



**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE
SERGIPE – FANESSE
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

WASHINGTON MAGNO DE MENDONÇA E SILVA

**APLICABILIDADE DO PDCA NA REDUÇÃO DE MATACOS E
FOGO PRESO DO PROCESSO DE DESMONTA DE ROCHAS
CALCÁRIAS: Estudo de caso em empresa com filial em
Sergipe**

WASHINGTON MAGNO DE MENDONÇA E SILVA

**APLICABILIDADE DO PDCA NA REDUÇÃO DE MATAÇOS E
FOGO PRESO DO PROCESSO DE DESMONTA DE ROCHAS
CALCÁRIAS: Estudo de caso em empresa com filial em
Sergipe**

**Relatório apresentado à Coordenação do
Curso de Engenharia de Produção da
Faculdade de Administração e Negócio de
Sergipe - FANESE, como requisito parcial e
elemento obrigatório para obtenção do Grau
de Bacharel em Engenharia de Produção, no
período de 2012.1.**

Orientador: Msc. Herbet Alves Oliveira.

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

**Aracaju – SE
2012.1**

WASHINGTON MAGNO DE MENDONÇA E SILVA

**APLICABILIDADE DO PDCA NA REDUÇÃO DE MATAÇOS E
FOGO PRESO DO PROCESSO DE DESMONTE DE ROCHAS
CALCÁRIAS: Estudo de caso em empresa com filial em
Sergipe**

Monografia apresentada à Banca examinadora da Faculdade de Administração e Negócio de Sergipe - FANESE, como requisito parcial e elemento obrigatório para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção no período de 2012.1

Prof. Msc. Herbet Alves Oliveira
Orientador

Prof. Esp. Kleber Andrade Souza
Examinador

Prof. Marcelo Boer Grings
Examinador

Aprovado (a) com média: _____

Aracaju (SE), ____ de _____ de 2012.

**Dedico este trabalho a minha esposa
e filhos.**

AGRADECIMENTOS

À Deus, senhor do céu e da terra.

À minha família, por todo apoio e amor dados ao longo dos anos. A minha esposa e filhos pela paciência e compreensão que tiveram no período de estudos. E, aos meus pais, pela educação que me deram.

A Votorantim por ter concedido o estágio.

Ao colega de profissão Romoaldo Marroque, pela ajuda no levantamento dos dados desta pesquisa. Aos colegas de profissão, pelos caminhos que ainda serão percorridos.

A Joaquim Jordão pelas orientações e supervisão.

Aos colegas de faculdade, pelas contribuições e estudos em grupo.

Aos amigos, companheiros escolhidos em vida para todos os percalços.

Aos professores, pelos ensinamentos transmitidos.

"O grito é a arma dos ignorantes."

Autor desconhecido

RESUMO

Uma das características do mundo globalizado é a produção maciça de bens de consumo. A exploração de metais e recursos naturais tem sido uma constante nos parques industriais brasileiros, que tem como subsidiárias grandes mineradoras. Embora a qualidade e a adoção de metodologias de gestão sejam essenciais para a sobrevivência da empresa no mercado competitivo atual, algumas encontram dificuldades na sua concretização, implicando constantes atrasos na produção. Quando se trata das atividades de perfuração e desmonte de rochas, além da otimização da produção, elementos de segurança podem ser prejudicados diante de procedimentos operacionais realizados inadequadamente. No caso em estudo, a produção da empresa foi prejudicada pela elevada ocorrência de criação de matacos e fogos presos. No primeiro caso, após a detonação a granulometria da rocha está acima do esperado, requerendo diminuição da mesma, o que demanda maiores custos. No segundo caso, após a detonação dos explosivos, a parte detonada não se separa do maciço, demandando outra detonação. Diante destes fatores, foi realizado estudo das causas que poderiam gerar estes dois fenômenos, elaborando-se um quadro de ações bloqueadoras. Essas ações foram aplicadas através de metodologia de gestão PDCA. Através de metodologia descritiva e explicativa, foi possível alcançar o objetivo geral desta pesquisa que é avaliar a aplicabilidade do PDCA na redução de matacos e fogo preso no desmonte de rochas calcárias da empresa sob análise.

Palavras-Chave: PDCA. Desmonte de Rochas. Matacos e Fogo Preso.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Modelo de estratificação.....	22
Figura 02 – Gráfico de Pareto.....	24
Figura 03 – Diagrama de Ishikawa	25
Figura 04 – Modelo de fluxograma de blocos.....	26
Figura 05 – Modelo de fluxograma	27
Figura 06 – Ciclo do PDCA	28
Figura 07 – Etapas do planejamento	29
Figura 08 – Modelo de plano de ação.....	31
Figura 09 – Etapas do estágio de execução	32
Figura 10 – Etapas do estágio de checagem	33
Figura 11 – Rochas calcária branca	36
Figura 12 – Rochas calcária creme.....	36
Figura 13 – Elementos do plano de fogo.....	39
Figura 14 – Distribuição da carga explosiva no furo	40
Figura 15 – Tempos de retardos	41
Figura 16 – Fluxograma do processo de perfuração e desmonte	46
Figura 17 – Marcação da malha	47
Figura 18 – Nivelamento dos furos.....	48
Figura 19 – Espinha de peixe de causas de criação de matacos.....	53
Figura 20 – Espinha de peixe de causas de fogo preso	55
Figura 21 – Malha de perfuração da mina velha antes (a) e depois da detonação (b).....	58
Figura 22 – Distribuição do HTD de ligação forçando o fogo a sair em Diagonal	59
Figura 23 – Painel de caminhão de bombeamento	60
Figura 24 – Mataco provocado por tampão inadequado	61
Figura 25 – Acompanhamento de medição (a) e bancada após a detonação (b).....	61
Figura 26 – Ultralançamento de rochas	62
Figura 27 – Formação de fogo preso por vazamento de explosivo	62
Figura 28 – Bancada sem fogo preso.....	63
Figura 29 – Inclinômetro da perfuratriz	64
Figura 30 – Marcação entre fraturas.....	65
Figura 31 – Malha de perfuração que cerca a estrutura das fendas e fraturas..	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Diagrama de Pareto em Função dos tipos de problemas que causa atrasos na produção	49
Gráfico 02 – Diagrama de Pareto em Função das causas primarias de atrasos na produção por problemas associados ao desmonte ..	50
Gráfico 03 – Diagrama de Pareto em Função do tipo de rocha.....	51
Gráfico 04 – Diagrama de Pareto em Função das causas de criação de maticos	54
Gráfico 05 – Diagrama de Pareto em função das causas de fogo preso	56
Gráfico 06 – Diagrama de Pareto em função dos tipos de problemas que causam atrasos na produção.....	66
Gráfico 07 – Comparação de registros de maticos e fogos preso do primeiro trimestre de 2011 e 2012	67
Gráfico 08 – Diagrama de pareto em função de causas secundarias para atrasos na produção após execução.....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Eras da qualidade	18
Quadro 02 – Abordagens da qualidade	20
Quadro 03 – Classificação de rochas calcárias.....	35
Quadro 04 – Causas para criação de matacos	52
Quadro 05 – Causas para fogo preso.....	55
Quadro 06 – Plano com ações bloqueadoras	57

SUMÁRIO

RESUMO.....	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE GRÁFICOS	
LISTA DE QUADROS.....	
LISTA DE TABELAS	
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Situação Problemas	13
1.2 Objetivos	14
1.2.1 Objetivo geral	14
1.2.2 Objetivos específicos.....	14
1.3 Justificativa.....	15
1.4 Caracterização da Empresa.....	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 História da Qualidade.....	17
2.2 Qualidade	19
2.3 Ferramentas da Qualidade	21
2.3.1 Estratificação	21
2.3.2 Gráfico de Pareto	22
2.3.3 Diagrama de Causa e Efeito	24
2.3.4 Fluxograma	26
2.4 PDCA	28
2.4.1 Planejamento	29
2.4.2 Execução.....	31
2.4.3 Checagem	32
2.4.4 Ação Corretiva.....	33
2.5 Mineração: Rochas Calcárias.....	34
2.5.1 Cominuição: perfuração e desmonte	37
2.5.2 Plano de fogo.....	38
2.5.3 Conceitos relacionados ao desmonte	41
3 METODOLOGIA	43
3.1 Método.....	43
3.2 Ambiente de Estudo.....	44
3.3 Coleta de Dados	44
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	45
4.1 Fluxograma do Processo de Perfuração e Desmonte.....	45
4.2 Avaliação das Etapas do PDCA	48
4.2.1 Planejamento	49

4.2.1.1 identificação do problema e de suas causas.....	49
4.2.1.2 análise de causas secundárias	52
4.2.1.3 plano de ação	57
4.2.2 Execução.....	57
4.2.2.1 correção da malha.....	58
4.2.2.2 definição de padrão para tabelamento dos furos.....	59
4.2.2.3 garantia de carga completa nos furos.....	59
4.2.2.4 garantia que o tampão obedecerá ao plano de fogo.....	60
4.2.2.5 contenção de vazamento de explosivo	62
4.2.2.6 evitar retardo de furos para outro inferior a 42 ms	63
4.2.2.7 garantia de inclinação correta (20°)	64
4.2.2.8 estudo do comportamento das fraturas.....	64
4.2.3 Checagem	66
4.2.4 Ação Corretiva.....	69
 5 CONCLUSÃO	 70
 REFERÊNCIAS	 71
 ANEXO	 74

1 INTRODUÇÃO

O planeta terra é repleto de recursos minerais que o homem, a fim de trazer conforto e qualidade de vida a sua civilização, explora através da mineração. Esses recursos podem ser divididos em renováveis ou não. A exploração desordenada destes recursos a necessidade de produção de bens e serviços tem provocado a escassez de certos minerais.

No Brasil, a influência da exploração mineral é muito grande, promovendo, em diversos períodos históricos, ciclos econômicos rentáveis ao país. Embora a distribuição seja escassa e desigual, o campo minerador brasileiro é muito vasto, podendo ser explorado por diversas organizações, como a empresa em estudo.

Observa-se, no entanto, que as atividades mineradoras devem ser otimizadas de forma a reduzir custos e aumentar a produção. Para tanto, se faz necessário a adoção de metodologias de gestão eficazes no bloqueio de causas geradoras de perdas no processo produtivo. O PDCA, através de seus quatro estágios, possibilita a análise de causas, planejamento de ações bloqueadoras, execução das mesmas, bem como a checagem e a adoção de ações corretivas, quando as planejadas não forem eficientes no alcance das metas estabelecidas.

Vale ressaltar, que a gestão através do PDCA tem sido largamente utilizada em vários processos produtivos. Para tanto, são utilizadas ferramentas da qualidade, tais como: Diagrama de Pareto e Diagrama de Ishikawa, que identificam, priorizam e analisam as causas, facilitando o alcance de ações que possam eficientemente eliminar ou reduzir os problemas detectados pelas organizações.

1.1 Situação Problema

Embora as empresas adotem metodologias de gestão e procedimentos padrões, frequentemente problemas operacionais criam situações de atrasos na

produção, levando a perdas no processo produtivo. No caso da perfuração e desmonte de rochas, o surgimento de maticos (formações rochosas que não sofreram redução granulométrica adequada após a explosão) e fogo preso (não fragmentação da rocha após a detonação) geram perdas e atrasos que levam as empresas a estudar suas causas com o intuito de bloqueá-las.

Durante o ano de 2011, foi observado, na empresa em estudo, um elevado índice de ocorrência destes dois fenômenos, logo após a detonação das rochas nas operações de perfuração e desmonte. O que fazer quando isto ocorre? A resposta mais adequada é criar ações capazes de bloquear as causas e trazer a produção à sua normalidade.

Com efeito, para que isso ocorra existe a necessidade da análise minuciosa das causas do problema, fornecendo-se subsídios para elaboração de um plano de ação adequado, posteriormente executado, checado e corrigido, quando necessário.

A empresa adotou o PDCA com o objetivo de otimizar seu processo, reduzindo-se perdas. Diante disto, a questão que norteará esta pesquisa é: O PDCA é eficiente no bloqueio de causas do surgimento de maticos e fogo preso do processo de desmonte de rochas calcárias da empresa sob análise?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Levantar causas para redução de maticos e fogo preso do processo de desmonte de rochas calcárias da empresa sob análise.

1.2.2 Objetivos específicos

- Elaborar fluxograma do Processo de perfuração e desmonte de rochas, realizado pela empresa;
- Analisar as causas de criação de maticos e fogo preso;
- Avaliar as etapas do PDCA, segundo plano de ação adotado

1.3 Justificativa

O processo de desmonte de rocha calcária é complexo, possuindo atividades como a elaboração de plano de fogo, que requer cálculos precisos, operacionalidade segura e mão de obra qualificada. Na empresa em estudo, este desmonte tem a finalidade de suprir o mercado de fabricação de cimentos.

Como mencionado anteriormente, foi observada, em 2011, elevados índices de atrasos na produção, gerando perdas do processo produtivo, em razão de criação de maticos e fogo preso no desmonte de rocha calcária. Diante disso, a empresa adotou metodologia de gestão PDCA na mina do município de Nossa Senhora do Socorro, em Sergipe.

Com efeito, este trabalho tem o intuito de analisar a alternativa encontrada pela empresa para melhorar o processo. Desta forma, a justificativa para esta pesquisa vem da contribuição prática que a avaliação da aplicabilidade do PDCA no processo em estudo pode trazer para outras empresas que precisem otimizar suas atividades. Além disso, a realização deste estudo vai contribuir cientificamente para o aperfeiçoamento da comunidade acadêmica, trazendo a tona dados qualitativos e quantitativos a cerca do tema abordado.

1.4 Caracterização da Empresa

Integrante do Grupo Votorantim, um dos maiores conglomerados econômicos privados do Brasil, a empresa em estudo possui, atualmente, um quadro de 253 funcionários. Sua política é produzir e comercializar clínquer e cimento com alta qualidade, tendo foco centrado para a exportação. Sua capacidade de produção instalada é de 1,3 milhões toneladas/ano de cimento e que está em fase de ampliação, a qual aumentará esta capacidade para 2,5 milhões de toneladas de cimento/ano.

A Votorantim Cimentos (VC) foi a primeira no Brasil neste setor a fazer o co-processamento (queima e destruição de resíduos) na fabricação de clínquer (principal matéria-prima do cimento, composto de calcário e argila), colaborando com a sustentabilidade da atividade industrial. Esta empresa e suas filiais vêm conquistando, nos últimos anos, o mercado internacional (VOTORANTIM, 2003).

Assim, a VC é um holding operacional que reúne as empresas que atuam no Brasil, EUA, Canadá e Bolívia, fabricando cimento, agregados, cal hidratada, argamassa, calcário agrícola.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção é dedicada ao estudo de termos e conceitos relacionados com o tema da pesquisa.

2.1 História da Qualidade

Até meados do Século XVII, todos os processos produtivos eram articulados por artesões, já existindo especializações conforme a área de produção. Observa-se, no entanto, que os bons artesãos já se destacavam pela qualidade do que produziam. Quanto mais refinadas e complexas as peças, maior o preço. Embora o padrão de qualidade dos artesãos fosse elevado, a produtividade era limitada, sendo acessível a poucos privilegiados. Essa situação somente foi alterada no final deste século, quando o comércio europeu foi ampliado e a necessidade de produção foi aumentada (LINS, 2009, p. 02).

Nos séculos XVIII e XIX, a qualidade ainda era controlada por artesãos, que acompanhavam a produção desde a concepção do produto até a venda. A qualidade, desta forma, era expressamente associada ao conhecimento individual de cada artesão. Quando se iniciou a produção em massa em meados do século XVII, estes profissionais foram sendo substituídos (SOARES, 2004, p. 36).

É importante mencionar que, através do tempo, o conceito e objetivo da qualidade sofreram diversas transformações. Segundo Carvalho e Paladini (2005) existem quatro eras que classificam a evolução da qualidade, como mostra o Quadro 01. Assim, as eras podem ser divididas em: da inspeção; do controle estatístico do processo; da garantia da qualidade; e, da gestão da qualidade.

Quadro 01 – Eras da Qualidade

Características básicas	Interesse Principal	Visão da Qualidade	Ênfase	Métodos	Papel dos profissionais da qualidade	Quem é o responsável pela qualidade
INSPEÇÃO	Verificação	Um problema a ser resolvido	Uniformidade do Produto	Instrumentos de medição	Inspeção, classificação, contagem, avaliação e reparo	O dep. De inspeção
CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO	Controle	Um problema a ser resolvido	Uniformidade do produto com menos inspeção	Ferramentas e técnicas estatísticas	Solução de problemas e a aplicação de métodos estatísticas	Os dep. De fabric. e eng.
GARANTIA DA QUALIDADE	Coordenação	Um problema a ser resolvido, mas que é enfrentado proativamente	Toda a cadeia de fabricação, desde o projeto até o mercado	Programas e sistemas	Planejamento, medição da qualidade e desenv. De programas	Todos os departamentos
GESTÃO DA QUALIDADE	Impacto Estratégico	Uma oportunidade de diferenciação da concorrência	As necessidades de mercado e do cliente	Planej. Estratégico, estabelecimentos de objetivos e a mobilização da organização	Estabelecimento de metas, educação e treinamento, consultoria a outros departamentos e desenvolvimento de programas	Todos na empresa

Fonte: Adaptado de Carvalho e Paladini (2005)

A partir de 1776, com a Máquina a Vapor, a indústria passou a realizar atividades mecanizadas mais rápido, fortalecendo a produtividade e padronização. Ressalta-se, no entanto, que o índice de falhas, desperdícios e acidentes eram elevados. Era necessário ser implantados setores de controle, que realizassem a inspeção final do produto e a supervisão do trabalho. Nascia a era da inspeção (LINS, 2009, p. 04).

Durante a Primeira Guerra Mundial, a situação da produtividade e de erros na produção foi agravada por defeitos em produtos militares que custaram a vida de muitos soldados. A qualidade, então, passou a ser abordada com caráter científico, trazendo para a produção princípios da probabilidade e da estatística. Esta época ficou conhecida como a era do controle estatístico do processo (SOARES, 2004, p. 36).

Durante a Segunda Guerra Mundial, os métodos estatísticos foram difundidos. No pós-guerra novos elementos passaram a agregar à qualidade, dando origem a era da garantia da qualidade. (CARVALHO e PALADINI, 2005).

Os elementos que compunham a garantia da qualidade se referem a administração científica, dando-se ênfase a coordenação das atividades em vários níveis hierárquicos, originando estruturas organizacionais complexas (LINS, 2009, p. 04)

O panorama mundial, no entanto, impulsionou as empresas a implantar o Controle de Qualidade Total. A velocidade de informações e a abertura do mercado através da globalização fez com que as empresas comesçassem a voltar suas atenções para todos os setores que a compunham. A fim de garantir o mercado globalizado, as organizações passaram a promover a busca por certificações e satisfação da clientela (SOARES, 2004, p. 39).

Com efeito, a qualidade passou a ser alvo das preocupações constantes da empresa, em razão de sua importância para a sobrevivência da mesma no mercado mundial, devendo, assim, implantar metodologias de gestão que busquem a melhoria contínua de seus processos.

2.2 Qualidade

Desde a década de 90 a importância da qualidade foi fundamental, aumentando a competitividade entre as empresas, principalmente americanas, e foi introduzida a série ISO 9001, cujos requisitos mínimos de obtenção da qualidade indicam ao cliente a posição da empresa frente às metodologias de melhorias dos processos do mundo globalizado (FEIGENBAUM, 1994, p. 06).

Neste contexto, são muitos os conceitos de qualidade, entretanto, o mais conhecido é dado por Campos (2004, p.02), que a define como “produto ou serviço que atende perfeitamente, de forma confiável, acessível, segura e no tempo certo às necessidades do cliente”. Deste conceito é possível se perceber que a gestão da qualidade se tornou necessária para sua consolidação no mercado.

