UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FELIPE ANDRÉ RODRIGUES GOMES

IMPLANTAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE PROGRAMAÇÃO EM CAPACIDADE FINITA NUMA OFICINA DE EQUIPAMENTOS DE MINERAÇÃO

JUIZ DE FORA
2011

FELIPE ANDRÉ RODRIGUES GOMES

IMPLANTAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE PROGRAMAÇÃO EM CAPACIDADE FINITA NUMA OFICINA DE EQUIPAMENTOS DE MINERAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: MSc., Roberto Malheiros Moreira Filho

Co-Orientador: MSc., Márcio de Oliveira

JUIZ DE FORA

2011

Gomes, Felipe André Rodrigues.
Implantação de uma metodologia de programação em capacidade finita numa oficina de equipamentos de mineração / Felipe André Rodrigues Gomes. – 2011.
54 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção)–Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

1. Produção - Planejamento. 2. Produção – Controle. 3. Manutenção. I. Título.

CDU 658.5

AGRADECIMENTOS

Aos orientadores pelo apoio neste trabalho e pelos ensinamentos ao longo do curso.

Aos companheiros de faculdade, os quais pretendo que o destino não nos afaste.

Aos amigos de longa data que ainda me acompanham e aos que não vejo faz tempo.

À empresa U&M Mineração e Construção S/A, meu laboratório há um ano, que acredita em minhas propostas e me dá autonomia para buscar mudanças.

À minha namorada, pelo carinho que me faz acreditar que as coisas não são tão difíceis.

A todos meus familiares, a quem sempre recorro nos momentos fáceis, moderados e difíceis.

À minha mãe, por tudo.

RESUMO

A gestão da manutenção tem um importante papel na garantia da disponibilidade dos equipamentos de produção, principalmente nas empresas intensivas em capital. Funcionando como um apoio à tomada de decisões, o Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) atua na conciliação dos objetivos da produção com as restrições da manutenção. Este trabalho ilustra a atuação do PCM na oficina central de uma empresa de mineração e construção pesada, através da implantação da programação da reforma dos equipamentos. Realiza uma pesquisa sobre Planejamento e Controle da Produção focada na programação em capacidade finita e sobre Planejamento e Controle da Manutenção. O conceito de programação em capacidade finita é utilizado para permitir que cada entidade a ser processada seja analisada individualmente no programa de reformas. O Estudo de Caso descreve a estrutura da empresa e como se insere a gestão da manutenção, quais as dificuldades enfrentadas pela oficina central, qual a metodologia utilizada para a implantação do sistema e como a programação em capacidade finita ajudou a sanar os problemas.

Palavras-chave: Programação. Capacidade Finita. Manutenção.

ABSTRACT

The maintenance management has an important role on the guarantee of the production equipments availability, mostly on capital intensive organizations. Functioning as a support on decision making, the Maintenance Planning and Control acts on the alignment between the production goals and the maintenance constraints. This work illustrates the Maintenance Planning and Control performance on the central workshop of a mining and heavy construction company, through the implementation of the equipments reforming program. It's done a research about Production Planning and Control focused on Finite Capacity System (FCS) and about Maintenance Planning and Control. The concept of FCS is used to allow each entity to be processed, to be examined individually in the reforming program. The Case Study describes the structure of the organization e how the maintenance management is inserted on it, which were the difficulties faced by the central workshop, what methodology was used to apply the system and how the finite capacity system aided to solve the problems.

Keywords: Scheduling. Finite Capacity System. Maintenance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Sistema de Planejamento e Controle da Produção (simplificado) 17
Fluxograma 2: Primeira fase da implantação do sistema com capacidade finita 21
Fluxograma 3: Segunda fase da implantação do sistema com capacidade finita 22
Organograma 4: Organograma Diretoria de Equipamentos 27
Fluxograma 5: Macro fluxograma dos processos – U&M 27
Fluxograma 6: Fluxograma de Reforma de Componentes (Oficina Central) – Etapa 1: Avaliação 30
Fluxograma 7: Fluxograma de Reforma de Componentes (Oficina Central) – Etapa 2: Montagem 31
Figura 8: Planejamento da execução 33
Fluxograma 9: Fluxo do processo de programação da Oficina Central 35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Regras usuais para sequenciamento de tarefas 20
Tabela 2: Principais frotas de equipamentos - U&M 29
Tabela 3: Tempos padrões por componente 37
Tabela 4: Tempos limites de suprimento por fornecedor 38
Tabela 5: Controle dos tempos de reforma de componentes 39

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

APS – Advanced Planning and Scheduling (Programação Avançada da Produção)

FCS – Finite Capacity System (Sistema de Capacidade Finita)

PCM – Planejamento e Controle da Manutenção

PCP – Planejamento e Controle da Produção

PPCM – Planejamento, Programação e Controle da Manutenção

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 12
1.2 JUSTIFICATIVA 13
1.3 ESCOPO DO TRABALHO 13
1.4 FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES 14
1.5 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS 14
1.6 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA 14
1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO 15

2 REVISÃO DE LITERATURA 16

2.1 O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO 16
2.2 PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE 18
2.3 PROGRAMAÇÃO FINITA DE CAPACIDADE 18
2.4 SEQUENCIAMENTO DA PRODUÇÃO 20
2.5 SISTEMAS APS 21
2.6 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO 23
2.7 PROGRAMAÇÃO DE OFICINA CENTRAL 25

3 MODELO DE PROGRAMAÇÃO EM CAPACIDADE FINITA 26

3.1 EMPRESA U&M MINERAÇÃO E CONSTRUÇÃO S/A 26
3.2 OFICINA CENTRAL 30
3.3 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA 32
3.4 APLICAÇÃO DO MODELO 32
3.4.1 METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO 32
3.4.2 MODELO DE PROGRAMAÇÃO EM CAPACIDADE FINITA 34
3.5 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MODELO 37

4 RESULTADOS 40

4.1 DISCUSSÃO DAS HIPÓTESES 40

4.2 DISCUSSÃO DOS OBJETIVOS 41
4.3 SUGESTÕES DE MELHORIA 42

5 CONCLUSÕES 44

6 REFERÊNCIAS 45

ANEXO A – TERMO DE AUTENTICIDADE 46

ANEXO B – ORGANOGRAMA U&M MINERAÇÃO E CONSTRUÇÃO S/A 47

ANEXO C – SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO EM CAPACIDADE FINITA DA OFICINA CENTRAL – U&M MINERAÇÃO E CONSTRUÇÃO S/A 48

ANEXO D - AUTORIZAÇÃO DA EMPRESA 54

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Os mercados da mineração e construção são caracterizados pelo uso intensivo de capital e pela necessidade de manutenção de elevados níveis de produtividade. Constituindo as bases da economia global, as pressões das partes interessadas são enormes, principalmente as exercidas pelos clientes. Tudo isto alimenta a tentação de "produção a qualquer custo". Entretanto, para que a prosperidade a longo prazo seja alcançada, é preciso que a empresa gerencie todos os fatores críticos para seu sucesso. Uma empresa que tem como principal recurso transformador seus equipamentos móveis deve zelar pela manutenção efetiva de sua frota. Para tanto, deve utilizar métodos preventivos e preditivos de manutenção e ser eficiente e eficaz em suas intervenções corretivas. Métodos de apoio à tomada de decisão são fundamentais para que a gestão manutenção seja feita de forma adequada. Neste contexto se insere o Planejamento e Controle da Manutenção, derivação do Planejamento e Controle da Produção.

Duas atividades fundamentais do PCP, e consequentemente do PCM, referentes à preparação para o atendimento à demanda, são o planejamento dos materiais e o planejamento das capacidades. O planejamento efetivo dos materiais garante à produção a disponibilidade de recursos produtivos para que os planos de atendimento à demanda sejam cumpridos. O planejamento da capacidade define a capacidade dos centros de trabalho de realizarem as atividades demandadas (VOLLMANN et al., 2006).

O Planejamento e Controle da Produção é dividido em horizontes de planejamento de longo, médio e curto prazo. Um bom sistema de PCP é aquele que consegue estabelecer consonância entre os diferentes planos de diferentes horizontes, conciliando os suprimentos disponíveis às demandas existentes (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON, 2002). No curto prazo situa-se a programação da produção, responsável pela alocação dos trabalhos aos recursos disponíveis (LUSTOSA et al., 2008). Esta atividade interfere diretamente no atendimento aos clientes, por definir prioridades de execução, e necessita de sistemas de apoio à decisão para garantir que a empresa seja competitiva.

A programação da produção em capacidade finita é um conceito baseado no carregamento finito, que trabalha detalhadamente a gestão da capacidade programando as atividades de cada centro de trabalho. Este trabalho estuda a programação em capacidade

finita, analisando o caso da oficina central de uma empresa de mineração e construção, que tem como principal recurso produtivo sua frota de equipamentos pesados.

1.2 JUSTIFICATIVA

A constância de propósitos é um elemento necessário para o sucesso. Uma gestão estruturada cria bases sólidas para enfrentar as intempéries do mercado. Desta forma atua o Planejamento e Controle da Produção: antevendo desafios, elaborando planos e formalizando prioridades. Este trabalho descreve um mecanismo para melhoria da tradução dos objetivos estratégicos na operação da manutenção e melhoria da comunicação entre setores, para tornar mais visível o andamento dos trabalhos e, consequentemente, atender melhor os clientes internos.

A empresa U&M Mineração e Construção S/A realiza parte das reformas gerais de componentes em sua oficina e a outra parte é terceirizada. Isto se deve à falta de especialização para realização de alguns serviços e também se devia à insegurança com relação à capacidade de reformas da oficina. O trabalho verificará como a aplicação do sistema de programação em capacidade finita interferiu na utilização da capacidade da oficina central, que é fundamental para a manutenção da disponibilidade física da frota da empresa.

Além disto, o trabalho realiza um estudo acerca da aplicação do Planejamento e Controle da Produção na área da manutenção, tema ainda pouco abordado pela literatura, como foi possível perceber no desenvolvimento da pesquisa.

1.3 ESCOPO DO TRABALHO

O trabalho envolve a pesquisa sobre o planejamento e controle da produção aplicado ao ambiente da manutenção. Foca na programação em capacidade finita, ilustrando o tema com a aplicação de uma metodologia de planejamento e controle da oficina central da empresa U&M Mineração e Construção S/A.

Como limitações do modelo não são consideradas possíveis economias de escala com o processamento de componentes similares, tanto nos processos da oficina, quanto no suprimento e logística de materiais. Além disto, a capacidade é considerada linear, ou seja, aumentando o numero de operadores a determinada razão, a velocidade de processamento aumenta à mesma razão e o tempo de processamento reduz à mesma razão.

A empresa U&M Mineração e Construção S/A. permitiu a utilização das informações necessárias para o desenvolvimento do trabalho, conforme Anexo D.

1.4 FORMULAÇÃO DE HIPÓTESES

Ao longo deste trabalho serão trabalhadas as seguintes hipóteses:

- É possível melhorar a gestão da manutenção estruturando-se métodos de planejamento e controle no curto prazo.

- A abordagem do planejamento da capacidade com carregamento finito é adequada a ambientes produtivos com demanda muito variável.

1.5 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivos principais:

- Mostrar a importância do planejamento e controle da produção aplicado ao ambiente da manutenção.

- Estudar a programação em capacidade finita como uma ferramenta para gestão das manutenções.

- Desenvolver um estudo de caso sobre a programação em capacidade finita aplicada à manutenção.

1.6 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

Segundo Silva e Menezes (2001), "pesquisa é um conjunto de ações, propostas para se encontrar a solução para um problema, que têm por base procedimentos racionais e sistemáticos".

Ainda segundo Silva e Menezes (2001), podemos categorizar este trabalho como uma pesquisa aplicada (trata de um problema específico), qualitativa, (pois trata mais da implantação do processo de gestão do que de seus resultados de fato), exploratória (criando familiaridade com o problema e tornando-o explícito) e, do ponto de vista dos procedimentos técnicos, como um estudo de caso (limitando o objeto de estudo, permitindo seu amplo e detalhado conhecimento).

Este trabalho partiu da escolha do tema a ser desenvolvido, buscando um assunto já vivenciado profissionalmente. Após a definição do tema, uma pesquisa literária mais focada no estudo de caso foi realizada, permitindo delimitar melhor o problema, determinar escopo, hipóteses e objetivos.

Em seguida, foi realizado o estudo de caso, mostrando a aplicação de um sistema de programação em capacidade finita na empresa U&M Mineração e Construção S/A e quais foram as melhorias percebidas com a implantação da metodologia.

