

ELTHON SEIKI HANADA ISEJIMA

GESTÃO DA QUALIDADE NO GERENCIAMENTO DE
ESCAVADEIRAS HIDRÁULICAS EM MINERAÇÃO A CÉU
ABERTO DE AGREGADOS

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do certificado de
Especialista em Gestão e Engenharia
da Qualidade – MBA / USP

Orientador: Prof. Dr. Adherbal
Caminada Netto

SÃO PAULO

2011

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família,
colegas do trabalho e amigos.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador e professor Dr. Adherbal Caminada Netto, pela orientação e empenho.

RESUMO

O objetivo do trabalho é o estudo da qualidade na gestão de escavadeiras hidráulicas do processo de carregamento em mineração de agregados, com o intuito de gerenciar a frota de equipamentos, desde o dimensionamento até a renovação da frota, planejando e controlando as manutenções, reduzindo os custos, eliminando as perdas, criando ferramentas de gestão, controle e aumentando a sua produtividade.

A frota de equipamentos móveis utilizada em minerações de agregados é constituída por maquinários de grande porte tais como escavadeiras hidráulicas, carregadeiras de pneus, caminhões fora de estrada, perfuratrizes hidráulicas, moto niveladoras, entre outros. Estes equipamentos são ferramentas para a extração de agregados para a fabricação de brita e areia de brita, utilizados para a fabricação de concreto para construção civil e artefatos de concreto como blocos, postes, lajes, entre outros. Também são produzidos britas, bica corrida e rachão para gabião, produtos aplicados na confecção de base para pavimentação de vias de rodagem e berço de linhas férreas.

Serão descritos ao longo do trabalho cada componente de controle para o gerenciamento da frota utilizando ferramentas da qualidade tais como padrões, diagramas e gráficos com o intuito de analisar a situação atual e propor melhorias quando houver a necessidade. Na operação existem significativas variações nas condições e aplicações, por exemplo, a mudança de frentes de trabalho, diferenças de materiais, diferenças de granulometrias, fatores externos e fora de controle. Isto exige a programação da manutenção em função das horas efetivamente trabalhadas e um controle de horas ágil, eficiente e confiável.

Devido ao baixo valor agregado destes produtos, a eficácia das operações é extremamente necessária para viabilizar o negócio e gerar lucros.

ABSTRACT

The objective of this work is the study of the quality management of hydraulic excavators in mining aggregates loading process to manage the fleet of equipment, from sizing up the fleet, renewal, planning and maintenance control, reducing costs, eliminating waste, creating management tools and controls and increasing productivity.

The fleet of equipment used in aggregates mining is composed of large machinery such as hydraulic excavators, wheel loaders, dump trucks, surface top hammers drills, motor graders, etc. These equipments are tools for the extraction of aggregates for the manufacture of crushed gravel and sand used to manufacture concrete for construction and concrete artifacts such as blocks, posts, slabs,etc. Also produces base stone, other materials, rip-raps for gabion and products used as base material under foundation, roads and railroads.

Will be described throughout the work each component of fleet management control using quality tools such as patterns, charts and graphs in order to analyze the current situation and propose improvements when needed. There are significant variations in operating conditions and applications, for example, changing work sites, material differences, differences in particle size, and external factors out of control. This requires the maintenance schedule according to the hours actually worked and an agile hours control, efficient and reliable.

Due to the low value of these products, the effectiveness of operations is extremely necessary to the business viability and generate profits.

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Imagens de escavadeiras hidráulicas	20
Figura 2 – Subdivisão dos processos.....	22
Figura 3 - Descrição do negócio.....	23
Figura 4 - Principais tipos de padrões	24
Figura 5 - Padrão gerencial de sistema (PGS).....	27
Figura 6 - Exemplo de codificação	36
Figura 7 - Exemplo de identificação do equipamento.....	36
Figura 8 – Exemplo de check list de inspeção diária.....	38
Figura 9 - Ciclo PDCA para melhorias	43
Figura 10 - Gráfico de pareto das principais paradas da britagem.....	44
Figura 11 - Gráfico de pareto das principais paradas do transporte primário.....	45
Figura 12 - Fluxo simbolizando o problema	46
Figura 13 - Diagrama de Ishikawa das causas influentes	46
Figura 14 - Altura da bancada e distância ideal do caminhão	50
Figura 15 - Área de operação e ângulo de giro	51
Figura 16 - Melhor distância da borda.....	51
Figura 17 - Limites do fator de enchimento	52
Figura 18 - Melhoramento na escavação	53
Figura 19 - Melhoramento do tempo de ciclo	53
Figura 20 - Melhoramento do tempo de carregamento do caminhão.....	54
Figura 21 - Melhoramento de passes por carregamento.....	54
Figura 22 - Melhoramento do fator de enchimento da caçamba	55
Figura 23 - Imagem dos adaptadores	63
Figura 24 - Tipos de dentes para cada tipo de aplicação.....	64
Figura 25 - Comparação de uma ponteira nova com usados.....	65
Figura 26 - Componentes do material rodante	66
Figura 27- Cálculo horário de propriedade e operação	71
Figura 28 - Cálculo horário de propriedade e operação	72
Figura 29- Cálculo horário de propriedade e operação	73
Figura 30 - Análise do ponto de substituição.....	75

Figura 31 - Exemplo de monitoramento 77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões da qualidade.....	24
Tabela 2 - Especificação do produto	25
Tabela 3 - Exemplos de prefixos	35
Tabela 4 - Tabela de fórmulas de itens de verificação	41
Tabela 5 - Levantamento das causas prováveis	47
Tabela 6 - Análise das causas mais prováveis.....	47
Tabela 7 - Método de priorização.....	48
Tabela 8 - Planos de ação.....	48
Tabela 9 - Folha de coleta de dados	49
Tabela 10 - Limites do fator de enchimento para cada tipo de material	52
Tabela 11 - Papéis e responsabilidades do pessoal de operação e manutenção.....	59
Tabela 12 - Controle de durabilidade do FPS	65
Tabela 13 - Variáveis críticas que afetam a vida útil dos componentes do material rodante	68

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 01 - Carga útil média da caçamba.....	52
Equação 02 - Máximo desempenho da máquina	70
Equação 03 - Função tipo exponencial	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BDI	Banco de Dados de Indicadores
BGTC	Brita Graduada com Traço de Cimento
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
EP	Especificação do Produto
FPS	Ferramenta de Penetração do Solo
GUT	Gravidade Urgência Tendência
MASP	Método de Análise e Solução de Problemas
MSSP	Método Simplificado de Solução de Problemas
OS	Ordem de Serviço
PCM	Sistema de Planejamento e Controle da Manutenção
PDCA	Plan Do Check Act
PGS	Procedimento Gerencial de Sistema
PI	Plano de Inspeção
POP	Procedimento Operacional Padrão
TQC	Total Quality Control
5W1H	What Who Where When Why How

LISTA DE SIMBOLOS

a	Fator do valor residual ao final da vida útil
N	Número de anos de uso
r	Valor residual

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	Mineração de agregados.....	16
1.2	Aplicações dos agregados	17
1.3	Equipamentos de carregamento	19
1.4	Comparativo entre escavadeira hidráulica e carregadeira de pneus	20
1.5	Gestão da qualidade no gerenciamento de equipamentos	21
2.	DESENVOLVIMENTO.....	22
2.1	O processo de carregamento primário.....	22
2.2	Descrição do negócio do processo de carregamento primário	23
2.3	Como atingir o objetivo principal da empresa?	23
2.4	Padronização do processo.....	24
2.5	Especificação do produto (EP).....	25
2.6	Padrões Gerenciais de Sistema (PGS).....	26
2.7	Procedimento Operacional Padrão (POP)	30
3.	DIMENSIONAMENTO DA FROTA.....	31
3.1	Análise do local de trabalho	31
4.	GESTÃO DA FROTA DE EQUIPAMENTOS	33
4.1	Ficha padrão	33
4.2	Ficha padrão para os equipamentos em geral:.....	33
4.3	Ficha padrão para motores diesel.....	34
4.4	Ficha padrão para implementos.....	34
4.5	Identificação e cadastro de equipamentos	35
4.6	Arquivo técnico.....	37
4.7	Inspeções.....	38
5.	INDICADORES DO PROCESSO	39

5.1	Características dos Indicadores:	39
5.2	Tipos de indicadores:	39
5.3	Medições de falhas	42
6.	MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS – MASP	43
6.1	O ciclo PDCA utilizado para melhorar os resultados.....	43
6.2	Exemplo de aplicação	44
	Etapa 1 – Identificação do problema	44
	Etapa 2 – Observação do problema	46
	Etapa 3 – Análise do problema.....	46
	Etapa 4 – Plano de Ação	48
	Etapa 5 – Ação	49
	Etapa 6 – Verificação.....	53
	Etapa 7 – Padronização.....	55
	Etapa 8 – Conclusão.....	55
7.	MANUTENÇÃO	56
7.1	Conceitos	56
7.2	Manutenção Preventiva.....	57
7.3	Manutenção Corretiva	57
7.4	Manutenção Preditiva.....	58
7.5	Análises de óleo.....	59
7.6	Ordens de serviços (OS).....	60
7.7	Almoxarifado e controle de estoque	60
7.8	Consumo de combustível.....	61
7.9	Consumo de lubrificantes.....	62
7.10	Ferramentas de penetração do solo (FPS)	63
	Vantagens da escolha das ferramentas corretas para cada tipo de trabalho	64
7.11	Exemplo de acompanhamento de FPS.....	65

8.	CONTROLE DE MATERIAL RODANTE.....	66
8.1	Variáveis que Afetam a Vida Útil de Material Rodante.....	68
8.2	Técnicas de Medição	69
9.	CUSTOS.....	70
9.1	Tipos de custos	70
9.2	Custo por equipamento	74
9.3	Análise econômica e ponto ótimo de substituição.....	74
10.	SISTEMAS COMPUTADORIZADOS DE GESTÃO	76
10.1	Monitoramento	76
11.	CONCLUSÕES	78
12.	REFERÊNCIAS.....	79
13.	GLOSSÁRIO	82

1. INTRODUÇÃO

Para facilitar o entendimento da gestão da qualidade no gerenciamento de equipamentos de carga em mineração a céu aberto de agregados, será descrito a seguir uma breve explicação da mineração de agregados, os equipamentos de carregamento mais utilizados e o envolvimento da gestão da qualidade no gerenciamento destes equipamentos.

1.1 Mineração de agregados

Agregados para construção civil são materiais minerais, sólidos inertes que, de acordo com granulometrias adequadas, são utilizados para a fabricação de concreto para construção civil e artefatos de concreto como blocos, postes, lajes, entre outros. Também são produzidos britas, bica corrida e rachão para gabião, produtos aplicados na confecção de base para pavimentação de vias de rodagem, envelopamento de linhas de transmissão de telefonia e berço de linhas férreas.

Os agregados para construção civil podem ser classificados levando em conta a origem, a densidade e o tamanho dos fragmentos.

Com relação à origem, podem ser chamados de naturais e artificiais. Naturais são os materiais que forem extraídos em sua forma fragmentar, sendo está, a forma que se encontra do material na sua área fonte. Como exemplo de agregados naturais tem: areia e cascalho.

Artificiais são os materiais que são extraídos em forma de blocos e precisam passar por processos de fragmentação, como a brita e areia britada. Considerando a densidade, existem agregados leves (pedra-pomes, vermiculita...); agregados normais (brita, areia, cascalho...); agregados pesados (barita, magnetita...).

Quanto ao tamanho dos fragmentos, tem-se: agregados miúdos, os materiais com diâmetro mínimo superior de 4,8mm até diâmetro máximo de 0,075mm, especificada pela norma ABNT NBR 7211. Como exemplo de agregado miúdo tem: areias de origem natural, encontrada como fragmentos, ou resultante de britagem. Defini-se ainda agregado graúdo, ou pedregulho, os materiais com diâmetro mínimo de 4,8mm e máximo de 152mm, especificada pela mesma norma citada anteriormente. Como exemplo de agregados graúdos tem: cascalho e brita.

Pormin – Ministério de Minas e Energia. Busca: Agregados. Disponível em <http://www.pormin.gov.br/informacoes/arquivo/agregados_minerais_propriedades_aplicabilidade_ocorrencias.pdf> Acesso em 01 maio 2011.

1.2 Aplicações dos agregados

Brita 0 (Dimensão: de 4,5mm a 9,5mm)

Aplicação: confecção de massa asfáltica, concretos em geral: lajes pré-moldadas, estruturas de ferragem densa, artefatos de concreto (pré-moldados), chapiscos e brita graduada para base de pistas.

Brita 1 (Dimensão: de 9,5mm a 19mm)

Aplicação: confecção de massa asfáltica, concretos em geral: lajes pré-moldadas, estruturas de ferragem densa, artefatos de concreto (pré-moldados), chapiscos e brita graduada para base de pistas.

Brita 2 (Dimensão: de 19mm a 25mm)

Aplicação: confecção de concreto em geral e drenagem.javascript:fecha('03')

Brita 3 (Dimensão: de 25mm a 50mm)

Aplicação: reforço de subleito para pistas de tráfego pesado e lastros de ferrovias.

Brita 4 (Dimensão: de 25mm a 76mm)

Aplicação: fossas sépticas, sumidouros, gabião, reforço de subleito para pistas de tráfego pesado, lastros de ferrovias e concretos ciclópicos.

Brita Graduada (Dimensão: de acordo com especificação do cliente)

Aplicação: subleitos para pistas de tráfego pesado.

Brita Graduada com Traço de Cimento (BGTC) (Dimensão: de acordo com especificação do cliente)

Aplicação: subleito para pistas de tráfego pesado.

Bica Corrida (Dimensão: dimensão de acordo com especificação do cliente) Material sem graduação definida, obtido diretamente do britador primário, sem separação por peneiramento

Aplicação: aterro, base e sub-base de pavimentos e regularização de áreas.

Rachão (Dimensão: de 0,064m a 0,170m)

Pedra bruta com dimensão adequada para manuseio; obtida na primeira britagem
Aplicação: gabião, concretos ciclópicos, calçamentos de ruas e drenagem.

Areia de Brita Tipo II (Dimensão: segundo norma ABNT)

Aplicação: confecção de asfalto, concretos em geral: lajes pré-moldadas ou para estruturas de ferragem, artefatos de concreto (pré-moldados), chapiscos.

Areia de Brita Tipo I (Dimensão: segundo norma ABNT)

Aplicação: confecção de asfalto, concretos em geral: lajes pré-moldadas ou para estruturas de ferragem, artefatos de concreto (pré-moldados), chapiscos.

Areia Natural Média (Dimensão: segundo norma ABNT)

Aplicação: confecção de asfalto, concretos em geral: lajes pré-moldadas ou para estruturas de ferragem, artefatos de concreto (pré-moldados), chapiscos.

Pedrisco Misto (Dimensão: material sem especificação definida pela NBR 7211.

Produção com cerca de 30% de graúdos, acima da malha de 4,76 mm e dimensão máxima de 9,5 mm)

Aplicação: concretos em geral e CBUQ – Concreto Betuminoso Usinado a Quente e artefatos de concreto.

Pó de Pedra (Dimensão: material sem especificação definida pela NBR 7211.

Diâmetro máximo de 4,76 mm, com módulo de finura baixo entre 2,40 e 2,55)

Aplicação: terraplenagem: material para sub-base, calçamento de pisos pré-moldados e paralelos; CBUQ – Concreto Betuminoso Usinado a Quente para recapeamento de estradas, avenidas e estabilizador do solo.

Levando em conta esse conceitos, é possível deduzir que os agregados são obtidos em rochas cristalinas ou depósitos naturais sedimentares. As propriedades físicas e químicas dos agregados e as misturas ligantes são essenciais para a vida das estruturas (obras) em que são usados. São inúmeros os casos de falência de estruturas em que é possível chegar-se a conclusão que a causa foi à seleção e o uso inadequado dos agregados. A exploração destes materiais em sua área fonte (pedreira, depósito sedimentar) depende basicamente de três fatores: a qualidade do material, o volume de material útil e o transporte, ou seja, a localização geográfica da jazida.

Material classificado como agregado de origem artificial, de tamanho graúdo. Tendo como área fonte as pedreiras, que exploram rochas cristalinas com solos pouco espessos de cobertura, no estado físico sem muita alteração, de preferência aquela contendo rochas quartzo – feldspáticas como os granitos, gnaisses. Porém, às vezes, rochas como o basalto e calcários micro cristalinos, também são explorados para essa finalidade.

A textura da rocha fonte deve ser coesa e não muito grossa, com baixa porosidade, ausência de plano de fraqueza ou estrutura isotrópica. Não é recomendável utilizar rochas xistosas, com acamamento, foliações finas, micro fraturas.

Pormin – Ministério de Minas e Energia. Busca: Agregados. Disponível em <http://www.pormin.gov.br/informacoes/arquivo/agregados_minerais_propriedades_aplicabilidade_ocorrencias.pdf> Acesso em 01 maio 2011.

1.3 Equipamentos de carregamento

A frota de equipamentos de carregamento utilizada em minerações de agregados é constituída por maquinários de grande porte tais como escavadeiras hidráulicas, carregadeiras de pneus, entre outros.

Tanto as escavadeiras hidráulicas quanto as carregadeiras de rodas, tem certas características distintas, as quais são essenciais para o dimensionamento do equipamento mais apropriado para a topografia, condições de operação e tamanho da frota.

1.4 Comparativo entre escavadeira hidráulica e carregadeira de pneus

Escavadeiras

1. Grande capacidade de escavação, ampla cobertura da área de trabalho e pode operar sobre as pedras, cavando e carregando.
2. Pode carregar seletivamente rochas específicas.
3. Carregamento em local fixo, causando menos fadiga ao operador.
4. Carregamento com rotação no local, portanto apropriado para uso em locais confinados.
5. Sua baixa velocidade dificulta a operação com várias frentes de lavras.

Carregadeiras de rodas

1. Sua boa mobilidade facilita a operação com várias frentes de lavras.
2. Movimenta mais volume por unidade de tempo que a escavadeira.
3. Pode operar carregando e transportando.
4. Necessita de equipamentos auxiliares para operar sobre pedras, cavar e raspar.
5. Difícil seleção de rochas específicas.



Figura 1 - Imagens de escavadeiras hidráulicas

Fonte: Anuário brasileiro de equipamentos para construção 2010/2011

1.5 Gestão da qualidade no gerenciamento de equipamentos

Devido ao baixo valor agregado destes produtos, a eficácia das operações é extremamente necessária para viabilizar o negócio e gerar lucros. O uso da gestão da qualidade no gerenciamento destes equipamentos com o auxílio das ferramentas da qualidade tais como padrões, diagramas e gráficos com o intuito de analisar a situação atual e propor melhorias quando houver a necessidade, proporciona o aumento da disponibilidade, utilização, eficiência do equipamento e a redução de custos de manutenção.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 O processo de carregamento primário

Segundo Campos (1992), o controle de processo é a essência do gerenciamento em todos os níveis hierárquicos da empresa, desde o presidente até os operadores, o primeiro passo no entendimento do controle de processo é a compreensão do relacionamento causa-efeito.

