados na próxima seção.

4. Estudo de caso

4.1 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada durante o primeiro semestre de 2015, através de relatórios emitidos pelo sistema de informação integrado que obtenha os dados emitidos por um espectrômetro de emissão óptica que orienta o processo de fusão e realiza a análise de moedas de metal (amostras) em intervalos sistemáticos de 30 minutos.

Este processo é composto por um forno de fusão (cubilo) a coque de petróleo com 15 metros de altura, um forno de espera duplex (forno holding) com capacidade de 20 toneladas e dois fornos vazadores automáticos com capacidade de 1,5 toneladas, conforme figura 2.

Após a análise da amostra do metal, os resultados obtidos na composição química foram registrados em cartas de controle diárias, que serviam de base de dados para a aplicação do ferramental estatístico, visando a detecção de possíveis variações e suas possíveis causas.

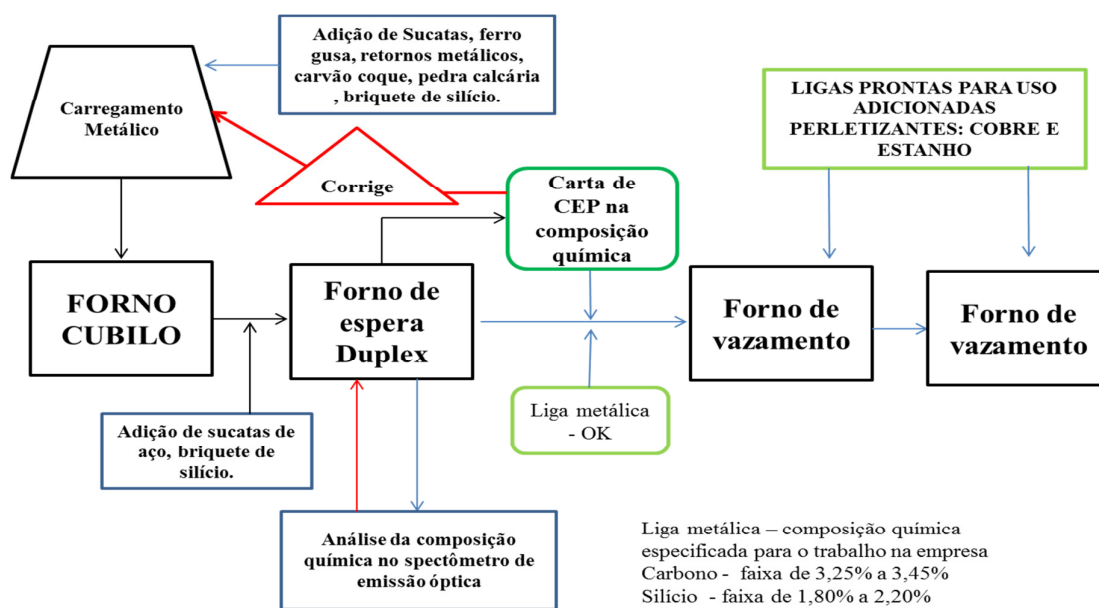


Figura 2 – Mapa do processo da área de fusão e vazamento

Fonte: próprio autor.

A figura 2 apresenta de forma esquemática o mapa do processo da área de fusão que se inicia com o carregamento metálico (com as respectivas adições destacadas), enviado para o forno cubilo que processa o carregamento da matéria-prima e envia para o forno duplex (espera) onde a liga metálica fica armazenada em estado líquido. Nesta fase, ocorre a análise da composição química pelo espectômetro de emissão óptica e, através dos resultados oriundos desta análise, os dados são tabulados e tabulados nas cartas de controle, fornecendo subsídios

para correções já na fase de carregamento metálico e também durante o processo de ativação do forno cubilo com adições de suplementos que corrijam as variabilidades detectadas.

Após a correção e a validação do material armazenado no forno duplex, as ligas são liberadas para armazenadas nos fornos apropriados e liberadas para uso.

As causas das variações encontradas durante o mapeamento realizado acima estavam relacionadas com o fornecimento variado de metal e outras matérias-primas, oriundas de diversos fornecedores diferentes e, consequentemente com variações significativas em suas composições químicas. Desta forma, tornou-se essencial o estudo destas variações para que as devidas correções fossem realizadas em tempo real, diminuindo desperdícios e, para que futuros estudos fossem desenvolvidos na identificação dos melhores fornecedores, aqueles que abasteciam a fábrica com os componentes de melhor composição química diante das especificações requeridas para o processo.