Os objetivos pretendidos e hipóteses levantadas inicialmente foram discutidos após o estudo e foram propostas novas melhorias.

Por fim, foi realizada uma conclusão do trabalho.

1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo 1, Introdução, apresenta uma visão geral do trabalho, o que será feito, quais são os objetivos pretendidos, quais são as hipóteses formuladas e quais são os meios pretendidos para a execução.

No capítulo 2, Revisão de Literatura, é feita uma explanação sobre onde o trabalho está ambientado e o que há de estudo acerca da programação em capacidade finita e planejamento e controle da manutenção.

O capítulo 3, Estudo de Caso, descreve a empresa U&M Mineração e Construção S/A, sua diretoria de equipamentos, a gestão da manutenção e a sua oficina central. Em seguida, é apresentado o estudo de caso da implantação do sistema de programação em capacidade finita e os resultados desta implantação.

O capítulo 4, Resultados, retoma os objetivos e hipóteses formulados e os compara com os resultados obtidos. Além disto, são propostas melhorias para o trabalho estudado.

O capítulo 5, Conclusões, finaliza o trabalho com as considerações finais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Slack, Chambers e Johnston (2002, p. 315) definem plano como "um conjunto de intenções para o que deveria ocorrer e o controle como um conjunto de ações que visam ao direcionamento do plano, monitorando o que realmente acontece e fazendo eventuais mudanças necessárias".

O Planejamento e Controle da Produção é a função responsável, nos níveis estratégico, tático e operacional, pelo gerenciamento eficaz e eficiente das atividades da operação produtiva, abrangendo o gerenciamento do fluxo de materiais e utilização de pessoas e equipamentos, com a finalidade de responder às necessidades dos consumidores (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON, 2002; LUSTOSA et al., 2008; VOLLMANN et al., 2006)

Segundo Vollmann et al. (2006), não cabe ao sistema de PCP a tomada de decisões. Ele apenas fornece o apoio aos responsáveis pelas decisões. O Planejamento e Controle da Produção influencia desde a elaboração da estratégia produtiva até ao apoio cotidiano às operações. Para Lustosa et al. (2008, p. 8):

> Uma estratégia produtiva consiste na definição de um conjunto de políticas, no âmbito da função produção, que dá sustentação à posição competitiva da empresa. A estratégia produtiva deve especificar como a produção suportará uma vantagem competitiva, e como complementará e apoiará as demais estratégias funcionais.

O sistema de PCP deve contemplar a organização de forma sistêmica, observando, dentre diversos outros, fatores econômico-financeiros, de mercado, do projeto de engenharia e das limitações de capacidade. Desta forma, o PCP tem competência para apoiar o esforço de integração interna da organização (LUSTOSA et al., 2008).

Os sistemas de PCP podem ser vistos como a conciliação de suprimento e demanda e são divididos em três horizontes de tempo, segundo Slack, Chambers e Johnston (2002):

- **Longo Prazo:** O planejamento de longo prazo fornece informações para conciliar, de forma agregada, os suprimentos de materiais e as capacidades com as demandas, agrupadas por famílias de produtos;

- **Médio Prazo:** No médio prazo, o planejamento considera mais detalhes e, caso preciso, realiza replanejamentos. Neste horizonte, a combinação se dá em termos de volume e *mix* de produto;
- **Curto Prazo:** No curto prazo, não são feitos muitos replanejamentos devido aos recursos já estarem definidos. Neste momento é definida a programação detalhada da produção em termos desagregados.

Vollmann et al. (2006) dividem em três categorias, as atividades de PCP: *front end, engine e back end*, conforme representado na figura abaixo:

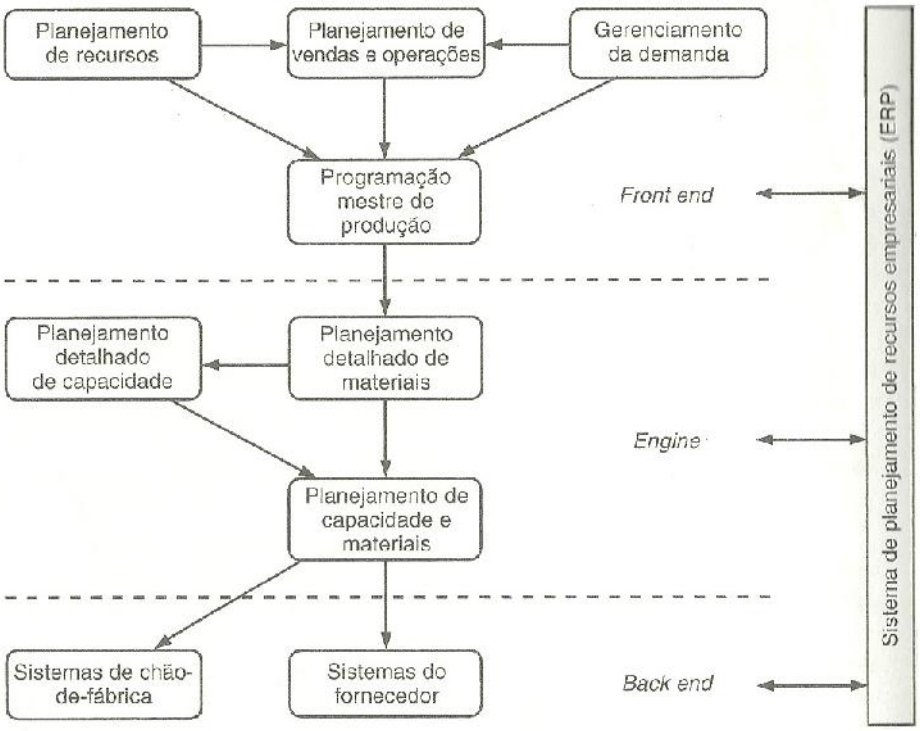


Figura 1: Sistema de Planejamento e Controle da Produção (simplificado)
Fonte: Vollmann et al. (2006)

As atividades do *front end* são as atividades para o estabelecimento da direção com a qual o PCP tomará suas decisões. O *engine* contempla duas atividades elementares do PCP: os planejamentos detalhados de capacidade e de materiais. O *back end* é constituído pelas atividades de execução, envolvendo a programação detalhada das máquinas e centros de trabalho e os sistemas de controle da produção (VOLLMANN et al., 2006). É interessante notar que há diversas classificações diferentes dos momentos e atividades do Planejamento e Controle da Produção.

2.2 PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE

Duas das principais atividades do PCP são as contidas na porção intermediária da figura 1: o planejamento/controle de materiais e o planejamento/controle das capacidades. O objetivo de realizar tais planejamentos é antever as necessidades para atender satisfatoriamente à conversão dos planos (realizados no longo e médio prazo) em produção de bens e serviços. Não suprir tais necessidades compromete o desempenho das entregas e desregula o fluxo produtivo, gerando estoques em processo e diversos outros problemas no curto prazo.

Na maioria das aplicações, o planejamento e controle da capacidade é precedido pelo planejamento dos materiais, para então ser baseado no impacto que este plano gera na capacidade. Para estes casos, são utilizadas técnicas como Listas de Capacidade, Perfis de Recurso e Planejamento das Necessidades de Capacidade (CRP). Entretanto, para casos em que as condições de capacidade são apertadas, as capacidades devem ser utilizadas de forma mais efetiva, para que os clientes possam ser atendidos mais rapidamente e para minimizar os estoques em processo. Para tanto, utilizam-se técnicas que permitem programar simultaneamente materiais e capacidades (VOLLMANN et al., 2006).

Segundo Lidell (2009), as técnicas de planejamento infinito de capacidade possuem três problemas graves para a organização que produz contra pedido:

- Por trabalharem com capacidade infinita, não permitem estimar o impacto que a sobrecarga de um centro de trabalho provoca nos demais centros de trabalho;
- Por utilizarem programação para trás, não são capazes de processar a relação de causa e efeito que uma mudança provoca na capacidade disponível ou nas datas prometidas;
- Utilizam o conceito de períodos de planejamento ("*time buckets*"), que agrega as demandas discretamente a cada período, impossibilitando prever o impacto no fluxo de recursos e levar em consideração a sequência das ordens de produção.

2.3 PROGRAMAÇÃO FINITA DE CAPACIDADE

"Carregamento é a quantidade de trabalho alocado para um centro de trabalho" (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON, 2002, p.323). Há dois tipos de carregamento: finito e infinito.

O carregamento infinito não limita a alocação de trabalho, somente tenta adequar-se a ele. É relevante para operações nas quais não é possível limitar o carregamento, não é necessário limitar o carregamento ou o custo de limitação do carregamento é proibitivo.

O carregamento finito estabelece um limite de capacidade e só aloca trabalho a um centro até atingi-lo. É relevante em operações em que é possível limitar a carga, é necessário limitar a carga ou o custo de limitação da carga não é proibitivo (SLACK, CHAMBERS E JOHNSTON, 2002).

Os sistemas de capacidade finita simulam ordens reais, carregando as tarefas em todos os centros de trabalho necessários, de acordo com o roteiro da ordem. Desta forma, cria uma lista detalhada de atividades para cada centro de trabalho, limitada pela capacidade do centro pelas outras tarefas já estabelecidas anteriormente (VOLLMANN et al., 2006).

A programação pode ser definida vertical ou horizontalmente. No carregamento vertical, cada centro de trabalho é programado tarefa a tarefa. Este tipo de carregamento esgota, com as tarefas disponíveis, a capacidade do centro de trabalho. A abordagem do carregamento horizontal orienta-se pela programação da ordem de trabalho inteira. A ordem de produção com maior prioridade é programada em todos os centros de trabalho, até seu término, para só então ser programada a ordem de prioridade subsequente (VOLLMANN et al., 2006).

O carregamento horizontal tende a utilizar menos a capacidade de cada centro de trabalho, porém, como programa primeiro as ordens prioritárias e as programa até o fim, termina os trabalhos inteiros primeiro (VOLLMANN et al., 2006)..

Outra abordagem de programação é a distinção entre a programação para frente e a programação para trás. A programação para frente programa os trabalhos a partir da data atual, terminando-os no mínimo prazo possível. Já a programação para trás programa o término da tarefa para a data limite para conclusão (VOLLMANN et al., 2006).

Os modelos de programação finita são simulações, estando sujeitas a erros. É possível que uma tarefa seja programada para um centro de trabalho e devido à realização de atrasos este não ser disponibilizado pelo centro anterior. Quanto maior for o horizonte de programação, maior será a incerteza (VOLLMANN et al., 2006).

2.4 SEQUENCIAMENTO DA PRODUÇÃO

Segundo Lidell (2009, p. 49), "sequenciamento é o processo de balancear a demanda por produtos e os recursos disponíveis de uma empresa com o objetivo de criar um plano de ação válido e confiável".

A direção estratégica do negócio é refletida num programa através dos métodos de priorização utilizados para gerar o sequenciamento da produção. É de vital importância refletir as restrições do mundo real no programa de produção ao invés de adaptar as condições de funcionamento da empresa para ajustá-la às limitações do sistema de programação (LIDELL, 2009).

Lustosa et al. (2008) estabelecem três classes de objetivos para a programação da produção: cumprimento de prazos, velocidade de fluxo e utilização.

As prioridades dadas ao trabalho em uma operação são frequentemente estabelecidas por um conjunto predefinido de regras. A tabela abaixo mostra as regras tradicionais para o sequenciamento da produção:

Tabela 1: Regras usuais para sequenciamento de tarefas

SIGLA	ESPECIFICAÇÃO	DEFINIÇÃO	PROPRIEDADE
PEPS FIFO	Primeira a Entrar, Primeira a Sair First In First Out	Na mesma ordem de chegada na máquina. (Obtém-se uma variante desta regra, considerando-se a ordem de chegada na fábrica, não na máquina.)	Prioridade às ordens (clientes) que chegarão antes. Busca minimizar a variância do tempo de permanência na máquina (ou na fábrica).
MTP SPT	Menor Tempo de Processamento Shortest Process Time	Em ordem crescente de tempo de processamento no recurso.	Prioridade às ordens de menor tempo, propiciando uma redução das filas e aumento do fluxo.
MDP EDD	Menor Data Entrega Earliest Due Date	Em ordem crescente de prazo de entrega prometido.	Prioridade às ordens mais urgentes, visando reduzir atrasos.
MF LS	Menor Folga Least Slack	Em ordem crescente das folgas (data prometida menos tempo total de processamento)	Idem.
MFD	Menor Folga Dinâmica	Idem, considerando apenas o tempo total restante de processamento	Idem, um pouco mais complicada de aplicar que a versão estática.
MFA	Menor Fila Adiante	Próxima ordem é aquela com destino à estação com menor fila no momento	Busca evitar a parada de um processo subseqüente.
RC	Razão Crítica Critical Ratio RC=Tempo remanescente (d - data corrente)	Executar a tarefa com menor RC. Se a RC de alguma tarefa for negativa (i.e. tarefa atrasada), executar a atrasada de menor tempo de processamento	Regra dinâmica que procura combinar a regra MOP, que considera apenas a data prometida, com a MTP, que considera apenas o tempo de processamento.