Baseado no modelo gerencial do controle da qualidade total, o controle por processo se torna fundamental para a gestão da qualidade.

Desta maneira, a administração da empresa fabricante de agregados foi subdividida em vários níveis funcionais e processos. O processo de carregamento de minério desmontado é um dos diversos processos existentes no departamento de produção. Ele ocorre após a operação de desmonte do minério e antecede a operação de transporte.

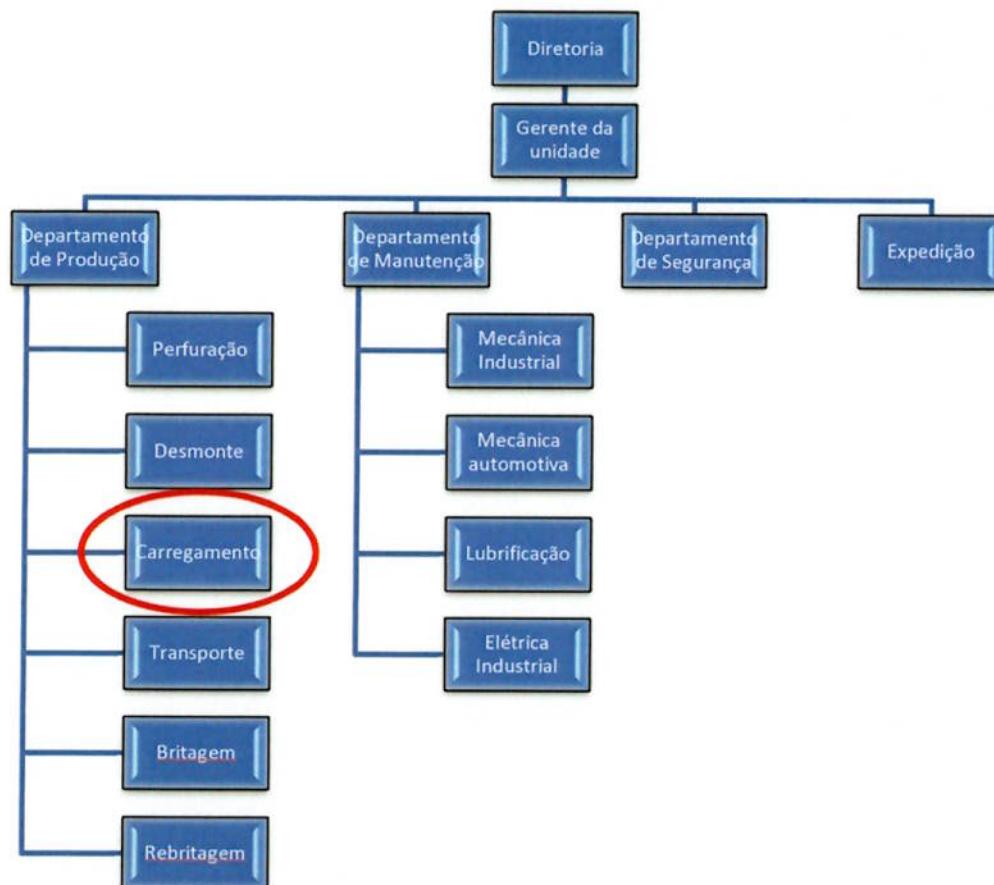


Figura 2 – Subdivisão dos processos

2.2 Descrição do negócio do processo de carregamento primário

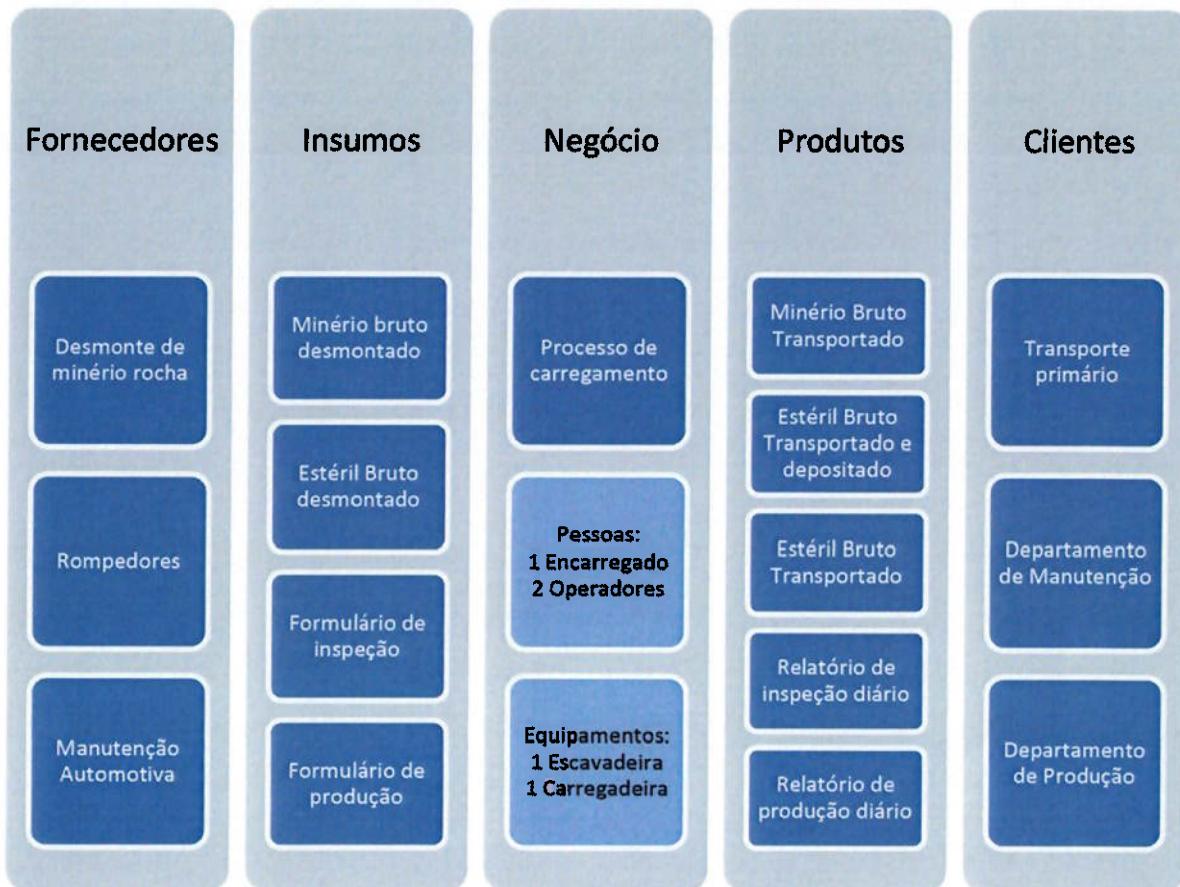


Figura 3 - Descrição do negócio

2.3 Como atingir o objetivo principal da empresa?

O objetivo principal de uma empresa (sua sobrevivência através da satisfação das necessidades das pessoas) pode ser atingido pela prática do controle da qualidade total. O controle da qualidade total atende aos objetivos da empresa, por ter as seguintes características básicas:

- É um sistema gerencial que parte do reconhecimento das necessidades das pessoas e estabelece padrões para o atendimento destas necessidades.
- É um sistema gerencial que visa manter os padrões que atendem às necessidades das pessoas.
- É um sistema gerencial que visa melhorar (continuamente) os padrões que atendem às necessidades das pessoas, a partir de uma visão estratégica e com abordagem humanista.

(Campos, 1992, p. 11 e p. 13)

Tabela 1 - Dimensões da qualidade

Fonte: Campos (1992, p.12)

	Dimensões da Qualidade		Pessoas Atingidas
Qualidade Total (Para satisfazer as necessidades das pessoas)	Qualidade		Cliente, Vizinho
	Produto/Serviço Rotina		
	Custo	Custo	Cliente, Acionista,
		Preço	Empregado e Vizinho
		Prazo certo	
	Entrega	Local certo	Cliente
		Quantidade certa	
	Moral	Empregados	Empregado
	Segurança	Empregados	Cliente, Empregado e
		Usuários	Vizinho

2.4 Padronização do processo

Os padrões mais utilizados são: Especificação do produto, Padrão gerencial de sistema e Procedimento Operacional Padrão.



Figura 4 - Principais tipos de padrões

Fonte: Oliveira (2008, p. 18)

2.5 Especificação do produto (EP)

Padrão que descreve as características da qualidade do produto, que traduzem as necessidades e expectativas dos clientes (requisitos dos clientes), estabelecendo-se os valores numéricos (Itens de controle) destas características compromissadas com estes clientes. Por este motivo, é fundamental a importância que se consultem os clientes, usuários internos e externos, para se identificar e negociar os valores a serem assegurados para as características da qualidade identificadas. (Oliveira, 2008, p. 19)

TABELA 2 - ESPECIFICAÇÃO DO PRODUTO

	Cientes	Características da Qualidade	Item de Controle	Valor Assegurado	Responsável	Freqüência Medição	Como Medir e Registrar
Q I	Processo de Britagem	Confiabilidade de carregamento de materiais com dimensões adequados	% paralisação britagem por EM	0%	Chefe Divisão	Diário	Relatório diário de produção e BDI
C	Processo de Britagem	Confiabilidade de carregamento de materiais com dimensões adequados	% custo de retrabalho por EM	0%	Chefe Divisão	Diário	Relatório diário de produção e BDI
E	Processo de Carregamento	Alta produtividade	Horas paradas da britagem devido ao carregamento	4 horas	Chefe Divisão	Semanal	Relatório diário de produção e BDI
S	Operadores Planta	Segurança física operadores planta	Nº de acidentes	0	Chefe Divisão	Mensal	Relatório de acidente e BDI
Legendas:		BDI: Banco de dados de Indicadores EM: Engalolamento por Mataco		Elaboração	Aprovação	Liberação	
				Nome	J. Mendonça	F. Silva	N. Guimarães
				Data	26/07/05	27/07/05	29/07/05
				Rubrica			

2.6 Padrões Gerenciais de Sistema (PGS)

Padrão de nível gerencial que descreve, através do uso do fluxograma, o processo para realização de um produto da unidade gerencial. Este padrão permite ao gerente da unidade ter uma visão sistêmica do processo, sendo usado preferencialmente no gerenciamento de processos administrativos e de serviço. O fluxograma, de preferência setorial, tem por objetivo mostrar a inter-relação entre as tarefas que compõem o processo. Além do fluxograma o padrão pode apresentar outras informações de importância gerencial, relativa a cada tarefa crítica. Entretanto é conveniente que o padrão indique o código correspondente ao procedimento operacional padrão (POP) que descreve como cada tarefa deve ser executada. Tendo em vista seu caráter sistêmico, o PGS é de grande utilidade também na estruturação dos macros processos da empresa, pois permite apresentar a inter-relação dos processos interfuncionais (interdepartamentais), necessários à consecução dos macros produtos da empresa. (Oliveira, 2008, p. 19)

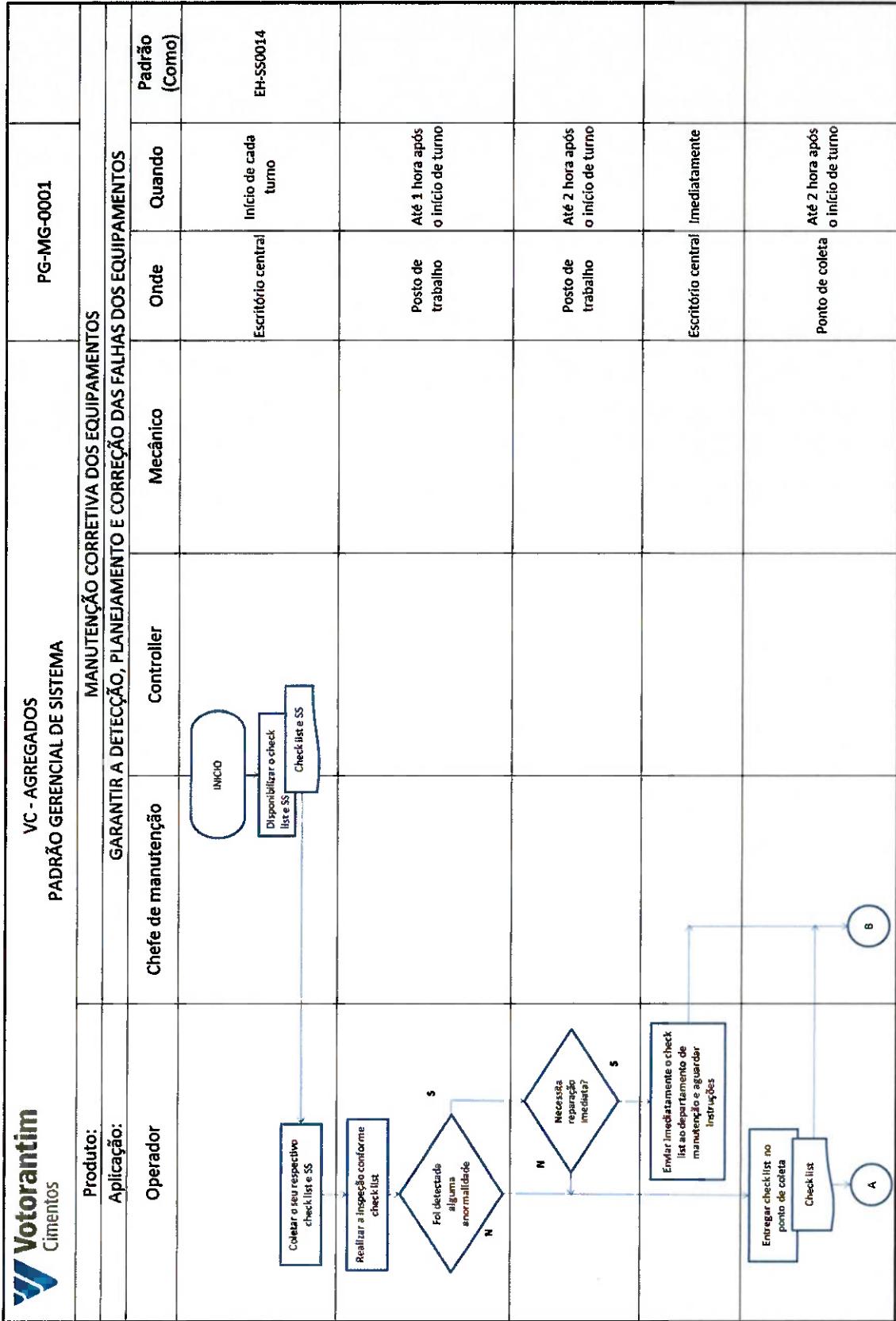


Figura 5 - Padrão gerencial de sistema (PGS)

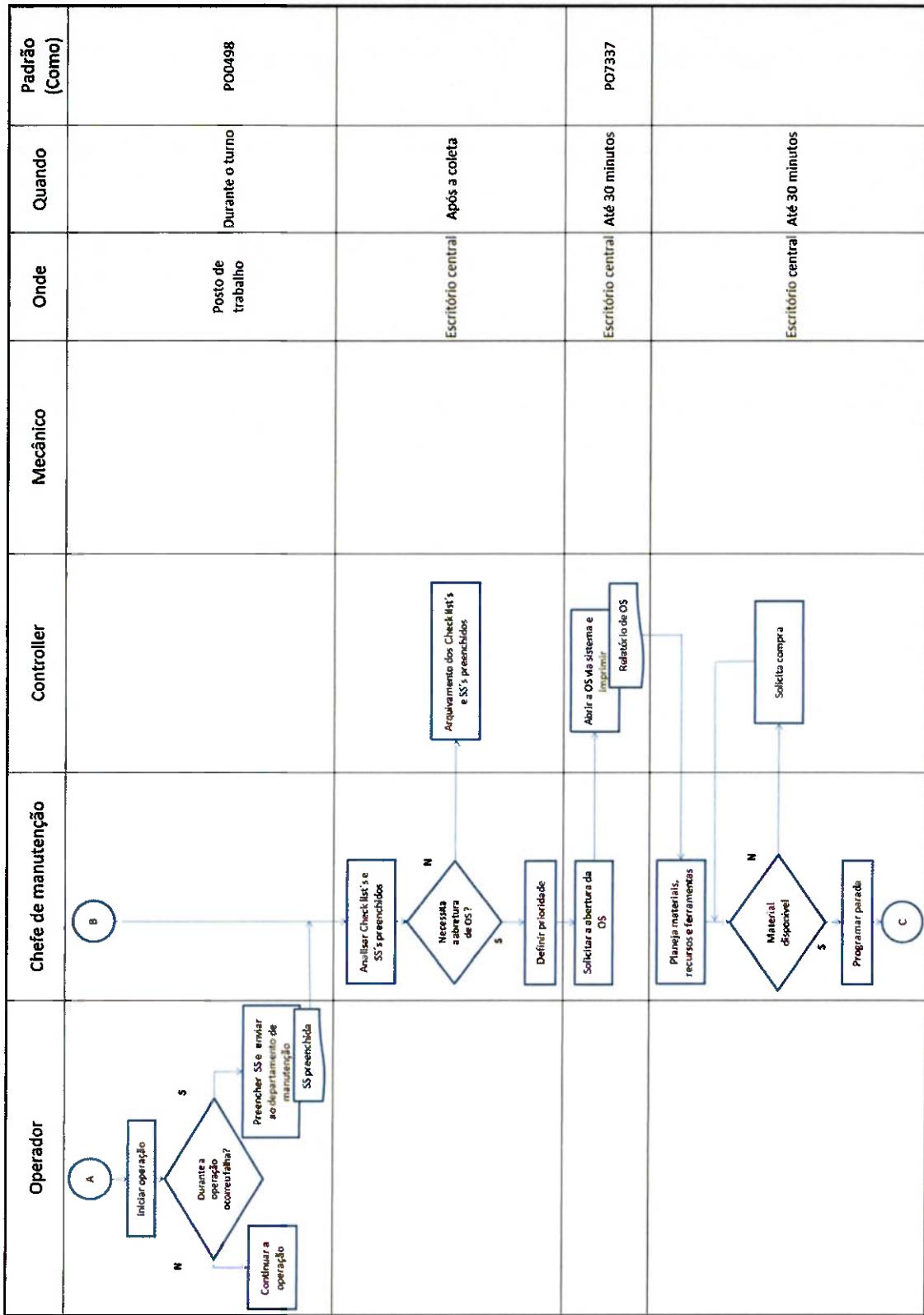


Figura 5 - Padrão gerencial de sistema (PGS)

