

USO DA ETAPA PLAN DO PDCA E ALGUMAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA CIMENTEIRA

Eliane Mística Nogueira Carvalho¹
Roldão Roosevelt Urzêdo de Queiroz²
Elisa Cristina Gonçalves Tavares³

RESUMO

A crescente competitividade acrescida do nivelamento tecnológico vem determinando o ritmo do ambiente empresarial, forçando as organizações a tornarem-se cada vez mais flexíveis e resilientes. Neste âmbito, contempla-se o uso das ferramentas Gráfico de Pareto e Estratificação, utilizadas como suporte ao método PDCA que se destacam dentre muitas práticas. Este estudo de caso teve como objetivo analisar o processo de moagem de uma cimenteira da região de Carandaí, com a finalidade de buscar soluções viáveis para reduzir problemas durante o processo. O embasamento teórico fundamentou-se em um estudo acerca da aplicação do método PDCA e das ferramentas da qualidade. Como resultado, constatou-se que a teoria, quando aplicada com coerência, torna-se eficiente no apoio para um gerenciamento de qualidade e na busca pela melhoria contínua. A conclusão permite escrever que é de extrema importância o uso de ferramentas para gerenciamento e controle do processo produtivo, com vistas à melhoria contínua do sistema.

Palavras-chave: Cimenteira, moagem, PDCA, qualidade, gerenciamento e controle.

ABSTRACT

Growing increased competitiveness of technological leveling has determined the pace of the business environment, forcing organizations to become increasingly flexible and resilient. In this context, includes the use of tools Pareto chart and stratification, used as support PDCA method that stand out among many practices. This case study aimed to analyze the grinding process of a cement Carandaí the region, in order to seek viable solutions to reduce problems during the process. The theoretical foundation ground themselves in a study on the application of PDCA method and quality tools. As a result, it was found that the theory, when applied consistently becomes effective in support for quality management and the search for continuous improvement. The conclusion allows you to write that it is extremely important to use tools for managing and controlling the production process, with a view to continuous improvement system.

Keywords: cement, grinding, PDCA, quality, management and control.

¹ Graduação em Engenharia de Produção pela Faculdade Santa Rita – FaSaR - elianecarvalho891@hotmail.com

² Doutorado em Química pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – roldaoqueiroz@hotmail.com

³ Mestrado em Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável pela Universidade Federal de São João Del Rei – UFSJ – elisa_cgt@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

No atual contexto mundial, em que os clientes estão cada vez mais exigentes e a concorrência cada vez mais acirrada, é crucial que as empresas busquem sempre a qualidade e a melhoria contínua para sobreviverem nesse cenário.

Carpinetti (2012) relata que, a partir da década de 50, a qualidade deixou de ser relacionada somente à perfeição técnica do produto, mas também à adequação ao uso. Essa evolução relacionada ao conceito de qualidade levou a um cenário em que os consumidores tornaram-se cada vez mais meticolosos em relação aos produtos e serviços oferecidos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Sistema de moagem

De acordo Chaves e Peres (2006), a moagem pode ocorrer de duas formas: **via úmida**: é normalmente utilizada em tratamento de minérios; **via seca**: somente é utilizado quando há algum impedimento para usar o processo via úmida como, por exemplo, em casos de escassez de água, ou quando o material a ser moído sofre reações em contato com a água, como é o caso do clínquer de cimento, da cal virgem ou de materiais solúveis em sal.

2.2. Qualidade

De acordo com Lucinda (2010), a qualidade é muito importante em uma organização, pois essa representa cliente satisfeito, maior competitividade para a organização, significa, ainda, a imagem da organização forte diante do mercado e, enfim, funcionários mais satisfeitos, ou seja, a qualidade torna-se cada vez mais essencial devido à grande competição e sobrevivência no mercado.

2.3. Ciclo PDCA de controle de processos

Método é uma palavra de origem grega consistindo na junção das palavras meta (além de) e hodos (caminho). Sendo assim, método é o caminho para se chegar a um ponto

além do caminho, ou seja, deve-se gerenciar buscando sempre o melhor (CAMPOS, 2004).