Fonte: Adaptado de Lustosa et al. (2008)

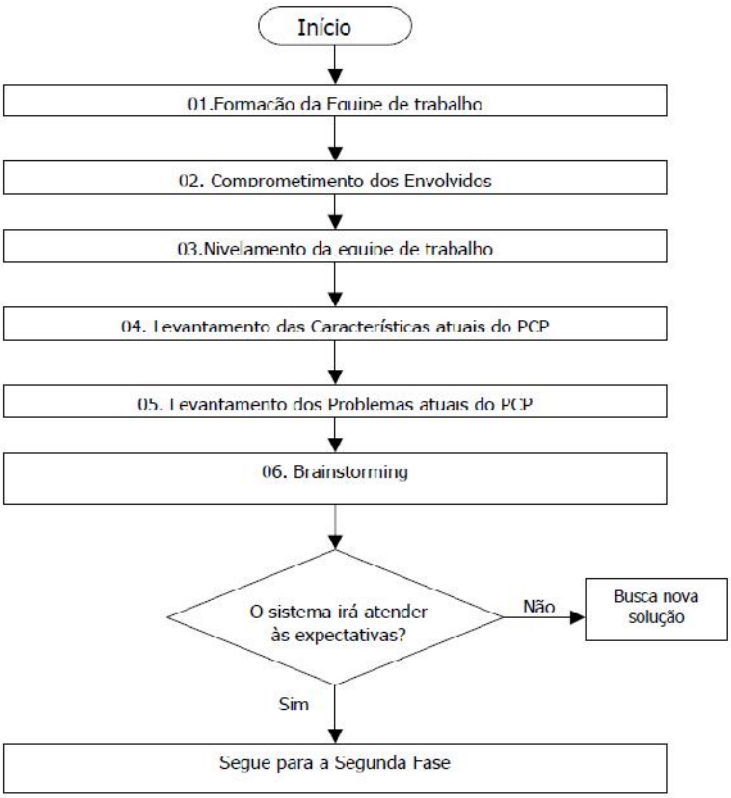
2.5 SISTEMAS APS

Sistemas de programação avançada da produção (APS) são *softwares* de carregamento finito que programam o produto inteiro como uma entidade (VOLLMANN et al., 2006).

Para Lidell (2009, p. 22) o APS, "na maioria dos casos é apenas uma denominação pomposa para os *softwares* de programação em capacidade finita". Para ele, bons sistemas APS possuem as três características abaixo:

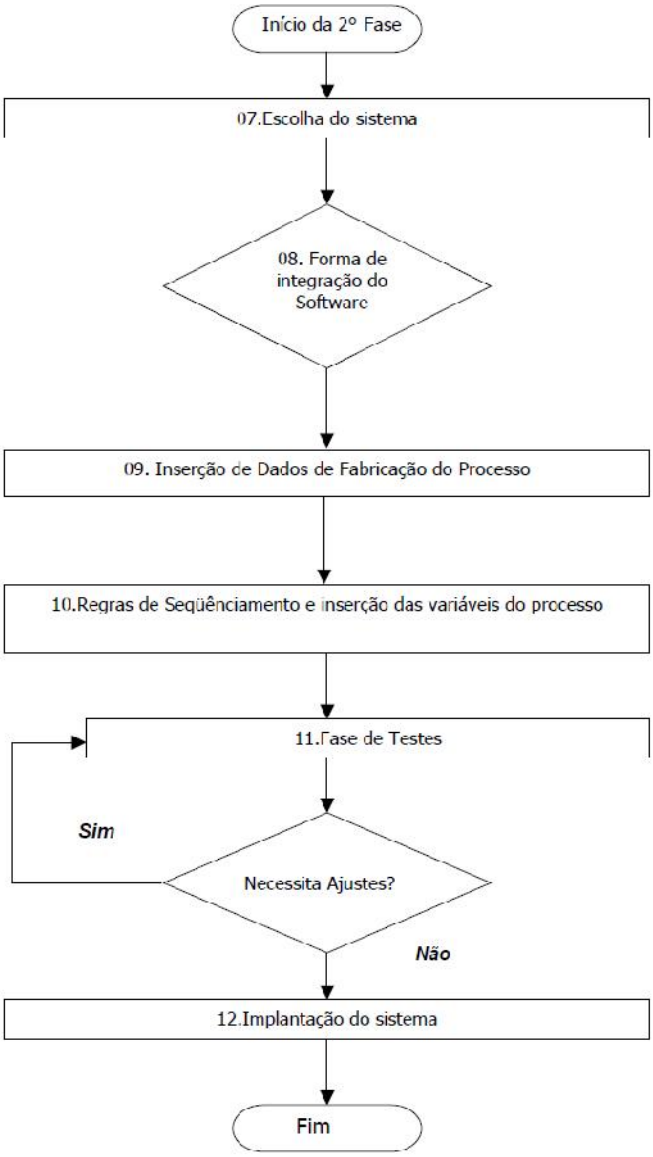
- Devem ser capazes de considerar restrições do mundo real e ter habilidade de calcular tempos de setup dependentes de sequência;
- Devem ser capazes de oferecer funcionalidades avançadas, tais como regras de sequenciamento personalizadas;
- Precisam ser facilmente customizáveis para que possam ser alterados sempre que necessário sem se tornarem obsoletos.

Zattar (2003) define, em duas fases, as etapas para a implantação de um sistema com capacidade finita:



Fluxograma 2: Primeira fase da implantação do sistema com capacidade finita
Fonte: Zattar (2003, p. 38)

A primeira fase consiste em formar e preparar a equipe, levantar os problemas atuais as expectativas com a implantação do sistema e a verificação da adequação do sistema para resolver os problemas atuais.



Fluxograma 3: Segunda fase da implantação do sistema com capacidade finita
Fonte: Zattar (2003, p. 40)

A segunda fase envolve a escolha do *software* e sua forma de integração, a inserção de dados no software, a criação de regras de priorização e sequenciamento, uma etapa para testes e ajustes e por fim a implantação do sistema.

De maneira similar, Lidell (2009), propõe seis fases para a implantação de um sistema APS:

- Fase de Avaliação: nesta fase é essencial avaliar onde a empresa está, quais são seus problemas e para onde seus dirigentes pretendem conduzi-la. Devem ser esclarecidas as informações relevantes para definição da solução e definidos os objetivos do negócio;
- Fase de Projeto: nesta fase deve ser criado um documento (Especificação Detalhada) que detalhe o que deve ser feito e os custos da implantação. Este documento deve incluir um fluxograma do novo processo e uma lista dos dados que serão necessários. Outro documento, denominado Mapa Geral da Solução, deve ser projetado para explicar como cada área funcional será afetada;
- Fase do Desenvolvimento do Protótipo: deve ser gerado um modelo preliminar, que funcione como teste, para que os futuros usuários compreendam o novo sistema antes de trabalharem com ele;
- Fase dos Testes: são necessários dois testes: os testes unitários servem para testar as funções básicas da ferramenta, enquanto os testes integrados servem para testar as funções de integração do sistema;
- Fase da Implementação: começa com um plano de entrada em operação, contendo todas as ações necessárias para o início do novo sistema. Situações não identificadas na fase de testes devem ser corrigidas pelos implementadores. O plano deve possuir um conjunto de testes e relatórios para registrar os primeiros dias de funcionamento. Uma vez que todos os testes tenham sido validados o sistema é dado como "em operação";
- Fase da Pós-Implementação: deve ser criado um documento intitulado "Fase 2", incluindo todas as solicitações de inclusão de novas funcionalidades no sistema. É necessário que o sistema esteja estável para que novas mudanças sejam implementadas.

2.6 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO

Cada vez mais a manutenção tem deixado de ter um caráter operacional, passando a contribuir na excelência organizacional, conciliando gestão e técnica (PINTO; NASCIF apud REIS; DENARDIN; MILAN, 2010).

Assim como as demais áreas de uma empresa, a manutenção é cobrada por resultados, principalmente por redução de custos. Para tanto, é necessário criar métodos para melhoria do planejamento, o que impacta fortemente na disponibilidade, na vida útil dos

equipamentos e na redução dos custos específicos (BRANCO FILHO apud REIS; DENARDIN; MILAN, 2010). Segundo Branco Filho (apud CAMPOS JÚNIOR, 2006, p. 26), "o processo de manutenção deve servir de apoio para que a produção consiga atingir seus objetivos, ou seja, ele deve estar adequado às suas necessidades".

A técnica de planejamento e controle da manutenção (PCM), já há muito tempo utilizada no continente europeu e nos Estados Unidos, começou a ser utilizada no Brasil na década de 90 (SOUZA, 2008). O planejamento da manutenção tem como função alinhar os processos de manutenção e os objetivos de produção. Desta forma, o planejamento da manutenção deve estar orientado pelo planejamento estratégico da empresa (FABRO apud CAMPOS JÚNIOR, 2006).

Realizar a manutenção sem planejamento envolve correr o risco de trazer prejuízos e comprometer a imagem da empresa, pois imprevistos nos equipamentos podem resultar em atrasos nos tempos de entrega. Por outro lado, um planejamento bem feito permite que materiais e mão-de-obra sejam alocados de maneira correta e que os materiais e ferramentas sejam programados com antecedência e estejam no local de trabalho no tempo certo (CAMPOS JÚNIOR, 2006).

Segundo Fabro (apud CAMPOS JÚNIOR, 2006), cabe à engenharia de manutenção criar um processo estável de manutenção que permita a elaboração e execução dos planos de manutenção. Os planos de manutenção devem levar em consideração a criticidade dos processos, criando maior atenção com os realmente críticos.

Dentre os benefícios de um bom planejamento da manutenção, Fabro (apud CAMPOS JÚNIOR, 2006) cita a melhor aquisição de materiais, aumento do senso de responsabilidade e a possibilidade de estimar o custo de cada atividade envolvida na manutenção.

Branco Filho (apud SOUZA, 2008) lista uma série de atividades a serem implementadas pelo PCM:

- Definição e manutenção dos indicadores de desempenho;
- Atualização dos planos de manutenção;
- Cadastro de ordens de serviço sistemáticas;
- Manter o sistema em regime de normalidade operacional;
- Fiscalizar os planos de manutenção;
- Verificar organização do almoxarifado e preparação de materiais e ferramental para execução dos serviços de manutenção;

- Analisar serviços planejados, programações e back-log;
- Equalizar mão-de-obra e estabelecer novas periodicidades para os serviços;
- Criar histórico de equipamentos, máquinas e instalações, com registro de ocorrências;
- Organizar e analisar relatórios gerenciais de manutenção;
- Orientar gerentes e chefes para obtenção de melhores resultados relacionados à disponibilidade, confiabilidade e produtividade;
- Acompanhar e prestar suporte à instalação de sistemas de gerenciamento da manutenção;
- Realizar reuniões de conscientização para níveis estratégicos, táticos e operacionais.

Segundo Souza (2008), o planejador de manutenção é o responsável por todo o gerenciamento dos processos burocráticos da manutenção e por conduzir e atualizar os indicadores de manutenção.

2.7 PROGRAMAÇÃO DE OFICINA CENTRAL

Segundo Veloso (2009), a programação de serviços em uma oficina central é viabilizada pela natureza do serviço, sendo executada após definição dos reparos necessários a cada equipamento ou estabelecendo-se previamente os roteiros de reforma para cada categoria equipamento. Uma programação geral de reformas é gerada com base no conjunto dos programas individuais.

Cada serviço deve ter uma prioridade definida com base em diretrizes pré-estabelecidas. O estado de cada equipamento deve ser verificado após a desmontagem, para detectar os reparos a executar e estabelecer estimativas iniciais de custo e prazo de reforma.

Serviços externos e pedidos de materiais devem ser orçados, gerando uma data prevista de disponibilidade para remontagem. Em função disto e das atividades já programadas, pode ser gerada a data de entrega do equipamento reformado.