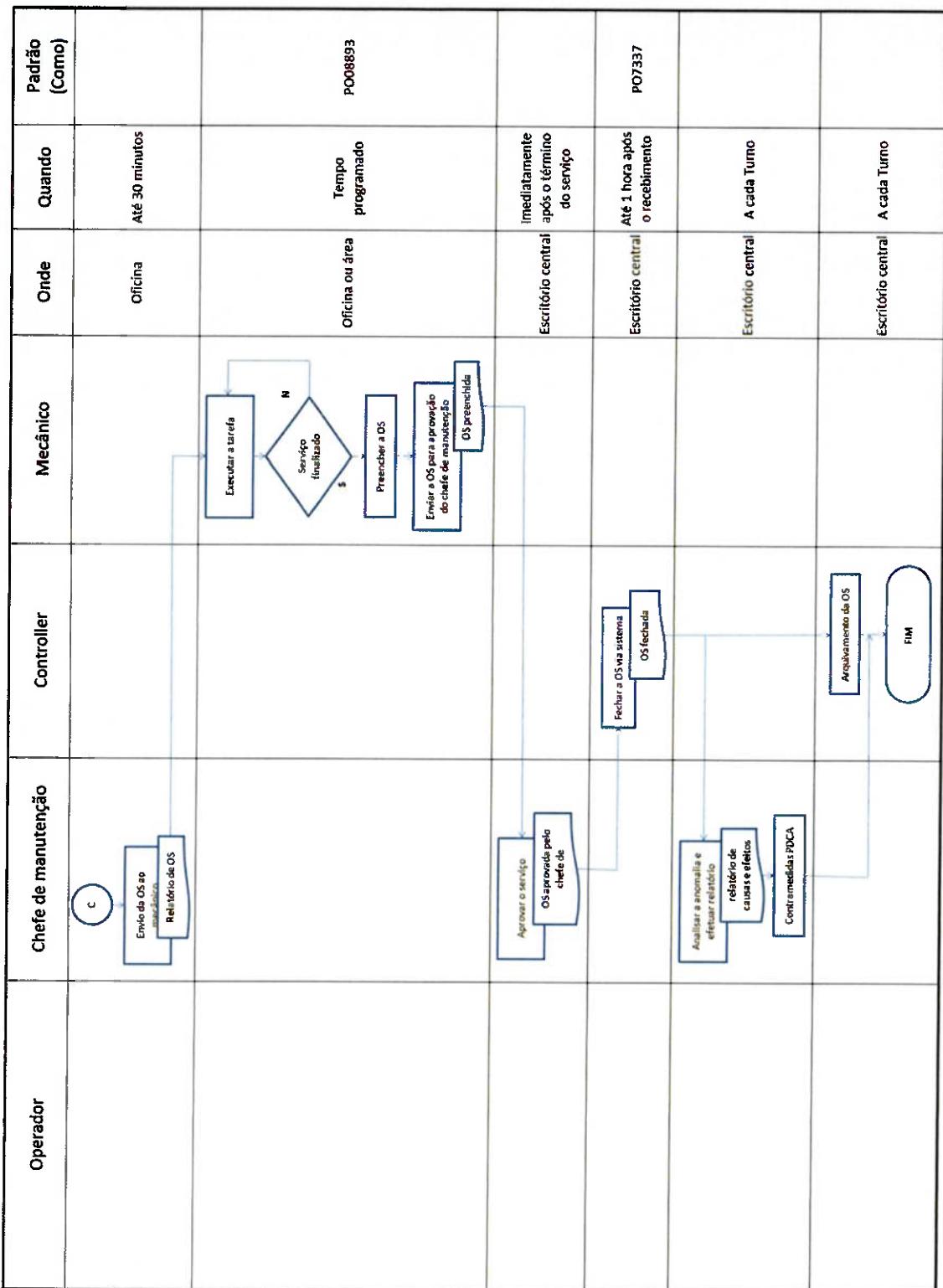


Figura 5 - Padrão gerencial de sistema (PGS)

2.7 Procedimento Operacional Padrão (POP)

Padrão para uso do operador no qual são descritas as atividades críticas necessárias para que uma tarefa seja executada (somente as atividades que não podem deixar de ser feitas), além de apresentar os recursos necessários à execução, os resultados esperados, as ações corretivas em casos de desvios, etc. A finalidade do padrão é entregar a tarefa (delegar) a quem exerce a função operacional, sendo fundamental se proceder a um adequado treinamento. Sempre que possível o padrão deve ser apresentado em forma de "*check list*". (Oliveira, 2008, p. 21)

Procedimentos Básicos

- POP de identificação dos equipamentos;
- POP de inspeção e preenchimento do *check list*;
- POP de preenchimento do relatório diário de produção;
- POP de lubrificação do equipamento;
- POP de manutenção preventiva;
- POP de preenchimento do formulário de análise preliminar de riscos (APR)

3. DIMENSIONAMENTO DA FROTA

Dimensionamento e cálculo teórico da frota, com o objetivo de atender a produtividade necessária e cálculo do custo estrutural ótimo, bem como a mão de obra necessária.

Veloso (2009, p. 43) descreve "De um modo geral, a especificação de equipamentos está baseada em três fatores: Características técnicas, desempenho em serviço e custo operacional.

Considerando a grande variedade disponível no mercado de equipamentos e maquinários de carregamento, torna-se extremamente difícil dimensionar, combinar e balancear os equipamentos a fim de gerar os melhores resultados com o melhor custo benefício.

Segundo Drevdhl (1961), a análise do sistema de equipamentos pode ser dividida em duas partes: A predição do desempenho individual dos equipamentos e a comparação de várias combinações de equipamentos.

Em uma determinada aplicação, a máquina mais eficiente irá promover a maior produção com um menor custo. Esta produção é medida através da unidade de custo por material movimentado, ou seja, custo por metros cúbicos. Para um rápido e preciso dimensionamento de frota será preciso conhecer alguns conceitos básicos de movimentação de solo, tais como: tempo de ciclo, condições de trabalho, produção estimada e cálculo dos custos de propriedade e operação.

3.1 Análise do local de trabalho

A análise cuidadosa do local de trabalho e equipamentos é fundamental para determinar a frota mais eficiente e eficaz para exercer seu trabalho em sua aplicação específica. Como existe uma enorme variabilidade nas condições e ritmo de trabalho em cada aplicação, a obtenção de informações mais próximas da realidade propiciará a limitação de variáveis assumidas nos cálculos o que as tornarão mais precisas.

Os fatores necessários para estimar a produção dos equipamentos:

- Peso e densidade do material
- Peso de carga dos veículos
- Tempos de ciclo
- Fatores de eficiência do local de trabalho
- Seleção dos equipamentos

Outros fatores do local de trabalho:

- Acessibilidade e transporte
- Vegetação
- Condições climáticas
- Altitudes

4. GESTÃO DA FROTA DE EQUIPAMENTOS

4.1 Ficha padrão

Documentação das características dos equipamentos, planos de manutenção, peças de manutenção, peças sobressalentes. Estes documentos deverão estar sempre atualizados e em um local de fácil acesso para a rápida consulta.

4.2 Ficha padrão para os equipamentos em geral:

A seguir as informações que deverão ser coletadas e discriminadas na ficha padrão de equipamentos em geral:

- TAG do equipamento;
- Modelo do equipamento;
- Fabricante;
- País de fabricação;
- Número de série;
- Data da entrega técnica;
- Validade da garantia;
- Capacidade máxima de carga;
- Potência;
- Consumo nominal;
- Produtividade nominal;
- Principais peças de consumo;
- Plano de manutenção;
- Observações;

4.3 Ficha padrão para motores diesel

A seguir as informações que deverão ser coletadas e discriminadas na ficha padrão para motores diesel:

- TAG do motor;
- Equipamento onde é utilizado o motor;
- Modelo do motor;
- Fabricante;
- País de fabricação;
- Número de série;
- Data da entrega técnica;
- Validade da garantia;
- Configurações;
- Cilindradas;
- Sistema de combustão;
- Sistema de Injeção;
- Emissões;
- Potência;
- Torque;
- Observações;

4.4 Ficha padrão para implementos

A seguir as informações que deverão ser coletadas e discriminadas na ficha padrão para implementos:

- TAG do implemento;
- Equipamento onde é utilizado;
- Modelo do implemento;
- Fabricante;
- País de fabricação;

- Número de série;
- Data da entrega técnica;
- Validade da garantia;
- Capacidade;
- Produtividade nominal;
- Potência;
- Observações

4.5 Identificação e cadastro de equipamentos

A identificação dos equipamentos por meio de plaquetas com a nomenclatura padronizada e numeração seqüencial. O cadastro dos equipamentos através de seu número de identificação para controle da propriedade.

Usualmente são utilizados prefixos que indica qual é o tipo de equipamento e o seu respectivo número seqüencial.

Prefixos

TABELA 3 - EXEMPLOS DE PREFIXOS

FE	Caminhão fora de estrada
CB	Caminhão basculante
CP	Carregadeira de pneus
EH	Escavadeira hidráulica
PH	Perfuratriz hidráulica
MN	Motoniveladora
TE	Trator de esteiras
PI	Caminhão pipa
CO	Caminhão comboio
EP	Empilhadeira

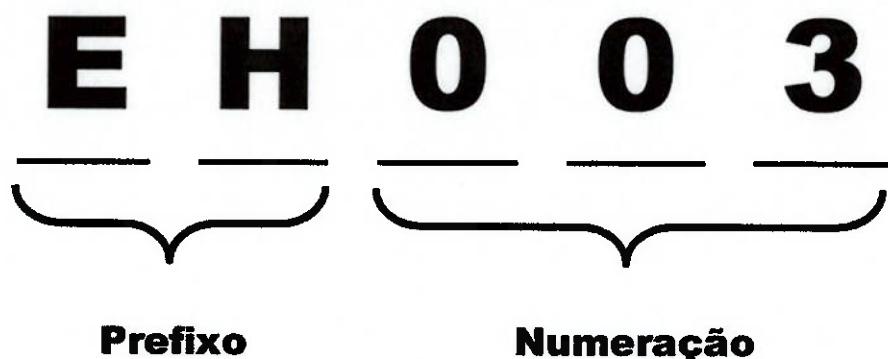


Figura 6 - Exemplo de codificação

Este código deverá estar visível no equipamento de modo a facilitar a sua rápida identificação. Podem-se utilizar adesivos ou plaquetas para fixar no equipamento ou até mesmo pintar o código.

O local a ser fixada esta numeração deve ser um local visível e em ambos os lados do equipamento.

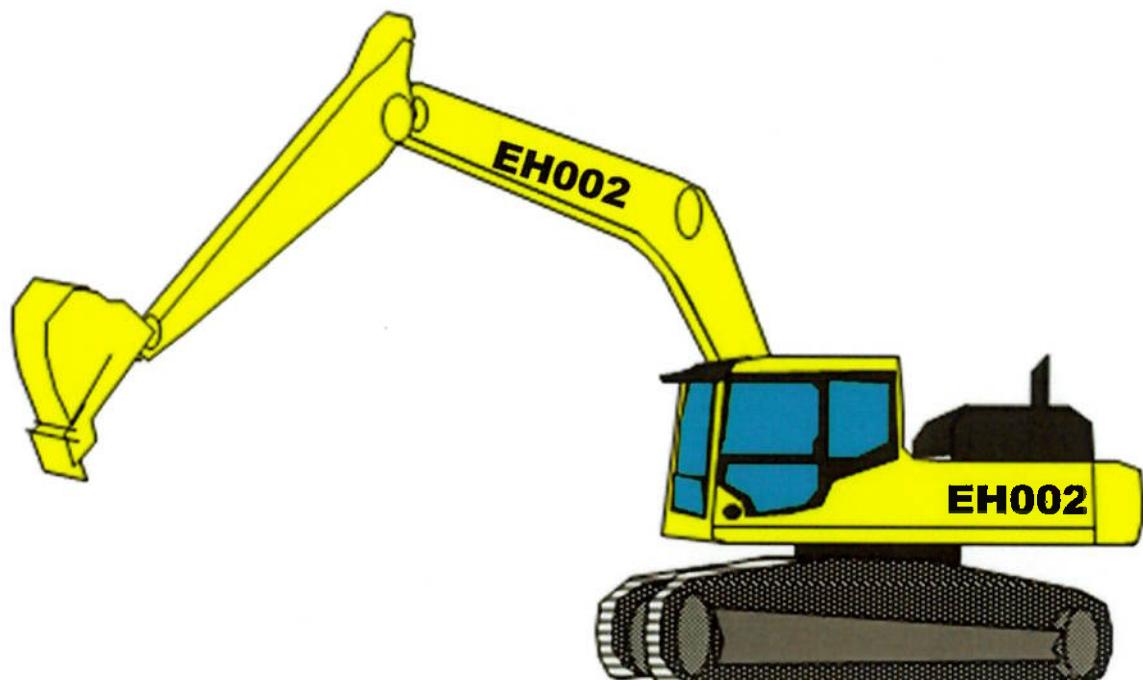


Figura 7 - Exemplo de identificação do equipamento

4.6 Arquivo técnico

O arquivo técnico é constituído de manuais técnicos para consulta. Esta biblioteca possui manuais de oficina, catálogos de peças, manuais de operação, manuais de manutenção, folhetos, desenhos, especificações, estudos técnicos, boletins e etc.

É importante também possuir estas literaturas em formato digital, pois facilita o acesso e em caso de extravio do manual em papel pode-se facilmente imprimir outra substitutiva.

Esse arquivo conterá também as análises comparativas entre equipamentos similares, feitas por terceiros ou pelo próprio departamento e os relatórios de desempenho provenientes de visitas e contatos com outros usuários. Nesta parte são muito importantes, além das observações do próprio departamento, os subsídios fornecidos pela assistência de manutenção no tocante à produtividade, eficiência mecânica, dificuldades de operação e manutenção, limitações, freqüência de avarias, problemas recorrentes num mesmo componente e outras informações que possam permitir uma melhor avaliação do equipamento especificado, para orientar futuras aquisições.
(Veloso, 2009, p. 61)

É fundamental a organização destes documentos de modo a facilitar a busca e o acesso à informação. Neste caso, podem-se adotar as práticas do 5S que serão mais detalhadas durante o trabalho.

4.7 Inspeções

Check list de inspeção diária

O *check list* é efetuado diariamente ou a cada turno pelo operador, identificando falhas existentes no equipamento.

Cada equipamento possui o seu respectivo *check list* o qual foi elaborado seguindo uma rota de verificações dando um giro em torno do equipamento.

		Check-List / Inspeção Diária		Código: EH-SS0014
				Revisão: 00
Escavadeira hidráulica				
OPERADOR:		TAG:		
DATA:		Horímetro:		
Observações: A inspeção visual (Check List) deve ser realizada em um giro completo de 360°, iniciando e finalizando próximo a escada de acesso ao compartimento do operador.				
ITENS A SEREM VERIFICADOS	OK	COM FALHA	OBSERVAÇÕES (Em poucas palavras descrever a falha)	
Lado Esquerdo da Máquina				
3 Verificar material rodante (roletes Superiores e inferiores)				
4 Esteira, parafusos e porcas da sapata				
6 Comando final (segmentos e vazamentos)				
9 Baterias (nível, cabos, pôlos e limpeza) Ligar a chave geral				
10 Verificar e completar a água do limpador do pára-brisa				
11 Verificar o nível da água do radiador				
12 Drenar água do filtro separador de combustível				
13 Verificar carcaça do filtro de ar				
Parte Traseira Da Máquina				
16 Funilaria e pintura				
19 Rolletes inferiores parte interna				
20 Parafusos e porcas da sapata (parte interna)				
21 Estrutura do chassi Inferior (trincas)				
Lado Direito da Máquina				
24 Marcador da restrição do filtro de ar do motor				
25 Nível de óleo hidráulico				
28 Verificar material rodante (rolletes inferiores e superiores)				
Utilize a Escada de Acesso Para o Compartimento Superior da Máquina; Mantenha Três Pontos de Contato				
33 Verificar e limpar retrovisor				
35 Nível de óleo do redutor de giro				
40 Verificar o nível de óleo do motor				
41 Verificar o ventilador do motor				
Retorne ao Solo				
Parte Dianteira da Máquina				
45 Faróis direito e esquerdo da lança e da cabine				
46 Estrutura da lança e braço (soldas, trincas)				
47 Caçamba (soldas, trincas, caneleiras, dentes, adaptadores)				
50 Cilindro de articulação do braço (haste, varamentos)				
51 Mangueiras, tubulações e conectores da lança e braço				
Fim Da Inspeção Ao Nível Do Solo (Escada de Acesso ao Compartimento do Motorista)				
Início Da Inspeção Na Cabine – Utilize A Escada E Mantenha Os Três Pontos De Contato				
61 Inspecione o extintor (suporte, pressão, lacre e validade)				
63 Verifique o painel, mostradores e interruptores				
64 Freio de estacionamento, controles, alavancas e pedais				
66 Teste de painel				
67 Testar buzina, faróis, lanternas, setas, farol e alarme de ré				
Partida do Motor				
Obs: De partida no motor e mantenha-o em baixa rotação por alguns minutos, aguarde o pré-aquecimento e a lubrificação inicial.				
Execute todos os procedimentos recomendado pelo fabricante contidos no guia de operação, com relação ao aquecimento do trem de força.				
Observações:				
ELABORADO POR	APROVADO POR	REVISÃO	DATA	ALTERAÇÃO/EMISSÃO
JOÃO BATISTA	JOSÉ PEREIRA	00	09/12/2010	EMISSÃO INICIAL

Figura 8 – Exemplo de check list de inspeção diária

5. INDICADORES DO PROCESSO

5.1 Características dos Indicadores:

- Representabilidade: Devem ser representativos do processo a que se referem, dando uma idéia clara a respeito dos seus resultados.
 - Simplicidade: Devem ser facilmente compreendidos e aplicados, sem grandes complicações para a organização.
 - Disponibilidade: Devem possibilitar uma fácil coleta de dados.
 - Ser relativo: Sempre que possível, devem demonstrar uma relação ou taxa, ao invés de uma grandeza absoluta, de forma que possamos fazer comparações.
 - Possuir fórmula de cálculo: a fórmula para seu cálculo permite estabelecer uma única metodologia de coleta de dados, resultando sempre numa informação confiável. A fórmula de cálculo pode evoluir ao longo do tempo quanto ao refinamento dos dados obtidos.
 - Relacionado a uma unidade de tempo: Dia, mês, semestre, ano, etc.
 - Ser mensurável: para permitir sua avaliação objetiva.
 - Estabilidade: devem ter permanência no tempo, para que os resultados possam ser comparados.
 - Freqüência: devem apresentar uma freqüência estabelecida para coleta e cálculo do resultado realizado, a fim de permitir uma análise sistêmica deste resultado.
 - Confiável: devem ser confiáveis e para tal devem possuir regras claras para coleta, processamento e divulgação; devem ser controlados por meios adequados de medição, ser auditáveis etc.
 - Baixo custo de obtenção: a gestão do indicador não deve implicar em custos adicionais para a organização.
 - Comparável: Devem possibilitar a comparação dos resultados com resultados por outras fontes (internas ou externas), permitindo avaliar o posicionamento do desempenho da organização.
- (Oliveira, 2008, p. 8)

5.2 Tipos de indicadores:

São definidos dois tipos de indicadores:

- Itens de controle

Índices numéricos estabelecidos sobre os efeitos de cada processo para medir sua qualidade total. Eles se referem às características da qualidade. Os itens de controle são os mais importantes indicadores. O controle do processo é feito a partir da análise dos seus resultados. No TQC estamos em busca da satisfação dos clientes através dos produtos, ou seja dos resultados dos processos. A análise dos resultados deve ser feita levando em conta as cinco (5) dimensões da qualidade total; portanto, para se gerenciar eficazmente um processo é conveniente se estabelecer itens de controle para medir a qualidade intrínseca, o custo, a entrega, e a segurança dos produtos por ele gerados, e para medir o moral e a

segurança das pessoas envolvidas no seu desenvolvimento.