Já Lins (2009, p. 01) define a qualidade como

Um conjunto de atributos que tornam um bem ou serviço plenamente adequado ao uso para o qual foi concebido, atendendo a diversos critérios, tais como: operabilidade, segurança, tolerância a falhas, conforto, durabilidade, facilidade de manutenção e outros.

Com efeito, este conceito promove a ideia da qualidade total, onde técnicas gerenciais utilizam a administração multidisciplinar, através de programas, ferramentas e metodologias para o controle e o melhoramento do processo, a fim de que os bens e serviços sejam produzidos com melhor qualidade e menor custo (MARINHO, 2010, p. 08).

A diversidade de conceitos da qualidade fica ainda mais ampliada se observada a abordagem com a qual se fundamenta. De acordo com Carvalho e Paladini (2005, p. 08), as abordagens adotadas, podem ser transcendental, ou, a baseada no produto, no usuário, na produção e no valor, como mostra o Quadro 02.

Quadro 02 – Abordagens da Qualidade

Abordagem	Definição
Transcendental	Qualidade é sinônimo de excelência inata. É absoluta e universalmente reconhecível. Dificuldade: pouca orientação prática
Baseada no produto	Qualidade é uma variável precisa e mensurável, oriunda dos atributos do produto. Corolários: melhor qualidade só com maior custo. Dificuldade: nem sempre existe uma correspondência nítida entre os atributos do produto e a qualidade.
Baseada no usuário	Qualidade é uma variável subjetiva. Produtos de melhor qualidade atendem melhor aos desejos do consumidor. Dificuldade: agregar preferências e distinguir atributos que maximizam a satisfação.
Baseada na produção	Qualidade é uma variável precisa e mensurável, oriunda do grau de conformidade do planejado com o executado. Esta abordagem dá ênfase a ferramentas estatísticas (controle do processo). Ponto fraco: foco na eficiência, não na eficácia.
Baseada no valor	Abordagem de difícil aplicação, pois mistura dois conceitos distintos: excelência e valor, destacando os trade-off qualidade X preço. Esta abordagem dá ênfase à engenharia/Análise de valor EAV.

Fonte: Carvalho e Paladini (2005)

Como pode ser observado, independente da abordagem, todos os conceitos da qualidade estão relacionadas com o atendimento das necessidades do

cliente. Para o alcance da qualidade é necessária a utilização de técnicas, originalmente usadas em meados das décadas de 50, com base em conceitos e princípios da estatística.

2.3 Ferramentas da Qualidade

As ferramentas da qualidade são técnicas gerenciais que possibilitam a identificação e análise de fatos positivos e negativos para fundamentar decisões e planejar o alcance de metas (MARINHO, 2010, p. 01).

A aplicação das ferramentas da qualidade podem indicar os itens que devem ser priorizados e como devem ser executadas as ações capazes de bloqueá-los, a fim de que a empresa aperfeiçoe seu processo produtivo (PALADINI, 1997, p. 67).

Paladini (1997, p. 66) conceitua ferramentas da qualidade como “dispositivos, procedimentos gráficos, numéricos ou analíticos, formulações práticas, esquemas de funcionamento, mecanismos de operação, enfim, métodos estruturados para viabilizar a implantação da Qualidade Total”.

De acordo com Werkema (1995, p. 59) são sete as ferramentas da qualidade, que podem ser usados nos ciclos da metodologia de gestão PDCA, são elas: estratificação, folha de verificação, gráfico de Pareto, diagrama de causa e efeito, histogramas, diagrama de correlação e diagramas de dispersão. Acrescenta-se, ainda, o fluxograma.

Esta pesquisa utilizará somente a estratificação, do gráfico ou diagrama de Pareto, do diagrama de causa e efeito e o fluxograma, razão pela qual somente estas ferramentas serão estudadas mais detalhadamente, como se vê a seguir;

2.3.1 Estratificação

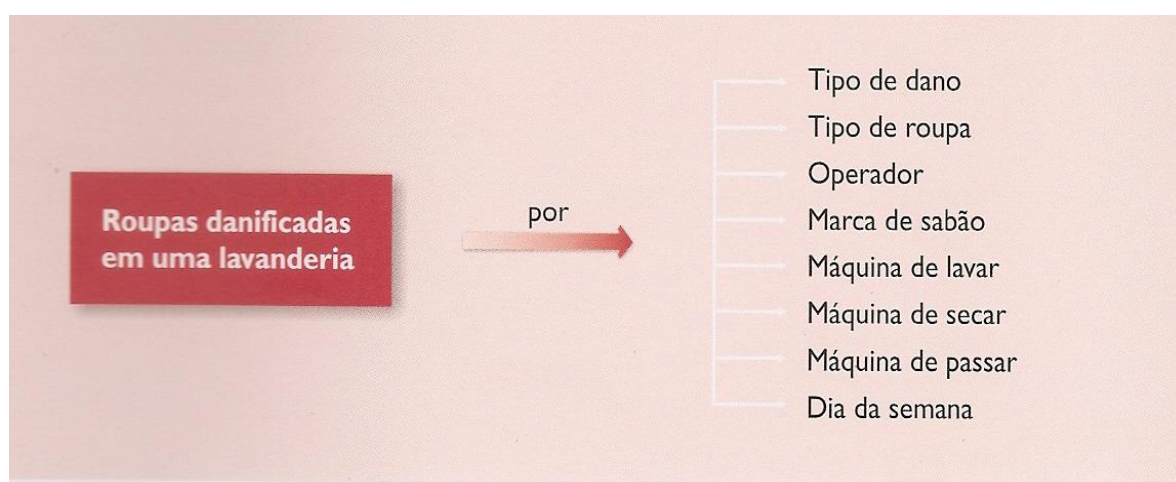
A estratificação é uma ferramenta muito útil para delimitar um problema que está gerando aspectos negativos para a organização. Ela pode ser conduzida de forma participativa, auxiliando na análise de suas causas.

Para Campos (2004 a, p. 229), estratificar é “dividir um problema em

estratos (camadas) de problemas de origens diferentes (...) é a análise do processo, pois é um método para ir em busca da origem do problema”.

Aprofundando o estudo, Werkema (2002, p. 182) menciona que a estratificação na verdade consiste no agrupamento dos dados sob pontos de vistas diversos, enfocando, assim, o elemento analisado. Para tanto, fatores como equipamentos, materiais, operadores e tempo podem servir como categorias para a estratificação de dados, como pode ser visualizado na Figura 01.

Figura 01 – Modelo de Estratificação



Fonte: Werkema (2002)

Werkema (1995, p. 64), menciona, ainda, outros pontos de vista que podem ser observados na estratificação. Assim, o tempo, o local, o tipo de problema, os sintomas e o indivíduo, podem ser levados em consideração para a construção da árvore de estratificação.

Fica evidente que a estratificação exige o estudo detalhado do problema, explicitando causas primárias e secundárias posteriormente estudadas por outras ferramentas da qualidade, como o diagrama de causa e efeito e o gráfico de Pareto.

2.3.2 Gráfico de Pareto

O Gráfico de Pareto recebe este nome por utilizar a analogia dos princípios econômicos fixados por Valfredo Pareto, no século passado. Trazidos para a área da qualidade, pode ser observado na classificação de elementos triviais

e elementos vitais, que necessitam de transformação imediata para a sobrevivência da organização. Em razão disso, estes devem ser tratados adequadamente pela empresa (PALADINI, 1997, p. 71).

Este gráfico é construído a partir dos dados estratificados. Para tanto a coleta de dados deve ser criteriosa, observando-se a frequência com que os fatores ocorrem. Assim, o gráfico de Pareto será constituído de dados quantitativos e qualitativos, dispostos de forma decrescente (CAMPOS, 2004, p. 231).

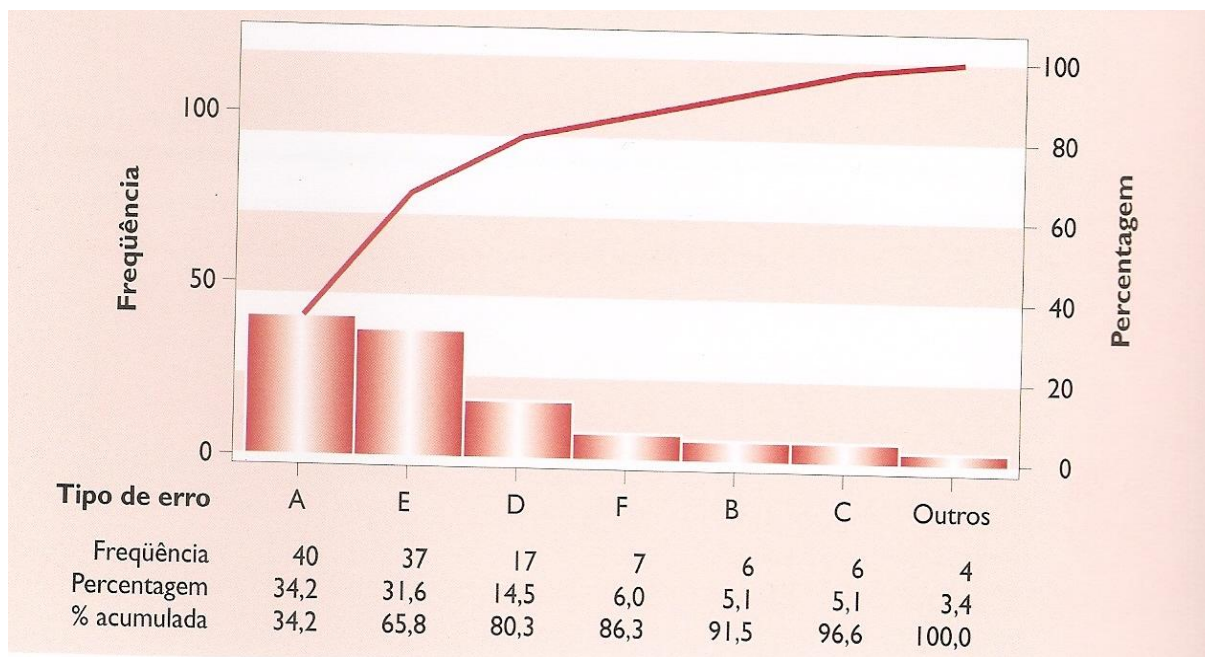
Pode-se dizer que o Gráfico de Pareto dispõe as informações estratificadas de forma mais visual. Na fase de planejamento da metodologia PDCA, pode-se utilizar o Gráfico de Pareto a partir do conjunto de causas mais prováveis que tenham sido confirmadas, permitindo-se, assim, a visualização de quais são as causas vitais de serem bloqueadas (WERKEMA, 1995, p. 69)

Com efeito, pode-se dizer que o diagrama de Pareto são eixos traçados na vertical e na horizontal que mostra problemas diferentes e a frequência com que aparecem (SOARES, 2004, p. 47). De acordo com Werkema (2002, p. 184), sua finalidade, assim, é “dispor informações de modo a evidenciar visualmente a estratificação e a priorização de um fenômeno, além de permitir o estabelecimento de metas específicas”.

Assim, o Gráfico de Pareto sugere que existem elementos críticos e deve-se prestar atenção a eles, daí a classificação em ordem decrescente. Desta forma, o fenômeno que ocorre com maior volume deve ser priorizado na elaboração de ações de bloqueio (PALADINI, 1997, p. 71).

Palady (2002, p. 223) ensina que a construção do Gráfico de Pareto, como o visualizado na Figura 02, é composto de cinco etapas. Na primeira deve se colocar as causas em ordem decrescente de frequência, rotulando-as e colocando-as na horizontal. Depois, deve se estender uma escala vertical para a esquerda e para cima da horizontal, numerando-a de zero ao número de maior frequência. O terceiro passo uma barra vertical deve ser traçada para cada causa do gráfico. Deve-se, então, traçar uma escala vertical à direita e acima da horizontal, numerando-a de zero a 100%. Por último, empilham-se as barras das três ou quatro causas principais e traça-se uma linha horizontal do pico da pilha à escala à direita.

Figura 02 – Gráfico de Pareto



Fonte: Werkema (2002)

Outro indicativo utilizável do Gráfico de Pareto é a denominada Análise de Pareto, realizada na fase de planejamento do PDCA. Por esta análise, após a estratificação, há coleta de dados pormenorizados das causas, indicando causas secundárias e frequência. Expõe-se, então, tais dados em um gráfico de Pareto, priorizando-se as causas vitais. Depois disso, há a fase de desdobramento, onde as causas secundárias também são estudadas, gravando-se sua frequência para o estabelecimento de metas específicas. A análise de Pareto divide um problema grande em menores, auxiliando no encontro de ações bloqueadoras (CAMPOS, 2004, p. 231).

2.3.3 Diagrama de causa e efeito

O diagrama de Causa e Efeito, também chamado de Diagrama de Ishikawa ou Espinha de Peixe, foi criado por Ishikawa, em 1943. Nele se mostra as causas e subcausas de um mesmo problema (SOARES, 2004, p. 47).

Através do diagrama de causa e efeito é possível visualizar de modo conjunto tanto causas primárias como as secundárias, ampliando a visão das que

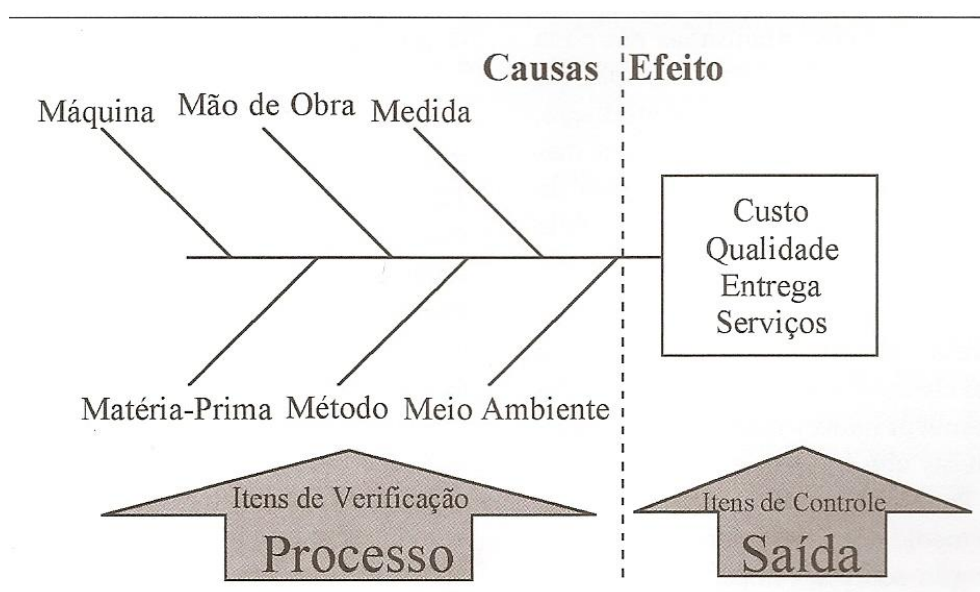
ocorrem com maior frequência, o que promove a sua análise e auxilia na identificação de soluções. Assim, ele analisa os processos para o alcance de melhorias (MARINHO, 2010, p. 10).

Segundo Werkema (1995, p. 06), processo:

É uma combinação dos elementos equipamentos, insumo, métodos ou procedimentos, condições ambientais, pessoas e informações do processo ou medidas, têm como objetivo a fabricação de um bem ou o fornecimento de um serviço.

A partir deste conceito de processo, o diagrama de Ishikawa é construído adotando-se um sistema que engloba todos estes elementos, é o sistema 6 M. De acordo com Tubino (2009), o sistema 6M é formado por matérias-primas, método, materiais, máquinas, mão de obra, meio ambiente, sendo sua representação feita através de um Diagrama de Ishikawa, como mostra a Figura 03, permitindo que processos complexos possam ser divididos em processos mais simples.

Figura 03 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Tubino (2009)

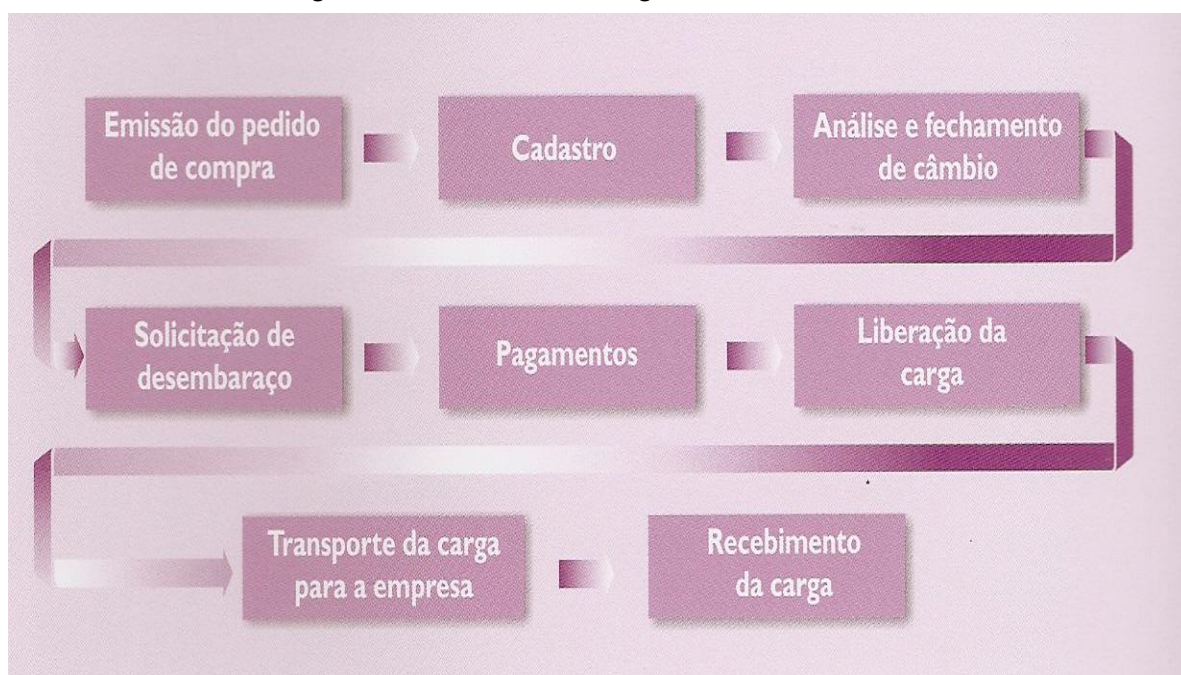
Ressalta-se a necessidade de buscar as subcausas das causas identificadas, a fim de se ter uma visualização mais detalhada e minuciosa do problema.

2.3.4 Fluxogramas

Um fluxograma permite o melhor entendimento de um processo, representando, graficamente cada uma de suas etapas. Nele podem ser ressaltadas operações críticas e a localização de ações específicas, permitindo-se observar que pontos podem ser melhorados (PALADINI, 1997, p. 72).

O fluxograma pode se apresentar de duas formas: como um diagrama de blocos, visualizado na Figura 04, ou como uma sequência gráfica com símbolos indicativos de operação, decisão, sentido e limites do processo. Em ambos os casos, a finalidade é mostrar as etapas e características (complexidade, retrabalho, refluxo, etc) de um processo (WERKEMA, 2002, p. 188).