4.2 Análise dos dados coletados

A medição dos valores obtidos da composição química realizada a cada 30 minutos, foi diariamente tabulada e organizada em uma carta de controle. Os resultados, por sua vez, foram plotados em gráficos de histogramas e depois analisados pelos forneiros e equipe de chefia da produção e processo de fábrica.

A figura 3 apresenta, a seguir, o mapa do processo com os devidos pontos de correção antes que o metal em estado líquido seja liberado para os fornos de vazamento.

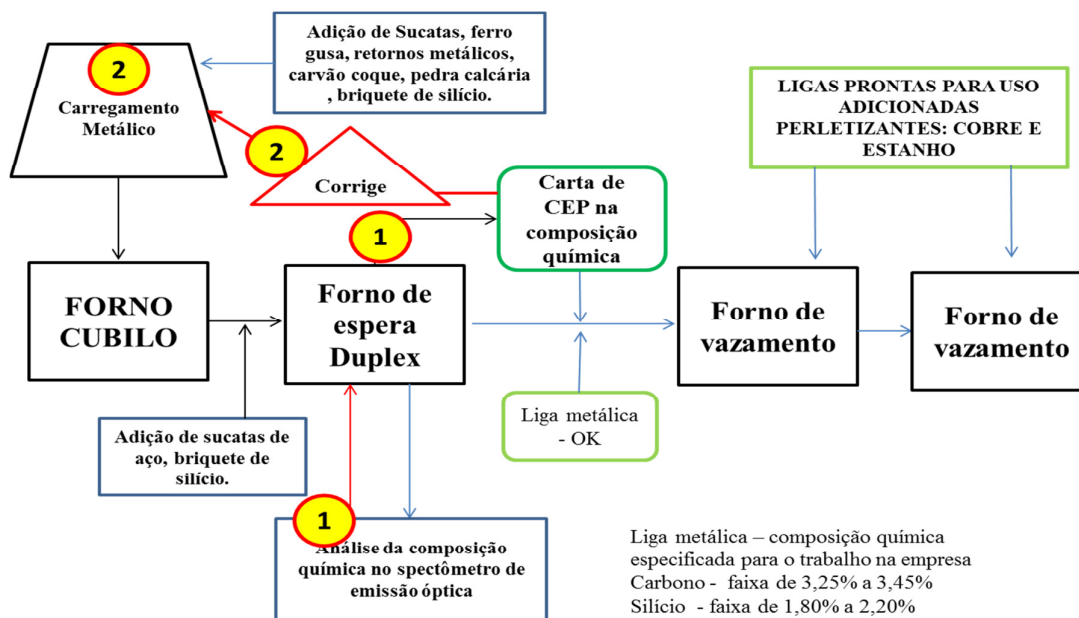


Figura 3 – Mapa do controle das correções do processo da área de fusão e vazamento
Fonte: próprio autor.

Baseada neste fluxo, o processo foi acompanhado durante três meses, com as composições apresentadas e analisadas segundo o preenchimento das cartas de controle, com limites de controle pré-definidos em acordância com as normas da empresa e de seus clientes, que seguem as referências das normas internacionais de materiais. Posteriormente, os dados foram plotados em gráficos de tendência e de histograma.

A fusão em forno cubilo envolve um sistema que se interliga com um forno de espera de

canal duplex, se tratando de um processo de fusão em fluxo contínuo que, a cada 60 minutos libera uma carga de aproximadamente 9 toneladas de metal líquido para o forno de espera. Foi detectado que o metal em espera obtinha variabilidade em sua composição química e, desta forma tratou-se de identificar a causa raiz desta variação.

As análises realizadas durante o período do referido estudo (março a maio de 2015) possibilitaram o tratamento das causas comuns e especiais em suas respectivas fontes. No caso de variação de matéria prima, que repercutiu na variação do elemento silício, foi adicionado uma quantidade maior deste aditivo no carregamento de carga metálica passando, por exemplo, de 2 para 4 Kg, minimizando assim, a variação do silício no metal líquido liberado após a fusão na próxima hora.

No figura 3, apresenta-se a plotagem em gráfico de histograma, com os valores percentuais encontrados na composição química no período anterior às correções. Desta forma, tem-se os valores de um processo ainda não estabilizado.