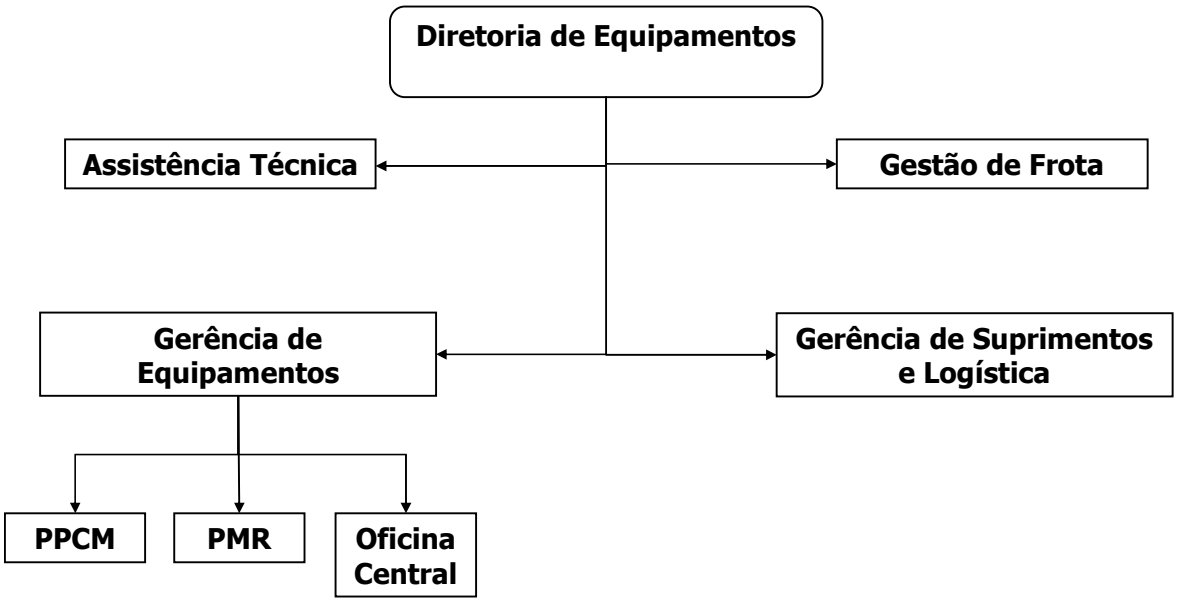
3 MODELO DE PROGRAMAÇÃO EM CAPACIDADE FINITA

3.1 EMPRESA U&M MINERAÇÃO E CONSTRUÇÃO S/A

A U&M Mineração e Construção S/A é uma companhia brasileira, sociedade anônima de capital fechado, que atua no ramo de mineração e construção pesada. Foi fundada em Juiz de Fora, em 1975, pelo casal Gumercindo e Berenice Machado, com o nome de Módulo Terraplenagem e Construções Ltda. Fundiu-se em 1993, com a empresa Unienge Comercial e Construtora S/A, criada também em Juiz de Fora por um dos filhos do casal, Renato Ribeiro Machado, em 1985. Neste mesmo ano, teve o seu primeiro contrato de atividade em mineração, feito com a INB (Indústrias Nucleares do Brasil S/A), em Caldas, MG. Nos anos de 2000 até 2003, iniciou as aquisições de equipamentos extrapesados e a implantação do SEG (Sistema de Excelência em Gestão), padrão de gestão adotado pela empresa.

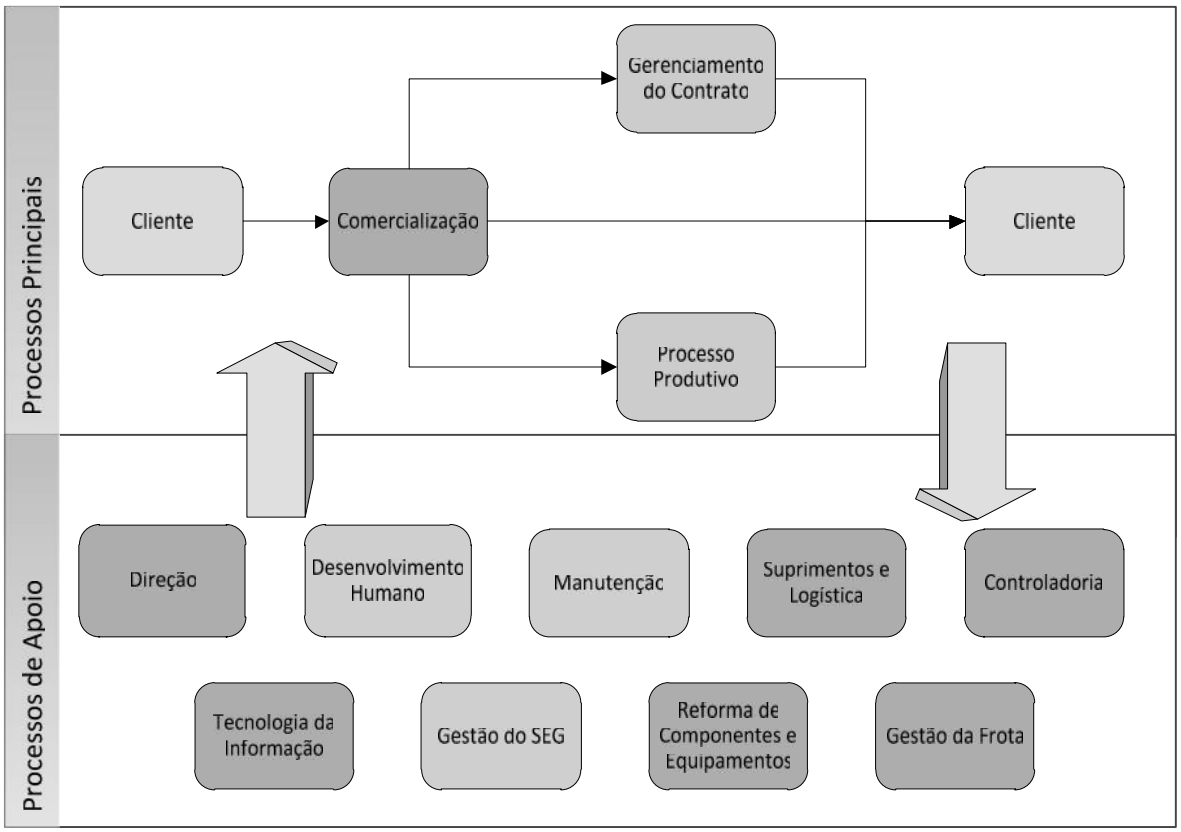
A empresa atua na área de serviços destinados à movimentação de grandes volumes de materiais constituintes do solo, nas áreas de mineração e construção pesada. O principal produto da U&M consiste na prestação de serviços nas áreas de mineração e construção pesada, que envolvem grandes movimentações de volumes de solo. A prestação de serviços para o segmento de mineração prepondera sobre o de construção, considerando que a área de mineração também contrata serviços de construção. A U&M é a única prestadora desse tipo de serviço no Brasil que dispõe de caminhões fora de estrada com capacidade para transportar 181 toneladas por unidade, e também, a única prestadora do país que possui escavadeira com capacidade de 20 m³.

A estrutura hierárquica da empresa é representada no Anexo 2 – Organograma. A Diretoria de Equipamentos é responsável pelos processos de apoio direcionados à manutenção da disponibilidade física e conservação da frota de equipamentos. É assessorada pela Assistência Técnica e pela Gestão da Frota e conta com a Gerência de Suprimentos e Logística e com a Gerência de Equipamentos. A Gerência de Equipamentos administra os componentes dos equipamentos, agindo junto às operações para maximizar suas vidas úteis. Possui três ramificações que são o PPCM (Planejamento, Programação e Controle da Manutenção), a PMR (Gestão de Pneu e Material Rodante) e a Oficina Central. A figura 4 representa o organograma da Diretoria de Equipamentos:



Organograma 4: Organograma Diretoria de Equipamentos
Autor: U&M Mineração e Construção Pesada S/A

A figura 5 ilustra os processos principais e de apoio da U&M:



Fluxograma 5: Macro fluxograma dos processos – U&M
Fonte: Adaptado de U&M, 2011

Dentre os processos, os diretamente relacionados à Diretoria de Equipamentos são os seguintes:

- **Manutenção:** Responsável por garantir disponibilidade dos equipamentos e componentes através de inspeções, manutenções preditivas, preventivas e corretivas para assegurar o alcance das metas estipuladas pela empresa.
- **Suprimentos e Logística:** Responsável pelo processo de compra de materiais e serviços, mobilização e atividades de logística em toda empresa.
- **Reforma de Componentes e Equipamentos:** Responsável por prover serviços de recuperação de componentes e reforma de equipamentos para atender a demanda das operações.
- **Gestão da Frota:** Responsável por gerenciar a frota visando o alto rendimento e disponibilidade de equipamentos nas operações, dimensionando demandas de compras e efetuando as vendas.

Os equipamentos da empresa estão estruturados em três categorias, conforme descrito abaixo:

- **Equipamentos de Produção:** equipamentos de baixa rotatividade e alto custo, imprescindíveis para os resultados operacionais e estratégicos. São o foco para o desenvolvimento de competências e tem tratamento diferenciado para maximização de sua vida útil e performance, pois impactam fortemente nos níveis de produção. Incluem as escavadeiras hidráulicas com capacidade igual ou superior a 40 toneladas, moto scrapers, caminhões fora-de-estrada (777 B, C e F, 685E e 930), tratores de esteiras (D8R/T, D9T, D10N e D155) e trator de pneus 834B.
- **Equipamentos de apoio:** equipamentos de série disponíveis no mercado brasileiro, com menor impacto no fluxo produtivo. Busca-se fazer um bom monitoramento destes equipamentos para que sejam substituídos antes de necessitarem maiores intervenções em seus componentes principais.
- **Veículos de apoio:** frota veicular utilizada para apoiar as operações, tais como caminhonetes 4x4, unidades móveis e veículos leves em geral.

Os equipamentos de produção têm seus componentes controlados pelo sistema de manutenção, sendo de responsabilidade da gerência de equipamentos. Todos esses componentes controlados possuem um número de identificação e alguns deles têm suas vidas

esperadas cadastradas e acompanhadas no sistema de manutenção. Essas vidas são calculadas e revistas de acordo com os padrões dos fabricantes e conforme histórico da U&M e de empresas que tenham equipamentos similares. O monitoramento das horas trabalhadas, o local a ser executada a revisão (fornecedor externo ou oficina central) e escopo dos serviços a serem realizados são determinados pela gerência de equipamentos, através do PPCM, assim como a programação de substituição que deve ser definida conjuntamente com as operações.

A frota de equipamentos da U&M, no ano de 2011, é de aproximadamente 600 equipamentos, sendo relacionados na tabela 2 as principais frotas, o número de equipamentos de cada uma e a capacidade nominal de movimentação de solo.