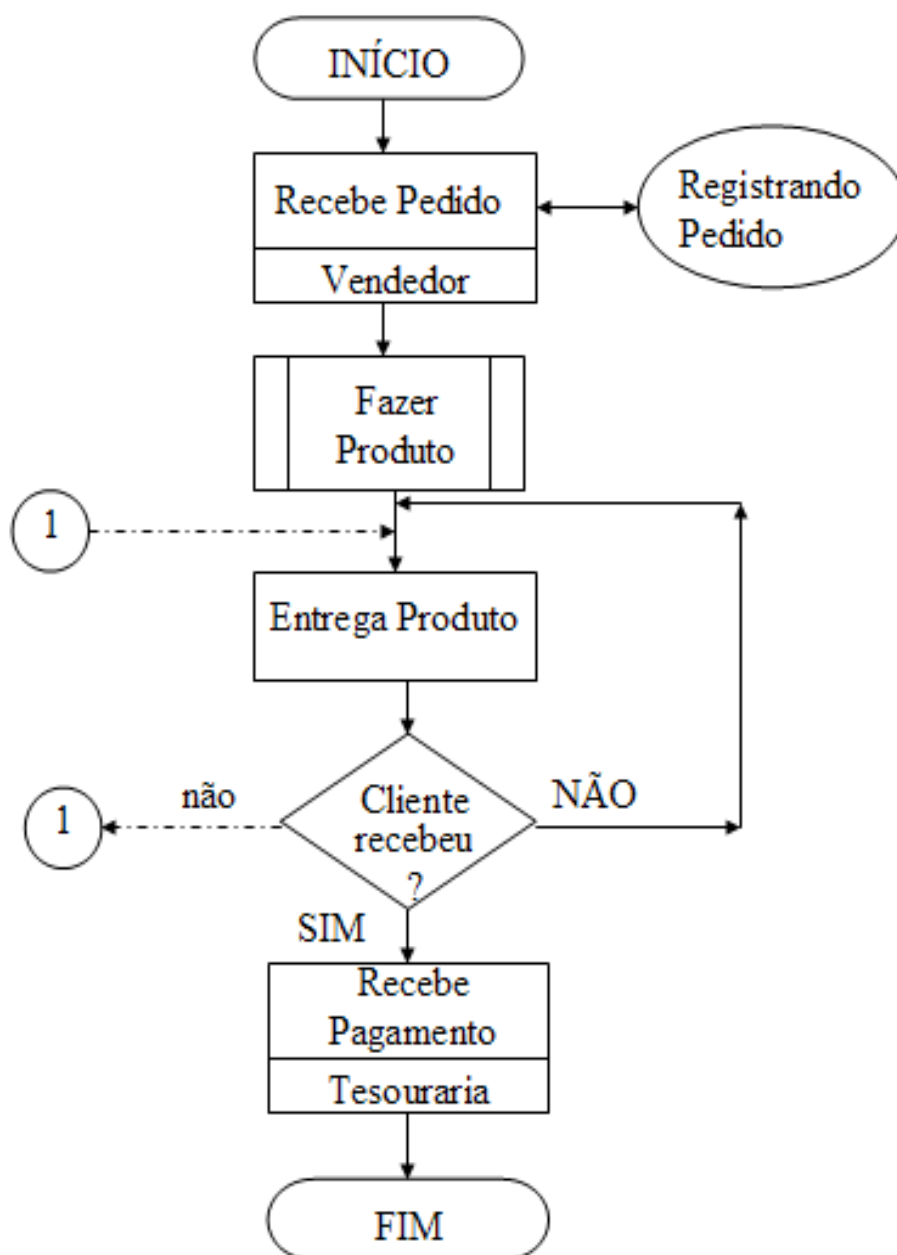
Figura 04 – Modelo de fluxograma de blocos



Fonte: Werkema (2002)

Como mencionado anteriormente, o fluxograma pode se utilizar de símbolos para representar cada etapa do processo, como mostra a Figura 05. Assim a operação, representada por um quadrado, indica uma etapa do processo, registrando-se, dentro dele, a etapa e quem o executa. O losângulo indica decisão a ser tomada, sendo seguida por duas setas: uma de não e outra de sim. A seta indica o sentido e a sequência das etapas do processo e a elipse, o início e o fim do processo (SEBRAE, 2005, p. 07).

Figura 05 – Modelo de fluxograma



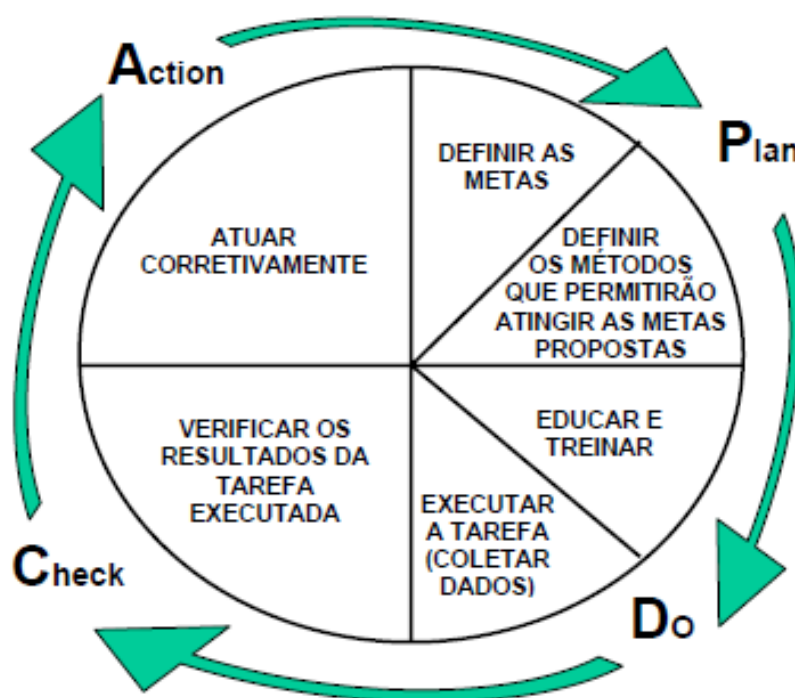
Fonte: Marinho (2010)

Ressalte-se que os fluxogramas têm dois objetivos primordiais, que são: garantir a qualidade e aumentar a produtividade do processo. Ao se elaborar um fluxograma inicial, deve-se criticá-lo de forma a torná-lo ideal para o alcance de seus objetivos (CAMPOS, 2004 b, p. 52).

2.4 PDCA

Como mostra a Figura 06, a metodologia de gestão PDCA é formada por quatro estágios: Planejamento (Plan), Execução (Do), Checagem (Check) e Ação Corretiva (Action) (CAMPOS, 2004 b, p. 114).

Figura 06 – Ciclo do PDCA



Fonte: Sebrae (2005)

Os ciclos do PDCA podem ser utilizados para manter ou para melhorar os processos, sendo pertinente à sua aplicação, o uso das ferramentas da qualidade. É importante observar, ainda, que cada um destes estágios estão divididos em etapas menores, que adiante serão detalhadamente estudadas (WERKEMA, 1995, p. 57).

O PDCA é uma metodologia gerencial que, em verdade, procura a melhoria contínua do processo ou manutenção do mesmo. Quando utilizado para manutenção do nível de controle, o processo é repetitivo e o plano consta de uma meta que é uma faixa aceitável de valores compreendidos nos Procedimentos Operacionais Padrões (POP). Quando utilizado para melhorias, o processo não é

repetitivo e o plano consta de uma meta que é um valor definido e de um método ou ações para o alcance das mesmas (CAMPOS, 2004, p. 35).

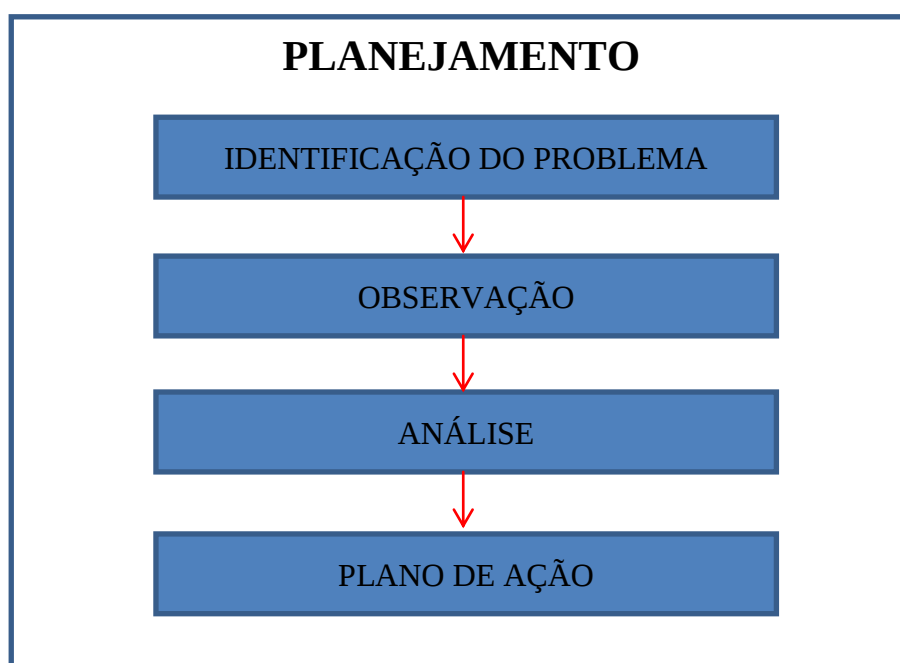
Neste último caso, alvo desta pesquisa, o PDCA pode ser aplicado também como método de solução de problemas.

2.4.1 Planejamento

Segundo Campos (2004, p 239 - 243), a primeira etapa do PDCA é o Planejamento. De acordo com Marinho (2010, p. 14) é o estágio onde se define metas e método para seu alcance.

Este estágio está dividido em etapas, que são: identificação do problema, observação, análise e elaboração de plano de ação, como mostra a Figura 07. O problema é um acontecimento indesejável. De acordo com Werkema (1995, p. 13), problema é “um resultado indesejável em um processo, ou seja, é um item de controle que não atingiu o nível desejado”.

Figura 07 – Etapas do planejamento



Fonte: Adaptado de Campos (2004)

O objetivo da identificação do problema é defini-lo e reconhecer sua importância. Essa identificação deve ser realizada seguindo-se os seguintes

passos: Escolhe-se o problema, coleta-se dados através de históricos do mesmo, mostra-se as perdas e ganhos viáveis, realiza-se a análise de Pareto e se nomeia responsáveis (CAMPOS, 2004b, 216).

Identificado o problema, passa-se a observação do mesmo, onde se reconhece as características que serão identificadas. Esta descoberta é realizada através do levantamento de dados. Essa identificação pode ser realizada através de ferramentas como estratificação e gráfico de Pareto (WERKEMA, 1995, p. 63).

Depois disso, se passa para a análise do problema, que é formada por três etapas principais, que são: a definição das causas influentes, escolha das causas mais prováveis, análise das mesmas e confirmação ou não das causas (CAMPOS, 2004 b, 218).

É importante mencionar que esta análise pode ser realizada por diagramas de causa e efeito e diagramas de Pareto. Esta fase é importante porque é nela que se estabelece as causas que devem ser atacadas em um plano de ação, que é quarta fase do planejamento (WERKEMA (1995, p. 68).

Werkema (2002, p. 33), o plano de ação é o “conjunto de contramedidas com o objetivo de bloquear as causas fundamentais”.

Este plano pode ser realizado conforme método 5W1H, como mostra a Figura 08, cujas funções tem relação com as iniciais das palavras inglesas What (o que será feito), How (como será feito), Why (porque será executada a tarefa), Where (onde cada etapa será executada), When (quando deve ser executada) e Who (quem a realizará). Com efeito, o plano de ação é um documento que organiza e orienta a execução do PDCA (SOARES, 2004, p. 48).

Figura 08 – Modelo de plano de ação

CONTRAMEDIDAS (WHAT)	RESPON- SÁVEL (WHO)	PRAZO (WHEN)	LOCAL (WHERE)	JUSTIFICATIVA * (WHY)	PROCEDIMENTO (HOW)
1. Nivelar a base do equipamento	Trajano	31/8	Laminação	Para evitar quebra do mancal	Desmontar o laminador principal, retirá-lo com a ponte rolante e elevar a base B2 em 2cm por meio de chapas de aço furadas para dar lugar ao parafuso regulador.
2. Trocar as guias	Augusto	31/8	Laminação	Para evitar paradas	Aproveitar o desmonte do laminador e trocar as guias que já se apresentam gastas.
3. Treinar o pessoal	Marcondes	30/6	Centro Trein. e área	Para capacitá-los nos novos procedimentos	Utilizar os Procedimentos Operacionais Padrão RC-0-1-98 e RC-0-1-99 recentemente atualizados.
↑ Aqui você coloca as contramedidas provenientes do <i>brainstorming</i>	↑ ↑ Aqui só se coloca um <u>nome</u> e não um grupo ou uma sigla. O responsável deve ser uma <u>pessoa física</u>. Nestas cinco colunas você coloca os dados complementares como mostrado acima. * Não deixe de colocar esta coluna (WHY). As pessoas querem saber <u>por que</u> fazem cada coisa.				

Fonte: Campos (2004b)

Elaborado o plano de ação, expõe-se aos gestores para aprovação, finalizando-se, assim, a etapa de planejamento e iniciando a de execução do PDCA.

2.4.2 Execução

De acordo com Marinho (2010, p. 15), a execução é o estágio onde se realiza as ações planejadas, coletando-se dados para a etapa de verificação do processo.

Como menciona Campos (2004b, p. 219), este estágio é formado por duas etapas: treinamento e execução da ação, como mostra a Figura 09. No primeiro caso, as ações devem ser lecionadas, havendo a necessidade da cooperação de todos os envolvidos. Para a concretização desta fase, as tarefas e suas razões devem ser claramente expostas, certificando-se que todos as entendam muito bem.

Figura 09 – Etapas do estagio de execução

<i>Processo 5 - Execução</i>			
1	Treinamento	• Divulgação do plano a todos. • Reuniões participativas. • Técnicas de treinamento. 	• Verifique quais ações necessitam da ativa cooperação de todos. Dê especial atenção a estas ações. • Apresente claramente as tarefas e a razão delas. • Certifique-se de que todos entendem e concordam com as medidas propostas.
2	Execução da Ação	• Plano e cronograma.	• Durante a execução, verifique fisicamente e no local em que as ações estão sendo efetuadas. • Todas as ações e os resultados bons e ruins devem ser registrados, com a data em que foram tomados.

Fonte: Campos (2004b)

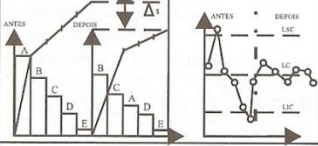
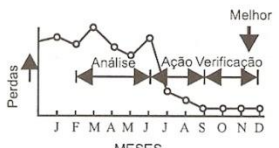
A execução das ações deve ser observada com critério, coletando-se dados para futura verificação, mesmo que os resultados sejam negativos. Estes últimos comporão as ações corretivas futuras.

2.4.3 Checagem

Neste estágio observa-se se o que foi realizado está conforme o planejado, ou seja, se a meta foi alcançada conforme método previsto, avaliando-se, ainda, os desvios na meta e no método (MARINHO, 2010, p, 15).

Segundo Campos (2004b, p. 220), este estágio, como se pode visualizar na Figura 10, é formado por quatro etapas: comparação dos resultados, listagem de efeitos secundários, verificação da continuidade ou não dos problemas e se houve o efetivo bloqueio das causas originárias do problema identificado.

Figura 10 – Etapas do estágio de checagem

Processo 6 - Verificação			
Fluxo	Tarefas	Ferramentas Utilizadas	Observações
1	Comparação dos resultados	Gráficos de Pareto, cartas de controle, histogramas. 	- Devem-se utilizar os dados coletados antes e após a ação de bloqueio para verificar a efetividade da ação e o grau de redução dos resultados indesejáveis. - Os formatos usados na comparação devem ser os mesmos antes e depois da ação. - Converta e compare os efeitos também em termos monetários.
2	Listagem dos efeitos secundários		Toda alteração no sistema pode provocar efeitos secundários, positivos ou negativos.
3	Verificação da continuidade ou não do problema		- Quando o resultado da ação é tão satisfatório quanto o esperado, certifique-se de que todas as ações planejadas foram implementadas de acordo com o plano. - Quando os efeitos indesejáveis continuam a ocorrer mesmo depois de executada a ação de bloqueio, significa que a solução apresentada foi falha.
2	O bloqueio foi efetivo?	Pergunta: a causa fundamental foi efetivamente encontrada e bloqueada? 	- Utilize as informações levantadas nas tarefas anteriores para a decisão. - Se a solução foi falha, retornar ao processo 2 (Observação).

Fonte: Campos (2004b)

Se houver efeitos secundários estes devem ser listados para futuros estudos, durante a ação corretiva. Verifica-se se o problema foi efetivamente bloqueado ou se houve falha nas ações planejadas (CAMPOS, 2004b, p. 220).

2.4.4 Ação Corretiva

Segundo Werkema (1995, p. 19), o estágio de ação corretiva atua no processo em razão dos resultados obtidos nas fases anteriores do PDCA. A ação corretiva vai atuar em cima dos desvios identificados na checagem. No caso de efetivo bloqueio, padroniza-se as ações.

Padronização é a metodologia segundo a qual se uniformiza um procedimento, definindo-se a quantidade e qualidade das ações para permitir a universalidade das medidas. Observa-se que, para haver a padronização se faz necessária a conscientização de gestores e colaboradores no que se refere a preparo e treinamento, elaborando-se, posteriormente um fluxograma detalhado do

processo estudado e registrando-se o mesmo como procedimento operacional padrão - POP (CAMPOS, 1997, p. 04).

Assim, identificados desvios, define-se e implantam-se as soluções que bloqueiem as causas, reiniciando-se o ciclo do PDCA. Caso não sejam identificados desvios, padroniza-se as ações mitigadoras (MARINHO, 2010, p. 15).

Por tudo que foi exposto, é possível se observar que a metodologia de gestão PDCA vai exigir atenção de todos os envolvidos, aplicando-se ferramentas da qualidade para coleta de dados necessários para o alcance das metas estabelecidas.

2.5 Mineração: Rochas Calcárias

De acordo com Oliveira (2006 a, p. 06), o calcário tem origem em jazidas ou depósitos de carbonatos de cálcio (CaCO_3) contidos em águas de mares ou lagos, advindos de precipitação química ou por corais e moluscos.

Por isso mesmo Suguio (1980, p. 162) menciona vários ambientes modernos que apresentam sedimentos carbonáticos, tais como: depósitos marinhos de água rasa; carbonatos marinhos de água profunda; carbonatos de bacias evaporíticas; carbonatos de água doce e os eólicos, sendo nos primeiros a fonte de calcários mais antigos.

Neste contexto, Machado (2012, p. 01) conceitua que as rochas calcárias são “constituídas por calcitas (carbonatos de cálcio) e/ou dolomita (carbonato de cálcio e magnésio)”. Pode-se dizer que o termo calcário é utilizado sempre que um determinado grupo de rochas tenha em sua composição mais de 50% de carbonatos.

Segundo a Mineropar (2009, p. 01) existem inúmeras classificações para rochas calcárias, entretanto, a mais utilizada é a Pettljohn que relaciona a % de MgO (Óxido de Magnésio) pertencente a rocha, como mostra o Quadro 03.

Quadro 03 – Classificação das rochas calcárias

Denominação	% de MgO
calcário	0 a 1,1
calcário magnesiano	1,1 a 2,1
calcário dolomítico	2,1 a 10,8
dolomito calcítico	10,8 a 19,5
dolomito	19,5 a 21,7

Fonte: Mineropar (2009)

A textura dos carbonatos difere das de rochas clássicas comuns. Mesmo em condições parecidas, o calcário sofre recristalização e simples passagem da argonita para calcita pode alterar a textura da mesma (SUGUIO, 1980, p. 168).