Campos (2004) e Tubino (2009) definem o PDCA como um método para controle de processo composto por quatro fases básicas do controle, explicitadas a seguir:

Plan (Planejamento): É a fase em que é iniciado o giro do ciclo PDCA. Nessa etapa, são estabelecidas as metas e a maneira pela qual essas metas serão atingidas;

Do (Execução): Consiste em executar as tarefas exatamente como foram definidas na fase anterior, bem como a coleta de dados para averiguação do processo;

Check (Verificação): A partir dos dados coletados na execução, checa-se os resultados atingidos fazendo um comparativo com a meta planejada;

Action (Atuação corretiva): Após a detecção dos desvios, esse é o momento de fazer correções definitivas para que o problema não volte a ocorrer.

2.4. As ferramentas da qualidade

De acordo com Carpinetti (2012), para a realização do processo de melhoria contínua de produtos e processos, os seguintes passos devem ser seguidos: identificar os problemas prioritários, observar e coletar dados, analisar e buscar as causas raízes, planejar e implementar as ações, verificar os resultados.

Segundo o mesmo autor (2012), para que se desenvolvam essas ações, foram elaboradas ferramentas classificadas como As Sete Ferramentas da Qualidade, que são a estratificação, a folha de verificação, o gráfico de Pareto, o diagrama de Causa e efeito, o histograma, o diagrama de dispersão e o gráfico de controle.

2.5. Utilização das ferramentas da qualidade integradas ao PDCA

Segundo Aguiar (2006) *apud* Rodrigues, Estivaleta e Lemos (2008), para que o PDCA seja aplicado de forma eficiente, é muito importante o entendimento das ferramentas

da qualidade, pois elas darão o suporte para que as etapas do PDCA sejam atingidas. Há várias ferramentas a serem utilizadas, mas no presente trabalho, serão tratadas apenas a estratificação e o Gráfico de Pareto, que serão utilizadas na etapa *Plan* do PDCA de melhorias que segue os seguintes passos: (1) identificação do problema, (2) análise/observação, (3) análise e (4) plano de ação.

2.5.1. Estratificação

Carpinetti (2012) afirma que a estratificação fundamenta-se no desmembramento de um grupo em vários subgrupos, baseado em características que os distinguem, ou de estratificação.

Após estratificar os dados, ou seja, dividi-los em grupos significativos, é possível traçar histogramas, Diagramas de Dispersão-Correlação e Diagramas de Pareto, por exemplo (TOLEDO *et al.*, 2014).

2.5.2. Diagrama de Pareto

Carpinetti (2012) afirma que o Diagrama de Pareto fundamenta que a maior parte das perdas resultantes dos problemas associados à qualidade vem de alguns poucos, porém vitais problemas. Em outras palavras, o Princípio de Pareto estabelece que se forem detectados, por exemplo, 50 problemas relacionados à qualidade, a solução de somente 8 ou 10 desses problemas pode reduzir 80 a 90% das perdas que a empresa tem devido à ocorrência desses problemas.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. Tipos de pesquisa

Há três tipos de pesquisa: as exploratórias, as descritivas e as explicativas. Neste trabalho, utilizou-se a pesquisa exploratória, que visa assegurar maior conhecimento sobre o problema para torná-lo mais evidente ou para construir hipóteses. Seu principal objetivo é evolução de ideias ou a descoberta de intuições (GIL, 1991).

O mesmo autor (1991) afirma que as pesquisas exploratórias são muito flexíveis e, na maioria das vezes, podem ser na forma de pesquisa bibliográfica ou de estudo de caso. Esse último é caracterizado como um estudo profundo e exaustivo de um ou poucos conteúdos, com o objetivo de proporcionar um conhecimento vasto e minucioso. No presente trabalho, foi utilizado o estudo de caso.