Os itens de controle são estabelecidos para medir os resultados de um processo e assim possibilitar sua análise para que se atue para manter ou melhorar sua qualidade total. Em outras palavras, eles são estabelecidos para se controlar o processo. Portanto, só se deve estabelecer item de controle sobre algo que se tenha autoridade.

Um item de controle deve relacionar, direta ou indiretamente, às características da qualidade subjetivas são medidos de forma indireta, sendo necessário estabelecer mais de um item de controle para gerenciar este tipo de característica da qualidade.

Fonte: Oliveira (2008, p. 8 e 9)

- Itens de verificação

Itens numéricos estabelecidos sobre as principais causas que afetam determinado item de controle.

Os itens de verificação são os itens de controle das causas. Algumas poucas causas (principais) de um processo têm grandes influência sobre os seus resultados (efeitos), sendo muitas vezes conveniente acompanhar a atuação destas causas a fim de evitar que venham a afetar desfavoravelmente estes resultados, isto é, afetarem um determinado item de controle no futuro. O 'Princípio de Pareto' expõe que poucas causas (itens) são vitais e muitos são triviais ao desempenho de um processo.

Os itens de verificação não são fundamentais ao gerenciamento de um processo, porém o acompanhamento de determinadas causas do processo através dos itens de verificação pode contribuir para a obtenção dos resultados esperados para um determinado item de controle.

Fonte: Oliveira (2008, p. 9)

Tabela 4 - Tabela de fórmulas de itens de verificação

Fonte: Veloso (2009, p. 63)

Rendimento mecânico	=	$\frac{\text{Horas trabalhadas}}{\text{Horas trabalhadas} + \text{Horas em reparo efetivo}}$
Eficiência mecânica	=	$\frac{\text{Horas trabalhadas}}{\text{Horas trabalhadas} + \text{Horas à disposição da manutenção}}$
Utilização	=	$\frac{\text{Horas trabalhadas}}{\text{Horas possíveis de trabalho}}$
Custo horário médio de manutenção	=	$\frac{\text{Folha de pagamento do pessoal de manutenção}}{\text{Homens/hora efetivamente trabalhados}}$
Percentual de pessoal	=	$\frac{\text{Homens/Hora de manutenção}}{\text{Homens/Hora de produção}}$
Tempo médio entre reparos	=	$\frac{\text{Horas trabalhadas}}{\text{Número de paradas para reparo}}$
Custo médio por reparo	=	$\frac{\text{Custo total de manutenção}}{\text{Número de paradas para reparo}}$
Espera de suprimentos	=	$\frac{\text{Horas paradas aguardando peças}}{\text{horas à disposição da manutenção}}$
Espera de mão-de-obra	=	$\frac{\text{Horas aguardando mão-de-obra de manutenção}}{\text{Horas à disposição da manutenção}}$

5.3 Medições de falhas

As medições de falhas podem ser controladas através dos relatórios diários de produção que são anotadas pelos operadores, onde os mesmos relatam o tempo de cada operação e em casos de paradas descrevem o seu motivo. As ordens de serviço (OS) também podem ser utilizadas para o controle de falhas, as quais descrevem o serviço de manutenção executado no equipamento, o tempo de execução e materiais utilizados para regularização do equipamento.

Estas informações devem ser computadas em banco de dados para posterior análise de freqüência de avarias, problemas recorrentes num mesmo componente e outras informações.

6. MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS – MASP

O MASP é um método fundamental no TQC como suporte a tomada de decisões gerenciais. O método se baseia numa seqüência lógica e racional de análise do processo sempre calçada em dados e fatos, objetivando a determinação das causas que levam o processo a apresentar resultados indesejáveis, a fim de bloqueá-las.

Ele deve ser utilizado em duas situações:

Na manutenção dos níveis de controle dos processos (manutenção da qualidade) Análise das causas crônicas dos processos responsáveis pelos desvios dos valores apresentados pelos itens de controle.

Na melhoria dos níveis de controle dos processos (melhoria da qualidade) Análise das causas visando redirecionar o processo =, alterando a faixa de valores dos itens de controle.

(Oliveira, 2008, p. 43 e 44)

6.1 O ciclo PDCA utilizado para melhorar os resultados

Segundo Campos (1992), a utilização do ciclo PDCA para melhorar as diretrizes de controle é a grande responsabilidade de todas as chefias, desde o presidente até o nível de supervisor.

Na figura a seguir mostra a estruturação do PDCA para melhorar os resultados, onde são divididos em 8 (oito) etapas.

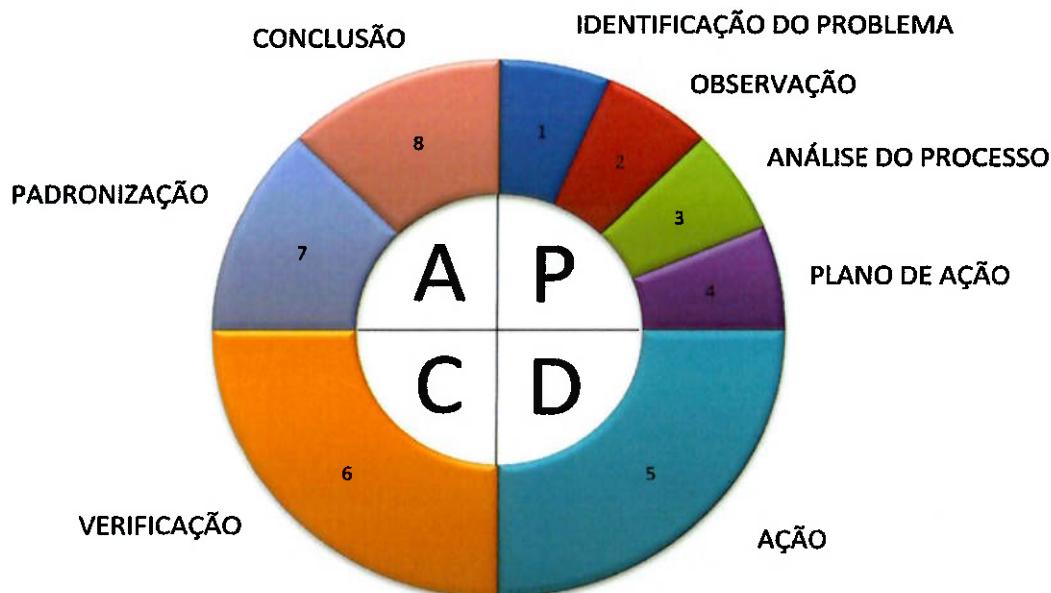


Figura 9 - Ciclo PDCA para melhorias

Fonte: Campos (1992, p.38)

6.2 Exemplo de aplicação

Etapa 1 – Identificação do problema

a) Escolha do problema

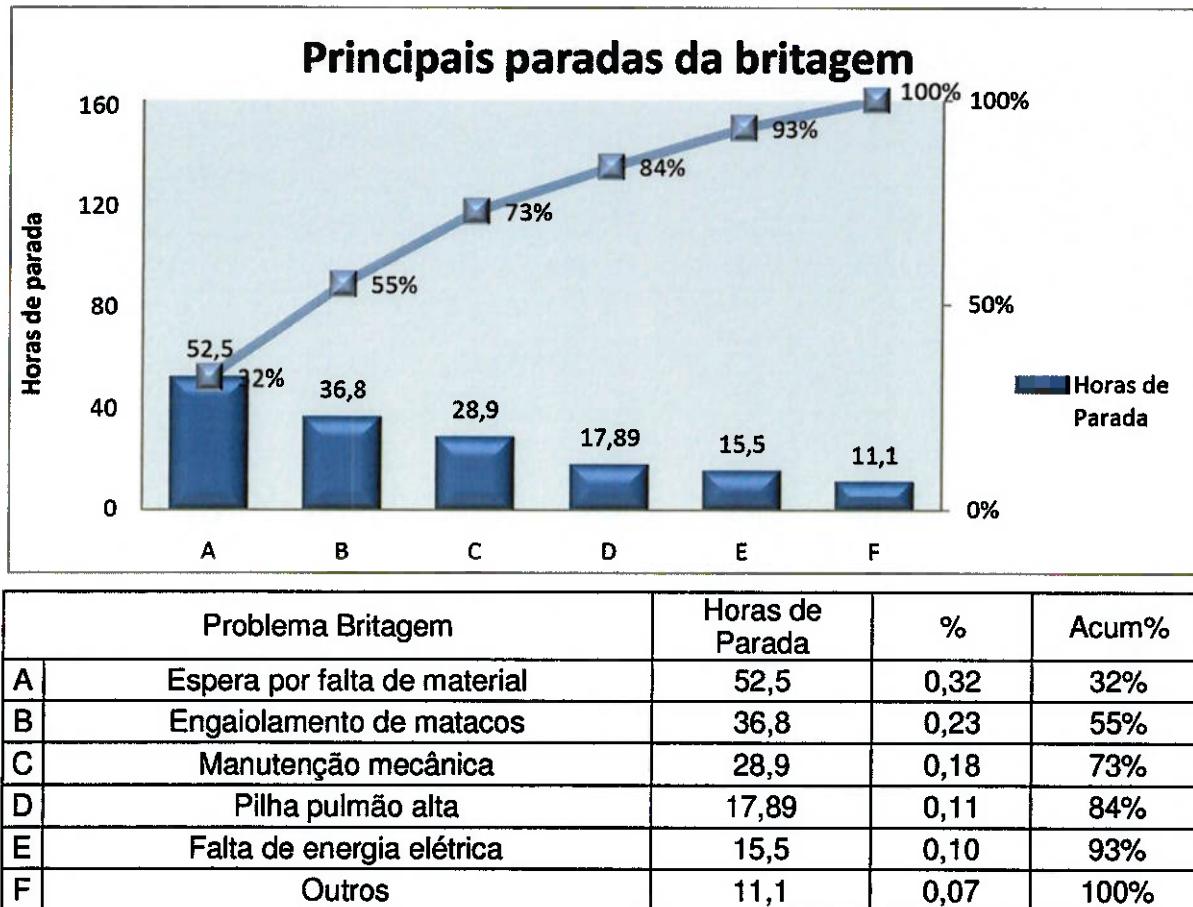


Figura 10 - Gráfico de pareto das principais paradas da britagem

O gráfico de pareto acima mostra os principais motivos de paradas do processo de britagem primária que são: espera por falta de material, engaiolamento de matacos, manutenção mecânica, pilha pulmão alta, Falta de energia elétrica e outros.

O indicador “espera por falta de material” apresenta a maior porcentagem das paradas do processo. Ele significa que os processos anteriores apresentam atrasos, paradas ou falta de sincronismo.

Extratificando o problema “espera por falta de material”, obteve-se a seguinte informação:

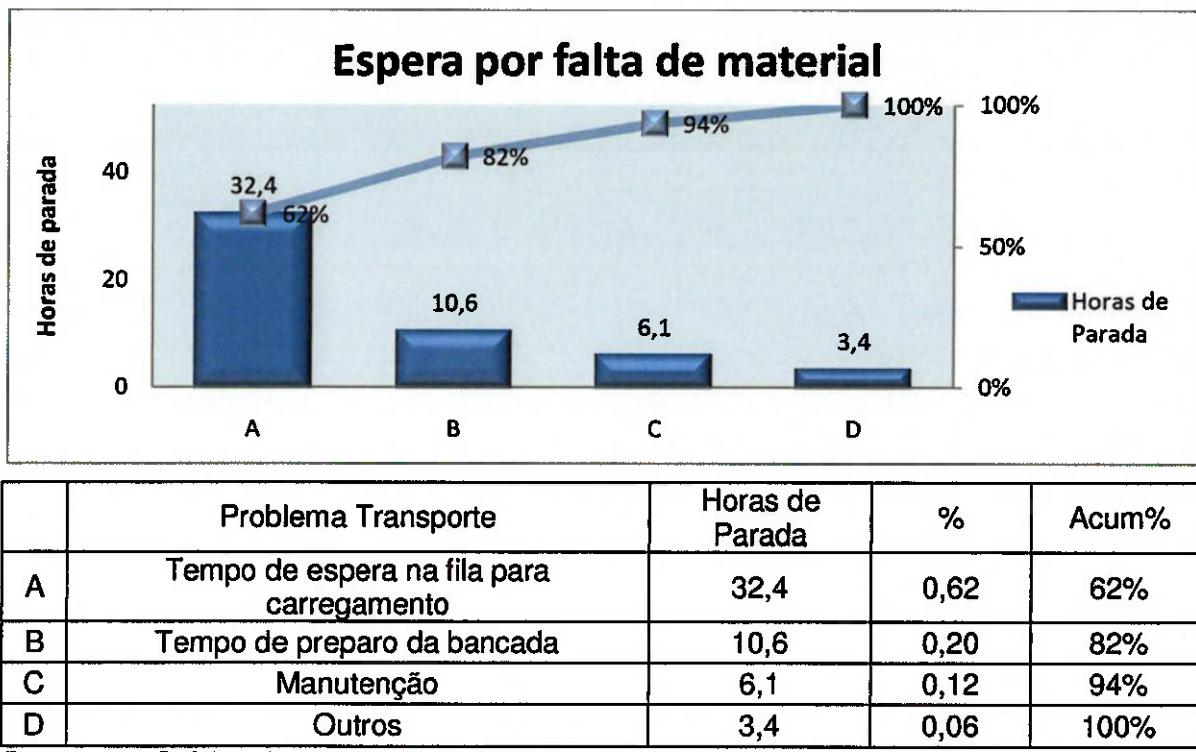


Figura 11 - Gráfico de pareto das principais paradas do transporte primário

O gráfico de pareto acima mostra os principais motivos de paradas do processo de transporte primário que são: Tempo de espera na fila para carregamento, tempo de reparo da bancada, manutenção e outros.

O indicador “Tempo de espera na fila para carregamento” apresenta a maior porcentagem das paradas do processo. Ele significa tempo de espera na fila para carregamento.

Problema escolhido: Excesso de tempo de espera do caminhão na fila para carregamento.

Etapa 2 – Observação do problema

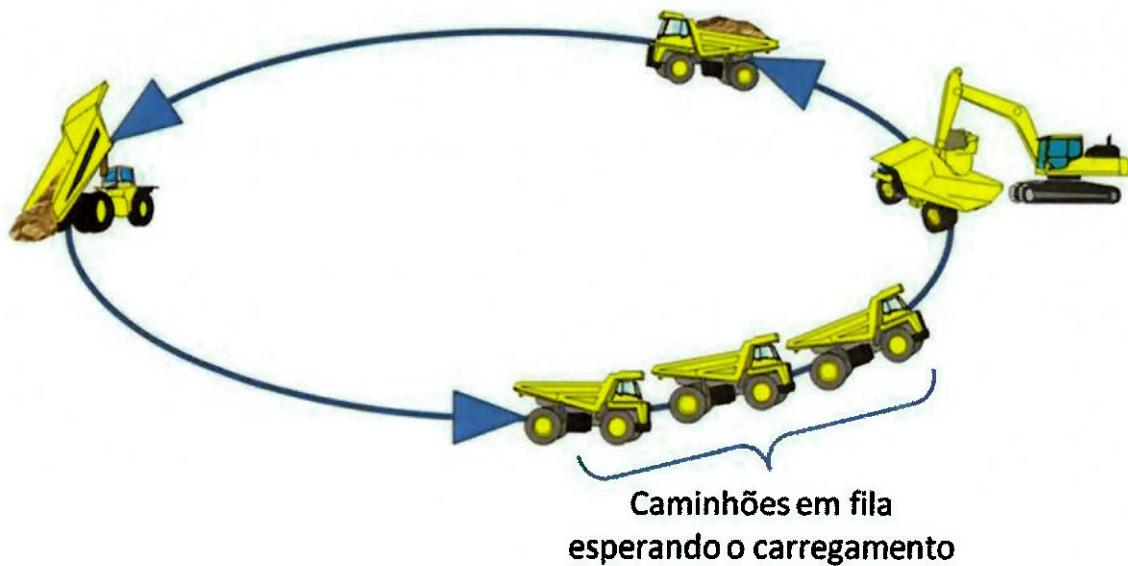


Figura 12 - Fluxo simbolizando o problema

Etapa 3 – Análise do problema

a) Levantamento das causas influentes

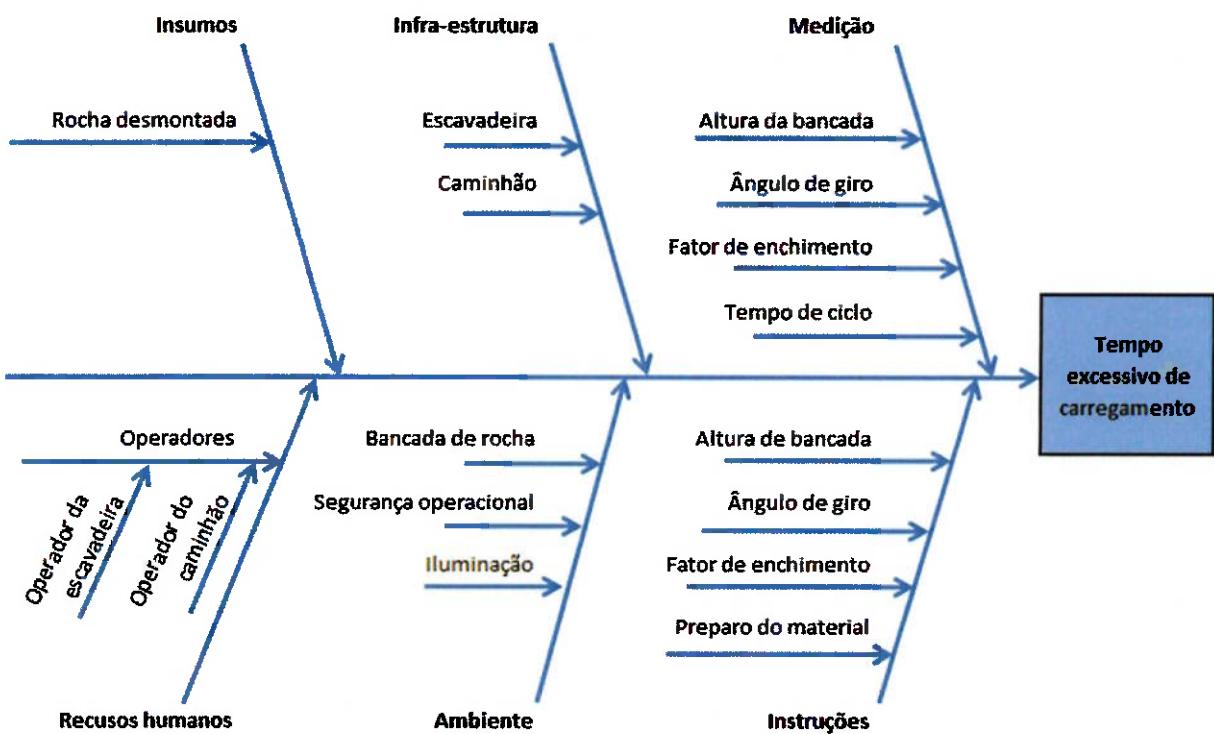


Figura 13 - Diagrama de Ishikawa das causas influentes

b) Levantamento das causas prováveis

TABELA 5 - LEVANTAMENTO DAS CAUSAS PROVÁVEIS

Levantamento das causas prováveis		
Causas	Provável?	Motivo
Baixo fator de enchimento	SIM	Causa aumento do número de ciclos
Ângulo de giro maior do que 45°	SIM	Tempo excessivo no giro
Altura da bancada baixa	SIM	Aumenta o tempo para elevar o equipamento de trabalho
Falta de preparação do material	SIM	Facilita o carregamento com giro menor
Falta de treinamento operacional	SIM	Pode causar os problemas anteriores
Equipamentos mal dimensionados	NÃO	Dimensionamento em ordem
Problemas mecânicos	NÃO	Busca em histórico de OS em ordem
Desmonte gerou excesso de matacos	SIM	Dificulta o carregamento devido à separação dos matacos

c) Análise das causas mais prováveis (Hipóteses) – Testes de Hipóteses

TABELA 6 - ANÁLISE DAS CAUSAS MAIS PROVÁVEIS

Análise das causas mais prováveis (Hipóteses)		
Hipóteses	Teste	Objetivo do teste
Baixo fator de enchimento	Medir fator de enchimento de cada ciclo	Verificar a influência do fator de enchimento com o número de ciclos
Ângulo de giro maior do que 45°	Medir o ângulo de giro	Verificar a influência do giro maior que 45° no tempo de ciclo
Altura da bancada baixa	Medir a altura da bancada	Verificar a influência da altura da bancada no tempo de carregamento
Pouco preparo do material p/carregamento	Medir o tempo de preparo do material	Verificar a % de tempo de organização do material a ser carregado