De acordo com Oliveira (2006 b, p. 03):

As formas mais comuns dos carbonatos cálcicos são calcários, mármore e giz. Calcários têm uma estrutura predominantemente cristalina em grãos finos sendo que sua dureza depende da idade geológica. Normalmente quanto mais velha a formação geológica, mais duro será o calcário. Sua dureza varia entre 1,8 e 3,0 na escala de Mohs, o peso específico entre 2,6 e 2,8 e a fratura é conchoidal.

Ressalta-se que o calcário é um dos elementos mais comuns no mundo, estimando-se que cerca de 4% da crosta terrestre é formada por ele. Suas impurezas são bem variadas, tanto em tipo quanto em quantidade, que podem ser fatores limitantes para seu aproveitamento econômico (SAMPALIO e ALMEIDA, 2008, p. 367).

São exemplos de rochas calcárias: a calcita, aragonita, dolomita e siderita. Os dois primeiros são mais da metade do volume de carbonatos da natureza, ambas com a mesma composição química. O terceiro, embora associadas a calcitas, não é primária, sendo substitutas das mesmas. O mesmo se sucede com a siderita (SUGUIO, 1980, p. 166).

Seus usos e aplicações vão depender de sua composição química bem como de características físicas, já mencionadas anteriormente. Assim, podem ser utilizados em indústria de cimentos, cujas matérias primas são o calcário, a argila e a

gipsita; na indústria de cal, resultado da calcinação de rochas calcárias superaquecidas, entre outros (MINEROPAR, 2009, p. 03).

Ainda conforme lições de Mineropar (2009, p. 03), o calcário pode ser usado “in natura” como blocos ornamentais (lajes, artes, etc), britado (preparação de argamassas e agregados, entre outros) ou moído (corretivo de solo para agricultura).

Somente as variedades puras de calcário têm cor branca, como mostra a Figura 11.

Figura 11 – Rocha calcária branca



Fonte: Votorantim (2011)

Entretanto, o mais comum é que as rochas contenham misturas de substâncias argilosas ou compostos ferrosos que modificam sua cor, variando sua tonalidade, como no caso da rocha calcário creme, mostrada na Figura 12. Essas são rochas típicas de origem sedimentar com fósseis com moluscos fossilizados, sendo as mais apropriadas para a fabricação de cimento (OLIVEIRA, 2006 b, p. 02 – 03)

Figura 12 – Rocha calcária creme



Fonte: Votorantim (2011)

É relevante informar que a extração é o principal foco da utilização dos minerais, necessitando, para tanto, de seu beneficiamento para que seja lhe dada devida valorização econômica no mercado.

2.5.1 Cominuição: perfuração e desmonte

O beneficiamento de minerais consiste na união de diversas operações unitárias, realizadas na seguinte ordem: Há primeiro a cominuição, que é o processo de redução granulométrica do minério, observando-se, nesta etapa as operações de britagem e moagem. Depois, o minério passa pela flotação, onde se dá a concentração e a separação do minério. Posteriormente, passa pelo processo de centrifugação e, finalmente, o de secagem, quando finalmente está pronto para comercialização (PERES e ARAUJO, 2005, p. 01).

Segundo Luz, Possa e Almeida (1998, p. 3):

O beneficiamento consiste de operações que visam modificar a granulometria, a concentração relativa das espécies minerais presentes ou a forma sem, contudo, modificar a identidade química ou física dos minerais.

A perfuração e o desmonte são as primeiras etapas da cominuição, observando-se nelas a finalidade de reduzir a rocha de forma a garantir que os processos de britagem e moagem tenham desempenhos eficientes.

A perfuração das rochas, dentro do campo dos desmontes objetiva abrir uns furos de forma uniforme e geometricamente adequada dentro das rochas para depositar as cargas de explosivos (SILVA, 2009, p. 02).

As perfurações são realizadas por diversos equipamentos, mas geralmente por perfuratrizes. As perfuratrizes podem ser: percussivas, que reproduzem o trabalho manual de perfuração de rocha, sendo acionadas por ar comprimido; rotativas, que transmitem à broca somente movimento de rotação, ou seja, não tem percussão; e, percussiva-rotativa, que mistura rotação e percussão (RICARDO e CATALANI, 1990, p. 399 - 408).

Já o desmonte é feito pela detonação do explosivo introduzido nos furos que, depois de demolida, serão removidas e levadas ao tratamento. Os explosivos são estudados quanto a sua propriedade e tipos, fazendo-se a escolha conforme

rocha a ser minerada. O desmonte é feito de acordo com técnicas específicas que consistem em perfurar o maciço rochoso, introduzir explosivo nos mesmos, detoná-los e remover o material (RICARDO e CATALANI, p. 1990, p. 529 – 550)

Ressalta-se que o processo de perfuração e desmonte são realizados conforme plano de fogo elaborado.

2.5.2 Plano de fogo

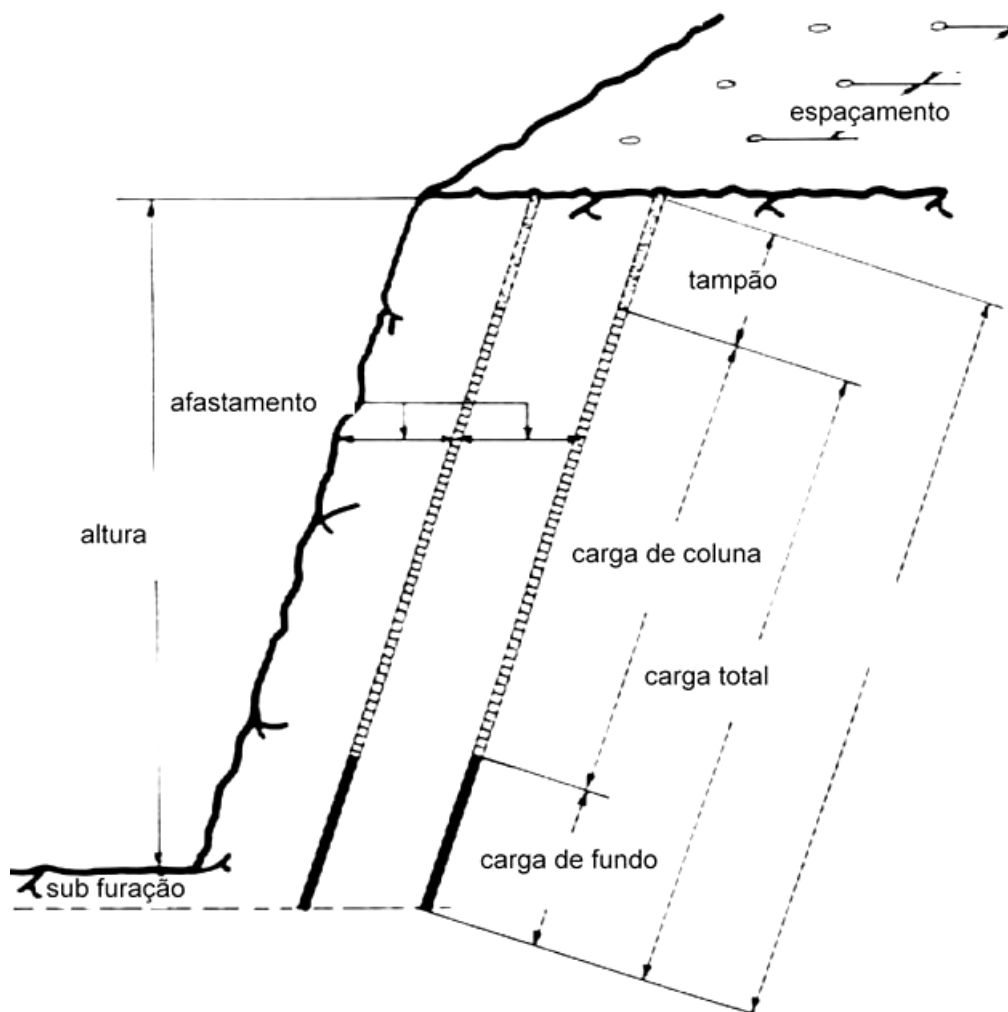
O plano de Fogo é uma das etapas primordiais para a execução do desmonte de rocha, devendo ser elaborado com técnica e cuidados necessários para se obter, com segurança, a detonação adequada do minério.

De acordo com Bevilacqua (2003, p. 01), o plano de fogo é:

O documento que contém os elementos essenciais à execução da atividade de perfuração e desmonte (malha de perfuração, posição georeferenciada do desmonte, data e horário do desmonte, inclinação, diâmetro e comprimento dos furos, altura média da bancada, tipos e características de explosivos e acessórios utilizados, perfil padrão de carregamento dos furos, carga prevista de cada furo, sub-furação, comprimento e tipo de material de tampão, razão de carga prevista, carga máxima por espera, tipo ou modo e sequência da iniciação);

Estes elementos do plano de fogo podem ser visualizados na Figura 13. Vale ressaltar que o diâmetro das perfurações será determinado em razão dos equipamentos que vão executar as perfurações. O afastamento (V) é a distância entre duas linhas sucessivas de furos e o espaçamento as distâncias entre os furos, como mostra a Figura 13 (PINHEIRO, 2009, p. 09).

Figura 13 – Elementos do plano de fogo

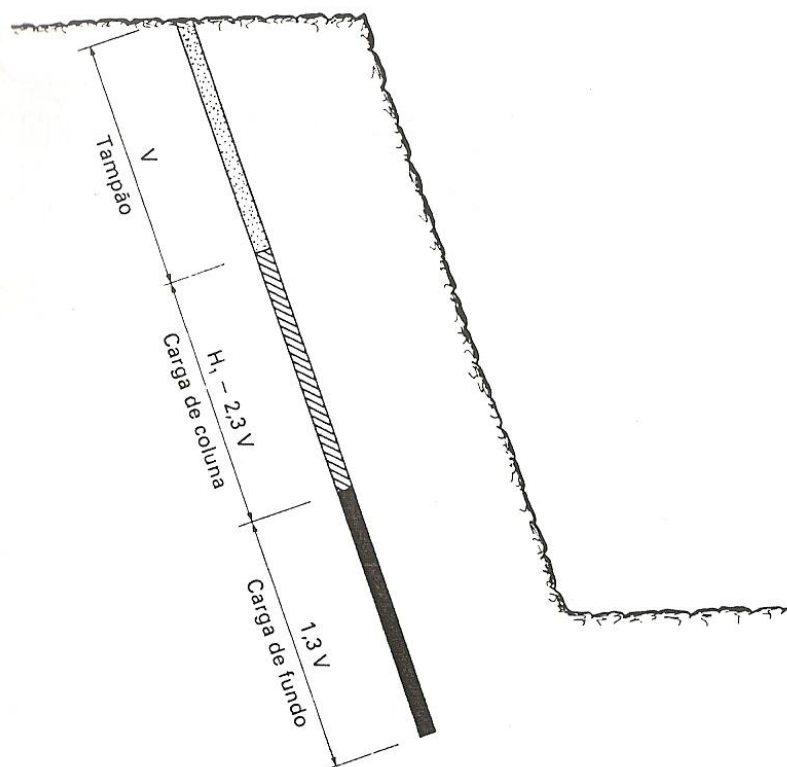


Fonte: Pinheiro (2009)

É importante mencionar que quando o afastamento e o espaçamento são muito grandes, os gases da detonação ficam presos, verificando-se o evento fogo preso, que cria maior dificuldade para fragmentar e arrancar a rocha (KLEN, 2010, p. 36).

De acordo com Ricardo e Catalani (1990, p. 594 - 595), a inclinação reduz a sobrefuração, tornando a face da bancada mais segura. A altura da bancada deve ser realizada com exatidão, a fim de se evitar erros da detonação, o mesmo ocorrendo com a profundidade da bancada. Para que a detonação seja realizada adequadamente, o explosivo deve ser colocado na parte interior da perfuração (Carga do fundo), como mostra a Figura 14.

Figura 14 – Distribuição da carga explosiva no furo



Fonte: Ricardo e Catalani (1990)

A utilização de furos inclinados vão reduzir os níveis de vibração, geralmente com ângulo igual a 45° para aproveitar melhor a energia da detonação. O diâmetro destes furos auxiliam no controle das vibrações produzidas pelos explosivos. (KLEN, 2010, p. 37).

A carga de coluna é necessária para a introdução de espaçadores para que o explosivo atinja o fundo do furo. O tampão é a parte superior da extensão. Quanto ao comprimento do tampão deve-se observar que deve ser proporcional ao confinamento dos gases, a fim de promover o aumento nos níveis de vibração (KLEN, 2010, p. 37). Utiliza-se, para vedá-lo, areia seca, pó de pedra e argila (PINHEIRO, 2009, p. 13).

Observe-se, que erros na execução destes elementos do plano de fogo podem levar à criação de matacos e fogo preso. Os matacos são blocos de rocha maiores que a abertura dos equipamentos de britagem advindos da detonação. Esses matacos devem ser detonados novamente, até que haja redução granulométrica conveniente. Os fogos presos ocorrem quando após a detonação, a rocha não se fragmenta, ou seja, embora rachada, permanece no maciço (VOTORANTIM, 2009).

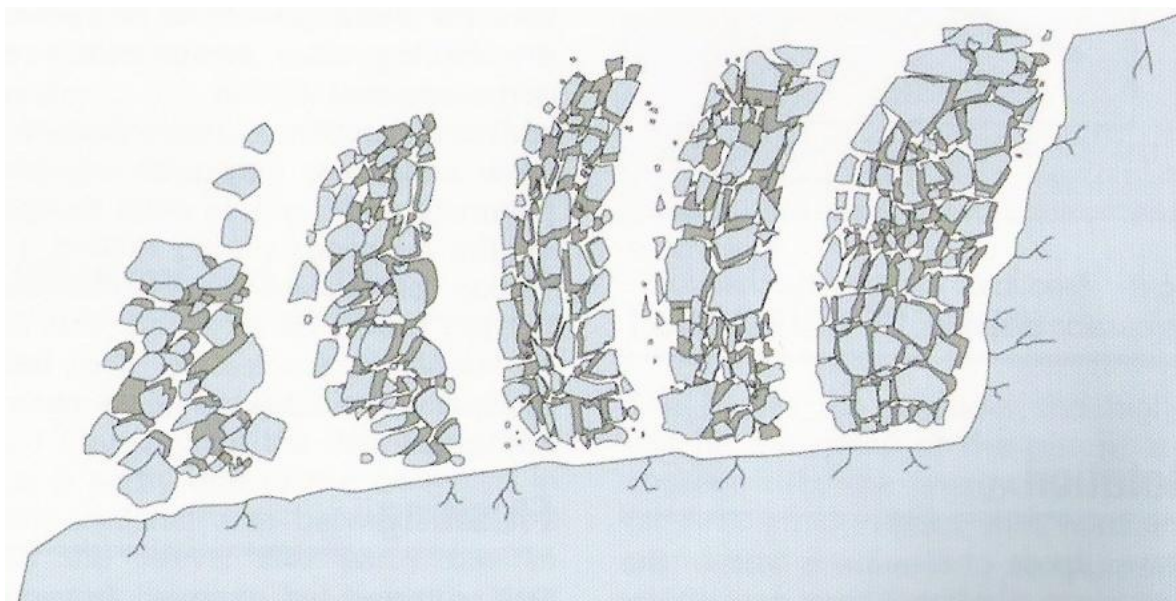
2.5.3 Conceitos relacionados ao desmonte

São muitos os conceitos relacionados com o tema abordado por esta pesquisa. Entretanto, esta seção tratará somente aos que se referem a resultados ou métodos da mineração, não tratada nas seções anteriores. São elas: malha de perfuração fora da escala, tempo de retardo, explosivos inadequados e falhas das rochas.

Malha de perfuração é a área que sofre exploração de minérios. A geometria das malhas de perfuração a céu aberto pode ser: quadrada, retangular, estagiada, triângulo equilátero ou malha alongada. As malhas são marcadas tendo como referência a altura da bancada e o diâmetro do furo, tendo essas informações calcula-se a melhor malha para o maciço de rocha que se deseja detonar. Quando os cálculos de afastamento, espaçamento, altura, etc, estão irregulares, diz-se que elas estão fora de escala (VOTORANTIM, 2011, p. 06).

Segundo Brondani e Pinheiro (2011, p. 41), tempos de retardos são as diferenças, em milissegundos, entre uma detonação e outra, como mostra a Figura 15. O uso de tempos de retardos diminui as vibrações e torna mais eficiente o desmonte.

Figura 15 – Tempos de retardos



Fonte: Brondini e Pinheiro (2011)

Outro elemento importante do desmonte é o explosivo utilizado para

tanto. Segundo Brondani e Pinheiro (2011, p. 42), explosivo é “um composto químico que tem a propriedade de sofrer transformações químicas violentas e rápidas que resulta na liberação de grandes quantidades de energia em reduzido espaço de tempo”. Diz-se que o explosivo é inadequado, quando ele não é o apropriado para o desmonte a ser realizado, tanto em qualidade quanto em quantidade.

De acordo com Leite (2009, p. 01) as falhas são fraturas decorrentes de uma deformação na rocha que sofreu deslocamento de blocos. Estas falhas podem ser normais, inversas ou transcorrentes, conforme movimentos dos blocos. As primeiras são as que apresentam as melhores características e maiores aberturas. As duas outras são frutos de esforços compressivos que geram planos de falhas fechadas.

Por tudo o que foi exposto, fica evidente a complexidade do tema abordado por esta pesquisa. A metodologia de gestão PDCA quando aplicada à perfuração e desmonte na empresa em estudo, requer cuidados e conhecimento da área de atuação em questão, razão pela qual foram expostos alguns conceitos correspondentes ao assunto.

3 METODOLOGIA

3.1 Método

De acordo com Batista (2011), a metodologia pode ser classificada quanto aos objetivos (descritiva, explicativa e explanatórias), quanto aos meios (bibliográfica, documental, de campo, de laboratório e estudo de caso) e quanto a abordagem (quantitativa e qualitativa).

Quanto aos objetivos: descritiva- explicativa. Descritiva pois descreve o processo de perfuração e desmonte de rochas assim como todos os estágios do PDCA aplicado. É explicativa, pois identifica as causas primárias e suas causas raízes da criação de matacos e fogo presos propondo ações capazes de bloqueá-las, bem como realiza avaliação da aplicabilidade do PDCA.

Quanto aos meios: Documental, porque é pautada em dados extraído de documentos da empresa sob análise; Bibliográfica, por que o estudo é fundamentado em livros e outras publicações relacionadas com o tema; e, Estudo de Caso, porque analisa um fato específico que é incidência de atrasos na produção em razão da geração de matacos e fogo presos nas atividades de perfuração e desmonte da empresa em análise, bem como a aplicação do PDCA neste processo.

Quanto a abordagem: qualiquantitativa, porque realiza levantamento de dados numéricos relativos aos problemas mencionados, interpretando-os e compreendendo-os através de estudos teóricos relacionados.

3.2 Universo e Amostra

O ambiente de estudo é a empresa Votoratim Cimentos (CIMESA), mas especificamente na área de perfuração e detonação localizada em Laranjeiras/Sergipe.

3.3 Coleta e Análise de Dados

Segundo Lakatos e Marconi (2004), a coleta de dados é a forma de reunir as informações necessárias para que se desenvolvam os raciocínios previstos nos objetivos.

Assim, os dados foram coletados no período compreendido entre Agosto/2011 e Abril/2012 do corrente ano, tanto das ocorrências registradas no primeiro semestre de 2011 como da aplicabilidade do PDCA. Esta coleta foi realizada em cinco etapas:

Na primeira etapa foram realizados levantamentos de dados de atrasos na produção do primeiro semestre de 2011 em relatórios de produção e de detonação da empresa, realizando quantificação dos mesmos.

Na segunda etapa foi realizado estudo a cerca dos procedimentos operacionais relacionados com as atividades de perfuração e desmonte de rochas, a fim de montar fluxograma e caracterizar o mencionado processo.