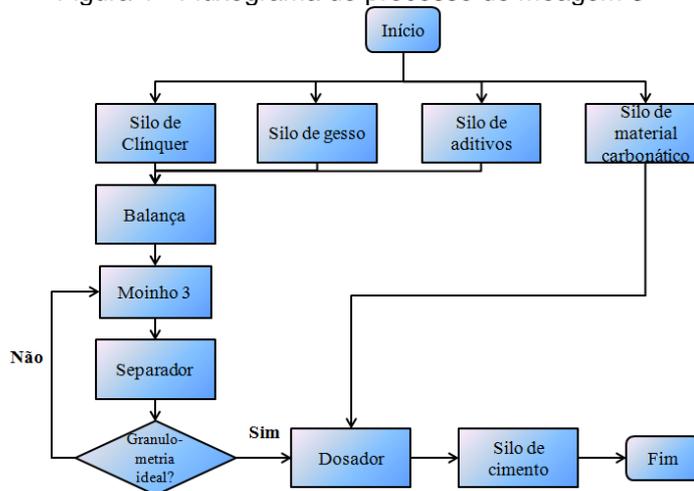
4. DESENVOLVIMENTO

4.1. Descrição da empresa X e do estudo de caso

A empresa X atua diretamente no mercado de fabricação, distribuição e comercialização de cimento. Foi fundada em 22 de abril de 1949. As unidades de estocagem e produção concentram-se nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, sendo que a unidade produtiva principal está localizada em Pedra do Sino, MG, próxima à Carandaí. O estudo de caso tratou da unidade de MG.

A empresa X possui três moinhos para o processamento de cimento. A produção real de cimento em 2014 foi de cerca de 1,68 milhões de toneladas (ton.), sendo o moinho 3 responsável pela maior parte da produção, totalizando 40% da mesma (654.571 ton.), tendo sido ele o designado para o estudo de caso. O funcionamento do sistema está explicitado na figura 1.

Figura 1 - Fluxograma do processo de moagem 3



Fonte: Própria autora, 2015.

Para realizar o estudo, foi considerado o histórico de dados do ano de 2014.

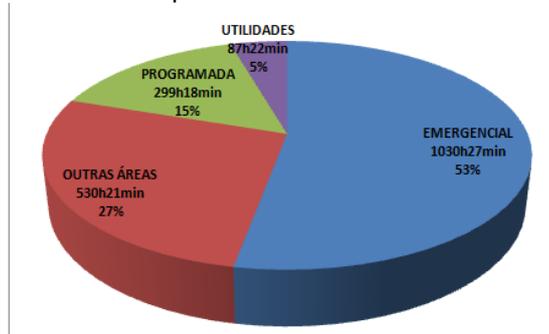
4.2. Aplicação das ferramentas

As ferramentas utilizadas nesse estudo de caso foram a Estratificação e o Diagrama de Pareto, ambas aplicadas no *Plan* do PDCA, que proporcionaram a identificação, observação, análise e proposta de melhorias no sistema.

4.2.1. Identificação do problema através da estratificação

Em primeiro momento, a ferramenta utilizada para a identificação do problema (primeira etapa do *Plan*) foi a estratificação por tipo de parada (figura 2). Após a análise dos tempos, pôde-se observar que o tempo total das paradas foi de 1.947h28min, sendo que 1.030h27min foram emergenciais (paradas corretivas que não estavam programadas), o que representa 53% do tempo total. Nesse estudo, foram analisadas essas paradas, pois além de representarem a maior parte das paradas totais, essas geram maiores custos e perdas de produção.

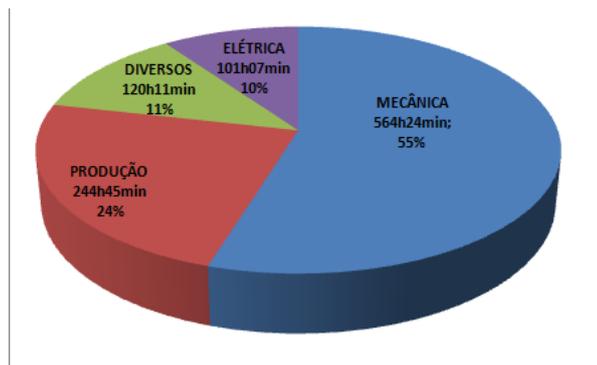
Figura 2 - Gráfico das paradas do sistema estratificadas por tipo



Fonte: Própria autora, 2015.