Tabela 2: Principais frotas de equipamentos - U&M

Equipamentos (Tipo, Marca, Modelo)	Quant	Capacid. Nominal
Escavadeira Hidráulica Hitachi EX5500	1	29 m3
Escavadeira Hidráulica Hitachi EX2500	6	15; 17; 19 e 20 m3
Escavadeira Hidráulica Hitachi EX1200	11	8.5 e 10 m3
Escavadeira Hidráulica Liebherr 984	8	7.7 e 9.3 m3
Escavadeira Hidráulica Komatsu PC400-7	4	3.4 m3
Escavadeira Hidráulica Caterpillar 365C/L	6	4.8 m3
Trator de Esteiras Komatsu D61 EX-15	12	-
Trator de Esteiras Komatsu D155	4	-
Trator de Esteiras Caterpillar D10 N	4	-
Trator de Esteiras Caterpillar D10 T	2	-
Trator de Esteiras Caterpillar D9 T	10	-
Trator de Esteiras Caterpillar D11T	2	-
Trator de Esteiras Caterpillar D8 T	4	-
Trator de Esteiras Caterpillar D6 R/T	16	-
Motor scraper Caterpillar 651B	8	34 m3
Motor scraper Caterpillar 631E	10	23.7 m3
Motoniveladora Caterpillar 16H	3	-
Motoniveladora Caterpillar 14M	13	-
Motoniveladora Caterpillar 160H	6	-
Motoniveladora Caterpillar 140H / M	12	-
Motoniveladora Volvo G990	2	-
Caminhão Fora de Estr. Komatsu 930E	8	270 t
Caminhão Fora de Estr. Komatsu 685E	25	181 t
Caminhão Fora de Estr. Caterpillar 777F	56	96 t
Caminhão Fora de Estr. Caterp. 777B/C	32	86 t
Caminhão Basculante 6X4 Volkswagen	16	14 m3
Caminhão Basculante 8X4 Scania P124	20	20 m3
Caminhão Volkswagen VW 31.320 Pipa, Comboio, Diesel, Guindaste, Oficina	66	Pipa/Diesel: 22.000 L Comboio: 7.500 L Guindaste: 12.800 KG

Fonte: Adaptado de U&M, 2011

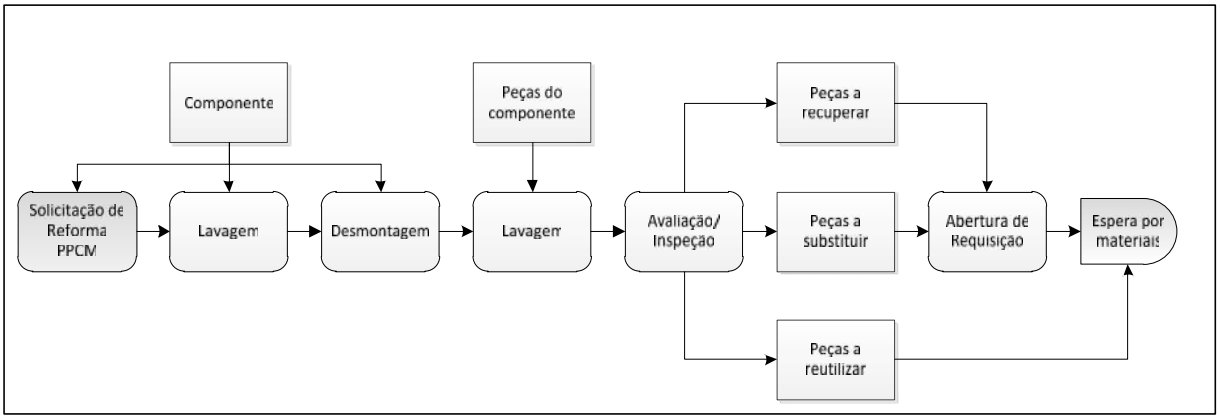
3.2 OFICINA CENTRAL

No ano de 2003, foi criada a Oficina Central da U&M, denominada como Centro de Remanufatura de Componentes e Equipamentos (CRC/CRE). Esta realiza reformas das frotas de equipamentos e dos componentes controlados e de apoio e presta suporte às operações na montagem de equipamentos e em apoios diversos.

Conta com um supervisor e trinta e três funcionários, sendo sete indiretos e os demais atuando diretamente nos processos de reforma. Há especialistas em mecânica, elétrica, pintura, ferramentaria e solda.

A oficina atua no fluxo do processo de reforma de componentes em duas etapas distintas: avaliação e montagem final. Porém, antes que a Oficina Central atue no fluxo são realizadas outras atividades.

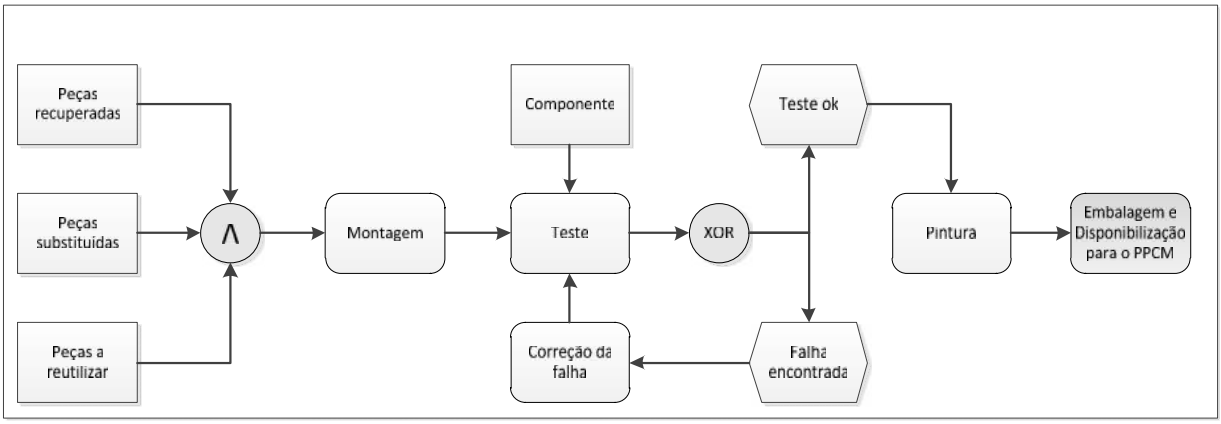
- O PPCM inicia o fluxo consultando a relação dos componentes a vencer (extrapolação da vida útil) e identifica as quebras prematuras ocorridas. Os prazos de recebimento dos componentes a reformar também são consultados, bem como a capacidade da Oficina Central de realizar serviços. Com base na saturação da capacidade da Oficina Central, o PPCM decide se a reforma será realizada internamente ou se será terceirizada. Optando pela reforma na Oficina Central, a Logística é acionada para o transporte do componente, bem como para seu recebimento. O componente recebido aguarda a formalização da solicitação de reforma pelo PPCM.



Fluxograma 6: Fluxograma de Reforma de Componentes (Oficina Central) – Etapa 1: Avaliação
Fonte: Autor

- Após a solicitação, o controlador da Oficina Central cria a ordem de serviço (OS) que acompanhará o componente durante o processo de reforma. Para cada reforma de

componente controlado, há o acompanhamento de um analista de falha, subordinado à Assistência Técnica, que atua durante os processos de desmontagem e avaliação, buscando encontrar evidências para justificar os motivos da quebra prematura ou encontrar evidências de falha nos componentes vencidos. A reforma, propriamente dita, começa com uma lavagem do componente, para remover o excesso de sujeira, melhorando a armazenagem do componente e facilitando a execução dos processos subsequentes. É realizada a desmontagem do componente, que é desmembrado em suas peças constituintes. As peças removidas são lavadas e aguardam em palhetes pelo processo de avaliação. O avaliador é o responsável por identificar quais peças estão aptas a serem reutilizadas, quais podem ser recondicionadas e quais necessitam ser substituídas. Para isto, conta com sua experiência e tem à disposição catálogos de peças, serviços e sistemas de informação dos fabricantes. As peças a serem reutilizadas são armazenadas e aguardam a montagem final. Para as peças que necessitam de recondicionamento são abertas requisições para serviços externos e para as que necessitam de substituição são abertas requisições de compra de materiais (Figura 5).



Fluxograma 7: Fluxograma de Reforma de Componentes (Oficina Central) – Etapa 2: Montagem

Fonte: Autor

- O comprador envolvido na reforma realiza uma cotação com fornecedores autorizados pela Assistência Técnica e a cotação é submetida para aprovação técnica da Oficina Central. As peças e serviços recebidos vão sendo armazenados, até que estejam disponíveis para iniciar a montagem. Realizada a montagem, o componente é testado para que eventuais falhas sejam identificadas. Se o teste acusar alguma falha, esta deve ser corrigida e o teste deve ser executado novamente. Caso esteja apto para

operar, recebe pintura, é embalado, a OS é encerrada e é disponibilizado para o PPCM (Figura 6).

3.3 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Foi verificado que o suprimento de materiais era o processo mais lento e que mais gerava atraso no fluxo de reforma de componentes. Por diversas vezes a montagem final ficava ociosa devido à baixa disponibilidade de materiais. Entretanto, mais crítico que a falta de materiais era a falta de informação. Por não possuir ferramentas de monitoramento e de planejamento, ocorriam atrasos nos tempos de reforma e era difícil quantificar qual processo havia gerado tal efeito indesejado.

A ausência de uma ferramenta de controle muitas vezes não permitia identificar e rastrear os componentes dentro da oficina que, caso necessário, deveriam ser localizados fisicamente. Muitas vezes, a ordem de serviço, que de acordo com o processo de reforma de componentes deve ser criada assim que solicitada a reforma, era gerada somente após a avaliação para poderem ser criadas as requisições de compra e assim perdiam sua funcionalidade na rastreabilidade do componente em reforma. Além disto, não havia informações suficientes para geração de indicadores de desempenho e para a realização de um planejamento de reformas.

Desta forma foi identificada a necessidade de criação de um modelo para melhoria do planejamento capaz de gerar o carregamento dos serviços para cada centro de trabalho e a seqüência com a qual os trabalhos deveriam ser realizados. Como é muito custoso o desenvolvimento de expansões no sistema ERP da empresa e mesmo que estas fossem feitas, provavelmente não atenderiam às restrições da oficina, foi desenvolvido um modelo para programação em capacidade finita das operações da Oficina Central.

3.4 APLICAÇÃO DO MODELO

3.4.1 METODOLOGIA DE IMPLANTAÇÃO

A implantação do modelo seguiu três fases principais (Planejamento, Execução e Monitoramento, Correções e Consolidação) subdivididas em algumas etapas, relacionadas na figura 7.

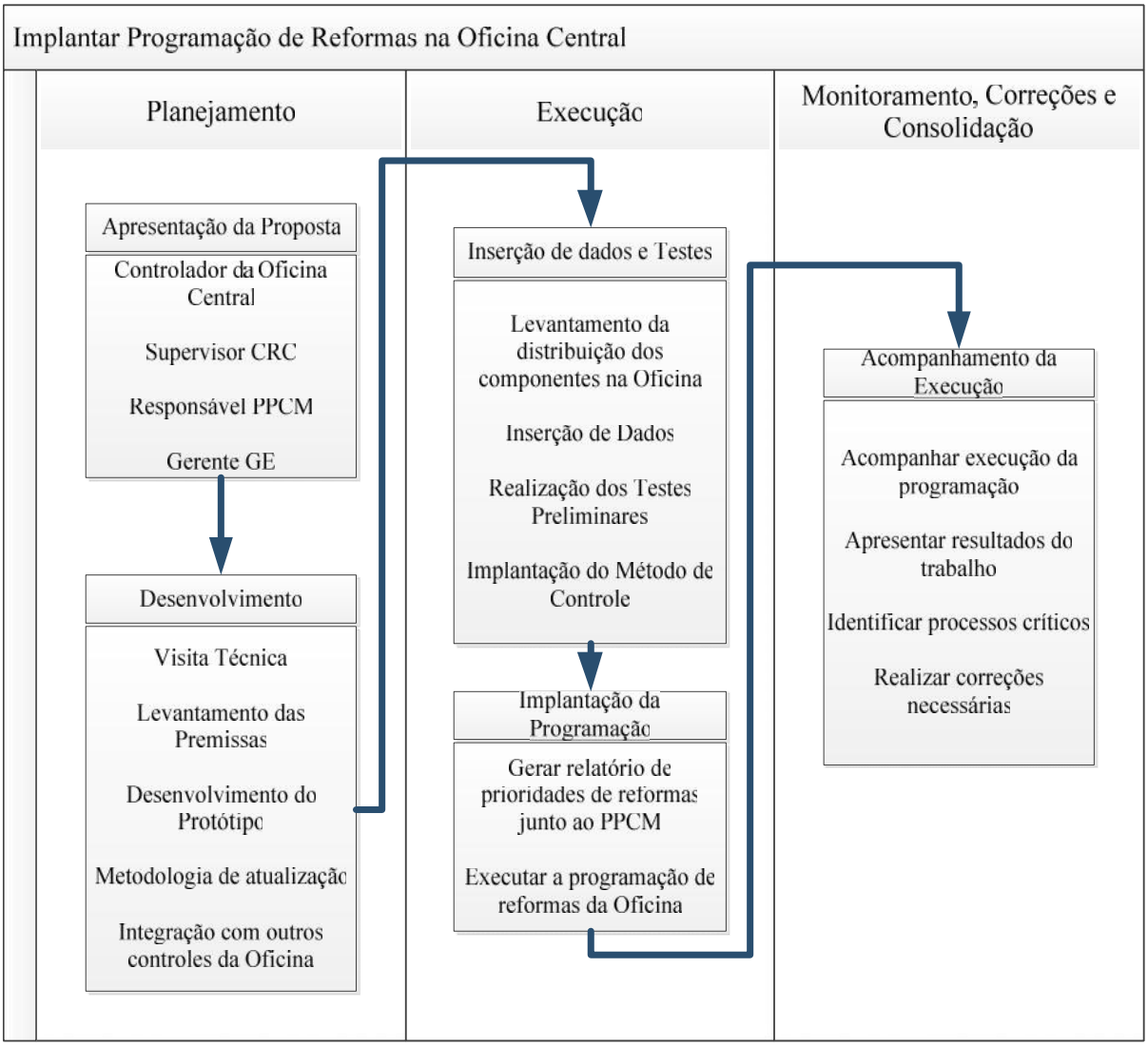


Figura 8: Planejamento da execução
Fonte: Adaptado de U&M Mineração e Construção S/A

A primeira etapa consistiu no consenso entre os principais envolvidos com as mudanças propostas. Desta forma, a proposta de melhoria foi apresentada aos responsáveis pela Oficina Central, PPCM e Gerência de Equipamentos e deles foram extraídas informações que serviram como premissas para o trabalho.