Na terceira etapa foram levantados dados relacionados com as causas de criação de maticos e fogo preso observados nos relatórios de detonação, a fim de priorizar as causas mais incidentes e analisar todas as causas identificadas, para ao fim, propor ações capazes de bloqueá-las.

Na quarta etapa foram levantados dados a cerca da execução do plano de ação, registrando-se aspectos positivos e negativos de suas aplicações bem como das ocorrências de maticos e fogos presos.

Na quinta etapa foram observados dados comparativos para se estabelecer a eficácia e a eficiência das ações planejadas e executadas para, ao fim, se determinar as correções devidas e a padronização das ações eficientes.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

No primeiro semestre de 2011 foi identificado um elevado índice de criação de maticos e fogos presos nas atividades de perfuração e desmonte da empresa em estudo, trazendo aumento de custos, redução da produção e segurança operacional do processo, razão pela qual a mesma realizou estudos com o intuito de implantar a metodologia de gestão PDCA.

4.1 Fluxograma do Processo de Perfuração e Desmonte da Empresa sob Análise

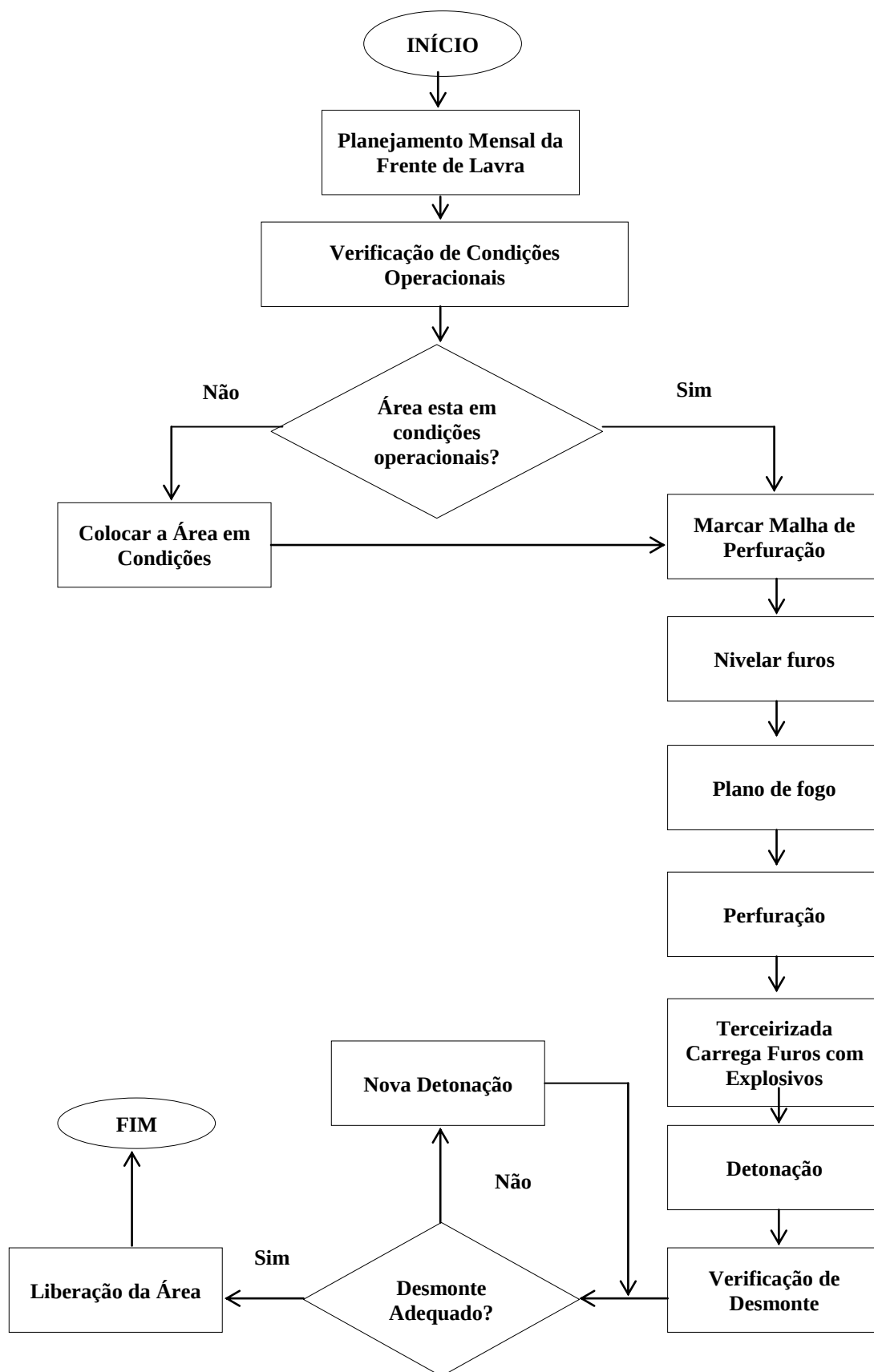
Para efetiva aplicação da metodologia de gestão sugerida, foi necessário elaborar um fluxograma do processo de perfuração e desmonte de rochas calcárias da empresa, como mostra a Figura 16, a fim de identificar as causas primárias para a redução da produtividade.

Assim, o processo se inicia com o planejamento mensal da frente de lavra, onde se contempla as atividades mensais baseados nos planos de curto e médio prazo. Este planejamento leva em consideração aspectos operacionais específicos do período em questão (restrições temporais, tipo chuvas; restrições físicas e químicas, tipo de equipamentos, etc).

Diante deste planejamento, verifica-se as condições operacionais da área que vai ser perfurada e sofrer desmonte. Estas condições se referem a desmatamento da área, limpeza do mesmo, nivelamento da praça com trator, entre outros. Caso não esteja em condições de operação, realizam-se as atividades acima mencionadas. Quando a área estiver em condições operacionais, realiza-se a marcação da malha de perfuração.

Marcar a malha de perfuração é escolher a melhor malha de perfuração para desmontar os diversos tipos de rocha, que apresentam características físicas e químicas próprias. Portanto a malha é definida de acordo o tipo de maciço rochoso.

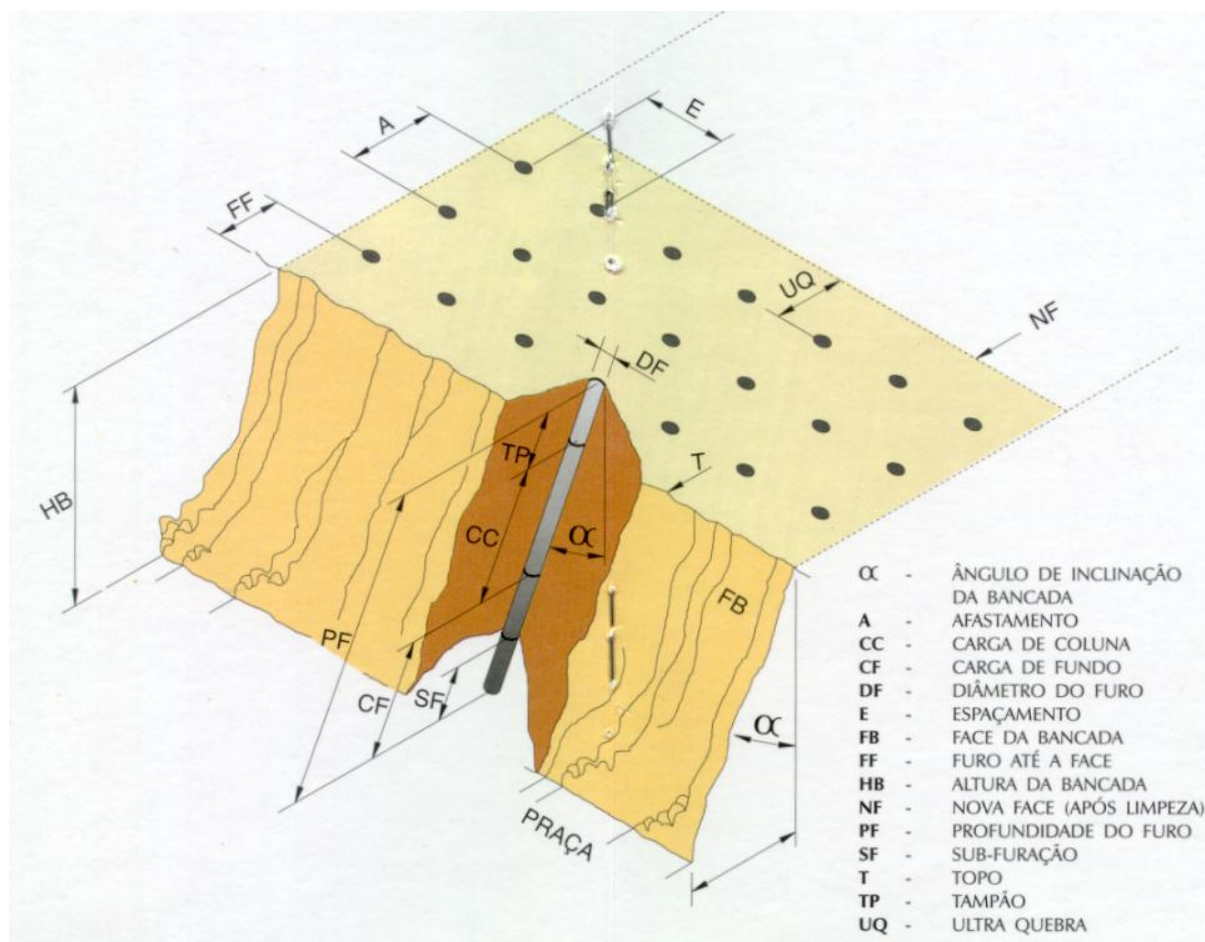
Figura 16 – Fluxograma do processo de perfuração e desmante



Fonte: Autor da pesquisa

Assim, as malhas são escolhidas tendo como referência a altura da bancada e o diâmetro do furo, passando-se para a marcação propriamente dita, onde se marca o afastamento (A) espaço entre linhas diferentes e o espaçamento (E) espaço entre furos na mesma linha, de acordo com croqui, mostrado na Figura 17.

Figura 17 – Marcação da malha



Fonte: Voltorantim (2011)

Os furos são, então, nivelados a partir da utilização de uma estação total, como mostra a Figura 18. Depois disso, elabora-se o plano de fogo, onde constarão dados referentes a quantidade e tipo de explosivos que serão utilizados na detonação.

Figura 18 – Nivelamento dos furos



Fonte: Autor da pesquisa

A perfuratriz hidráulica realiza, então, a perfuração nas áreas marcadas. Finalizada esta etapa, os furos serão carregados, com os explosivos solicitados, realizando-se, aí, a detonação. Detonada a rocha, é feita uma verificação para observar se a rocha sofreu ou não o desmonte adequado. No caso de se obter o desmonte correto, a área é liberada.

Se for observada a falha em algum acessório da detonação que deixou de acionar a detonação de algum furo, o processo de detonação é realizado novamente para os furos que falharam, sendo realizados procedimentos de segurança e nova detonação. Esta operação é repedita até que se verifique que o desmonte foi como desejado, caso em que a área será liberada. A evidência de matacos e fogo preso informa que o desmonte não ocorreu de forma satisfatória.

4.2 Avaliação das Etapas do PDCA

Nesta seção serão avaliados os estágios de planejamento, execução, checagem e ação corretiva.

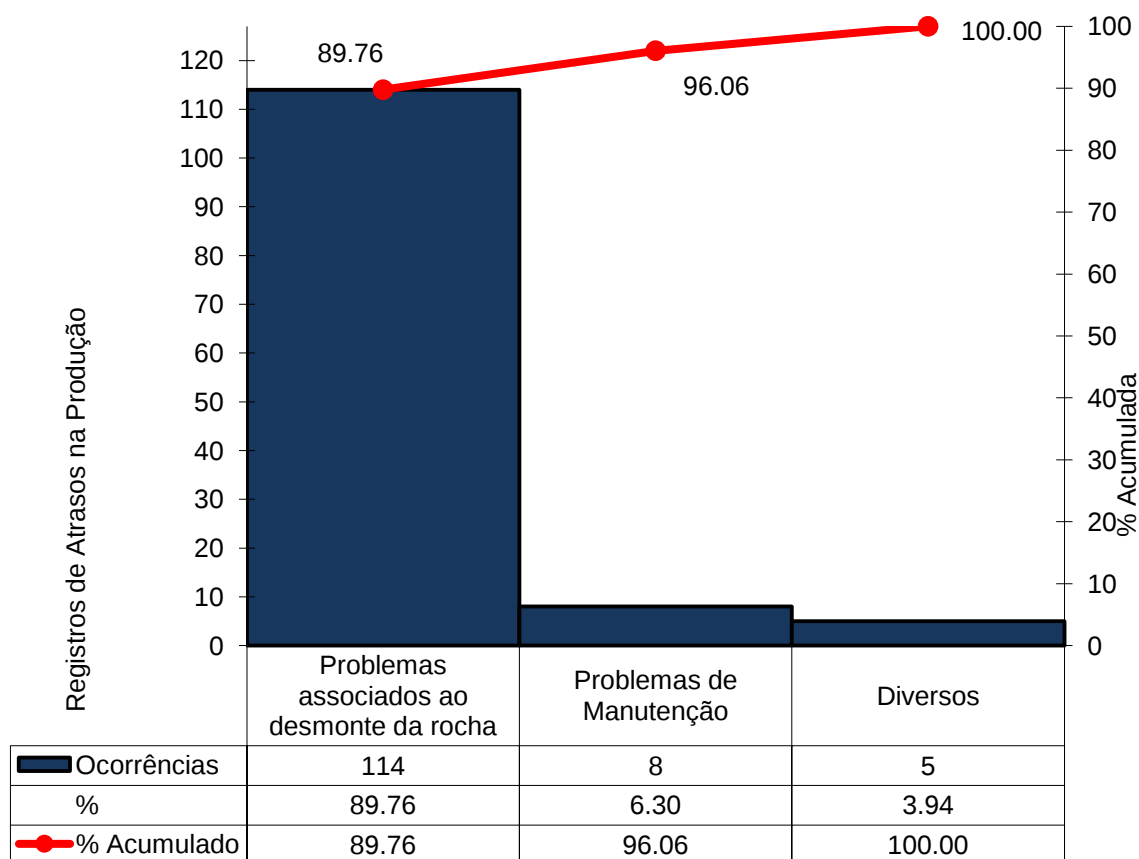
4.2.1 Planejamento

Nesta etapa será identificado o problema, analisadas suas causas e elaborado um plano de ação capaz de bloqueá-las.

4.2.1.1 Identificação do problema e de suas causas

No primeiro semestre de 2011, foi observado um elevado número de casos em que houve atraso na produção durante o processo de perfuração e desmonte de rochas. Através dos relatórios mensais de produção, foi observado o registro de 127 atrasos, dos quais 114 estavam associados às atividades de desmonte (89,76%), 8 por causa de problemas de manutenção (6,30%) e 05 classificada como diversos (3,94%), como mostra o Gráfico 01.

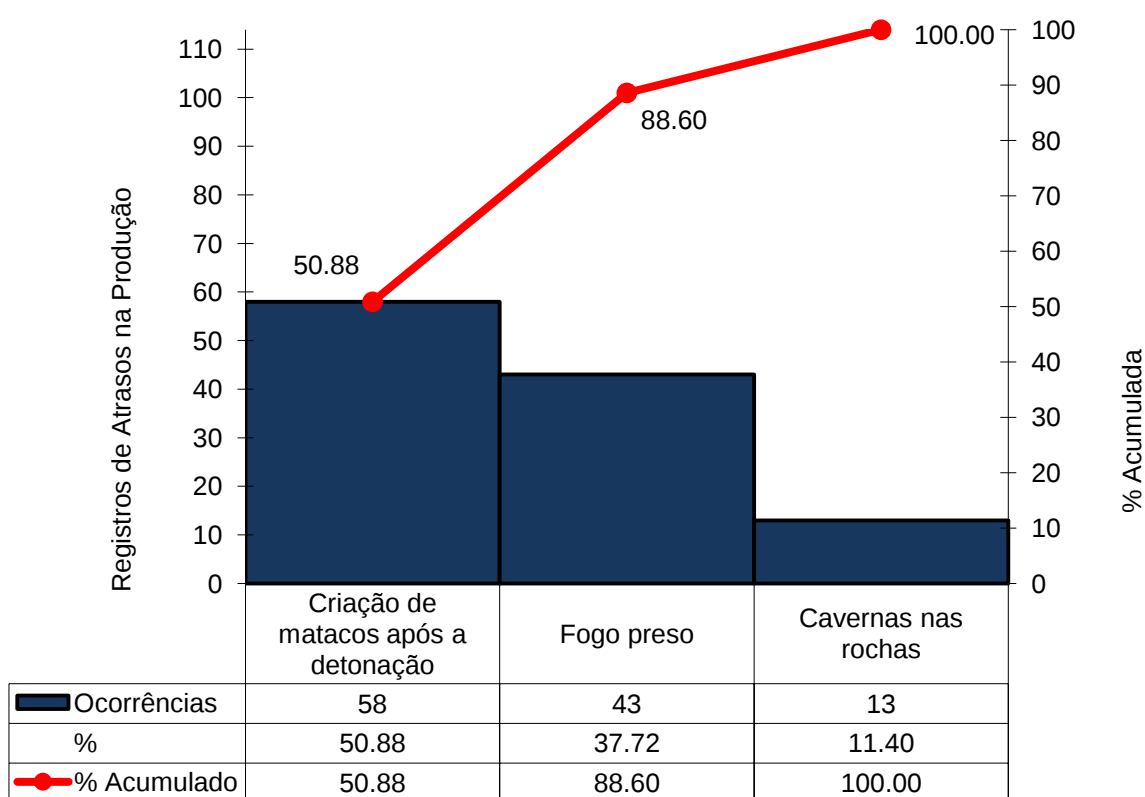
Gráfico 01 – Diagrama de Pareto em Função dos tipos de problemas que causa atrasos na produção



Fonte: Autor da Pesquisa

Frente ao elevado número de registros relacionados com problemas no desmonte, esta será a causa alvo desta pesquisa, aqui denominada causa raiz. Estratificando esta causa raiz de atraso na produção foi identificado que as principais causas primárias associadas ao desmonte são: Criação de Matacos após detonação, com 58 casos registrados; Fogo preso, com 43 registros; e, Cavernas nas rochas, como 13 casos no período estudado, como mostra o Gráfico 02.