Etapa 4 – Plano de Ação

TABELA 7 - MÉTODO DE PRIORIZAÇÃO

Formas de Ação		G	U	T	Total
		Gravida de	Urgênci a	Tendênci a	
A	Baixo fator de enchimento	3	5	5	75
B	Ângulo de giro maior do que 45°	3	5	5	75
C	Altura da bancada baixa	3	5	5	75
D	Falta de preparação do material	3	5	5	75
E	Falta de treinamento operacional	5	5	5	125
F	Desmonte gerou excesso de matacos	2	5	3	30

Tabela 8 - Planos de ação

Plano de Ação							
O que	Onde	Quem	Quando			Como	Por que
			JUN	JUL	AGO		
Medir tempos de ciclo	Praça de carregamento	Engenharia de minas				Utilizar cronômetro, prancheta e folha de coleta de dados	Analisar qual o movimento está gastando maior tempo
Medir ângulo de giro	Praça de carregamento	Engenharia de minas				Utilizar prancheta e folha de coleta de dados	Analisar a porcentagem de giro maior que 45°
Medir fator de enchimento	Praça de carregamento	Engenharia de minas				Utilizar prancheta e folha de coleta de dados	Analisar a quantidade de ciclos por caminhão
Medir altura da bancada	Praça de carregamento	Engenharia de minas				Utilizar trena, prancheta e folha de coleta de dados	Analisar a altura correta de carregamento
Realizar o treinamento teórico em grupo em sala de treinamento	Sala de treinamento	Instrutor de operação				Treinamento teórico de todos os envolvidos	Garantir que os colaboradores operem conforme procedimento
Realizar o treinamento prático individual	Praça de carregamento	Instrutor de operação				Treinamento prático de todos os envolvidos	Garantir que os colaboradores operem conforme procedimento
Medir, verificar e comparar os resultados	Praça de carregamento	Instrutor de operação				Medir os resultados	Comparar resultados e ganhos ou perdas

TABELA 9 - FOLHA DE COLETA DE DADOS

Folha de coleta de dados								
Data	Tempo	Altura da bancada	Operador	Nº	Tempo de ciclo total	Tempo de escavação	Nº de passes	Fator de enchimento
Nº	Caminhão	Hora final	Ação	Tempo de ciclo (seg.)	Fator de enchimento (%)	Ângulo de giro	Comentários	
			Início carregamento					
			1ª Caçamba					
			2ª Caçamba					
			3ª Caçamba					
			4ª Caçamba					
			5ª Caçamba					
	Tempo total		Total					
				Total de enchimento				

Etapa 5 – Ação

- a) Treinamento: Todos os envolvidos com o plano de ação.
- b) Elaboração de POP's de operação
- c) Execução do plano de ação: Execução do plano de ação e coleta de dados.

Altura da bancada e distância ideal do caminhão

A altura da bancada deve ser a mesma ou um pouco maior que a altura da caçamba do caminhão.

Para materiais estáveis ou consolidados, a altura da bancada deve equivaler ao comprimento do braço. Para materiais instáveis a altura deve ser menor. O posicionamento ideal do caminhão se dá quando o trilho interior da plataforma do caminhão encontra-se embaixo do pino de articulação da lança e do braço.
(Caterpillar Inc. 2000 p. 5-156)

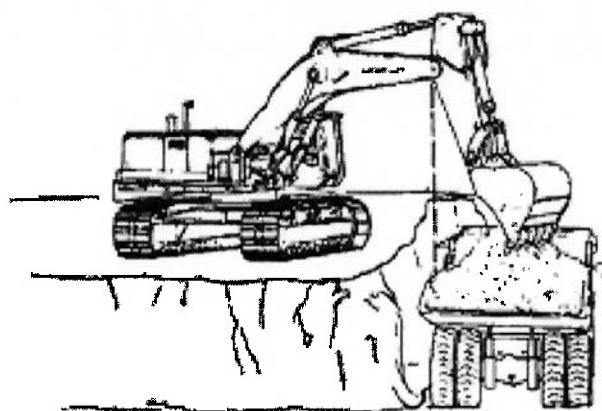


Figura 14 - Altura da bancada e distância ideal do caminhão

Fonte: Caterpillar Inc. (2000 p. 5-156)

Área de operação e ângulo de giro

Para produção máxima, a zona de operação deve limitar-se a 15° em ambos os lados do centro da máquina, ou equivaler à mesma largura do material rodante. Os caminhões devem ser posicionados o mais próximo possível da linha central da máquina. Duas alternativas são mostradas a seguir.
(Caterpillar Inc. 2000 5-156)

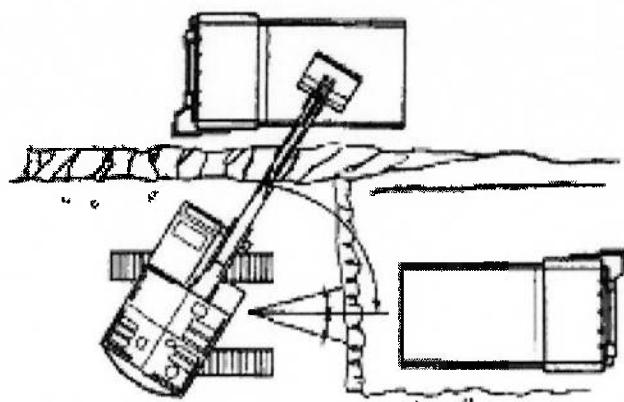


Figura 15 - Área de operação e ângulo de giro

Fonte: Caterpillar Inc. (2000 p. 5-156)

A redução do ângulo de giro pode diminuir o tempo de ciclo, aumenta a produtividade horária e melhora a eficiência no uso do combustível.

Melhor distância da borda

A máquina deverá ser posicionada de modo que o braço fique vertical quando a caçamba estiver cheia. Se a unidade estiver mais afastada da borda, a força de desagregação será reduzida. Se a unidade estiver mais próxima da borda, é possível que ocorra mordedura. Se isto ocorrer, mais tempo será despendido recuando-se o braço. Além disso, o operador deve começar a levantar a lança quando a caçamba tiver executado 75% do ciclo de penetração. Isto deverá ocorrer quando o braço estiver quase que totalmente posicionado verticalmente.
(Caterpillar Inc. 2000 p. 5-156)

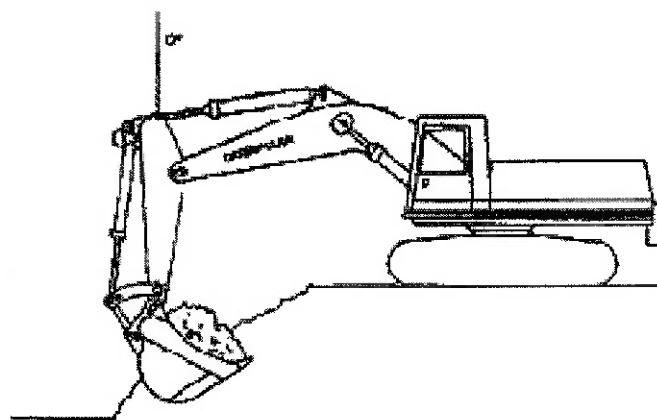


Figura 16 - Melhor distância da borda

Fonte: Caterpillar Inc. (2000 p. 5-156)

Carga útil da caçamba

A carga útil da caçamba (quantidade real de material na caçamba em cada ciclo de escavação) depende do tamanho da caçamba, de sua forma, da força de arranque e de certas características do solo, isto é, do fator de enchimento para aquele solo. Os fatores de enchimento para vários tipos de material são relacionados abaixo:
 (Caterpillar Inc. 2000 p. 5-156)

$$\text{Carga Útil Média da Caçamba} = \frac{\text{Capacidade da Caçamba Coroada}}{\text{Fator de Enchimento da Caçamba}}$$

Equação 01 - Carga útil média da caçamba

Fonte: Caterpillar Inc. (2000 p. 5-157)

Tabela 10 - Limites do fator de enchimento para cada tipo de material

Fonte: Caterpillar Inc. (2000 p. 5-126)

Material	Limites do Fator de Enchimento (porcentagem da capacidade da caçamba coroada)
Barro ou Argila Arenosa	A — 100-110%
Areia e Cascalho	B — 95-110%
Argila Dura, Resistente	C — 80-90%
Rocha — Bem Explodida	60-75%
Rocha — Pouca Explodida	40-50%

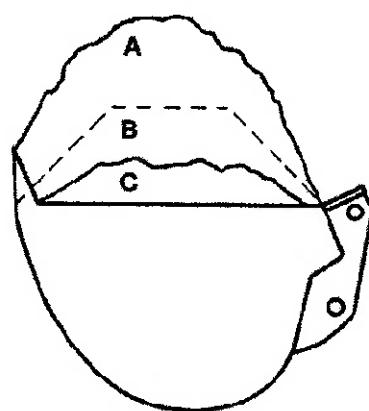


Figura 17 - Limites do fator de enchimento

Fonte: Caterpillar Inc. (2000 p. 5-126)

Etapa 6 – Verificação

a) Comparação de resultados

Detalhamento do tempo de ciclo de cada ação do carregamento. A operação de escavação foi drasticamente melhorada após o treinamento.

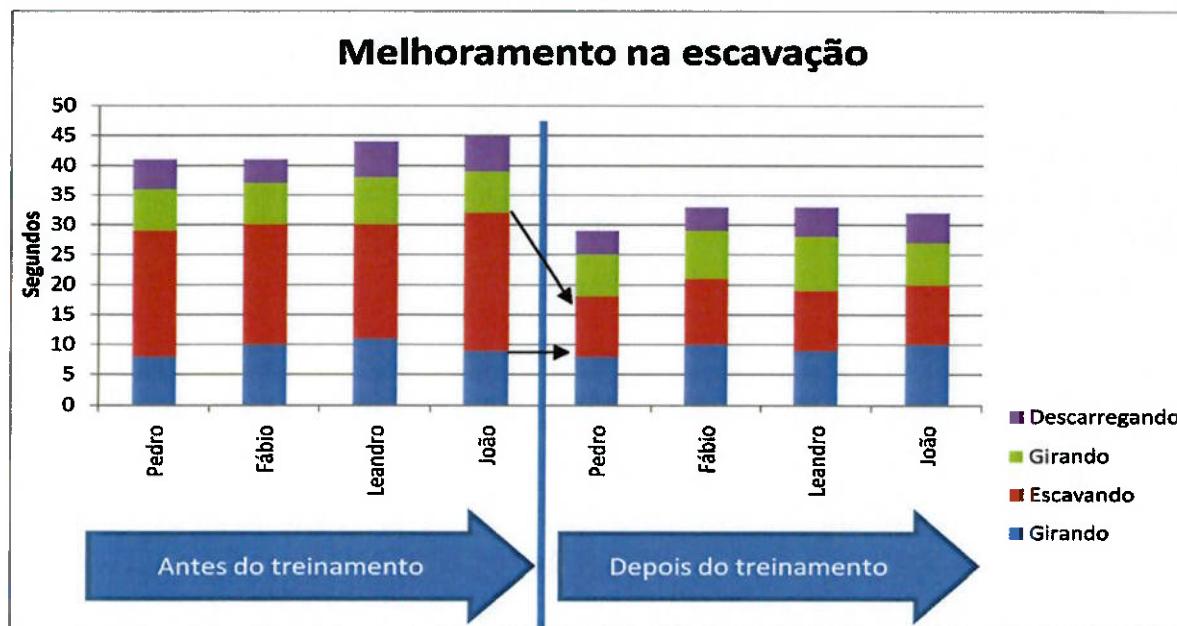


Figura 18 - Melhoramento na escavação

O tempo de ciclo foi melhorado e estabilizado após o treinamento.

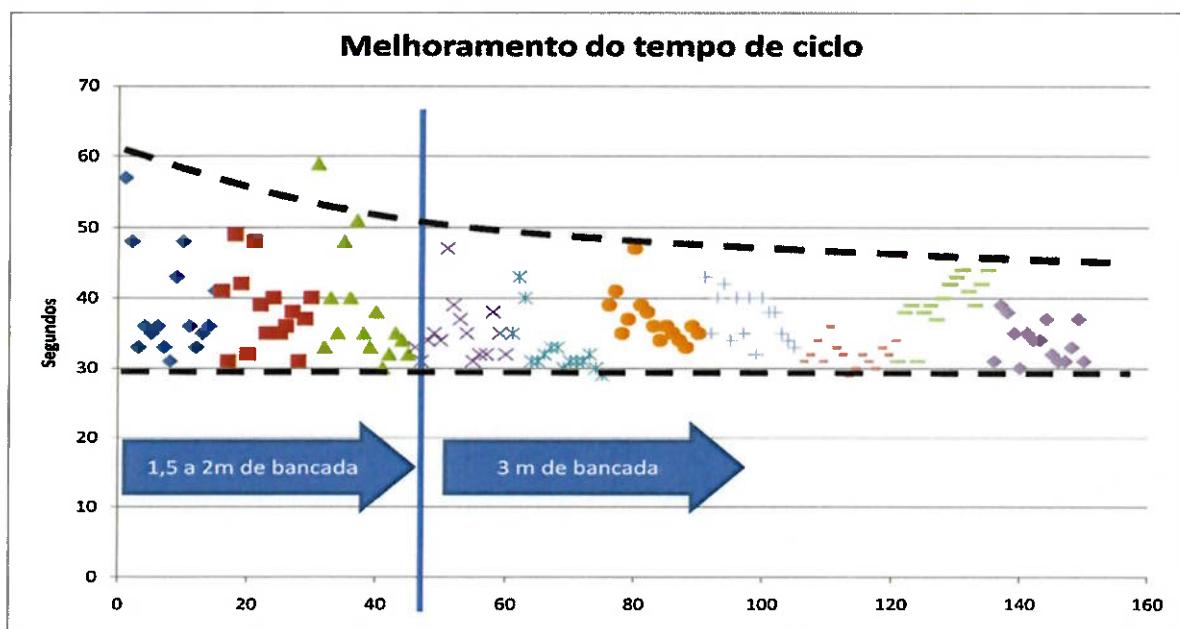


Figura 19 - Melhoramento do tempo de ciclo

O tempo de carregamento de caminhões foi melhorado após o treinamento. O tempo de carregamento diminuiu e ficou mais constante.

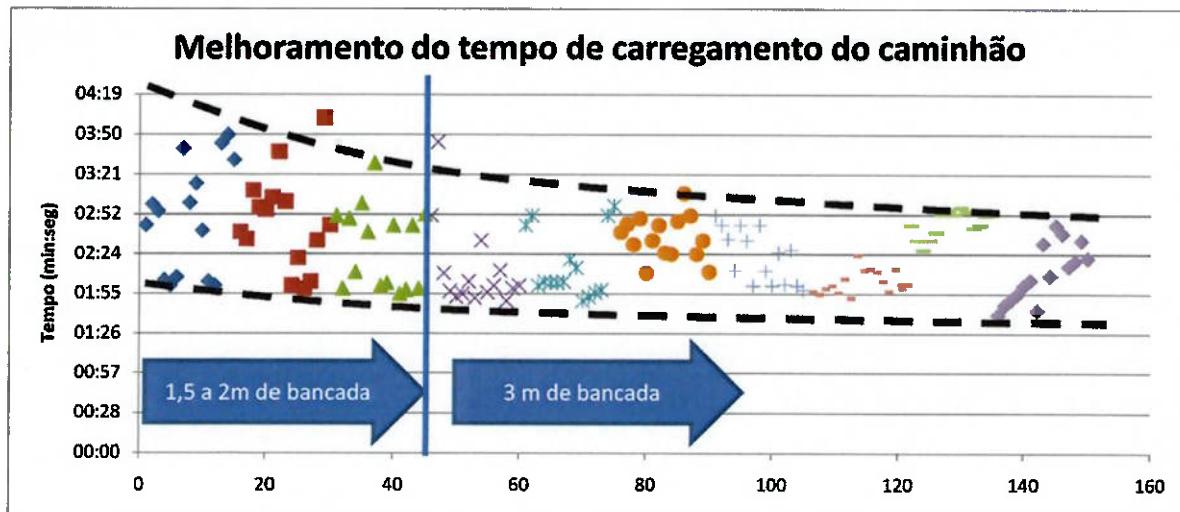


Figura 20 - Melhoramento do tempo de carregamento do caminhão

O número de passes por caminhão foi melhorado e estabilizando em 5 (cinco) caçambas.