Em seguida, foi aplicada novamente a estratificação para identificar as áreas responsáveis pelas paradas emergenciais (figura 3). Observou-se que 244h45min (24%) dessas paradas foram de responsabilidade da produção e 564h24min (55%) da mecânica. Resumindo, de um total 1030h27min de paradas emergenciais, 809h09min (79%) foram de responsabilidade da mecânica e da produção, portanto a próxima ferramenta analisou as paradas causadas por essas duas áreas.

Figura 3 - Gráfico das paradas emergenciais estratificadas por área



Fonte: Própria autora, 2015.

4.2.2. Observação/análise do fenômeno e análise das causas

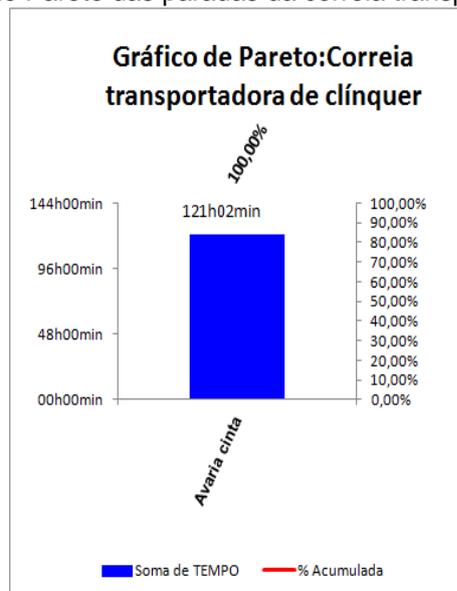
Posteriormente, foi utilizado o Gráfico de Pareto para observação e análise das paradas emergenciais de responsabilidade da mecânica e da produção com o objetivo de desdobrar o problema maior em problemas menores (segunda etapa do *Plan*). Das 809h09min de paradas, ocasionadas por 28 equipamentos constituintes do sistema de moagem 3, 576h20min, o que representa 71,23% do total, foram causadas pelos 2 equipamentos:

Moinho para o processamento de cimento 3 e correia transportadora de clínquer, conforme mostrado no anexo 1. Esse fato justifica o princípio de Pareto, que estabelece que a maior parte das perdas são causadas por poucos, porém vitais problemas. Partindo do princípio da análise das causas prioritárias, foi realizada uma análise minuciosa (terceira etapa do *Plan*) em cada um deles:

Moinho para o processamento de cimento 3: O maior causador das paradas emergenciais de responsabilidade da mecânica e da produção referentes ao sistema de moagem estudado foi o moinho para o processamento de cimento 3, e esse foi responsável por 56,27% do total de paradas, conforme o anexo 1. Através do Gráfico de Pareto, constatou-se que o mesmo parou 455h18min no período analisado; também foram verificadas quais foram as causas de paradas do equipamento, sendo analisadas 71,55% dessas paradas que correspondem a 7 de um total de 37 causas, conforme mostrado no anexo 2.

Correia transportadora de clínquer: A segunda maior causadora de paradas emergenciais de responsabilidade da mecânica e da produção do sistema de moagem estudado foi a correia transportadora de clínquer, o que representa 14,96% do total de paradas, conforme anexo 1. Através do Gráfico de Pareto, constatou-se que o equipamento parou 121h02min dentro do período analisado, e que 100% das paradas desse componente foram devido à avaria na cinta, conforme mostrado na figura 4.

Figura 4 - Gráfico de Pareto das paradas da correia transportadora de clínquer



Fonte: Própria autora, 2015.