Gráfico 02 – Diagrama de Pareto em Função das causas primarias de atrasos na produção por problemas associados ao desmonte



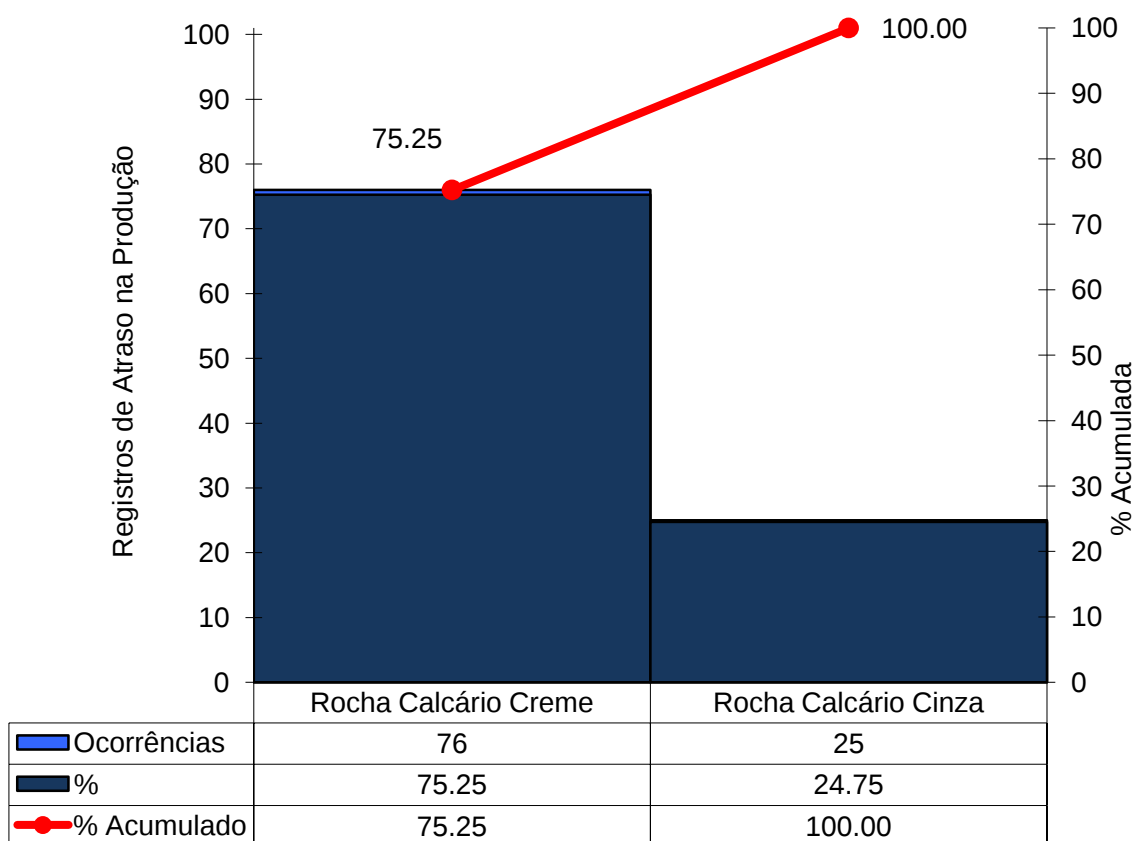
Fonte: Autor da Pesquisa

As cavernas nas rochas provocam vazamento do explosivo, causando ineficácia da detonação, pois esta não quebra em razão do explosivo ter vazado por fendas nas mesmas. Estas cavernas também podem provocar ultra lançamento de rochas por motivo de acúmulo de explosivo (concentrar) na caverna e a detonação ser maior do que deveria. Embora perigoso este seja um evento natural, cujas ações pouco podem auxiliar. Por isso, esta pesquisa será afunilada ao estudo das causas de criação de matacos e fogo preso.

Observou-se também que o tipo de rocha também influencia para que

estas causas primárias ocorram. Assim, dos 101 registros de criação de matacos e fogo preso estudados, 76 se deram em rochas calcário creme (75,25%) e 25 em rochas calcário cinza (24,75%), como mostra o Gráfico 03. A criação de matacos representa, além das perdas pelo atraso na produção, custos relacionados com o aluguel de rompedor móvel para quebra dos mesmos, observando-se que tal custo é diário.

Gráfico 03 – Diagrama de Pareto em Função do tipo de rocha



Fonte: Autor da Pesquisa

É importante informar que, nas rochas calcário creme ocorre criação de matacos e fogos presos e na rocha calcário cinza, ocorrem somente fogos presos.

Utilizando as determinações teóricas de Pareto, as ações bloqueadoras devem ser estudadas e priorizadas nos registros ocorridos em rochas calcário creme e a criação de matacos após a detonação. Encontradas as causas primárias a serem estudadas (Criação de Matacos e fogos presos), foi realizada a análise das causas secundárias, ou seja, o que levou à ocorrência das causas primárias estudadas.

4.2.1.2 análise das causas secundárias

Em reunião com o gestor do setor de perfuração e desmonte, foram apontadas causas tanto de maticos quanto para fogo preso. As primeiras estão expostas no Quadro 04.

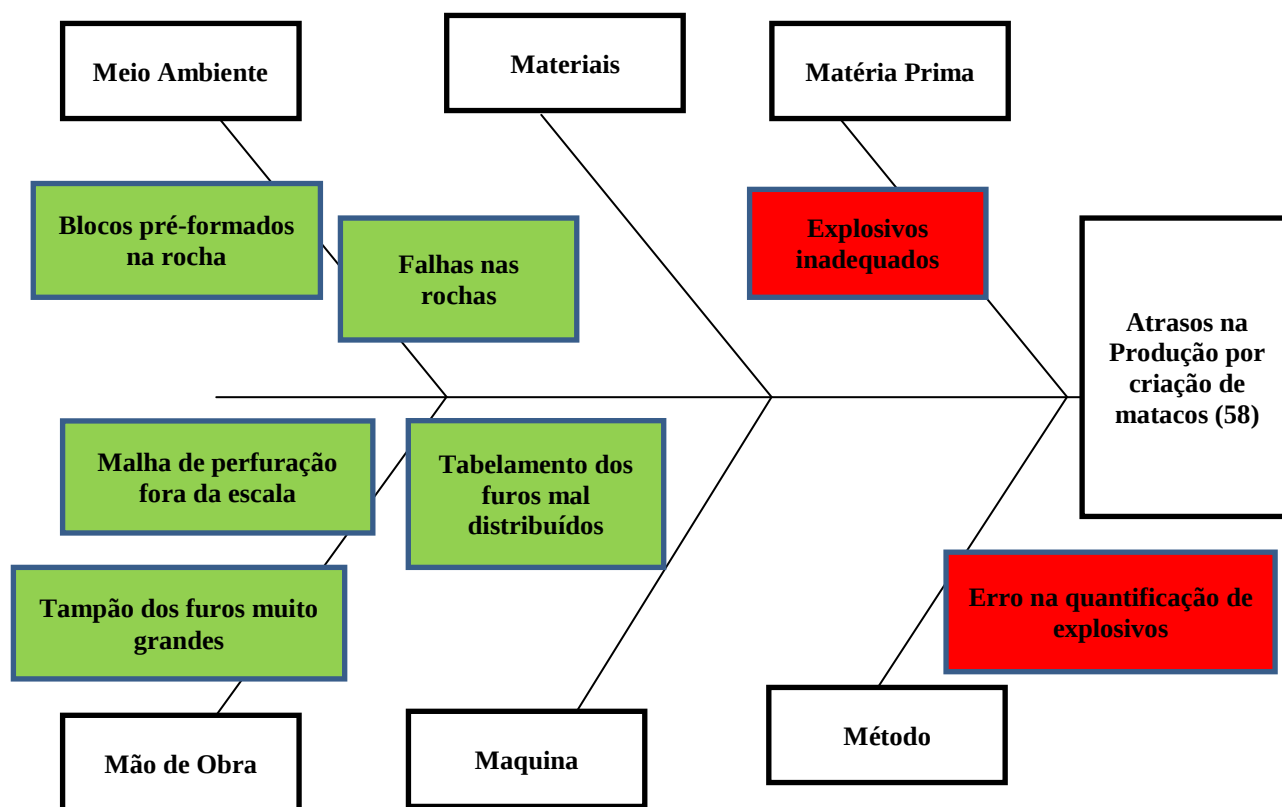
Quadro 04 – Causas para criação de maticos

Item	Causas para criação de maticos	Classificação
01	Malha de perfuração fora da escala (MO)	Provável
02	Tabelamento dos furos mal distribuídos (MO)	Provável
03	Falhas nas rochas (MA)	Provável
04	Explosivo inadequado (Ma)	Pouco provável
05	Blocos pré formados na rocha (MA)	Provável
06	Erro na quantificação de explosivos (Mt)	Pouco Provável
07	Tampão dos furos muito grandes (MO)	Provável
LEGENDA: MO (Mão de Obra); Ma (Materiais); Mt (Método); Mq (Máquina); MA (Meio Ambiente); MP (Matéria Prima)		

Fonte: Autor da Pesquisa

Como pode se ver estas causas são classificadas conforme sua probabilidade de incidência. As causas relativas a explosivos inadequados e erro na quantificação de explosivos são consideradas pouco prováveis, pois os explosivos são os mesmos para todas as operações de perfuração e desmonte. Além disso, a quantificação dos mesmos é realizada por cálculos exatos, que levam em consideração o produto do diâmetro do furo, uma constante e a altura do furo subtraída pelo tampão. Estes cálculos são pouco passíveis de erros. Estas causas foram dispostas segundo o sistema 6M em uma Espinha de Peixe, facilitando a visualização da relação entre as causas e o seus efeitos, como mostra a Figura 19.

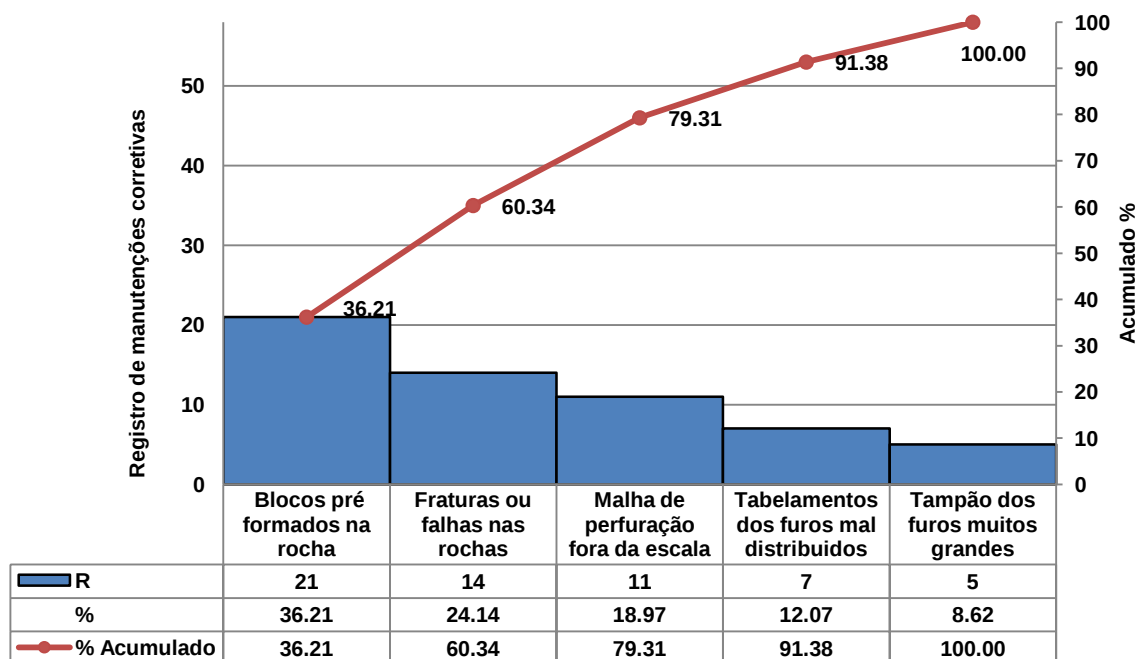
Figura 19 – Espinha de Peixe de causas de criação de maticos



Fonte: Autor da pesquisa

Fica evidente que as causas estão mais expostas no efeito mão de obra e no meio ambiente, indicando sérios problemas de operação dos colaboradores e necessidade de estudos mais detalhados a cerca da geologia local. Ao se realizar análise dos relatórios de detonação, foi observado que as causas apontadas como prováveis estavam registradas, comprovando-as como causas de criação de maticos após a detonação. Assim, dos 58 registros de criação de maticos, 21 foram por blocos pré-formados na rocha (36,21%); 14 por falhas nas rochas (24,14%); 11 de malha de perfuração fora da escala (18,97%); 07 de Tabelamentos dos furos mal distribuídos (12,07%) e 05 por tampão dos furos muito grandes (8,62%), como mostra o Gráfico 04.

Gráfico 04 – Diagrama de Pareto em Função das causas de criação de matacos



Fonte: Autor da Pesquisa

Os blocos pré-formados na rocha e as falhas nas rochas são causas naturais, que fortalecem a necessidade de estudos mais apurados em relação às rochas, antes da detonação. Quanto às demais causas, devem ser priorizadas ações referentes a perfurações fora da escala e furos mal distribuídos.

Embora fogo preso represente custo menos elevado para a empresa, sua ocorrência representam sérios riscos à segurança operacional da área trabalhada, merecendo estudos sobre ações que bloqueia as causas expostas no Quadro 05.

Quadro 05 – Causas para fogo preso

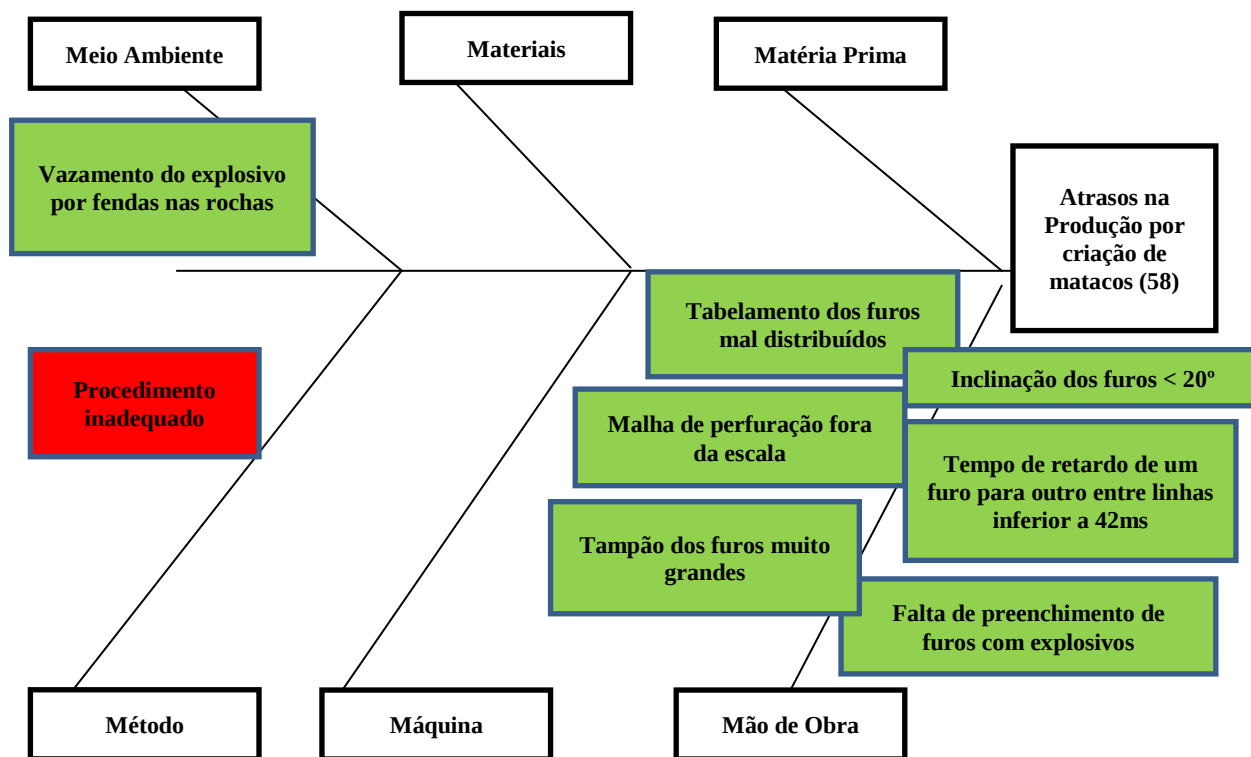
Item	Causas para fogo preso	Classificação
01	Malha de perfuração fora da escala (MO)	Provável
02	Tabelamento dos furos mal distribuídos (MO)	Provável
03	Falta de preenchimento de furos com explosivos (MO)	Provável
04	Tampão dos furos muito grandes (MO)	Provável
05	Procedimento inadequado (Mt)	Pouco provável
06	Vazamento de explosivo por fendas na rocha (MA)	Provável
07	Tempo de retardo de um furo para outro inferior a 42ms entre linhas (MO)	Provável
08	Inclinação dos furos < 20° (MO)	Provável

LEGENDA: MO (Mão de Obra); Ma (Materiais); Mt (Método); Mq (Máquina); MA (Meio Ambiente); MP (Matéria Prima)

Fonte: Autor da Pesquisa

Estas causas foram dispostas segundo o sistema 6M em uma Espinha de Peixe, facilitando a visualização da relação entre as causas e o seus efeitos, como mostra a Figura 20.

Figura 20 – Espinha de Peixe de causas de fogo preso

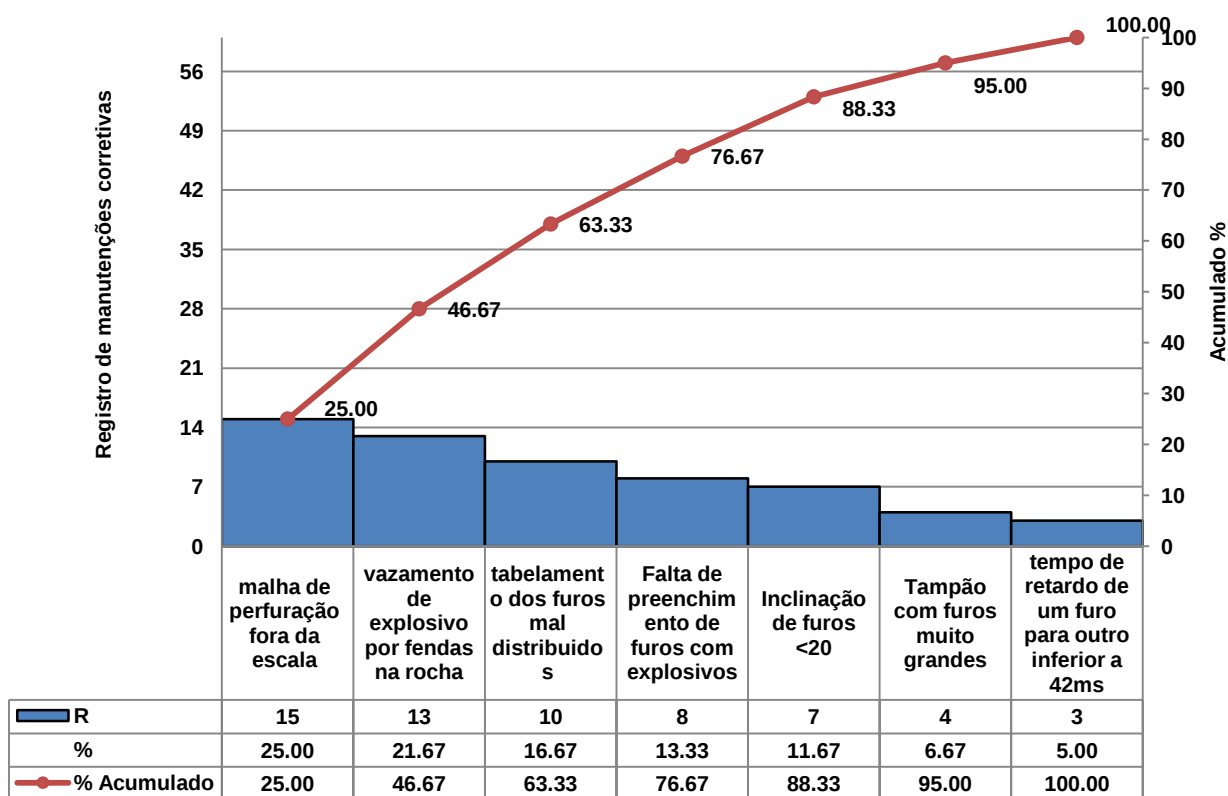


Fonte: Autor

É possível se observar que as causas são quase todas relacionadas de problemas envolvendo mão de obra, indicando sérios problemas de operação dos colaboradores. As causas pouco prováveis foram rejeitadas, uma vez que a empresa tem procedimento adequado para a operação estudada. Ao se realizar análise dos relatórios de detonação, foi observado que as causas apontadas como prováveis estavam registradas, comprovando-as como causas de fogo preso.