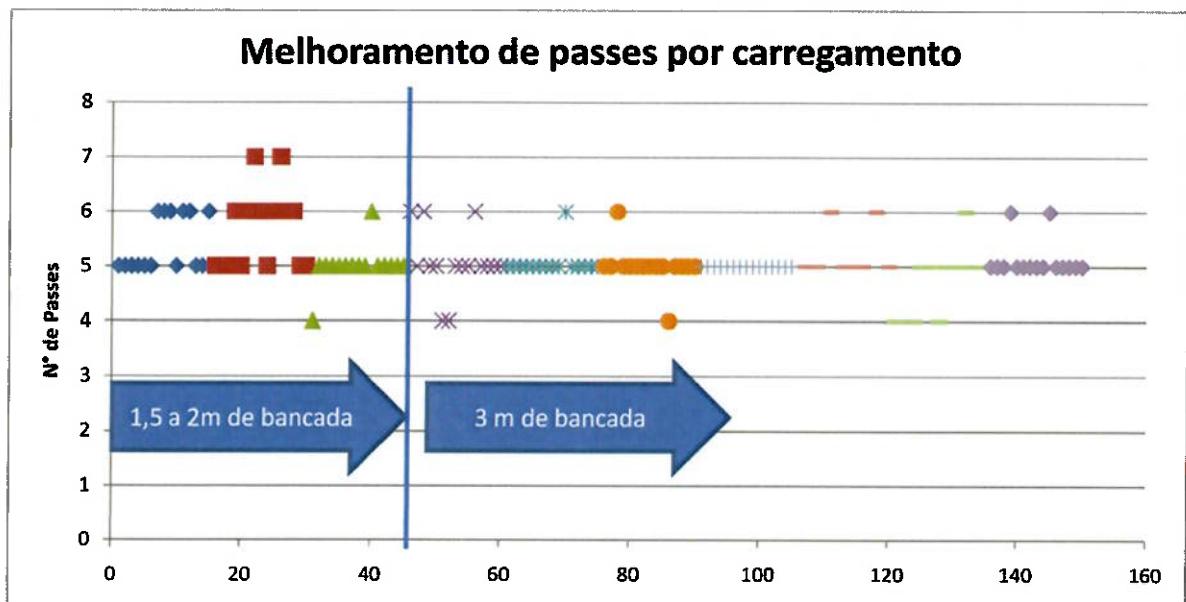


Figura 21 - Melhoramento de passes por carregamento

O fator de enchimento foi melhorado com a bancada mais alta. Com a bancada com altura de 3 metros facilita o enchimento da caçamba.

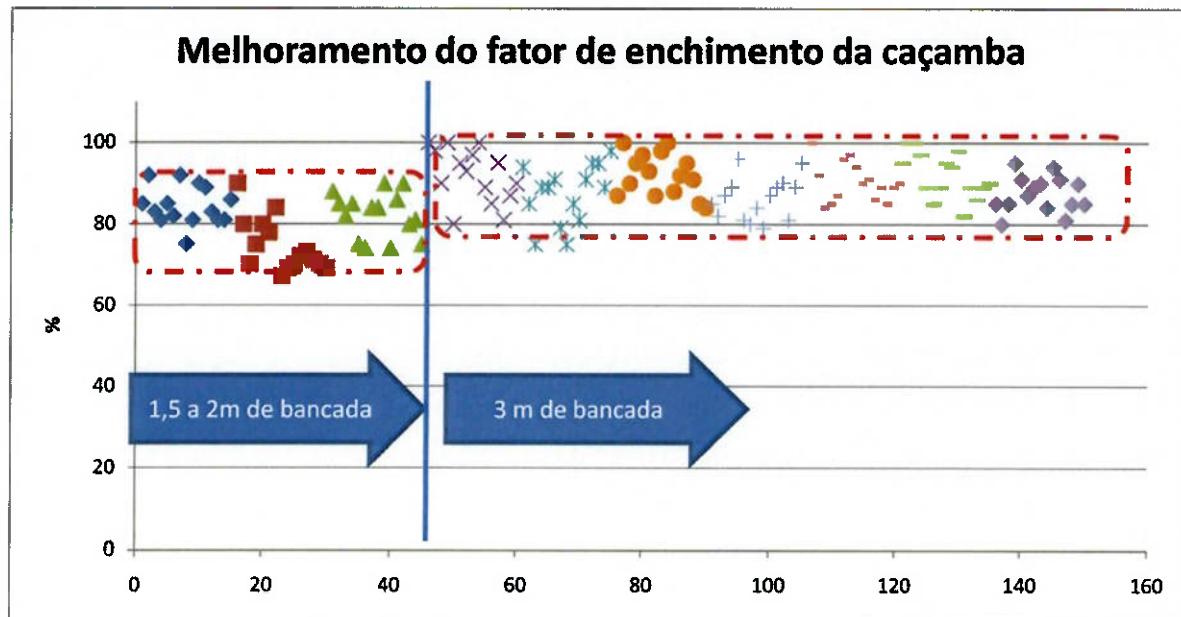


Figura 22 - Melhoramento do fator de enchimento da caçamba

Etapa 7 – Padronização

- Elaboração e revisão dos padrões.
- Estabelecimento de indicadores.
- Comunicação aos afetados pela nova prática.
- Treinamento.
- Acompanhamento da utilização do padrão.

Etapa 8 – Conclusão

- Análise dos resultados alcançados no trabalho.
- Avaliação dos problemas Remanescentes.
- Reflexão.

7. MANUTENÇÃO

7.1 Conceitos

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), entende-se por manutenção “todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado, de modo a permanecer de acordo com uma condição específica”.

SLACK et al. (2010) afirmam que manutenção é o termo usado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas cuidando de duas instalações físicas.

A evolução e as estatísticas da área no Brasil

O segmento de manutenção apresentou evolução significativa ao longo dos últimos 70 anos. Desde os anos 30, a manutenção passou por três gerações, conforme citam os autores KARDEC e NASCIF:

Primeira Geração: Antes da 2^a guerra mundial, numa época em que a indústria era pouco mecanizada, com equipamentos simples e superdimensionados. A produtividade não era prioritária, com o foco voltado para a Manutenção Corretiva;

Segunda Geração: período da 2^a guerra até os anos 60 ocorreu uma pressão por produção, com pouca disponibilidade de mão-de-obra para a indústria. Com a forte mecanização e a maior complexidade das instalações industriais, exigiu-se disponibilidade e confiabilidade de máquinas para a produção (evitar falhas). Surgiu a Manutenção Preventiva, com intervenções programadas em intervalos pré-definidos. Com isto, os custos de manutenção e a necessidade de investimentos em peças de reposição, passaram a destacar-se, forçando as empresas a melhorar suas programações, criando-se os Sistemas de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM).

Terceira Geração: a partir da década de 70, as paradas na produção começaram a ter repercussões, diminuindo a produtividade e afetando o custo dos produtos. A aplicação de preventivas sistemáticas, com paradas de máquinas para revisão, nem sempre se adaptava ao processo industrial. Começava a surgir a “Manutenção sob Condição”, ou Manutenção Preditiva. Iniciou-se a interação entre as fases projeto, fabricação, instalação e manutenção de equipamentos com a disponibilidade exigida no processo industrial.

Neto D. V. Busca histórico da manutenção. Disponível em <<http://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/historico-da-manutencao/>> Acesso em: 01 maio 2011.

7.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva visa eliminar ou reduzir as probabilidades de falhas por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos pré-planejados. Por exemplo, os motores de um avião de passageiros são verificados, limpos e calibrados de acordo com uma programação regular depois de determinado número de horas de vôo. Tirar o avião de suas obrigações regulares para manutenção preventiva é claramente uma opção dispendiosa para qualquer empresa aérea. As consequentemente de falhas em serviço, entretanto, são consideravelmente mais sérias. O princípio também é aplicado a instalações com consequências menos catastróficas das falhas. A limpeza e a lubrificação regulares das máquinas, mesmo a pintura periódica de um edifício, podem ser consideradas manutenção preventiva. (Slack et al. 2010, p. 492)

A manutenção preventiva é um dos tipos de manutenção mais importantes para prevenir ou evitar a quebra e paradas de máquinas imprevistas.

Vantagens:

- Garante a continuidade do funcionamento das máquinas, só parando para consertos em horas programadas
- Maior facilidade para cumprir os programas de produção

Desvantagens:

- requer um bom planejamento
- requer uma equipe qualificada e eficaz
- requer um plano de manutenção

7.3 Manutenção Corretiva

Como o nome diz, esta abordagem significa deixar as instalações continuarem a operar até que quebrem. O trabalho de manutenção é realizado somente após a falha ter ocorrido. Por exemplo, as televisões, os equipamentos de banheiro e os telefones em quartos de hotéis provavelmente somente serão consertados depois de terem quebrado. O hotel manterá algumas peças de reposição e o pessoal disponível para fazer os consertos quando necessário. As falhas nessas condições não são nem catastróficas (embora talvez irritem o hóspede) nem tão freqüentes para fazer verificações regulares do estado das instalações. (Slack et al. 2010, p. 492)

Vantagens:

- Não necessita acompanhamentos e inspeções periódicas

Desvantagens:

- Possibilidade de quebras durante o horário de produção
- Necessidade de manter estoques
- Necessidade de equipamentos reservas

7.4 Manutenção Preditiva

Manutenção preditiva visa realizar manutenção somente quando as instalações precisarem dela. Por exemplo, equipamentos de processamento contínuo, como os usados para cobrir papel fotográfico, funcionam por longos períodos, de modo a conseguir a alta utilização necessária para a produção eficiente em custos. Para trocar um mancal, quando não é absolutamente necessário fazê-lo, retiraria esses equipamentos de operação por longos períodos e reduziria sua utilização. Neste caso, a manutenção preditiva pode incluir a monitoração contínua de vibrações, por exemplo, ou algumas outras características da linha. Os resultados desta monitoração seriam então a base para decidir se a linha deveria ser parada e os mancais substituídos. (Slack et al. 2010, p. 492 e p. 493)

A manutenção preditiva em escavadeiras hidráulicas pode ser realizada através das análises de óleos, análise de vibrações, análise da fumaça proveniente do escape do motor diesel e etc.

Vantagens:

- Aproveitamento do máximo da vida útil dos elementos da máquina, podendo-se programar a reforma e a substituição somente das peças comprometidas

Desvantagens:

- Necessita de freqüentes acompanhamentos e inspeções periódicas, através de instrumentos específicos de monitoração
- Requer Mão de obra especializada

Na tabela a seguir ilustra algumas características que podem ser monitoradas para determinar se é necessária alguma intervenção de manutenção.

TABELA 11 - PAPÉIS E RESPONSABILIDADES DO PESSOAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Fonte: Slack et al. (2010, p. 496)

	Pessoal de manutenção	Pessoal de operação
Papéis	Para desenvolver... <ul style="list-style-type: none"> - Ações preventivas - manutenção corretiva 	Para assumir... <ul style="list-style-type: none"> - Domínio das instalações - Cuidado com as instalações
Responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> - Treinar os operadores - Planejar a prática de manutenção - Solução de problemas - Avaliar a prática operacional 	<ul style="list-style-type: none"> - Operação correta - Manutenção preventiva de rotina - Manutenção preventiva de rotina - Detecção dos problemas

7.5 Análises de óleo

Vantagens:

- Diminuição de custos de manutenção;
- Aumento do intervalo da troca de óleo, com consequente economia de produtos o que representa, ainda, uma ação significativamente em função de minimizar os impactos ambientais;
- Ampliação da vida útil dos componentes de máquina e equipamentos;
- Economia de mão de obra;
- Redução dos custos de material de reposição;
- Maior disponibilidade dos equipamentos
- Controle e análise do desgaste de equipamentos;
- Otimização da produção;
- Elevado grau de precisão nas interferências de manutenção;
- Alto índice de confiabilidade;

7.6 Ordens de serviços (OS)

Definição: Contrato em curto prazo entre o fornecedor de serviços e o contratante de serviços, em que serviços únicos são especificados em uma ordem e para o qual o faturamento relacionado ao recurso é executado na conclusão. Ela é uma solicitação de uma atividade de serviços a ser executada em um objeto de manutenção, em uma sociedade do cliente em uma determinada data.

Utilização: Ela serve como utilitário para fornecer a documentação de acompanhamento das atividades de serviços. Uma ordem de serviço é utilizada para:

Executar o planejamento de serviços teóricos, com relação à utilização de materiais, utilitários e pessoal

Supervisionar a execução de serviços

Entrar e apropriar os custos provenientes dos serviços em execução

Os dados da ordem de serviço são transferidos para o histórico e são de grande importância para análises e planejamento futuro.

Estrutura: Uma ordem de serviço contém operações que descrevem as etapas de trabalho individuais. Uma operação pode ser dividida em sub operações se forem necessários maiores detalhes.

As operações podem ser executadas seqüencialmente, em paralelo, ou em sobreposição de um ao outro. Sua seqüência temporal é definida através de relações. As operações e sub operações podem ser processadas interna ou externamente. Uma operação ou sub operação a ser processada internamente refere-se a um centro de trabalho responsável pela sua execução. As necessidades de capacidade para a execução da operação ou da sub operação podem ser planejadas.

Os serviços definidos para uma operação externa são solicitados através do departamento de administração de compras.

Os materiais de reposição e os utilitários são necessários para poder planejar os serviços na operação.

Integração: Se existirem diversas notas de serviço, elas podem ser agrupadas em uma ordem de serviço e processadas.

Os serviços a serem executados em diversos objetos semelhantes, instalados em uma sociedade do cliente, podem também ser processados através de uma única ordem de serviço.

SAP Help Portal. Busca Ordem de Serviço. Disponível em <http://help.sap.com/saphelp_40b/helpdata/pt/60/dac0f7ad211d189380000e8284931/content.htm> Acesso em: 18 abril 2011.

7.7 Almoxarifado e controle de estoque

Disposição de estoque das peças e/ou conjuntos que apresentarão maior freqüência de falha ou acarretarão a parada de equipamentos críticos.

A administração de estoques, seu planejamento e seu controle a fim de satisfazer às prioridades competitivas da organização é assunto importante para gerentes em todos os tipos de negócios. A gestão eficaz de estoques é essencial para concretizar o potencial pleno de qualquer cadeia de valor. Para empresas que operam com margens de lucro relativamente baixas, a gestão insatisfatória de estoques pode enfraquecer seriamente os negócios. O desafio é não reduzir os estoques até o final para reduzir custos nem ter

estoques de sobra para atender a todas as demandas, mas ter a quantidade correta para alcançar as prioridades competitivas da empresa de modo mais eficaz. Esse tipo de eficiência pode ocorrer apenas se a quantidade certa de estoque estiver circulando através da cadeia de valor – por meios de fornecedores, da empresa, de armazéns ou centros de distribuições e clientes.

Gerenciar estoques é um processo que requer informações sobre as demandas esperadas, as quantidades de estoque disponíveis e pedidas para cada produto estocado pela empresa em todas as suas localizações, e a quantidade e o momento adequado para novos pedidos.

Krajewski ET AL. (2009) p. 384 e 385.

7.8 Consumo de combustível

É de extrema importância o controle de consumo de combustível, com o intuito de programar o fornecimento pelas distribuidoras, controlar os consumos excessivos, evitar possíveis desvios e evitar desperdícios por vazamentos,

A responsabilidade pelo recebimento dos combustíveis será do almoxarifado, que também deverá ser responsável pelo controle do consumo total de combustíveis.

O departamento de manutenção Preventiva ou Lubrificação deverá, em conjunto com a área de materiais, expedir procedimentos técnico-administrativos que permitam a execução desses serviços de forma confiável e tecnicamente adequada. Esses procedimentos deverão envolver instruções sobre como deve ser feita a verificação dos veículos de transporte (lacre, plaquetas IPEM, nível, contaminação etc.) e dos volumes fornecidos.

Para maior confiabilidade, o consumo deve ser sempre controlado através dos totalizadores das bombas de abastecimentos, usando-se a régua apenas como referência.

O consumo de cada equipamento será controlado pela lubrificação. No final de cada dia, o total dos comprovantes deverá ser conferido com a leitura dos totalizadores das bombas, para satisfazer às necessidades de controle:
 - de forma cronológica (consumo total diário, semanal e mensal);
 - por equipamento.

O consumo por equipamento deverá ser lançado diariamente e o total mensal deverá constar do relatório de manutenção, onde também será calculado o consumo médio. Caso se disponha de consumos padrão, deverá ser também calculada a relação entre os consumos real e padrão, analisando-se as eventuais anormalidades.

Essas informações serão de grande importância quando se utilizar o consumo de combustível como parâmetro de programação da manutenção preventiva, uma vez que os excessos causarão grandes distorções no planejamento, elevação de custos e redução de disponibilidade.
 (Veloso, 2009, p.197 e 198)

7.9 Consumo de lubrificantes

Num plano mais geral, temos o controle geral de consumo, que deverá atender aos objetivos de todo o controle de estoques. Esse controle, como tal. Será de responsabilidade dos almoxarifados.

Competirá à área de lubrificação o controle do consumo de lubrificantes de cada equipamento, para posterior análise técnica e eliminação das causas de valores excessivos.

Há diversas maneiras de ser interligar as atividades das duas áreas envolvidas no controle. Parece-nos mais racional, contudo, que o almoxarifado seja responsável pelo estoque de lubrificantes em embalagens fechadas (tambores, baldes, latas etc.), respondendo a lubrificação pelo controle do conteúdo dos tambores abertos.

Para controle do consumo por equipamento, utilizaremos um esquema semelhante ao adotado para o combustível. Após a emissão da requisição, em conformidade com o respectivo plano de lubrificação ou outra instrução específica (por exemplo, para completar o nível de algum compartimento ou para acerto após a execução de um reparo), o lubrificador deverá encaminhá-la ao depósito para atendimento. No final do dia ou do turno, todas as requisições deverão ser encaminhadas ao controle, que lançará os volumes consumidos na planilha de cada equipamento.

(Veloso, 2009, p.198 e 199)

7.10 Ferramentas de penetração do solo (FPS)

As ferramentas de penetração do solo utilizadas para a escavadeiras hidráulicas são itens de desgastes montados na caçamba e auxiliam a escavação e o carregamento. Para cada tipo de aplicação e material existe um FPS específico.

Normalmente são utilizados nas caçambas adaptadores soldáveis onde são presas as ponteiras. Nas laterais da caçamba podem ser instaladas bordas cortantes ou cortadores laterais.

Elas são conhecidas por muitos nomes: bordas cortantes, dentes, protetores, ferro de desgaste, pontas ou ferramentas de penetração no solo. Independentemente de como seja chamado, é sempre um ferro de sacrifício. Sua finalidade é proteger contra o desgaste o item mais caro, tal como o da borda base de caçambas.

As FPSs contribuem uma grande parte dos custos de manutenção de uma máquina. Apesar de ser essencialmente metal para desgaste é necessário saber o que está disponível, bem como saber o que é mais adequado para cada trabalho e como obter a máxima vida útil sob condições de desgaste. Marcosa CAT. Busca: FPS. Disponível em:<<http://www.marcosa.com.br/pecas/fps-ferramentas-de-penetracao-no-solo>> Acesso em: 13/08/2011.