4.3. Propostas de melhorias

Após análise minuciosa das principais causas de paradas do sistema de moagem 3 e entrevista com os operadores do sistema, as seguintes sugestões de melhorias foram propostas (quarta etapa do *Plan*) com o objetivo de reduzir as horas de paradas do processo e melhorar o OEE do sistema de moagem 3:

Quadro 1 - Propostas de melhorias para o moinho para o processamento de cimento 3

Causas das Paradas	Propostas de melhorias
Inspeção no moinho	Limpeza periódica do diafragma; reclassificação das cargas dos corpos moedores; controle mais eficiente da temperatura do clínquer; dispor um extrator de sucatas na saída do moinho.
Falha na lubrificação	Manutenção periódica mais eficiente e minuciosa dos compressores.

Avaria nas calhas (obstrução, entupimento e excesso de material).	Manutenção periódica mais eficiente e minuciosa dos filtros, das calhas e dos ventiladores.
Vazamento entrada moinho	Manutenção periódica mais eficiente no cone de entrada e limpeza periódica do diafragma.
Avaria no elevador.	Manutenção periódica mais eficiente, limpeza dos equipamentos.
Avaria na cinta	Manutenção periódica mais eficiente, limpeza dos equipamentos.
Avaria na bomba	Manutenção periódica mais eficiente, limpeza nos equipamentos e troca de bombas danificadas.

Fonte: Própria autora, 2015.

Quadro 2 - Propostas de melhorias para a correia transportadora de clínquer

Causa das Paradas	Propostas de melhorias
Avaria na cinta.	Manutenção periódica nos chutes de extração de clínquer, permitindo, assim, a extração do material mais frio.

Fonte: Própria autora, 2015.

CONCLUSÃO

Nesse trabalho foi salientada a importância do planejamento para identificar falhas e propor soluções de melhorias nos processos produtivos, além da apresentação de alguns métodos e ferramentas que auxiliam essa identificação.

Através do referencial teórico, ficou evidente que a qualidade é essencial para que as organizações mantenham-se competitivas no mercado, uma vez que os clientes estão cada vez mais exigentes e buscam produtos com menores custos e maior qualidade.

Para o alcance desses resultados, ainda no referencial, foi apresentado o método PDCA, que visa a melhoria de processos, através do planejamento, execução, verificação e ação efetiva para eliminar os problemas e atuar definitivamente nas causas.

Também foi citada a importância da utilização de ferramentas que dão suporte para que as etapas do PDCA sejam atingidas; sendo que nesse trabalho foram descritas apenas a Estratificação e o Gráfico de Pareto.

No estudo de caso, foi apresentado um problema de paradas no sistema de moagem de cimento em uma indústria cimenteira, sendo utilizadas a Estratificação e o Diagrama de Pareto como suporte ao *Plan* do PDCA que proporcionaram a identificação e a observação dos problemas mais impactantes, a análise das causas e a proposta de melhorias no sistema para bloquear as causas fundamentais.

Diante do exposto, pode-se inferir que a busca da qualidade e da melhoria contínua requer o comprometimento de todos dentro de uma organização e que o planejamento utilizado com o suporte de métodos e ferramentas convenientes podem identificar desvios nos processos e possibilitar que melhorias sejam adotadas dentro de um sistema produtivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa seis sigma**. Minas Gerais/Nova Lima: INDG, 2006 *apud* RODRIGUES Cláudia Medianeira Cruz; ESTIVALETE, Vania de Fátima Barros; LEMOS, Antonio Carlos Freitas Vale de. **A etapa planejamento do ciclo PDCA: Um relato de experiências multicasos**. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2008, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_069_496_12017.pdf>. Acesso em 08/08/2015.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC - Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 8. ed. Nova Lima - MG: INDG Tecnologia e Serviço Ltda, 2004.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CHAVES, Arthur Pinto; PERES, Antonio Eduardo Clark. **Teoria e Prática do Tratamento de Minérios: Britagem, Peneiramento e Moagem**. 3 ed. São Paulo: Signus Editora, 2006.