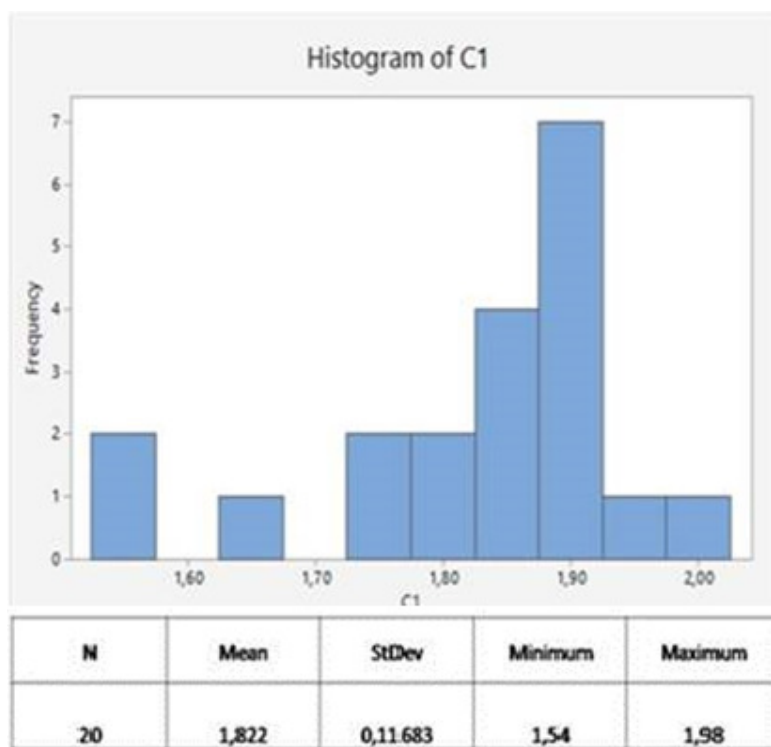


Figura 4 – Histograma – composição química fora dos padrões
Fonte: próprio autor.

Pode-se observar que o processo demonstrado na figura anterior apresenta uma concentração do elemento Silício variando abaixo dos limites inferior e máximo que a fábrica havia estabelecido como norma padrão que seriam valores entre 1,80% a 2,20%.

Diante da estabilização do processo através das correções sugeridas na figura 3, pôde-se alcançar resultados de composição química que colocaram o processo de fusão em uma normalidade, atingindo os patamares padrões requeridos para a utilização da liga metálica.

A figura 5 apresenta os dados tabulados e plotados em gráfico de histograma, perante o qual pode-se verificar a estabilização do processo e a obtenção de níveis satisfatórios de desempenho na composição química da liga metálica que, assim, pôde ser validada e autorizada para encaminhamento para os fornos de vazamento.

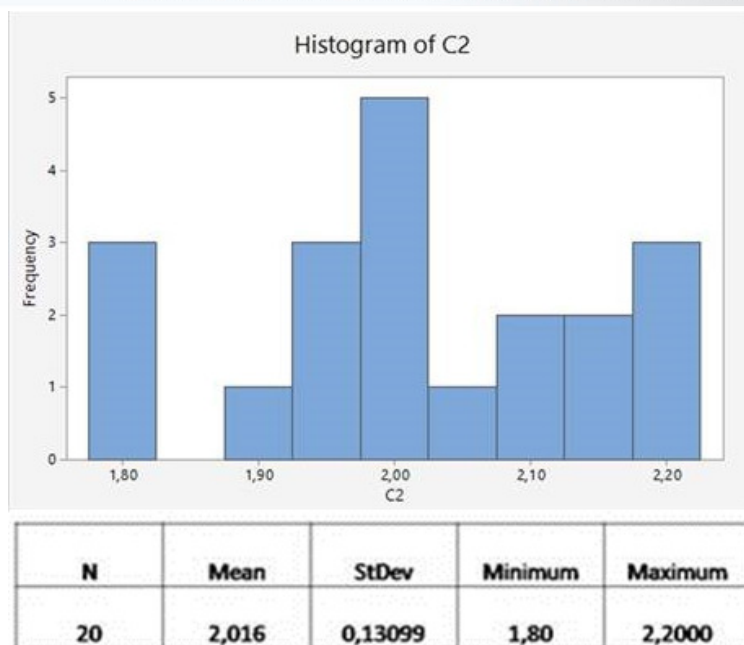


Figura 4 – Histograma – composição química fora dos padrões
Fonte: próprio autor.