Figura 23 - Imagem dos adaptadores

Fonte: Marcosa. Busca FPS <<http://www.marcosa.com.br/pecas/fps-ferramentas-de-penetracao-no-solo>> Acesso em: 13/08/2011.

A aplicação das ferramentas de penetração do solo (FPS) está diretamente ligada à destinação a qual será submetido o equipamento portador, como a movimentação de solos ou rochas, e às suas características operacionais, como o torque e potência. Quando utilizados de forma inadequada, esses materiais de desgaste – tais como bordas, cantos, segmentos, dentes monoblocos, adaptadores, pontas, suportes e unhas – podem comprometer significativamente o desempenho do equipamento e a sua produtividade.

A correta especificação das FPS também resulta em menor consumo

de combustível e redução de esforços para o equipamento, com impacto positivo em seu motor, estrutura e sistema hidráulico. Por esse motivo, os especialistas do setor advertem que sua escolha não proporciona apenas ganhos de produtividade – com o melhor fator de enchimento da caçamba, por exemplo – mas também contribui para a redução dos custos de manutenção e operação.
 Revista M&T Manutenção e tecnologia, Ed. 147, 21/07/2011.
 Busca FPS <http://revistamt.com.br/index.php?option=com_conteudo&task=viewMateria&id=689> Acesso em: 13/08/2011.

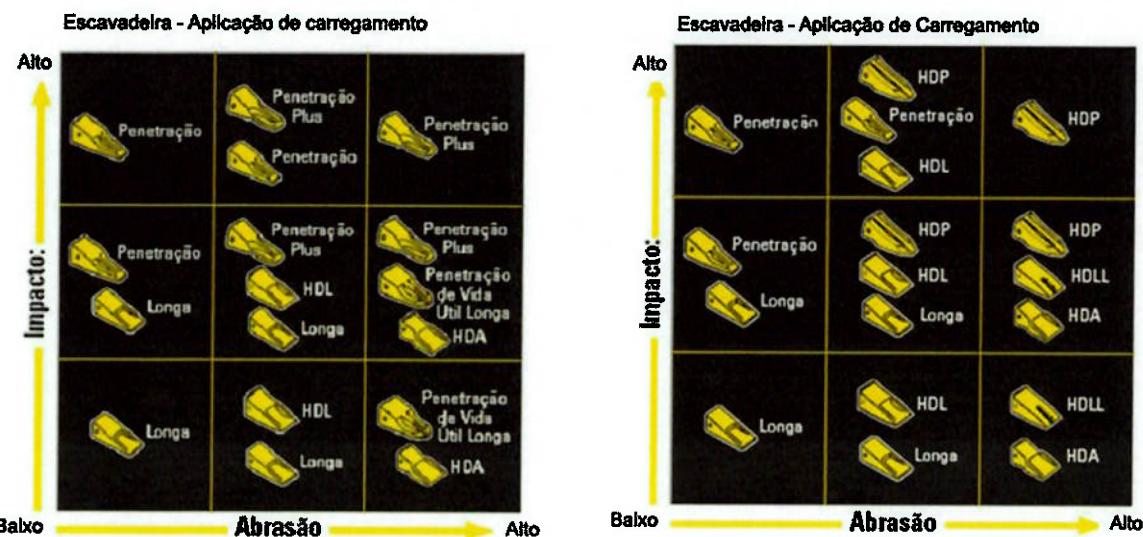


Figura 24 - Tipos de dentes para cada tipo de aplicação

Fonte: Marcosa. Busca FPS <<http://www.marcosa.com.br/pecas/fps-ferramentas-de-penetracao-no-solo>> Acesso em: 13/08/2011.

Vantagens da escolha das ferramentas corretas para cada tipo de trabalho

- Custos de reposição mais baixos, porque as FPSs equipadas com o trabalho otimizam os materiais de desgaste;
- Vida útil mais longa, porque o uso de aços de liga especiais e os procedimentos superiores de tratamentos térmicos produzem um desempenho constante e confiável;
- Maior produção, porque a ferramenta correta garante uma penetração mais rápida e cargas maiores e mais rápidas em materiais desde areia, cascalho e barro até materiais rochosos, densamente compactados ou congelados.
- Menos tempo de máquina parada, porque as bordas, os cantos, as laterais tem vida mais longa, com menos necessidade de paradas para reparos, recondicionamentos ou reposições.

Marcosa CAT. Busca: FPS. Disponível em:<<http://www.marcosa.com.br/pecas/fps-ferramentas-de-penetracao-no-solo>> Acesso em: 13/08/2011.

7.11 Exemplo de acompanhamento de FPS



Figura 25 - Comparação de uma ponteira nova com usados

TABELA 12 - CONTROLE DE DURABILIDADE DO FPS

	Máquina	Dente	Peso Inicial	Peso final / % Desgastado	Horas de trabalho	Durabilidade
1	EH001	K50 RC	16,7 Kg.	7 Kg. / 58%	10 horas	200 horas
2	EH002	K50 RC	16,7 Kg.	6 Kg. / 64%	10 horas	220 horas
3	EH003	K50 RC	16,7 Kg.	7 Kg. / 58%	10 horas	200 horas

8. CONTROLE DE MATERIAL RODANTE

Características dos Componentes do Material Rodante Conjunto das Esteiras:

As esteiras, que atuam sustentando e distribuindo o peso da máquina sobre o solo, convertem a força motriz transmitida pelas rodas motrizes em força de tração. Pertencem ao conjunto das esteiras as armações das esteiras, esquerda e direita, as rodas guias (1), os roletes superiores (2) e os roletes inferiores (3). As esteiras acompanham em seu movimento o contorno elíptico de suas respectivas armações graças à ação das rodas motrizes, enquanto sua rolagem é garantida pelas rodas guias, roletes superiores e roletes inferiores. Os protetores dos roletes inferiores (6), posicionados na superfície inferior de cada uma das armações das esteiras, impedem que as esteiras escapem quando entra alguma pedra.

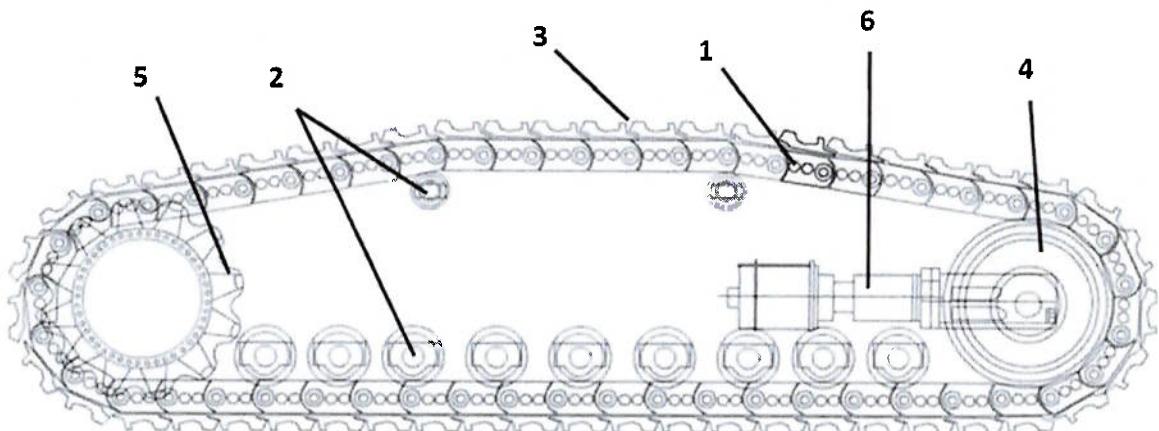


Figura 26 - Componentes do material rodante

Fonte: Bercosul. busca material rodante <<http://www.bercosul.com.br/produtos/mineracao/mineracao.html>> (acesso em 11/08/2011)

(1) Elos das esteiras

A dureza da pista e da superfície lateral dos elos das esteiras confere durabilidade ao conjunto e aumenta a sua resistência contra o impacto. Para evitar a entrada de areia e terra nas folgas entre os elos e as buchas das esteiras, o conjunto é dotado de retentores de pó.

(2) Roletes

Roletes inferiores

Tendo por função distribuir o peso da máquina uniformemente sobre as esteiras em cima das quais giram, os roletes inferiores são dispostos sob as armações de ambas as esteiras.

Roletes superiores

Dispostos acima das armações das esteiras, os roletes superiores são responsáveis pelo movimento giratório elíptico da metade superior das esteiras, evitando que as esteiras balancem pela ação de seu próprio peso.

(3) Sapatas das esteiras

Existem diversas sapatas para esteiras, cada qual própria para uma condição de trabalho específica. A dureza das garras aumenta a resistência das sapatas ao desgaste e ao impacto.

(4) Rodas guias

As rodas guias são montadas na parte dianteira das armações de cada uma das esteiras. Sua função é garantir o movimento rotatório suave das esteiras.

(5) Dentes das rodas motrizes

Os dentes das rodas motrizes são endurecidos por um exclusivo processo de tratamento térmico por têmpera que lhes confere maior resistência. Nossa método de têmpera se estende ao fundo dos dentes das rodas motrizes, assegurando-lhes maior durabilidade e alta resistência ao impacto.

(6) Mola tensora

Mantém as esteiras corretamente tensionadas.

8.1 Variáveis que Afetam a Vida Útil de Material Rodante

Para aumentar a vida útil do sistema do material rodante, é imprescindível não apenas selecionar as esteiras e sapatas de esteiras apropriadas, mas também operar a máquina com maior cuidado. As variáveis que influem na vida útil do material rodante podem ser reunidas em três grupos:

O primeiro desses grupos é composto de variáveis controláveis por meio de manutenção (incluindo o ajuste da tensão das esteiras). Já o segundo grupo constitui-se de variáveis controláveis através da maneira pela qual a máquina é operada. Finalmente, o último dos grupos agrupa variáveis não controláveis, como, por exemplo, as condições do solo.

Tabela 13 - Variáveis críticas que afetam a vida útil dos componentes do material rodante

Grupo	Variável	Sapata	Passo do Elo	Bucha	Roda Motriz	Elo das esteiras	Rolete inferior	Roda guia	Rolete superior
Operação	Velocidade de deslocamento	X	X	X	X	X	X	X	X
	Patinagem das sapatas	X							
	Deslocamento forçado por longa distância		X	X	X				
Manutenção	Deslocamento em encostas					X	X		
	Tensão das esteiras	X	X	X	X	X	X	X	X
Condições do solo	Materiais que aderem e acumulam com facilidade nos componentes				X	X	X	X	X
	Solo com predominância da substância SiO ₂	X	X	X	X	X	X	X	X
	Terreno rochoso (Irregular)	X				X	X		
Condições do solo	Terreno sujo (enlameado)		X	X	X				
	Solo pantanoso aderente (Materiais que aderem e acumulam com facilidade nos componentes)						X	X	X

8.2 Técnicas de Medição

Utilizando o kit de ferramentas para medição de material rodante a medição é executada com rapidez e precisão, todos os componentes do material rodante. Como alternativa existe a ferramenta de medição ultra-sônica, que mede a espessura de peças emitindo ondas sonoras de alta freqüência através do componente a ser medido.

9. CUSTOS

9.1 Tipos de custos

Os equipamentos móveis possuem dois principais custos:

- Custos de propriedade, compreendendo depreciação, juros e seguros sobre o capital.
- Custos de operação, compreendendo combustíveis, lubrificantes, graxas, filtros, pneus, reparos, peças especiais de desgaste, mão de obra e serviços prestados por terceiros.

Os usuários de máquinas devem equilibrar a produtividade e o custo para conseguir o desempenho ideal, ou seja, atingir a produção desejada ao custo mais baixo possível. O método usado com mais freqüência para avaliar o desempenho da máquina é esta simples equação:
 (Caterpillar Inc. 2000 p. 22-1)

$$\frac{\text{Menor custo horário possível}}{\text{Maior produtividade horário possível}} = \frac{\text{Máximo desempenho}}{\text{da máquina}}$$

Equação 02 - Máximo desempenho da máquina

Fonte: Caterpillar Inc. (2000 p. 22-1)

Os custos horários de propriedade e operação para um determinado modelo de máquina podem variar consideravelmente, porque são afetados por muitos fatores: tipo de trabalho, preços locais de combustíveis e lubrificantes, custos de embarque posto na fábrica, taxas de juros, etc. Não há nenhuma pretensão, neste Manual, de estabelecer custos horários exatos para cada modelo. Os usuários devem estar capacitados a calcular, com razoável precisão, o custo horário de propriedade e operação de uma máquina, em determinada aplicação e localidade. Assim, esta seção apresenta um método recomendado para o cálculo de custos horários de propriedade e operação, bem como dados sobre máquinas Caterpillar que, em conjunto com as condições locais, possibilitarão cálculos exatos. O método sugerido segue vários princípios básicos:

- Não há preços para quaisquer itens. Para estimativas seguras, os preços devem sempre ser obtidos localmente.
- Os cálculos baseiam-se na máquina completa. Não há necessidade de estimativas em separado para a máquina básica, a lâmina, os controles, etc.
- Os fatores de multiplicação adotados servirão igualmente para qualquer moeda expressa em números decimais.
- Devido à diferença de padrões de comparação, aquilo que pode parecer uma aplicação severa para um proprietário talvez pareça, para outro, uma aplicação normal. Portanto, para melhor descrever o uso da máquina, definem-se as condições de operação e as aplicações por zonas.
- Salvo especificação em contrário, a palavra "hora", tal como usada nesta

seção, significa horas de relógio ou de operação, e não unidades indicadas no marcador de serviço.
(Caterpillar Inc. 2000 p. 22-1)

A seguir será mostrado um formulário de coleta de informações dos custo para o cálculo do custo de propriedade e operação.

Custos de Propriedade e Operação	Formulário de Cálculo
CÁLCULO DO CUSTO HORÁRIO DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO	
Data _____	(1) _____ (2) _____
Modelo da máquina	_____
Período estimado de propriedade (anos)	_____
Utilização estimada (horas/ano)	_____
Utilização de propriedade (total de horas)	_____
CUSTOS DE PROPRIEDADE	
1. a. Preço de entrega (incluindo acessórios)	_____
b. Menos custos de substituição dos pneus, se desejado	_____
c. Preço de entrega menos pneus	_____
2. Menos valor residual na reposição	(____%) _____ (____%) _____
(ver subseção 2A no verso)	
3. a. Valor a ser recuperado através do trabalho	_____
(linha 1c menos linha 2)	
b. Custo por hora:	
Valor (1) _____ (2) _____	_____
Horas	_____
4. Custos de juros $\frac{N + 1}{2N} \times$ Preço de entrega \times % Taxa de Juros simples =	_____
N = N° de Anos Horas/Año	
(1) $\frac{+ 1}{\quad} \times \quad \times \quad \%$ (2) $\frac{+ 1}{\quad} \times \quad \times \quad \%$	_____ = _____
_____ = _____	
_____ Horas/Año _____ Horas/Año	
5. Seguro $\frac{N + 1}{2N} \times$ Preço de entrega \times Taxa de seguro % =	_____
N = N° de Anos Horas/Año	
(1) $\frac{+ 1}{\quad} \times \quad \times \quad \%$ (2) $\frac{+ 1}{\quad} \times \quad \times \quad \%$	_____ = _____
_____ = _____	
_____ Horas/Año _____ Horas/Año	
Ou	
\$ Por Ano + Horas/Año =	

Figura 27- Cálculo horário de propriedade e operação

Fonte: Caterpillar Inc. (2000 p. 22-2)

Formulário de Cálculo

Custos de
Propriedade e Operação

	(1)	(2)
6. Impostos de propriedade $\frac{N+1}{2N} \times \text{Preço de entrega} \times \% \text{ Imposto}$ $N = \text{Nº de Anos}$	$\frac{\text{Horas/Ano}}{\text{Horas/Ano}} =$	$\frac{\text{Horas/Ano}}{\text{Horas/Ano}} =$
(1) $\frac{+1}{\text{Horas/Ano}} \times \frac{\text{Preço de entrega}}{\text{Horas/Ano}} \times \frac{\% \text{ Imposto}}{\text{Horas/Ano}} =$	$\frac{\text{Horas/Ano}}{\text{Horas/Ano}} =$	$\frac{\text{Horas/Ano}}{\text{Horas/Ano}} =$
Ou		
\$ $\text{Por Ano} + \frac{\text{Horas/Ano}}{\text{Horas/Ano}} =$		
7. CUSTO HORÁRIO TOTAL DE PROPRIEDADE (somar linhas 3b, 4, 5, e 6)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
CUSTOS DE OPERAÇÃO		
8. Combustível: $\text{Preço unitário} \times \text{Consumo}$		
(1) $\frac{\text{Preço unitário}}{\text{Consumo}} \times \frac{\text{Consumo}}{\text{Consumo}} =$	$\frac{\text{Consumo}}{\text{Consumo}} =$	$\frac{\text{Consumo}}{\text{Consumo}} =$
(2) $\frac{\text{Preço unitário}}{\text{Consumo}} \times \frac{\text{Consumo}}{\text{Consumo}} =$	$\frac{\text{Consumo}}{\text{Consumo}} =$	$\frac{\text{Consumo}}{\text{Consumo}} =$
9. Lubrificantes, filtros, graxa: (ver subseção 9A no verso)	$\frac{\text{Consumo}}{\text{Consumo}} =$	$\frac{\text{Consumo}}{\text{Consumo}} =$
10. a. Pneus. Custo de substituição + Vida útil em horas $\frac{\text{Custo}}{\text{Vida Útil}} \quad (1) \quad (2) \quad \dots$	$\frac{\text{Vida útil}}{\text{Vida útil}} =$	$\frac{\text{Vida útil}}{\text{Vida útil}} =$
b. Material Rodante (Impacto + Abrasividade + Fator Z) X Fator Básico		
(1) $(\text{Impacto} + \text{Abrasividade} + \text{Fator Z}) \times \text{Fator Básico} =$	$\frac{\text{Fator Básico}}{\text{Fator Básico}} =$	$\frac{\text{Fator Básico}}{\text{Fator Básico}} =$
(2) $(\text{Impacto} + \text{Abrasividade} + \text{Fator Z}) \times \frac{\text{Fator Básico}}{\text{Fator Básico}} =$	$\frac{\text{Fator Básico}}{\text{Fator Básico}} =$	$\frac{\text{Fator Básico}}{\text{Fator Básico}} =$
11. Reserva para reparos (fator de extensão da vida útil X Fator básico de reparos)		
(1) $\frac{\text{Fator de extensão da vida útil}}{\text{Fator básico de reparos}} \times \frac{\text{Fator básico de reparos}}{\text{Fator básico de reparos}} =$	$\frac{\text{Fator básico de reparos}}{\text{Fator básico de reparos}} =$	$\frac{\text{Fator básico de reparos}}{\text{Fator básico de reparos}} =$
12. Itens especiais de desgaste: Custo + Vida útil	$\frac{\text{Vida útil}}{\text{Vida útil}} =$	$\frac{\text{Vida útil}}{\text{Vida útil}} =$
13. CUSTOS TOTAIS DE OPERAÇÃO (somar as linhas 8, 9, 10a (ou 10b), 11 e 12)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
14. PROPRIEDADE DA MÁQUINA MAIS OPERAÇÃO (somar as linhas 7 e 13)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
15. SALÁRIO HORÁRIO DO OPERADOR (incluir encargos sociais)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
16. CUSTO TOTAL DE PROPRIEDADE E OPERAÇÃO	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Figura 28 - Cálculo horário de propriedade e operação

Fonte: Caterpillar Inc. (2000 p. 22-3)

Custos de Propriedade e Operação

Cálculos Suplementares do Formulário de Cálculo

SUBSEÇÃO 2A: Valor Residual na Substituição

Valor residual líquido _____ (____ %) _____ (____ %) do preço
(Anotar na linha 2) original de entrega

*Quando forem utilizados preços de leilão de equipamento usado para calcular o valor residual, o efeito sobre a inflação durante o período de propriedade deve ser eliminado para mostrar, em valor constante, a parte do equipamento que necessita ser recuperada com trabalho.