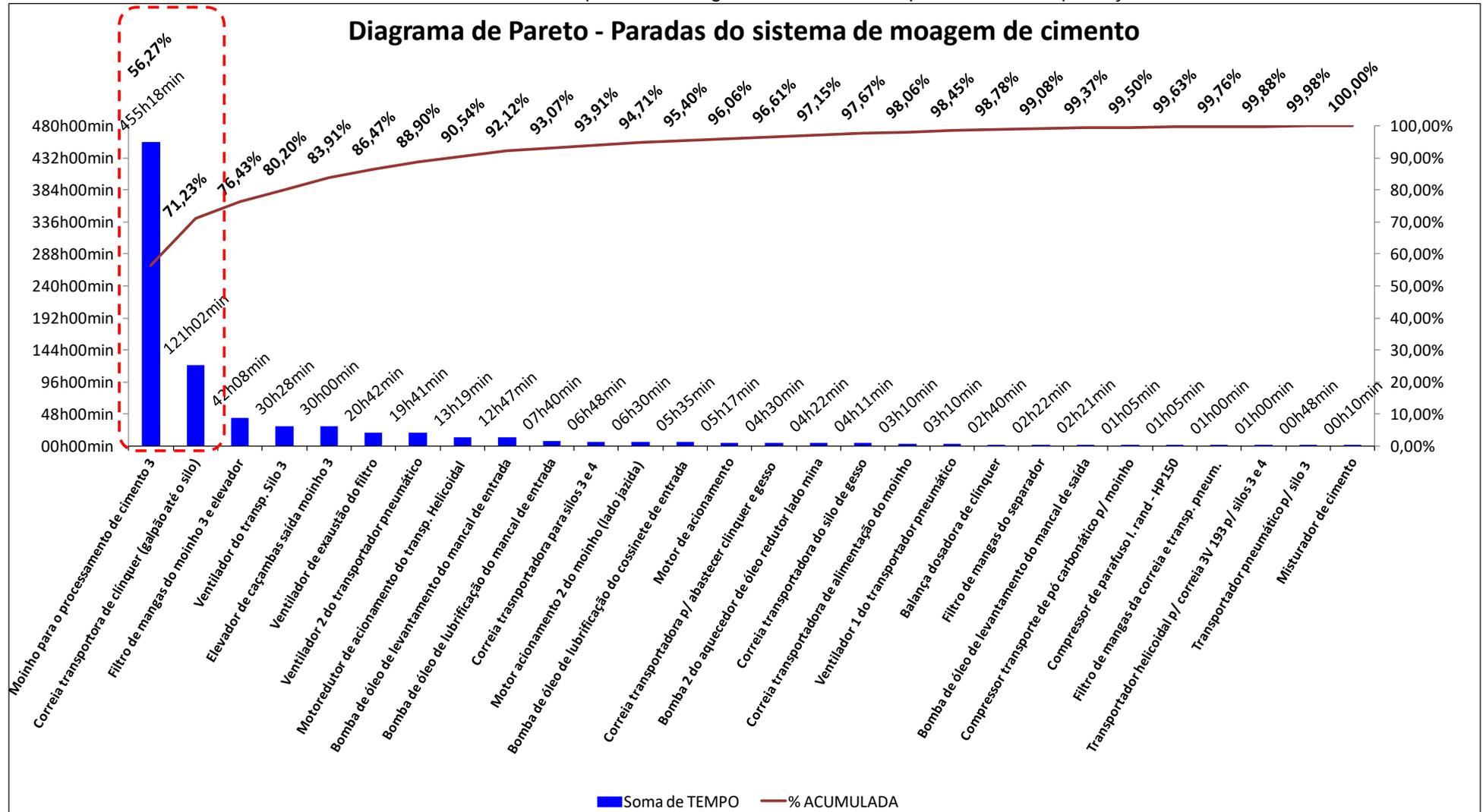
GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LUCINDA, Marco Antônio. **Qualidade: fundamentos e práticas de graduação**. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.