Com a estabilização do processo, pôde ser mensurada a economia gerada pela redução das variações na composição química do metal liberado pelo processo no forno cubilo. Como exemplo, em 16 horas de trabalho, compreendendo dois turnos de produção, foram analisadas 40 amostras de moedas metálicas coquilhadas, verificando uma variação química muito pequena e dentro de um limite aceitável de 5 amostras em 40, ou seja 12,5%, contra um histórico de 35% em períodos anteriores.

A estabilização do processo proporcionou, assim, ganhos substanciais em eficiência produtiva, pois o fluxo pôde ser controlado à medida em que se desenvolvia, diminuindo descartes, potencializando a utilização da matéria-prima e, também forneceu subsídios para a escolha dos melhores fornecedores, podendo direcionar, assim, as compras de metais com composições químicas mais adequadas e, que poderiam proporcionar ao processo maior estabilidade, diminuindo, a cada período, as intervenções processuais.

5. Considerações finais

O controle da variabilidade dos processos tem sido perseguido por muitas organizações, como uma forma de melhoria contínua de desempenho. Essa busca sinaliza a intenção em se redefinir periodicamente as métricas relacionadas ao contexto do controle da qualidade à medida em que avança na abordagem dos controles internos que possam diminuir redundâncias e potencializar a melhoria da alocação dos recursos produtivos.

O CEP, dentro desta perspectiva, mostrou-se uma ferramenta poderosa no presente estudo, pois possibilitou a correção da variabilidade na composição química em tempo real, diminuindo, assim, possibilidades de erros no final do processo de produção, fazendo com que o produto relacionado ao processo estudado fosse validado através de análise amostral que, depois das intervenções adequadas, apresentou variação estatística aceitável, dentro dos padrões estabelecidos pela organização.

Cabe salientar, que o uso do controle estatístico viabiliza, assim a observação sistemática da aplicação dos padrões estabelecidos em projeto ou normatizados, colocando a organização em

linha com as necessidades impostas pelos clientes e pelo mercado. Tão importante quando os resultados obtidos é a continuidade deste tipo de trabalho para todos os outros setores da empresa, subsidiando, estatisticamente, os tomadores de decisão.

Referências

BITTENCOURT, D.S; MIORANDO,R; ROSSINI,K. *Análise de controle estatístico em um processo petroquímico.* Departamento de Engenharia de produção e Transporte da UFRGS.000937304.PDF.acesso em 10 /05/2015.

CAMPOS, V. F. *TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo Japonês).* Rio de Janeiro: Bloch Ed, 2004.

CARPINETTI, L. C.R. *Gestão da Qualidade.* 1. ed. São Paulo: Atlas, 2012

COELHO, P. S.; SILVA, R. N. S. da. *Um Estudo Exploratório sobre as Metodologias Empregadas em Pesquisas na Área de Contabilidade no EnANPAD.* Revista Contemporânea de Contabilidade, Florianópolis, ano 04, v.1, n. 8, p. 139-59 Jul./Dez., 2007. Disponível em: <
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/contabilidade/article/view/5056>>. Acesso em: 29 jan. 2016.

DALFOVO, M. S.; LANA, R. A.; SILVEIRA, A. *Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico.* Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.2, n.4, p.01- 13, Sem II. 2008. Disponível em:<
http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/metodos_quantitativos_e_qualitativos_um_resgate_teorico.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2016.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. *Administração da produção e operações.* 8.ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

LOPES, L. F. D. *Controle Estatístico de Processo.* Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

MONTGOMERY, D. *Introdução ao controle estatístico da qualidade.* 4º ed..LTC- Livros Técnicos Científicos, 2004.

NOMELINI, Q.S.S; FERREIRA, E.B; OLIVEIRA, Marcelo. S. et al. *Estudos dos padrões de não aleatoriedade dos gráficos de controle de Shewhart: um enfoque probabilístico.* Revista Gestão da Produção. São Carlos , v 16, n.3,p. 414- 421, Julho – Setembro (2009).

SAMOHYL, W. *Controle estatístico da qualidade.* 5º ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009

WERKEMA, M.C.C. *Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos.* Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 2006.

YIN, R. *Estudo de caso: planejamento e métodos.* 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.