Assim, dos 43 registros de criação de fogo preso, 15 registros de malha de perfuração fora da escala (25%), 13 de vazamento de explosivo por fendas na rocha (21,67%) , 10 foram tabelamento dos furos mal distribuídos dos (16,67%), 08 falta de preenchimento de furos com explosivos (13,33%), 07 se referiam a inclinação dos furos < 20° (11,67%), 04 de tampão dos furos muito grandes (6,67%), e 03 de tempo de retardo de um furo para outro inferior a 42ms (5,00%), como mostra o Gráfico 05.

Gráfico 05 – Diagrama de Pareto em função das causas de fogo preso



Fonte: Autor da Pesquisa

Diante da análise das causas de criação de matacos e de fogo preso, as causas expostas no Quadro 06 devem ser priorizadas na elaboração do plano de ação de bloqueio delas.

Quadro 06 – Causas que devem ser bloqueadas por plano de ação

Item	Causas que devem ser bloqueadas por plano de ação
01	Malha de perfuração fora da escala
02	Tabelamento dos furos mal dimensionados
03	Falta de preenchimento de furos com explosivos
04	Tampão dos furos muito grande
05	Vazamento de explosivo por fendas na rocha
06	Tempo de retardo de um furo para outro inferior a 42ms
07	Inclinação dos furos < 20°
08	Falhas nas rochas
09	Blocos pré formados na rocha

Fonte: Autor

Identificadas e analisadas estas causas, inicia-se a elaboração de propostas de mitigação das mesmas.

4.2.1.3 plano de ação

O Quadro 06 expõe ações capazes de sanar as causas identificadas, diminuindo a criação de matacos e fogo preso e reduzindo os registros de atrasos na produção em razão de problemas no desmonte de rochas.

Quadro 06 – Plano com ações bloqueadoras

Item	O Quê	Quando	Quem	Porque	Onde	Como
1	Corrigir malha de perfuração fora de escala	30/01/2012	Paulo Nunes	Para uniformizar as malhas de perfuração por mina	Mina nova cota 30	Definindo malha padrão para cada mina
2	Definir padrão para tabelamento dos furos	15/01/2012	Washington	Para controle mais rigoroso das esperas (tempos de detonação) por furo	Bancadas de detonação	Revisar padrão de perfuração e desmonte
3	Garantir a carga completa dos furos com explosivos	12/01/2012	Órica - Empresa contratada para aplicar os explosivos	Evitar mataco e fogo preso	Bancadas de detonação	Verificando se o plano de fogo está sendo cumprido
4	Garantir que o tampão dos furos obedeçam o plano de fogo	06/01/2012	Paulo Nunes	Evitar ultralancament o de rocha	Bancadas de detonação	Acompanhando a medição dos tampões
5	Conter vazamento de explosivo por fendas na rocha	imediat o	Equipe de carregamento (Órica)	Evitar fogo preso e matacos	Mina Nova	Fazendo escalonamento da carga por furo ou usando filme para encamisar o furo
6	Evitar usar retardos de um furo para outro inferior a 42 ms	imediat o	Washington	Evitar fogo preso e matacos	Bancadas de detonação	Calcular os tempos de retardo previamente ao tabelamento
7	Garantir a inclinação correta dos furos (20°)	imediat o	Paulo Nunes e Cleones	Evitar ultra lançamento (Inc > 20°); Evitar fogo preso (Inc < 20°)	Bancadas de detonação	limpar as bancadas deixando as mesmas niveladas e manter o inclinômetro da perfuratriz funcionando
8	Estudar o comportamento das falhas na rocha	09/01/2012	Washington	Fazer uma malha de perfuração que possa cercar essas estruturas	Bancadas de detonação	Marcando a malha de perfuração entre as estruturas da rocha

Fonte: Autor da pesquisa

Elaborado o plano de ação este foi aprovado pela gerência, iniciando o estágio de execução do PDCA.

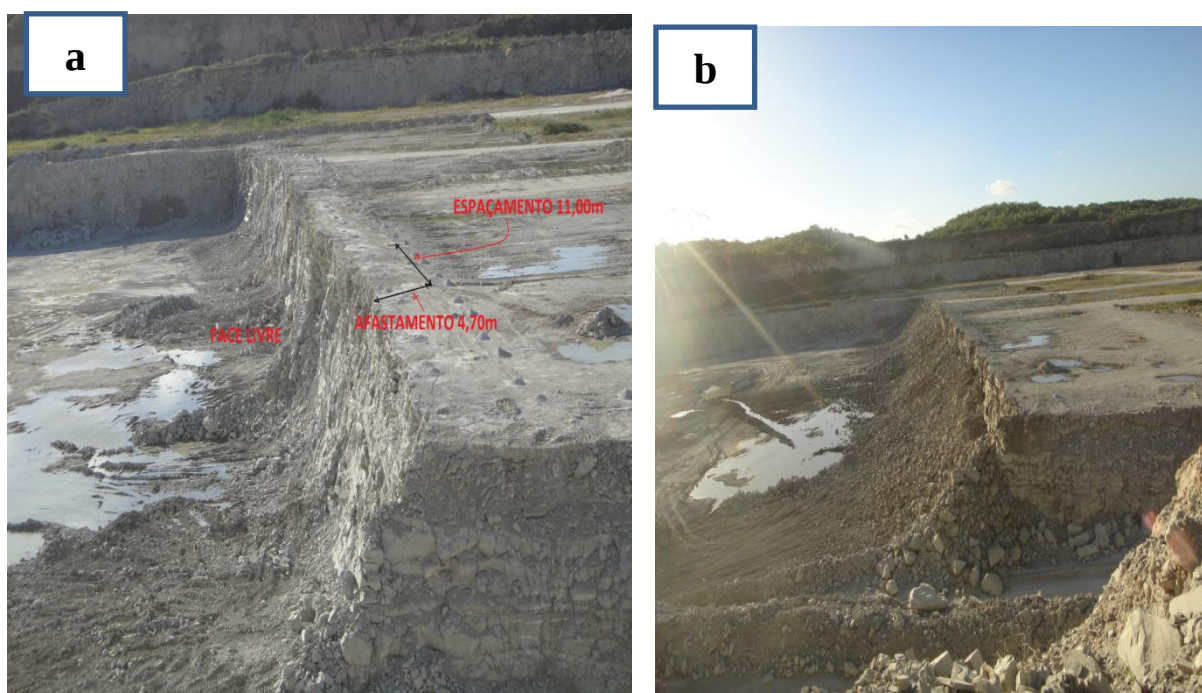
4.2.2 Execução

Neste estágio as ações planejadas foram executadas até meados de Janeiro do corrente ano, na forma demonstrada a seguir.

4.2.2.1 correção da malha

Após a realização de vários testes com malhas de perfuração, concluiu-se que para a mina nova a malha ideal seria 4,5m de afastamento por 9,0m de espaçamento, já na mina do rio a malha ideal seria 4,7m de afastamento por 11,0m de espaçamento, pois a rocha apresenta uma estrutura mais compacta, sem ocorrência de falhas que proporciona uma melhor eficácia do explosivo, como pode ser visualizados na Figura 21.

Figura 21 – Malha de Perfuração da Mina Velha antes (a) e depois da detonação (b)



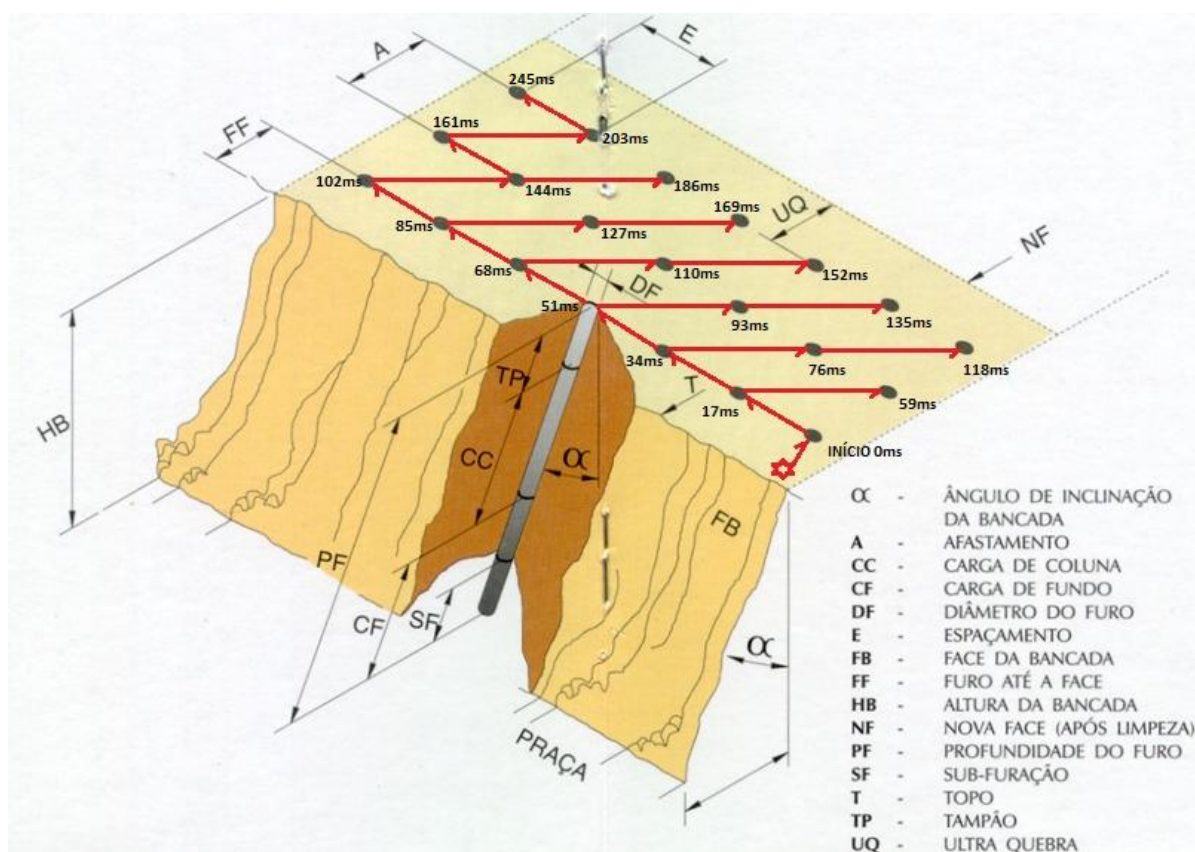
Fonte: Autor da pesquisa

Como pode se observar estas medidas auxiliaram na uniformização da malha como almejado pelo plano de manutenção.

4.2.2.2 definição de padrão para tabelamento dos furos

Para a definição de um padrão para tabelamento dos furos foram realizados diversos testes, de onde se tirou duas conclusões primordiais. A primeira é que para fogos de apenas uma linha, pode-se usar um intervalo de tempos entre furos a partir de 17 ms (milissegundos). O segundo é que para fogos com mais de uma linha, o ideal é utilizar um tempo mais prolongado entre as linhas e fazer um tabelamento que proporcione aos furos saírem detonando na diagonal, como mostra a Figura 22.

Figura 22 – Distribuição do HTD¹ de ligação forçando o fogo a sair em diagonal



Fonte: Autor da pesquisa

4.2.2.3 garantia de carga completa nos furos

Essa garantia é realizada através da verificação do comprimento do plano

¹ Acessório de ligação de explosivo

de fogo. Assim, foi criado procedimento onde após toda a equipação do furo verifica-se, em campo, se a carga de explosivo dos furos obedeceram ao plano de fogo ou não. Como mostra o plano de fogo em anexo, pode-se verificar algumas divergências, entretanto, se não forem significativas, como no caso anexado, conclui-se a detonação.

A verificação concreta da carga de explosivo no furo é realizada através do painel de controle do caminhão de bombeamento, como o visualizado na Figura 23, comparando-o com o mencionado plano de fogo.

Figura 23 – Painel de caminhão de bombeamento



Fonte: autor da pesquisa

Este procedimento tem auxiliado na redução de surgimento de matacos e fogo preso, sendo realizado por um funcionário da empresa terceirizada responsável pela aplicação dos explosivos.

4.2.2.4 garantia que o tampão obedecerá ao plano de fogo

Foi acompanhado o carregamento dos furos com explosivos e verificado que em alguns casos o comprimento do tampão não estava de acordo com o plano

de fogo, podendo gerar matacos após detonado, como mostra a Figura 24.

Figura 24 – Mataco provocado por tampão inadequado.



Fonte: Autor da pesquisa

Passou, então, a realizar o acompanhamento da medição dos tampões de forma direta e verificando-se a obediência ao plano de fogo, como mostra a Figura 25, evitando-se, assim, o ultra lançamento da rocha (rochas do desmonte que vão para onde não devem ir), visualizada na Figura 26.

Figura 25 – Acompanhamento da medição (a) e bancada após a detonação (b)



Fonte: Autor da Pesquisa

Figura 26 – Ultralançamento de rochas



Fonte: Autor da Pesquisa

Este acompanhamento passou a ser realizado cotidianamente, observando-se as determinações do plano de fogo.

4.2.2.5 contenção de vazamento de explosivos

O vazamento de explosivo pelas fendas provocam fogo preso, como mostra a Figura 27, ou acúmulo de explosivo em cavernas, elemento promovedor de ultra lançamentos, já mencionados anteriormente.

Figura 27 – Formação de fogo preso por vazamento de explosivo

FOGO PRESO



Fonte: Autor da Pesquisa

Para evitar vazamento de explosivos em furos com fendas e cavernas, foi solicitado ao operador da perfuratriz que anotasse em sua parte diária a profundidade que encontrou as estruturas (fendas e cavernas) durante a perfuração. Com esses dados projetou-se um escalonamento da carga que evita tais vazamentos de explosivo pelas fendas, não levando à formação de fogos presos. A Figura 28 identifica bancada sem formação de fogo preso em razão da tal ação.

Figura 28 – Bancada sem fogo preso



Fonte: Autor da pesquisa

É importante assinalar que após a adoção desta medida é de inteira responsabilidade da terceirizada a realização do carregamento de explosivos, podendo ser supervisionada por funcionário da empresa em estudo.

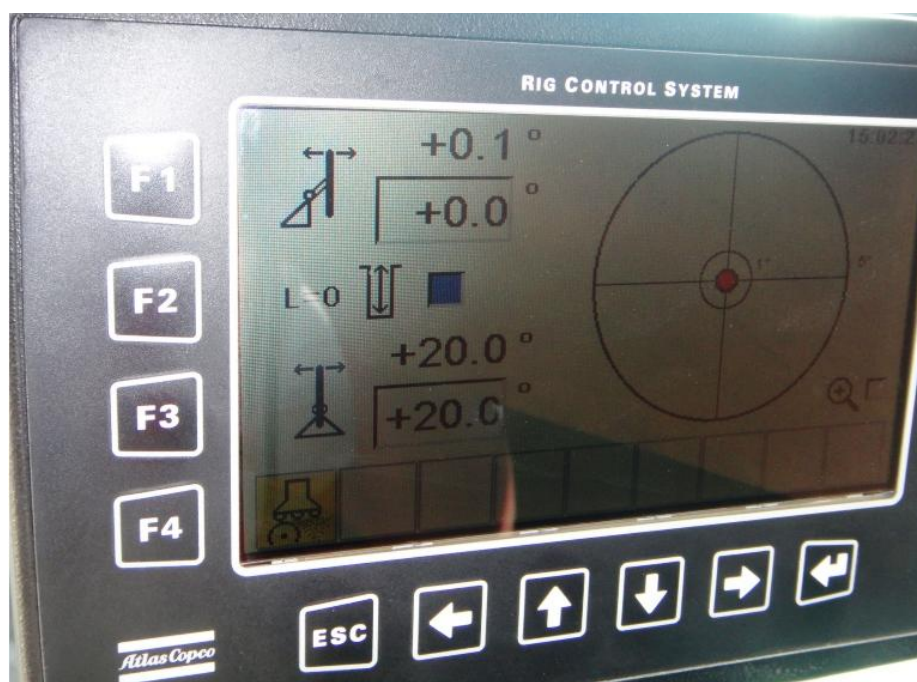
4.2.2.6 evitar retardo de furos para outro inferior a 42 ms

Foi determinado em plano de ação que o impedimento de retardos de furos deveria ser realizado através dos cálculos dos tempos de retardos antes de fazer o tabelamento. Realizados tais cálculos foi determinado que para se obter bons resultados no desmonte é recomendável que se use HTD (acessório de ligação) de 17 ou 25ms para ligação da primeira linha e de 42, 75ms ou 100ms para as linhas subsequentes, na forma mostrada na Figura 22.

4.2.2.7 garantia de inclinação correta (20°)

A fim de garantir tal inclinação a ação correta é a de limpar as bancadas, deixando-as niveladas e mantendo o inclinômetro da perfuratriz funcionando, como mostra a Figura 29.

Figura 29 – Inclinômetro da perfuratriz



Fonte: Autor da pesquisa

Vale ressaltar que tal ação passou a evitar o ultralançamento e o fogo preso. Entretanto, é muito importante que a inclinação dos furos obedeam ao programado (20 graus), pois uma inclinação inferior pode provocar fogo preso, e uma inclinação acima de 20 graus pode provocar ultra lançamento.

4.2.2.8 estudo do comportamento das falhas

Para realizar o estudo do comportamento das falhas da rocha foi observada a necessidade de marcação da malha de perfuração entre as estruturas das rochas, como mostra a Figura 30.

Figura 30 – Marcação entre falhas

Fonte: Autor da pesquisa

Assim, fica evidente que para garantir uma boa fragmentação da rocha, além da malha ter sofrido alteração, foi importante observar, as falhas, pois elas formam blocos que, após a detonação, geram matacos. Para evitar esse fenômeno cola-se um furo extra na região compreendida entre as falhas com o intuito de colocar uma pequena carga de explosivo para garantir a fragmentação do maciço rochoso. O objetivo desta ação é fazer uma malha de perfuração que possa cercar esta estrutura, como mostra a Figura 31.

Figura 31 – Malha de perfuração que cerca a estrutura das falhas

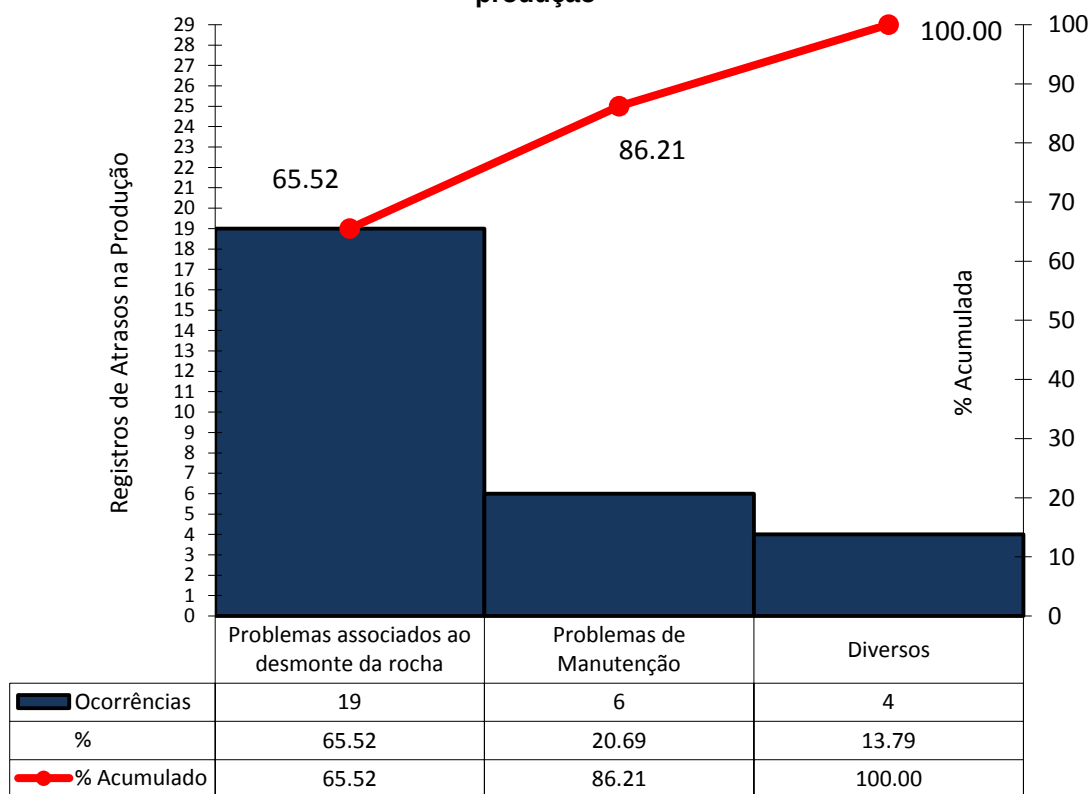
Fonte: autor da pesquisa

Todas estas ações foram realizadas nos tempos determinados pelo plano de ação, observando-se a continuidade de todas elas. Vale ressaltar, além do registro da execução como descrito, todas as respostas também o foram, a fim de poder realizar a checagem das ações implementadas. Esses registros se realizaram através de planilhas de excel e do sistema operacional da empresa em estudo, possibilitando posterior análise.