A etapa de desenvolvimento do modelo começou com a criação de protótipos da ferramenta elaborados no software Microsoft Excel. Uma visita técnica foi realizada na empresa Sotreq S/A, em Contagem/MG, que utiliza o software APS Preactor e tem processos muito similares aos da Oficina Central da U&M. Ainda nesta etapa foram desenvolvidos os métodos para alimentação do sistema e a integração com outros controles da oficina.

Em seguida, foi planejada a inserção de dados no sistema, consistindo do levantamento dos componentes em reforma na oficina e dos testes iniciais de viabilidade do modelo.

Para a Implantação da Programação foi gerada, junto ao PPCM, a priorização das reformas em andamento na oficina. A relação de prioridades é um elemento essencial para o funcionamento do sistema. Neste ponto, a programação de reformas começou a ser utilizada para definição das seqüências para cada centro de trabalho.

Por fim, foram acompanhados os primeiros meses da implantação do sistema, os primeiros resultados foram apresentados para os principais envolvidos, o sistema gerou informações para identificação dos processos críticos e foram realizados os ajustes finais no modelo.

A metodologia utilizada assemelha-se, com o modelo sugerido por Zattar (2003), com uma etapa específica para levantamento dos problemas de planejamento, criação de consenso entre as principais partes interessadas a verificação da adequação do sistema para resolver os problemas atuais. Embora não seja considerado um software APS, cerca todas as etapas definidas por Lidell (2009), partindo de uma avaliação do ambiente produtivo, desenvolvendo um projeto, criando um protótipo, realizando testes, implementando o modelo e acompanhando o sistema após a implementação.

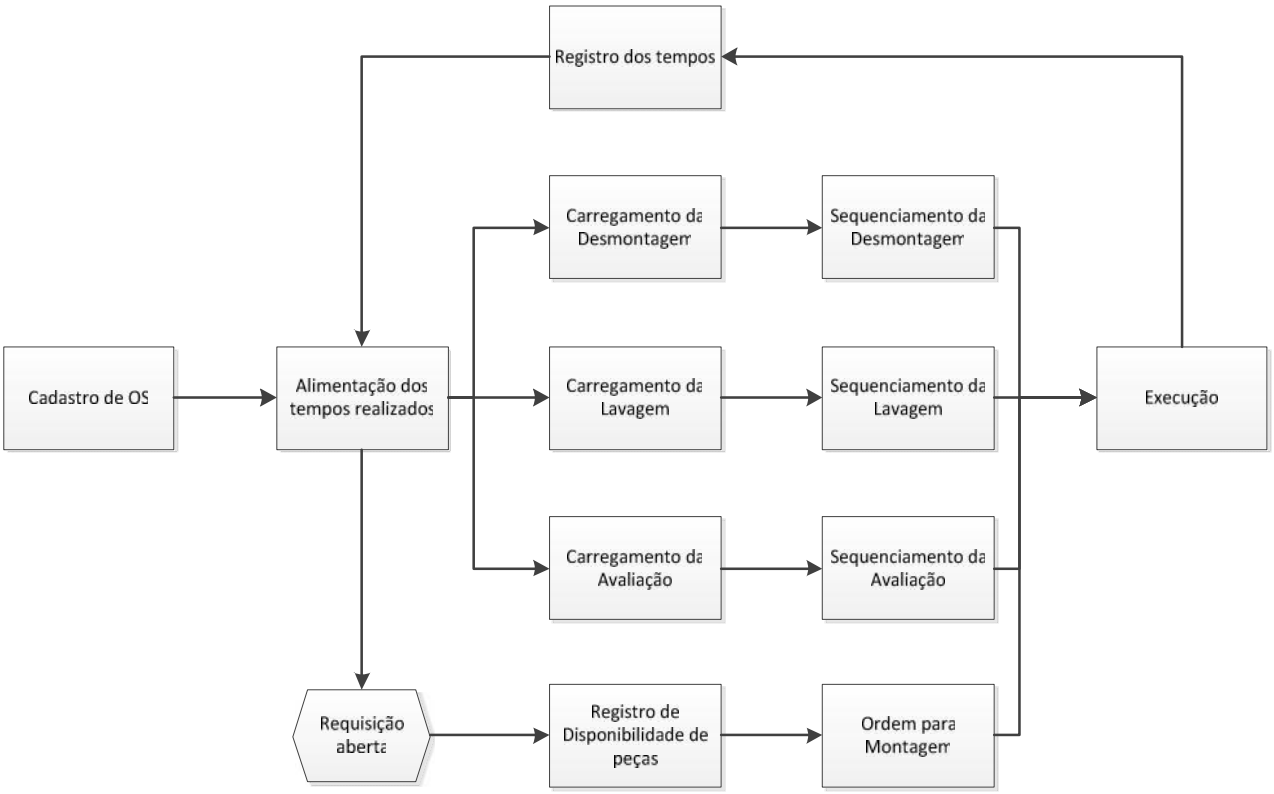
3.4.2 MODELO DE PROGRAMAÇÃO EM CAPACIDADE FINITA

Com o objetivo de conciliar a demanda por reformas com a capacidade de trabalho da Oficina Central, são gerados semanalmente os planos para cada centro de trabalho.

As atividades da Etapa 1 (Avaliação) são geradas com base nas prioridades de reformas ditadas pelo PPCM, e a Etapa 2 (Montagem) é condicionada pela disponibilidade de peças e pelo consenso entre o supervisor da oficina e o planejador do PPCM.

O planejamento das capacidades simula as ordens em cada centro de trabalho, segundo o roteiro definido das reformas. Desta forma cria listas de seqüências para cada centro de trabalho, limitando sua capacidade pelas tarefas já alocadas anteriormente. Pode-se definir o sistema de planejamento de capacidade como finito, pela limitação imposta a cada centro de trabalho, a programação para frente, por alocar os trabalhos tão cedo quanto possível e o carregamento feito como vertical, pois carrega, para cada centro, todos os trabalhos disponíveis até esgotá-los. A unidade de tempo utilizada para a programação é o dia de trabalho.

A principal função da Diretoria de Equipamentos é proporcionar disponibilidade física para os equipamentos de produção. Quem gere as disponibilidades de componentes é o PPCM e é ele quem melhor conhece as necessidades por componentes a cada momento. Desta forma, a regra de sequenciamento adotada na Oficina Central é o grau de prioridade definido pelo PPCM. Para todos os componentes em reforma até o término da Etapa 1 são definidas prioridades de 1 até n (número de componentes em processo na etapa 1). Valores menores de prioridade indicam componente com criticidade maior, que, portanto, tem preferência. Funciona como um sistema de atendimento, onde a menor senha é atendida primeiro.



Fluxograma 9: Fluxo do processo de programação da Oficina Central
Fonte: Autor

A figura 8 ilustra o fluxo do processo de programação das reformas. De todos os processos do fluxo, os que efetivamente têm centros de trabalho específicos para a realização das atividades são: desmontagem, lavagem, avaliação e montagem final (esta englobando os processos de montagem, teste e pintura). Os funcionários de um centro de trabalho podem pontualmente auxiliar em outro processo, caso haja acúmulo de demanda. Por sua complexidade maior, os processos de avaliação e montagem requerem maior experiência do funcionário.

A aba principal do sistema de programação é o cadastro geral de componentes em processo de avaliação. De acordo com o fluxo de reformas de componentes, descrito em 3.2, após a chegada do componente à Oficina Central, este aguarda a solicitação de reformas pelo PPCM. Semanalmente, ou em casos emergenciais, o PPCM solicita a reforma de componentes, que são inseridos na aba "Consolidado Avaliação" e recebem sua ordem de serviço (Anexo C – C.1). A cada processo completado pela ordem de serviço, as datas realizadas são registradas nesta aba. A coluna à direita da tabela informa o status da OS, de acordo com as informações registradas.

Uma vez por semana é gerada a programação de reformas para os processos da etapa de avaliação (desmontagem, lavagem e pintura). Para isto, o programa carrega para o centro de trabalho, todas as ordens de serviço ainda a serem processadas. Em seguida faz o sequenciamento dos trabalhos, listando a cada iteração os disponíveis e escolhendo o de maior prioridade. Este procedimento é executado para desmontagem, lavagem e avaliação (Anexo C – C.2, C.3 e C.4). No sistema, as restrições de capacidade de cada processo são consideradas linearmente. O aumento de n funcionários em um processo permite que n trabalhos sejam executados em paralelo, ou que os tempos de cada trabalho sejam reduzidos pela metade. Os relatórios de programação são disponibilizados para cada centro de trabalho. A cada início ou término de trabalho, o responsável pelo centro de trabalho registra a data no relatório, que realimenta o sistema.

Após a abertura de requisição, a OS é relacionada na aba "Consolidado Montagem". Como a grande restrição para a montagem não é a capacidade produtiva, e sim, a disponibilidade de materiais, o processo de Montagem Final não tem relatório de programação gerado da mesma forma que os demais processos. Em sua maioria, os trabalhos são iniciados assim que houver disponibilidade de peças. Em caso de mais de uma OS aguardando montagem pelo mesmo montador a priorização é definida pelo supervisor da Oficina Central em conjunto com o PPCM (Anexo C – C.5).

Tendo sido gerados os relatórios para cada centro de trabalho o sistema gera um gráfico de Gantt com o planejamento de início e término de cada ordem de serviço em cada centro de trabalho (Anexo C – C.6).

As telas e relatórios gerados pelo sistema são apresentados no Anexo C: Sistema de Programação em Capacidade Finita da Oficina Central – U&M.

3.5 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MODELO

Imediatamente, o uso do sistema como uma ferramenta de controle, permitiu melhorar a rastreabilidade dos componentes dentro da oficina. A Ordem de Serviço, embora teoricamente devesse ser criada logo após a solicitação de reformas, na prática só era criada após o processo de avaliação, e a reforma do componente era executada sem que houvesse uma formalização. Desta forma, os componentes em estágio intermediário entre a desmontagem e a avaliação não eram nem ao menos controlados. O sistema de programação obriga que a ordem seja criada. Caso contrário esta não estará presente no relatório semanal de programação e não será executada, consequentemente.

Para gerar o sequenciamento e monitorar o andamento das reformas foram estabelecidos os tempos padrões para cada processo por tipo de componente, através da análise dos processos com os operadores e fechamento com o supervisor da oficina. Além deles, os tempos limites para o suprimento de materiais por fornecedor, junto à Gerência de Suprimentos e Logística. Os tempos definidos como padrões, expressos em dias, são expostos nas tabelas 4 e 5, conforme abaixo:

Tabela 3: Tempos padrões por componente

		Tempo Padrão					
Código	Componente	Desmontagem	Lavador	Avaliação	Total Avl	Montagem	Tempo Reforma
BT	Bomba de Trabalho	1	1	1	3	2	5
CB	Cubo de Roda	1	1	1	3	2	5
CFA	Comando Final EH	1	1	1	3	2	5
CFB	Comando Final CR	2	2	3	7	5	12
CV	Conversor	1	1	2	4	6	10
DF	Diferencial	1	1	1	3	3	6
MDL	Motor Linha	2	5	8	15	12	27
MDV	Motor V	3	7	8	18	12	30
PT	PTO	1	1	1	3	3	6
RD	Redutor	1	1	2	4	4	8
TR	Transmissão	2	3	6	11	6	17
TD	Tandem	1	1	2	4	4	8

Fonte: U&M Mineração e Construção S/A

Os tempos da oficina (Tabela 4) são acumulados nas colunas Total Avl (Desmontagem+Lavador+Avaliação) e Tempo Reforma (Total Avl+Montagem).