SUBSECÃO 9A: Lubrificantes, Filtros, Graxa

	Preço Unitário (1)	Consumo	= Custo/Hora (2)		
Motor	×	=	×	=	
Transmissão	×	=	×	=	
Comandos finais	×	=	×	=	
Sistema hidráulico	×	=	×	=	
Graxa	×	=	×	=	
Filtros	×	=	×	=	
	Total (1)		(2)		

(Anotar o total na linha 9 ou usar as tabelas de cálculo rápido)

SUBSEÇÃO 12A: Itens Especiais (bordas cortantes, ferramentas de penetração no solo, dentes de caçamba, reparo de braço de escavadeira, etc.)

(1)	Custo	Vida Útil	Custo/Hora	(2)
1.	_____	+	_____	= _____
2.	_____	+	_____	= _____
3.	_____	+	_____	= _____
4.	_____	+	_____	= _____
5.	_____	+	_____	= _____
6.	_____	+	_____	= _____
Total		(1) _____	(2) _____	

(Anotar o total na linha 12)

FATORES DE CONVERSÃO DE RESERVA DE REPAROS (linha 11)

Para uso fora dos Estados Unidos, em países onde os custos de peças e serviços podem diferir dos que são utilizados em gráficos e tabelas.

Proporção dos custos das peças (1) _____ (2) _____

Figura 29- Cálculo horário de propriedade e operação

Fonte: Caterpillar Inc. (2000 p. 22-4)

9.2 Custo por equipamento

Repasso dos custos por equipamento para a comparação entre equipamentos, fabricantes, análise econômica e verificação do ponto de substituição.

Segundo Veloso (2009), as condições e a carga de trabalho, muitas vezes exigida dos equipamentos, para recuperar atrasos ou atender cronogramas, fazem com que os custos operacionais e de manutenção se elevem, devido à redução da produtividade e ao aumento da manutenção.

9.3 Análise econômica e ponto ótimo de substituição

Estudo com base nos dados coletados no histórico dos equipamentos para calcular a viabilidade de substituição do equipamento.

Os métodos usuais para determinação da vida útil econômica de equipamentos envolvem os custos de depreciação e manutenção. Ao falarmos em custos de depreciação, referimo-nos à depreciação técnica, ou seja, à desvalorização real do bem, independente dos aspectos legais, envolvidos.

Em se tratando de veículos, poderiam ser utilizados os valores de mercado de usados, disponíveis nos jornais e revistas especializados. Para máquinas, todavia, os dados disponíveis são, via de regra, insuficientes. Por essa razão, e para facilitar o trabalho de análise, é mais comum trabalhar-se com funções do tipo linear.

Resultados mais coerentes com a realidade poderão ser obtidos se utilizarmos uma função do tipo exponencial:
(Veloso, 2009, p. 133)

$$r = e^{-aN}$$

Equação 03 - Função tipo exponencial

Fonte: Veloso (2009, p.133)

Segundo Veloso (2009) nesta expressão, r é o valor residual após N anos de uso e a , um fator tal que permita chegar a um valor pré-determinado de r ao final da vida útil. A depreciação será maior no período inicial e irá se reduzindo gradualmente.

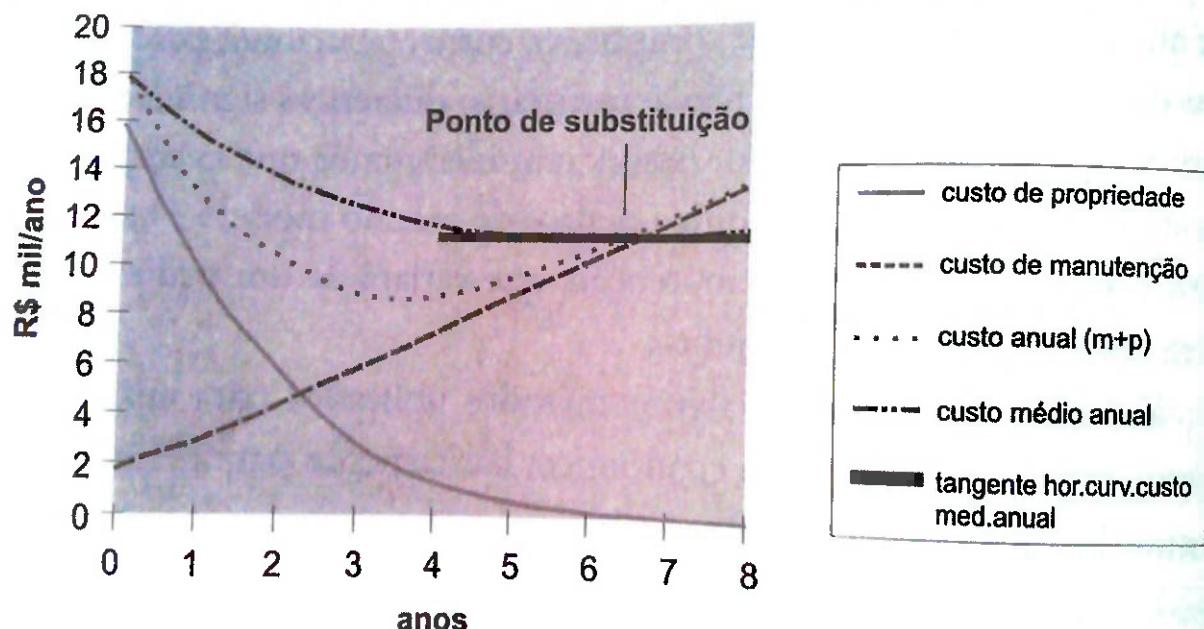


Figura 30 - Análise do ponto de substituição

Fonte: Veloso (2009, p.134)

Para o cálculo do ponto mais econômico para substituição do equipamento, toma-se como padrão o custo médio anual, que corresponde à média dos custos anuais de depreciação e manutenção de cada período considerado. Em outras palavras, consideram-se os valores referentes ao primeiro ano, aos primeiros dois anos e assim por diante. Esses valores formam a curva de custo médio anual, cujo ponto mínimo indicará a época econômica de substituição.

Pode-ser demonstrar matematicamente que esse ponto mínimo (no qual a tangente à curva é paralela ao eixo horizontal) corresponde à intersecção entre as curvas de custo anual e de custo médio anual. É importante que estes conceitos fiquem claros, pois é comum considerar-se erroneamente como pontos de substituição aquele em que o custo anual é mínimo, confundindo-se custo anual com médio anual.

(Veloso, 2009, p. 134)

10. SISTEMAS COMPUTADORIZADOS DE GESTÃO

10.1 Monitoramento

Sistemas computadorizados com o uso de transferência de dados via GPS ou internet para monitoramento a distância, acompanhamento do desempenho e diagnóstico de avarias em equipamentos.

Vantagens:

- Demonstrar a realidade da mina sob diferentes perspectivas
- Integrar os principais gerenciadores de banco de dados do mercado
- Armazenar dados de forma confiável
- Garantir o andamento da operação com informações em tempo real 24x7
- Maximizar eficiência de movimentação baseada nos recursos disponíveis
- Aumentar eficiência de desmonte de material
- Reduzir retrabalhos de perfuração, carregamento, corte e aterro
- Maximizar disponibilidade de equipamentos, diminuindo tempo de manutenção
- Controlar qualidade do material
- Obter máxima aderência ao planejamento
- Diminuir Filas
- Controlar velocidade e rota dos veículos
- Manter estradas, rampas e vias de acesso
- Prevenir acidentes de veículos e educar o operador
- Diminuir número de homens em campo

O *SmartMine Advanced Suite* é um conjunto de ferramentas para a obtenção do desempenho máximo de operação da sua mina. Ele foi projetado por uma equipe multidisciplinar que há anos está presente em campo, desde a operação e manutenção até as salas de controle, convivendo com o ambiente de mineração e a realidade de otimização do desempenho da operação de mina.

As soluções *SmartMine Advanced Suite* unem altíssima tecnologia e pessoas para obter o máximo do desempenho desde o planejamento até a britagem.

Com o *SmartMine Advanced Suite*, toda a operação mina está em suas mãos da seguinte maneira: O controle da operação é estabelecido por meio de mapas, planos de lavra, planos de qualidade e outros dados vitais que são inseridos no sistema *SmartMine Advanced Suite*. Em seguida, o

monitoramento contínuo 24x7 é feito por meio da instalação de computadores de bordo munidos de GPS, inúmeros sensores e dispositivos de comunicação em cada veículo.

Com o controle e o monitoramento estabelecidos, todo o poder de tomada de decisão está em suas mãos. Contudo, o maior benefício oferecido pelo *SmartMine Advanced Suite* é a Otimização de todo o processo. A inteligência computacional e algoritmos sofisticados vão fazer uso do seu conhecimento sobre o seu empreendimento de mineração e dos dados coletados em tempo real para aumentar os índices de produção e produtividade a níveis inéditos. A cada ciclo completo, os resultados são surpreendentes.

Devex Mining. Disponível em: <<http://www.devexmining.com/smartmine/smartmine-advanced-suite?format=pdf>> Acesso em 11/08/2011

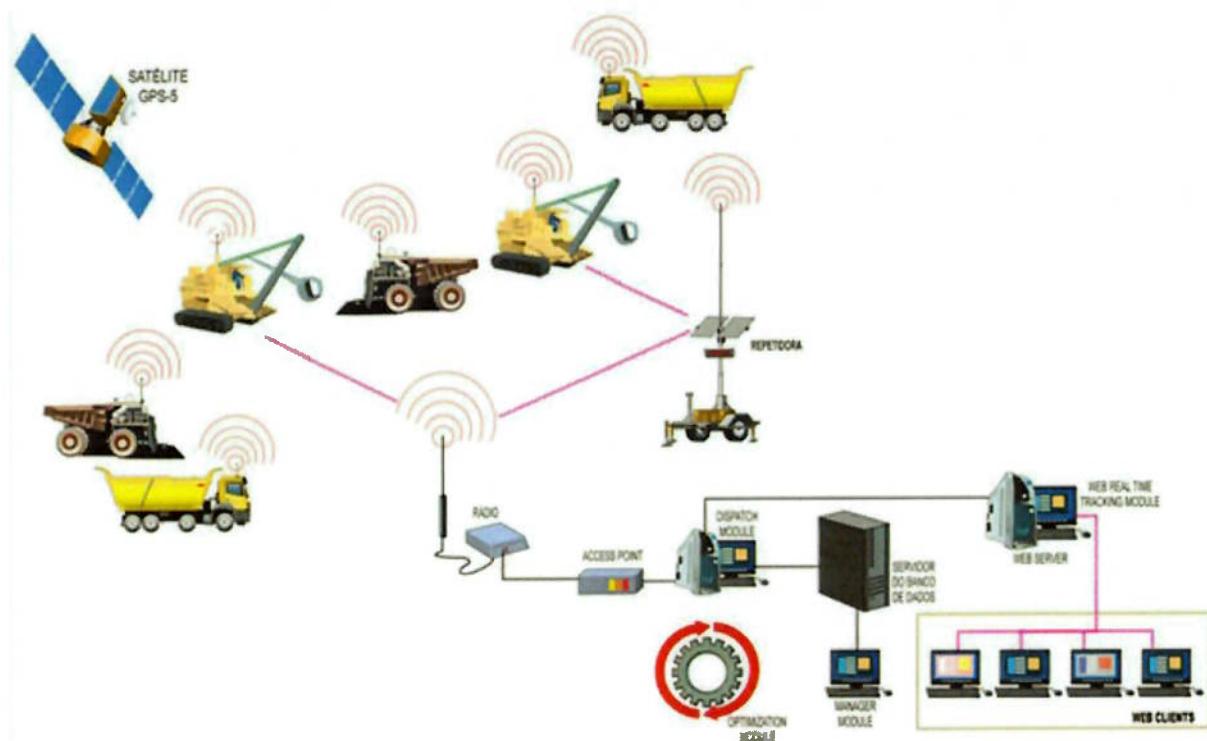


Figura 31 - Exemplo de monitoramento

Fonte: busca monitoramento de equipamentos <<http://www.devexmining.com/smartmine/smartmine-hardware>> (aceso em 11/08/2011)

11. CONCLUSÕES

Após o estudo aprofundado sobre a qualidade na gestão das escavadeiras hidráulicas foi possível identificar e definir os pontos críticos do processo, medir e mensurar os desvios e falhas existentes nos processos, analisar através de métodos e ferramentas da qualidade, implementar as ações e por fim controlar através de indicadores, padrões e monitoramentos.

A produção de agregados apresenta uma extrema variabilidade nas condições e ritmo de trabalho, o que gera a necessidade de um gerenciamento eficaz sobre estes equipamentos.

Através das ferramentas de qualidade e boas práticas será possível obter um aumento da vida útil do equipamento e principalmente monitorar a sua confiabilidade, prevendo as manutenções e programando as grandes paradas. Estes resultados são extremamente necessários para viabilizar o negócio e gerar lucros para a empresa.

12. REFERÊNCIAS

CAMPOS, VICENTE FALCONI. **TQC Controle da Qualidade Total (No Estilo Japonês)**. Rio de Janeiro - RJ: Fundação Christiano Ottoni, 1992. V. 2.

VELOSO, NORWIL. **Gerenciamento e Manutenção de equipamentos móveis**. São Paulo: Sobratema, 2009. V. 1.

CAMPOS, VICENTE. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia**. Nova Lima – MG: INDG, 2004. V.8.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P.; MALHOTRA,M. K. **Administração de Produção e Operações**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009. V.8.

FOGLIATTO F. S.; RIBEIRO J. L. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora LTDA, 2009. V.1.

SLACK. N. et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2010. V.1.

OLIVEIRA, DIRCEU. **Apostila Introdução à Qualidade Total**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, PECE-EPUSP, 2008.

ITIKAWA RICARDO. **Apostila Metodologia “Six Sigma”para excelência**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, PECE-EPUSP, 2009. V.1.

Grande Enciclopédia Larousse Cultural. Nova Cultural Ltda, 1998. 1819 p.

MARTIN, J.W. et al. **Surface Mining Equipment**. Colorado: Martin Consultants, INC, 1982.V.1.

DREVDAHL, E.R.J. **Profitable Use Of Excavation Equipment.** Associate Professor of Mining Engineering University Of Arizona. Tucson, Arizona: sert Laboratories, INC, 1961.V.1.

COUTINHO, I.C. **Considerações sobre o dimensionamento de equipamento de carga e transporte em mineração a céu aberto.** São Paulo: 1998. V.1.

CATERPILLAR INC. **MANUAL DE PRODUÇÃO CATERPILLAR.** EUA Peoria: 2000. V.31.

KOMATSU LTD. **SPECIFICATIONS & APPLICATION HANDBOOK.** Japan: 2007. V.28

Pormin – Ministério de Minas e Energia. **Agregados Minerais Para Construção Civil: Areia, Brita e Cascalho.** Busca: Agregados. Disponível em <http://www.pormin.gov.br/informacoes/arquivo/agregados_minerais_propiedades_aplicabilidade_ocorrencias.pdf> Acesso em 01/05/2011.

Neto D. V. **Histórico da manutenção.** Busca histórico da manutenção. Disponível em <<http://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/historico-da-manutencao/>> Acesso em: 01 maio 2011.

SAP Help Portal. **Ordem de Serviço.** Busca Ordem de Serviço. Disponível em <http://help.sap.com/saphelp_40b/helpdata/pt/60/8dac0f7ad211d189380000e8284931/content.htm> Acesso em: 18 abril 2011.

Marcosa CAT. **FPS (Ferramentas de Penetração no Solo).** Busca: FPS. Disponível em:<<http://www.marcosa.com.br/pecas/fps-ferramentas-de-penetracao-no-solo>> Acesso em: 13/08/2011.

Revista M&T Manutenção e tecnologia. **Um tipo para cada aplicação.** 2011 Ed. 147, 21/07/2011. Busca FPS <http://revistamt.com.br/index.php?option=com_conteudo&task=viewMateria&id=689> Acesso em: 13/08/2011.

Bercosul. **Material rodante.** Busca material rodante <<http://www.bercosul.com.br/produtos/mineracao/mineracao.html>> Acesso em 11/08/2011

Devex Mining. **Smartmine Advanced Suite.** 2010. Disponível em: <<http://www.Devexmining.com/smartmine/smartmine-advanced-suite?format=pdf>> Acesso em 11/08/2011

13. GLOSSÁRIO

Agregados – São materiais minerais, sólidos e inertes que de acordo com granulometrias adequadas, são utilizados para a construção civil.

Bica corrida - Material sem graduação definida, obtido diretamente do britador primário, sem separação por peneiramento. Aplicação: aterro, base e sub-base de pavimentos e regularização de áreas.

Brita - Pedra quebrada mecanicamente em fragmentos de diversos diâmetros.

Britagem - É o primeiro processo de fragmentação da rocha. O número de estágios de britagem é definido pela granulometria da entrada e pela qualidade do produto final

Check list - Lista de verificação utilizada para checar se há ou não itens ou situações no que está sendo observado.

Concretos Ciclópicos - O concreto ciclópico ou fundo de pedra argamassada, como é conhecido em algumas aplicações, nada mais é do que a incorporação de pedras denominadas “pedras de mão” ou “matacão” ao concreto pronto.

Gabião - São estruturas armadas, flexíveis, de grande durabilidade e resistência. São produzidos com malha de fios de aço e preenchidos com pedras britadas.

Granulometria - A Granulometria ou Análise Granulométrica dos solos é o processo que visa definir, para determinadas faixas pré-estabelecidas de tamanho de grãos, a percentagem em peso que cada fração possui em relação à massa total da amostra em análise.

Implemento - Equipamento mecânico que, acoplado à escavadeira desempenha outras funções, tais como: rompedor hidráulico, garra ou pinça mecânica, etc.

Rachão - O Rachão é formado por grandes pedras, em geral são usadas em drenos grandes, muros, contenção de barrancos e encostas.