4.2.3 Checagem

Os dados utilizados para o estágio de Checagem do PDCA foram coletados de 01 de fevereiro de 2012 a 28 de abril do mesmo ano, perfazendo um total de três meses de aplicação das ações antes mencionadas. Durante este período foram registrados 29 ocorrências de atraso na produção, dos quais 19 (65,52%) estavam associados às atividades de desmonte, como mostra o Gráfico 06.

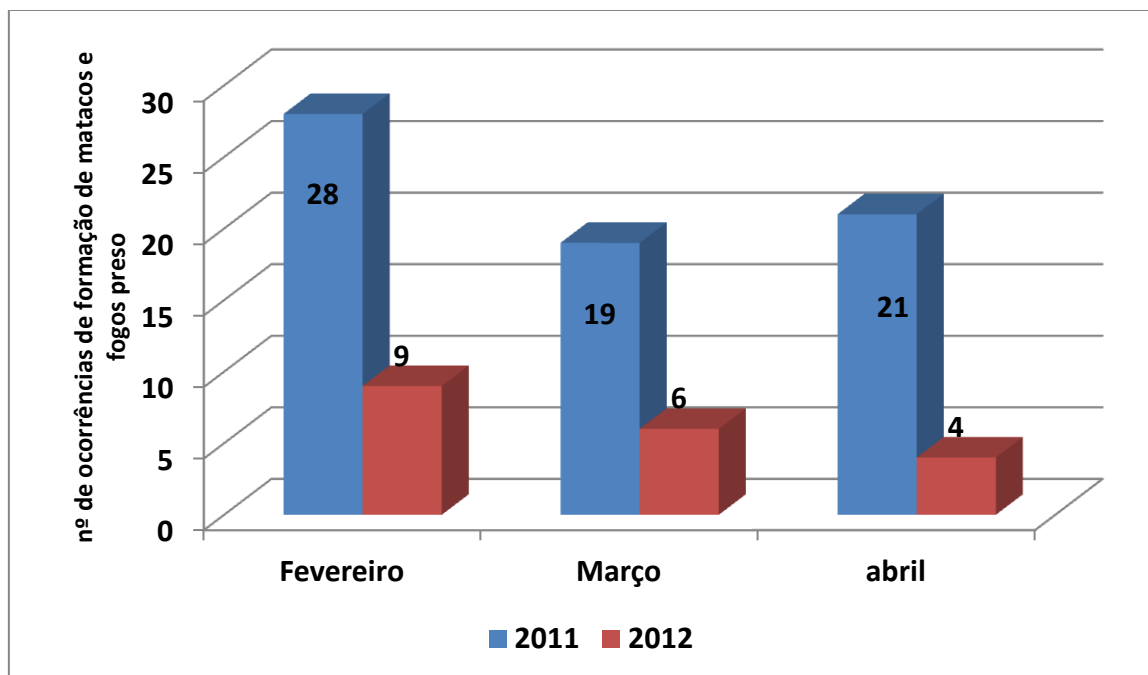
Gráfico 06 – Diagrama de Pareto em função do tipos de problemas que causam atrasos na produção



Fonte: Autor da pesquisa

Estes números já demonstram que o plano de ação e da metodologia de ação PDCA foram eficazes, mas não eficiente, vez que a empresa atingiu a meta almejada que é a redução de matacos e fogo preso a menos que 15% dos valores registrados no primeiro semestre de 2011, como mostra o Gráfico 07.

Gráfico 07 – Comparação de registros de matacos e fogos preso do primeiro trimestre de 2011 e 2012

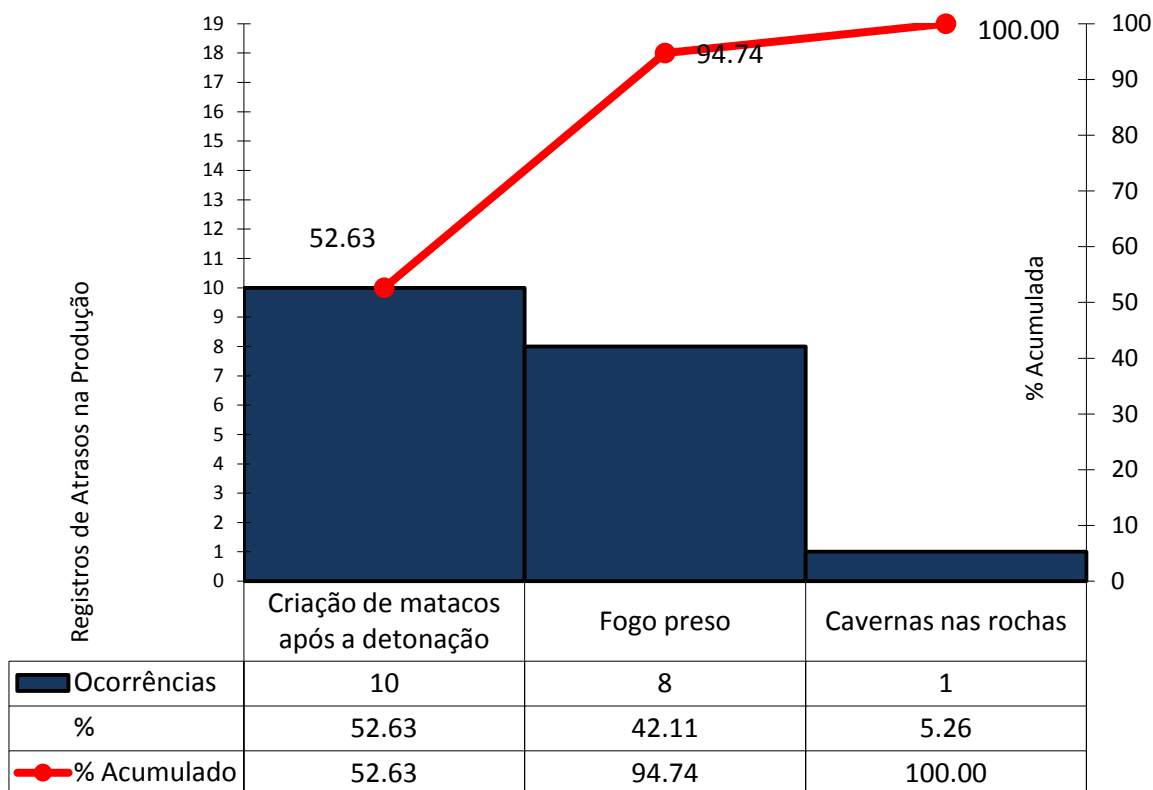


Fonte: Autor da pesquisa

Assim, embora se observe sensível redução na criação de matacos, em relação aos mesmos meses do ano de 2011, a meta almejada ainda não foi alcançada, razão pela qual passou-se ao estudo das ações que devem ser corrigidas, devendo-se, inicialmente identificá-las.

Como o interesse desta pesquisa é voltado para problemas relacionados com o desmonte de rochas, a fim de se determinar se as ações propostas surtiram o efeito almejado, foram estratificadas as causas primárias para os atrasos desta natureza. Observando-se que 5 (52,63%) delas se refere a criação de matacos, 3 (42,11%) a fogo preso e 1 (5,26%) em razão de cavernas nas rochas, como mostra o Gráfico 08.

Gráfico 08 – Diagrama de pareto em função de causas secundarias para atrasos na produção após execução



Fonte: Autor da pesquisa

Para minimizar o problema de cavernas nas rochas já está sendo utilizado o escalonamento da carga de explosivo dos furos a partir dos dados anotados pelo operador da perfuratriz em sua parte diária, o operador informa as metragens em que encontrou os eventos de caverna e fendas, com esses dados faz-se um planejamento da carga visando colocar um deck de ar (um espaço sem carga explosiva preenchida por terra ou brita) e coloca-se mais de uma peça (Exel-CA e Buster) de iniciação da carga explosiva. Outra forma de eliminar o vazamento da emulsão (explosivo) é a utilização de sacos plásticos para encamisar os furos e colocar o explosivo dentro dele, os sacos estão sendo adquiridos. Observa-se que esta causa foi isolada, passando-se para mensuração da eficiência das ações em relação a criação de matacos e fogo preso.

Ao se analisar os registros realizados durante o estágio de execução foi possível identificar que as oito ocorrências compreendidas no período em estudo está exclusivamente relacionada aos itens 03 e 05 do plano de ação, ou seja, garantia de carga completa dos furos com explosivos e contenção de vazamento de

explosivo por fendas na rocha, ações sob a responsabilidade da terceirizada denominada ORICA e que podem gerar matacos e fogos preso.

4.2.4 Ação corretiva

Ao se fazer o balanço entre as ações executadas e os resultados obtidos, foram observados registros de criação de matacos e fogos presos durante o desmonte de rochas calcários. Analisadas as causas destas ocorrências foi identificada que as ações a serem corrigidas são as que estão sob a responsabilidade da terceirizada que aplica os explosivos na empresa em estudo.

Diante disso, foi determinado que a terceirizada passasse a empreender procedimentos mais controlados das suas responsabilidades, realizando as ações planejadas de forma mais cuidadosa. Quanto as demais ações, todas foram aprovadas e eficientes, estão iniciando fase de padronização.

Diante de tudo o que foi apresentado, é possível concluir que a metodologia de gestão PDCA aplicada ao processo de perfuração e desmonte da empresa sob análise foi eficaz na redução de criação de matacos e fogos presos, minimizando-se os atrasos na produção. No entanto, esta mesma metodologia foi ineficiente, pelas razões apresentadas anteriormente, no alcance das metas estabelecidas no estágio de planejamento, havendo a necessidade de correções nos procedimentos adotados pela terceirizada nas ações sob sua responsabilidade.

5 CONCLUSÃO

Depois da globalização, as metodologias de gestão foram ainda mais enfatizadas nas estratégias de produção das organizações, como forma de mantê-las no mercado competitivo.

Ocorre, no entanto, que algumas empresas somente as utilizam quando estão diante de problemas, cujas causas trazem perdas mensuráveis para os processos produtivos. A empresa em estudo, viu-se diante de constantes atrasos na produção.

Realizados os estudos necessários e o mapeamento do processo, através da elaboração de fluxograma, implantou-se a metodologia de gestão PDCA, onde se identificou e analisou as causas primárias e secundárias de criação de matacos e fogos preso. Elaborado plano de ação, este foi executado na forma descrita e avaliada no trabalho. Mediante os registros realizados neste período foi possível se realizar um balanço, durante o estágio de checagem, mensurando a eficácia e a eficiência as ações planejadas.

Nesta fase foi avaliada os resultados da aplicabilidade do PDCA, onde se verificou a eficácia de tais ações, uma vez que houve efetiva redução de ocorrências dos fenômenos estudados. No entanto, as ações realizadas pela empresa terceirizada responsável pela carga de explosivos não se mostrou eficiente, apresentando a necessidade de correções.

Assim, a presente pesquisa alcançou todos os objetivos propostos, após a aplicação do PDCA no processo de perfuração e desmonte, foi, ainda, assinalada a necessidade de mudanças nos procedimentos adotados pela terceirizada em questão, a fim de que a metodologia de gestão anteriormente mencionada seja eficiente no alcance das metas estabelecidas pela empresa em estudo.

REFERÊNCIAS

BATISTA, E. U. R. **Guia de orientação para trabalhos de conclusão de curso: relatórios, artigos e monografias**. Aracaju: FANESE, 2011.

BEVILACQUA, Clóvis T. **MANDATÓRIO - Gerenciamento de Perfuração e Desmonte**. Sergipe: Votorantim, 2003.

BRONDANI, Valmir; PINHEIRO, Rinaldo. **Materiais para infra-estrutura de transporte**. Apostila publicada em Jan/2011. Disponível em <<http://www.ufsm.br/engcivil/download.htm>>, acesso em 11/05/2012.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Qualidade total: padronização de empresas**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1997.

_____. **Controle da Qualidade Total**. 7. ed. Nova Lima – MG: INDG – Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

_____. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004b

CARVALHO, Marly Monteiro de Araújo; PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade teorias e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

FEIGENBAUM, Armand V. **Controle da qualidade total**. Volume I. Gestão de sistemas. São Paulo: Makron Books, 1994.

INFOPÉDIA. **Calcário**. In **Infopédia [Em linha]**. Porto: Porto Editora, 2003-2011. [Consult. 2011-12-18].

KLEN, André Monteiro. **Aplicação da técnica de simulação para análise da superposição de ondas sísmicas geradas em desmonte de rocha pela dispersão dos tempos de retardo utilizando o método de monte carlo**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Ouro Preto, 2010.

LAKATOS, Eva Maria.; MARCONI, Mariana de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas. 2004.

LEITE, Carlos Eduardo Sobreira. **Tipos de aquíferos**. Parte II. Artigo publicado em Jan/2009. Disponível em <<http://www.geocities.ws/cesol>>, acesso em 10/05/2012.

LINS, Bernardo E. **História da Qualidade**. Artigo publicado em: 16/03/2009. Disponível em <<http://gqpgunit.blogspot.com.br>> , Acesso em 07/04/2012.

LUZ, A. B. da; POSSA, M. V.; ALMEIDA, S. L. da (Ed). **Tratamento de Minérios**. 2. ed. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq. 1998.

MACHADO, Fábio Braz. **Calcário**. Artigo publicado em fev/2012. Disponível em <<http://www.rc.unesp.br/museudpm/rochas/sedimentares/calcarios.html>>, acesso em 01/05/2012.

MINEROPAR. **Rochas carbonáticas – calcários**. Artigo publicado em Nov/2009. Disponível em <<http://www.mineropar.pr.gov.br>>, acesso em 01/05/2012.

OLIVEIRA, Herbet Alves. **Cimento**. Apostila publicada pela Fanese, Aracaju: FANESE, 2006 a. Disponível em <www.fanese.edu.br>, acesso em 10/05/2012.

_____. **Química do cimento**. Apostila publicada pela Fanese. Aracaju: FANESE, 2006 b. Disponível em <www.fanese.edu.br>, acesso em 10/05/2012.

PALADINI, Edson Pacheco. **Qualidade total na prática: implantação e avaliação de sistemas de qualidade total**. 2º edição. São Paulo: Editora Atlas, 1997.

PALADY, Paul. FMEA: **Análise dos métodos de falhas e efeitos: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram**. São Paulo: IMAM, 2002.

PERES, A. E. C.; ARAUJO, A. C. A flotação como operação unitária no tratamento de minérios. In: CHAVES, A. P. (org.) **Teoria e Prática do Tratamento de Minérios**. Vol 4. São Paulo: Sigmus Editora, 2005, p. 01 – 2.

PINHEIRO, Rinaldo. **Plano de fogo**. Publicado em 2009. Disponível em <<http://www.ufsm.br>> Acesso em 20/12/2011.

RICARDO, Hélio de Souza; CATALANI, Guilherme. **Manual prático de escavação**. 2º edição. São Paulo: Pini, 1990.

SAMPAIO, João Alves; ALMEIDA, Salvador Luiz Matos de. **Calcário e dolomito**. Artigo publicado em jan/2008. Disponível em <<http://www.cetem.gov.br/agrominerais>>, acesso em 01/05/2012

SEBRAE. **Manual de ferramentas da qualidade**. São Paulo:SEBRAE, 2005. Disponível em <www.deequi.eel.usp.br> , acesso em 29/03/2012.

SILVA, Valdir Costa e. **Desmonte de Rochas com explosivos**. Publicado em março/2009. Disponível <pt.scribd.com>, acesso em 21/12/2011.

SOARES, Camila Schuchter. **As ferramentas de comunicação interna na gestão para a qualidade. Juiz de Fora/ UFJF/Facon, 2004**. Disponível em <www.facom.ufjf.br> , acesso em 05/04/2012.

SUGUIO, K. **Rochas sedimentares: propriedades, gênese, importância econômica**. São Paulo: Editora Edgard Bluster, 1980.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

VOTORANTIM. **Votorantim 85 anos: Uma história de vida e trabalho**. São Paulo: Votorantim – Museu da Pessoa, 2003.

_____. **Relatório de perfuração e desmonte: matacos e fogo preso**. Sergipe: Votorantim, 2009.

_____. **Relatórios de detonação**. Sergipe: Votorantim, 2011.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**. Belo horizonte: Editora Littera Maciel Ltda, 1995.

_____. **Seis sigma: criando a cultura seis sigma**. Volume 1. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

ANEXOS

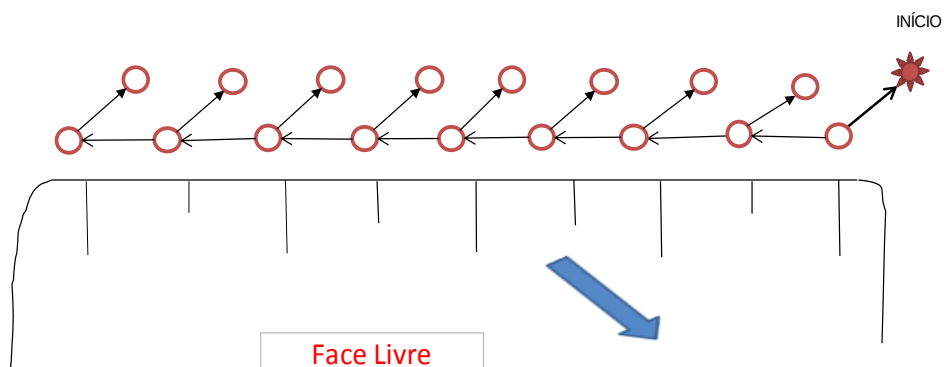
[illegible]

Técnico de Mineração

Legenda

17 mm/s →
25 mm/s →→
42 mm/s →→→

FRENTE: C4



ANTES: FRENTE FURADA



DEPOIS: FRENTE DETONADA



FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Washington Magno de Mendonça e

Aplicabilidade do PDCA na redução de matacos e fogo preso do processo de desmonte de rochas calcárias: estudo de caso em empresa com filial em Sergipe/ Washington Magno de Mendonça e Silva. – 2012.

76f.: il.

Monografia (Graduação) – Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe, 2012.

Orientação: Me. Herbet Alves Oliveira

1. PDCA 2. Rochas 3. Matacos 4. Fogo I. Título

CDU 658.511.3(813.7)