Tabela 4: Tempos limites de suprimento por fornecedor

	Atividade	Prazo (dias)
	Cotação	2
	Avaliação técnica da cotação	1
	Pedido	1
	Aprovação	1
Prazos de Entrega	CAT	30
	Cummins	45
	Hitachi	35
	MTU	30
	Liebherr	30
	Komatsu	45
	Transporte	2
	Recebimento	1

Fabricante	Tempo de Suprimento
CAT	38
Cummins	53
Hitachi	43
MTU	38
Liebherr	38
Komatsu	53

Fonte: U&M Mineração e Construção S/A

Para a definição dos tempos de suprimento, para cada atividade foi estipulado um tempo limite e para cada fabricante foi definido um lead-time, com base no lead-time médio dos fornecedores de cada fabricante. À direita, os tempos acumulados por fabricante são mostrados.

Para melhorar a comunicação entre as áreas envolvidas nas reformas de componentes, foi criada uma reunião semanal envolvendo a oficina, o PPCM (cliente interno) e a Gerência de Suprimentos e Logística. Nesta reunião são discutidas as prioridades de reforma pelo PPCM e as pendências de materiais, que servem de entrada para o sistema de programação.

Com a definição dos tempos padrões para a Oficina Central e para o suprimento de materiais, foram criados um controle e um indicador estratégico de aderência ao prazo. A seguir, o controle dos tempos de reforma:

Tabela 5: Controle dos tempos de reforma de componentes

Atualizar relatório

						Tempos de reforma - Controle PAM												
						Desmontagem		Lavador		Avaliação		Suprimentos		Montagem		Total		
OS	Componente	Aplicação	Fabricante	Solicitação de Reform	Início da Reform	Realizado	Padrão	Realizado	Padrão	Realizado	Padrão	Realizado	Padrão	Realizado	Padrão	Realizado	Padrão	Término da Reforma
4050205	TR01007	777B	CAT	20/07/2011	01/08/2011	1	2	2	3	3	6		38		6	6	55	
4050201	MD40006	631E	CAT	20/07/2011	03/08/2011	2	3	3	7	10	8		38	7	12	22	68	17/10/2011
4050014	TR01015	777B	CAT	05/08/2011	08/08/2011	1	2	1	3	1	6	2	38	1	6	6	55	15/08/2011
4050203	TR40008	631E	CAT	05/08/2011	08/08/2011	1	2	1	3	6	6		38		6	8	55	
4050204	DF40008	631E	CAT	05/08/2011	08/08/2011	1	1	1	1	1	1	22	38	4	3	29	44	18/10/2011
4050207	MD40008	631E	CAT	05/08/2011	10/08/2011	2	3	1	7	6	8		38		12	9	68	
4050208	CF01077	777C	CAT	20/07/2011	15/08/2011	1	2	2	2	2	3	8	38	4	5	17	50	30/09/2011
4050209	CF36012	EX-2500	Hitachi	10/08/2011	17/08/2011	1	2	2	2	1	3		43		5	4	55	
4050210	CF36014	EX-2500	Hitachi	10/08/2011	18/08/2011	1	2	1	2	1	3		43		5	3	55	
4050211	TR41001	14M	CAT	05/08/2011	19/08/2011	1	2	1	3		6		38		6	2	55	
4050212	CF05006	D10N	CAT	05/08/2011	22/08/2011	1	2	1	2	1	3	11	38	2	5	16	50	05/10/2011
4050213	CF32001	PC-400	Komatsu	05/08/2011	24/08/2011	1	1	1	1		1		53		2	2	58	
4050214	CF01083	777C	CAT	20/07/2011	25/08/2011	1	2	2	2	3	3		38		5	6	50	
4050216	CF01046	777C	CAT	20/07/2011	29/08/2011	1	2	1	2	3	3		38		5	5	50	
4050217	MD02023	651B	CAT	05/08/2011	30/08/2011	2	2	4	5		8		38		12	6	65	
4051287	TR01009	777C	CAT	31/08/2011	02/09/2011	1	2	2	3	3	6	11	38	2	6	19	55	11/10/2011

Fonte: U&M Mineração e Construção S/A

Para o estabelecimento do indicador são comparados os tempos realizado e padrão. Caso o realizado seja menor que o padrão, a reforma e considerada como “no prazo”. Para o ano de 2011, foi definida a meta de atendimento de 90% das reformas de componentes dentro do tempo padrão.

A próxima melhoria para o planejamento e controle da Oficina Central, já em fase de implantação é o registro por controle biométrico (leitura das digitais) dos tempos de execução das tarefas. Este permitirá um controle mais apurado dos tempos, que passarão a ser medidos em horas e não mais em dias, além de possibilitar uma melhoria na gestão de pessoas e de custos da oficina.

Como não havia anteriormente registros formais dos tempos de reforma, não foi possível gerar resultados quantitativos da melhoria obtida. Entretanto, com o indicador criado para mensuração dos tempos de reforma, podem ser identificados quais processos configuram-se como “recursos gargalo”. Esta informação permitirá que sejam desenvolvidos projetos específicos para melhoria da oficina, atuando diretamente nos processos críticos para redução dos tempos de reforma. Os tempos padrões criados para os processos da oficina e para suprimentos deverão ser periodicamente refinados, refletindo a redução dos prazos necessários para reforma.

4 RESULTADOS

Este capítulo retoma e discute as hipóteses e objetivos levantados no capítulo introdutório do trabalho e propõe novas sugestões de melhoria para a continuidade do caso estudado.

4.1 DISCUSSÃO DAS HIPÓTESES

- É possível melhorar a gestão da manutenção estruturando-se métodos de planejamento e controle no curto prazo.

- O modelo apresentado ilustra uma aplicação de grande simplicidade, sem aquisições de softwares ou grandes readequações do ambiente produtivo e os benefícios com a implantação são visíveis. Como relatado na seção 3.5 e 4.3, diversas outras melhorias surgiram e poderão surgir a partir do sistema implantado, incluindo melhorias na comunicação entre as áreas envolvidas na manutenção dos componentes, melhoria da rastreabilidade dos componentes dentro da oficina e a possibilidade de fornecer, com maior precisão, datas de promessa das reformas ao PPCM, prazo antes difícil de ser estimado.

- A abordagem do planejamento da capacidade com carregamento finito é adequada a ambientes produtivos com demanda muito variável.

- Como foi discutido na seção 2.2, os métodos de carregamento infinito possuem três desvantagens principais: não permitirem estimar o impacto de um centro de trabalho nos demais, não serem capazes de refletir rapidamente a reação que uma mudança provoca na capacidade disponível e nas datas prometidas e o fato de trabalharem com períodos de planejamento, que não permitem desagregar as ordens e sequenciá-las detalhadamente. Isto já é o suficiente para descartar um método de carregamento infinito num ambiente produtivo como o da Oficina Central da U&M Mineração e Construção S/A. O carregamento finito permite que um cada centro de trabalho seja programado em função dos anteriores, que cada alteração realizada em uma tarefa reflita nas capacidades e tempos de reforma de toda a cadeia de processos e trabalha desagregadamente, ordem a ordem, escolhendo a melhor sequência de trabalhos possível, obedecendo à regra selecionada. Portanto, a abordagem de carregamento

finito é a mais adequada para ambientes produtivos com grande variabilidade como o da oficina.

4.2 DISCUSSÃO DOS OBJETIVOS

- Mostrar a importância do planejamento e controle da produção aplicado ao ambiente da manutenção.

- Como se pôde perceber a oficina não possuía ferramentas para o apoio à gestão. A implantação da técnica de planejamento e controle, bem como as demais resultantes desta, auxiliam a tomada de decisão, diminuindo muito o esforço que se tinha anteriormente para definir quais os trabalhos seriam executados e facilitando o controle dos componentes em processo de reforma. Pode-se concluir, através do exemplo estudado que o planejamento e controle da produção é importante no ambiente de manutenção.

- Estudar a programação em capacidade finita como uma ferramenta para gestão das manutenções.

- A programação em capacidade finita é um tema que requer maiores aprofundamentos, afinal a literatura disponível hoje é pouca e de difícil acesso e pode-se perceber que a técnica é muito adequada a determinadas situações. Não foi encontrada na pesquisa literária realizada, uma publicação sequer que relacionasse a programação em capacidade finita à área da gestão das manutenções, o que aumenta a relevância deste trabalho. Entretanto, o estudo isolado do planejamento e controle da produção e da gestão das manutenções foi bem representado com o estudo de caso desenvolvido. Pode-se concluir que o objetivo foi atingido.

- Desenvolver um estudo de caso sobre a programação em capacidade finita aplicada à manutenção.

- O estudo de caso apresentado, apesar da inexistência de dados anteriores que permitiriam medir o impacto quantitativo, foi capaz de ilustrar em inúmeros aspectos a importância da programação em capacidade finita.

4.3 SUGESTÕES DE MELHORIA

- Tempos padrões:

- Os tempos padrões de cada processo foram estipulados levando em conta o julgamento dos operadores e a aprovação do supervisor da oficina. Mesmo que para muitas reformas seja possível notar aderência aos tempos, com a criação de um histórico de reformas os tempos padrões devem ser refinados. Percebe-se que, principalmente para suprimentos, os tempos definidos foram superdimensionados. Este superdimensionamento impacta fortemente todo o sistema, que opera com folga excessiva e mascara tempos ruins que podem estar ocorrendo sem serem percebidos. Outro ponto a ser considerado no refinamento dos tempos é a discriminação dos tempos limites de suprimento por tipo de componente. Um motor diesel, por exemplo, pela grande complexidade e quantidade de peças a serem adquiridas e recondicionadas não deveria ter o mesmo tempo padrão de suprimento que um redutor de giro.

- Unidade de tempo:

- Outra limitação do modelo passível de um esforço de melhoria é a unidade de tempo utilizada. A priori, a unidade adotada foi em dias, pela maior facilidade de planejamento e de controle. Com a instalação dos controles biométricos, aparelhos para registro da quantidade de homem-hora trabalhada, o controle passa a ser feito em horas e, desta forma, é possível adaptar o sistema para planejar em horas. Para isto, o primeiro passo é definir os tempos padrões em horas, com base no histórico do controle biométrico.

- Programação das reformas de equipamentos:

- O processo de reforma de equipamentos, em sua maior parte, é paralelo ao processo de reforma de componentes. Entretanto, alguns centros de trabalho (lavador, por exemplo) são compartilhados pelos dois, comprometendo o planejamento feito pelo sistema de programação de reforma de componentes. Além disto, o processo de reforma de equipamentos, apesar de mais simples, requer um melhor monitoramento.

- Melhorias de processo:

- Por controlar os tempos de cada processo, o sistema implantado permite que sejam identificados os recursos produtivos mais lentos e que requerem maior atenção e investimentos para melhoria. Desta forma, a oficina pode trabalhar continuamente a qualidade de suas reformas, seja pela redução de seus lead-times, maior segurança para prometer prazos, diminuição dos índices de retrabalho e redução dos custos de reforma.

5 CONCLUSÕES

O estudo realizado permite concluir que o planejamento e controle da manutenção é extremamente relevante no apoio à gestão da manutenção. Através de uma aplicação de grande simplicidade puderam ser percebidos inúmeros benefícios.

A programação em capacidade finita mostrou ser muito adequada a ambientes produtivos com grande variabilidade na demanda e no suprimento, característica comum em oficinas de manutenção de equipamentos.

Conclui-se que alterações no curto prazo do planejamento e controle podem promover melhorias significativas no desempenho geral da gestão.

O trabalho também deixa abertas diversas possibilidades de melhorias futuras.

6 REFERÊNCIAS

CAMPOS JÚNIOR, Estevam Elpídio. **Reestruturação da área de planejamento, programação e controle na gerência de manutenção portuária – CVRD**. Monografia (Graduação), Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual do Maranhão, 2006.

LIDELL, Mike. O Pequeno Livro Azul da Programação da Produção. edição brasileira estudos de caso de aplicação de APS no Brasil Tecmaran Consultoria e Planejamento ; prefácio da edição brasileira Rafael Abreu. 2. Ed. Vitória: TECMARAN CONSULTORIA E TREINAMENTO, 2009.

LUSTOSA, L. J. (Org.) ; MESQUITA, M.A. (Org.) ; QUELHAS, O.L.G. (Org.) ; OLIVEIRA, R.J. (Org.) . Planejamento e controle da produção. 1. ed. Rio de Janeiro: CAMPUS/ELSEVIER, 2008. v. 1. 369 p.

REIS, Zaida Cristiane dos; DENARDIN, Carina Desconzi; MILAN, Gabriel Sperandio. A Implantação de um Planejamento e Controle: Um Estudo de Caso Desenvolvido em uma Empresa do Ramo Alimentício. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 6., 2010, Niterói. Anais... Niterói: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2010.