TOLEDO, José Carlos de, *et al.*, **Qualidade: Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

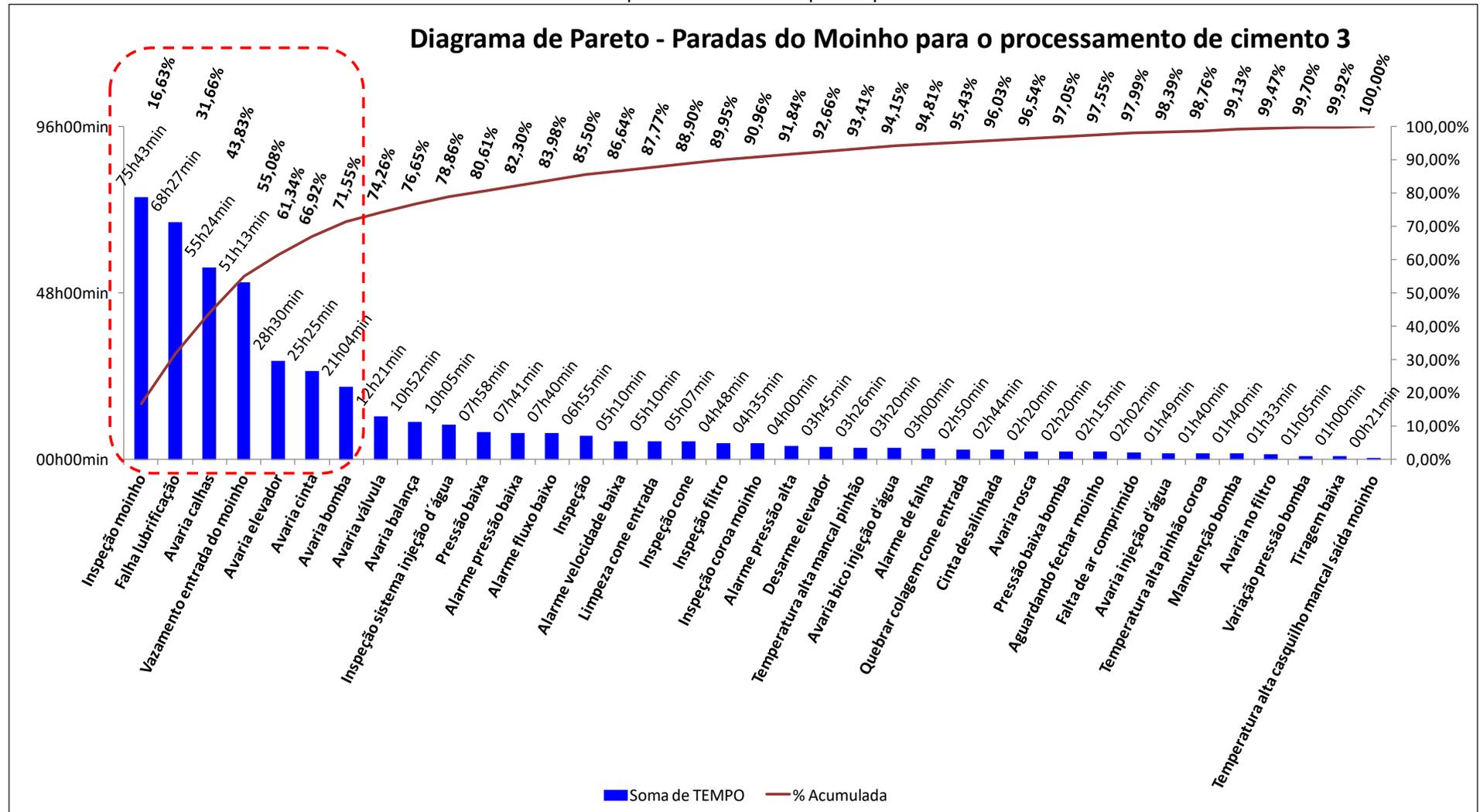
TUBINO, Dalvio Ferrarighis. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

ANEXO 1 - Gráfico de Pareto das paradas emergenciais ocasionadas pela mecânica e produção



Fonte: Própria autora, 2015.

ANEXO 2 - Gráfico de Pareto das paradas do moinho para o processamento de cimento 3



Fonte: Própria autora, 2015.