SILVA, E. L.; MENEZES, E.M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. 2001. 121 f. Dissertação (Pós-Graduação), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. Tradução Maria Teresa Corrêa de Oliveira, Fábio Alher. 2. ed. São Paulo: ATLAS, 2002.

SOUZA, José Barrozo de. Alinhamento das estratégias do planejamento e controle da manutenção (PCM) com as finalidades e funções do planejamento e controle da produção (PCP): uma abordagem analítica. Dissertação (Mestrado), Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2008.

VELOSO, Norvil. Gerenciamento e Manutenção de Equipamentos Móveis. São Paulo: SOBRATEMA, 2009.

BERRY, William L.; JACOBS, F. Robert; VOLLMANN, Thomas E.; WHYBARK, D. Clay. Sistema de planejamento e controle da produção para o gerenciamento da cadeia de suprimentos. 5ª edição. Porto Alegre: BOOKMAN, 2006.

U&M Mineração e Construção S/A. Relatório da Gestão 2011. Matias Barbosa: U&M, 2011.

ZATTAR, Izabel Cristina. Metodologia para Implantação de um Sistema de Programação da Produção com Capacidade Finita em Empresas Prestadoras de Serviços. Monografia (Graduação), Curso de Tecnologia em Mecânica. Instituto Superior de Tecnologia – SC, 2003.

ANEXO A – TERMO DE AUTENTICIDADE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ENGENHARIA

Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

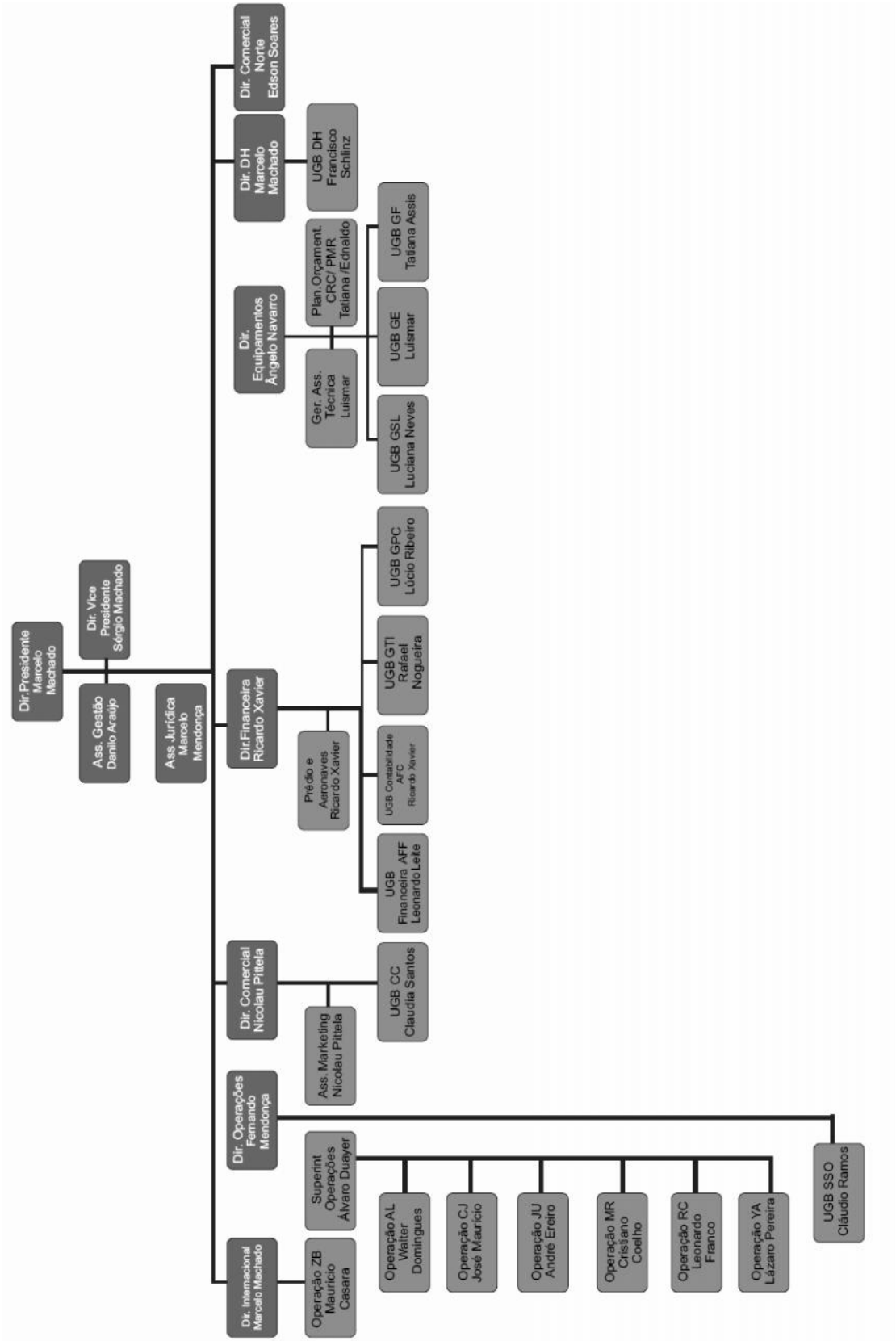
Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.
Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.
Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral[1] e criminais previstas no Código Penal[2], além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20____.

_____	_____
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)	Matrícula
_____	_____
ASSINATURA	CPF

[1] LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.
[2] Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena – detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.

ANEXO B – ORGANOGRAMA U&M MINERAÇÃO E CONSTRUÇÃO S/A



ANEXO C – SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO EM CAPACIDADE FINITA DA OFICINA CENTRAL – U&M MINERAÇÃO E CONSTRUÇÃO S/A

C.1 Aba Consolidado Avaliação

Programação de Reforma de Componentes - CRC (Avaliação)

					Datas Realizadas							
OS	Componente	Aplicação	Prioridade de Reforma	Data de solicitação de reforma	Início da Desmontagem	Término da Desmontagem	Início da Lavagem	Término da Lavagem	Início da Avaliação	Término da Avaliação	Abertura de Requisição	Status
4044002	MD29003	EX-2500		05/07/2011	13/07/2011	22/07/2011	10/08/2011	12/08/2011	10/10/2011	19/10/2011		7-Aguardando Requisição
4052793	MD01011	984	1	29/09/2011	28/09/2011	30/09/2011	03/10/2011	07/10/2011				5-Aguardando Avaliação
4052510	CF36015	EX-2500	2	21/09/2011	22/09/2011	22/09/2011	27/09/2011	27/09/2011				5-Aguardando Avaliação
4050198	TR17011	651	3	11/02/2011	30/05/2011	01/06/2011	15/06/2011	15/06/2011				5-Aguardando Avaliação
4053240	CF01036	777B/C	4	07/10/2011	05/10/2011	07/10/2011	10/10/2011	13/10/2011				5-Aguardando Avaliação
4050211	TR41001	14M	5	05/08/2011	19/08/2011	22/08/2011	25/08/2011	26/08/2011				5-Aguardando Avaliação
4050213	CF32001	PC-400	6	05/08/2011	24/08/2011	25/08/2011	16/09/2011	16/09/2011				5-Aguardando Avaliação
4051285	CF32010	PC-400	7	31/08/2011	09/09/2011	14/09/2011	16/09/2011	16/09/2011				5-Aguardando Avaliação
4050217	MD02023	651B	8	05/08/2011	30/08/2011	01/09/2011	20/09/2011	26/09/2011				5-Aguardando Avaliação
4050219	TR17005	651B	9	05/08/2011	12/09/2011	14/09/2011	27/09/2011	28/09/2011				5-Aguardando Avaliação
4050200	TR17002	651	10	10/05/2011	25/05/2011	29/05/2011	15/06/2011	15/06/2011				5-Aguardando Avaliação
4051286	MD04023	777C	11	31/08/2011	14/09/2011	21/09/2011	13/10/2011					4-Lavador
4053241	TR01055	777B/C	12	07/10/2011	13/10/2011	14/10/2011						3-Aguardando Lavador
4053246	CF01040	777B/C	13	07/10/2011	10/10/2011	11/10/2011						3-Aguardando Lavador
4051655	CF01047	777C	14	06/09/2011	03/10/2011	04/10/2011						3-Aguardando Lavador
4053242	TR01017	777B/C	15	07/10/2011	19/10/2011							2-Desmontagem
4052043	CF01007	777C	16	14/09/2011								1-Aguardando Desmontagem
4053251	RD19006	EX-1200	17	30/09/2011								1-Aguardando Desmontagem
4053252	RD01003	984	18	30/09/2011								1-Aguardando Desmontagem
4053243	DF40003	631E	19	07/10/2011								1-Aguardando Desmontagem
4053244	DF01007	777	20	07/10/2011								1-Aguardando Desmontagem
4053245	MD77009	777F	21	07/10/2011								1-Aguardando Desmontagem
4053248	CV01026	777B/C	22	07/10/2011								1-Aguardando Desmontagem
4053249	MD18004	EX-1200	23	07/10/2011								1-Aguardando Desmontagem
4053250	MD01007	984	24	07/10/2011								1-Aguardando Desmontagem

C.2 Relatório de Programação – Centro de Trabalho Desmontagem

Processo de Desmontagem

Ordem	OS	Componente	Frota	Prioridade de Reforma	Data de solicitação de reforma	Início Realizado	Início Planejado	Prazo padrão de execução (dias úteis)	Prazo de execução (dias corridos)	Conclusão Prevista
1	4053242	TR01017	777B/C	15	07/10/2011	19/10/2011		2	2	25/10/2011
2	4052043	CF01007	777C	16	14/09/2011		25/10/2011	2	2	27/10/2011
3	4053251	RD19006	EX-1200	17	30/09/2011		27/10/2011	1	1	28/10/2011
4	4053252	RD01003	984	18	30/09/2011		28/10/2011	1	3	31/10/2011
5	4053243	DF40003	631E	19	07/10/2011		31/10/2011	1	1	01/11/2011
6	4053244	DF01007	777	20	07/10/2011		01/11/2011	1	1	02/11/2011
7	4053245	MD77009	777F	21	07/10/2011		02/11/2011	3	5	07/11/2011
8	4053248	CV01026	777B/C	22	07/10/2011		07/11/2011	1	1	08/11/2011
9	4053249	MD18004	EX-1200	23	07/10/2011		08/11/2011	2	2	10/11/2011
10	4053250	MD01007	984	24	07/10/2011		10/11/2011	2	4	14/11/2011

C.3 Relatório de Programação – Centro de Trabalho Lavagem

Processo de Lavagem

Ordem	OS	Componente	Frota	Prioridade de Reforma	Disponível desde (planejado)	Disponível desde (realizado)	Início Realizado	Início Planejado	Prazo padrão de execução (dias úteis)	Prazo de execução (dias corridos)	Conclusão Prevista
1	4051286	MD04023	777C	11		21/09/2011	13/10/2011		7	11	25/10/2011
2	4053241	TR01055	777B/C	12		14/10/2011		25/10/2011	3	3	28/10/2011
3	4053246	CF01040	777B/C	13		11/10/2011		28/10/2011	2	4	01/11/2011
4	4051655	CF01047	777C	14		04/10/2011		01/11/2011	2	2	03/11/2011
5	4053242	TR01017	777B/C	15	25/10/2011			03/11/2011	3	5	08/11/2011
6	4052043	CF01007	777C	16	27/10/2011			08/11/2011	2	2	10/11/2011
7	4053251	RD19006	EX-1200	17	28/10/2011			10/11/2011	1	1	11/11/2011
8	4053252	RD01003	984	18	31/10/2011			11/11/2011	1	3	14/11/2011
9	4053243	DF40003	631E	19	01/11/2011			14/11/2011	1	1	15/11/2011
10	4053244	DF01007	777	20	02/11/2011			15/11/2011	1	1	16/11/2011
11	4053245	MD77009	777F	21	07/11/2011			16/11/2011	7	9	25/11/2011
12	4053248	CV01026	777B/C	22	08/11/2011			25/11/2011	1	3	28/11/2011
13	4053249	MD18004	EX-1200	23	10/11/2011			28/11/2011	5	7	05/12/2011
14	4053250	MD01007	984	24	14/11/2011			05/12/2011	5	7	12/12/2011

C.4 Relatório de Programação – Centro de Trabalho Avaliação

Processo de Avaliação

Ordem	OS	Componente	Frota	Prioridade de Reforma	Disponível desde (planejado)	Disponível desde (realizado)	Início Realizado	Início Planejado	Prazo padrão de execução (dias úteis)	Prazo de execução (dias corridos)	Conclusão Prevista
1	4052793	MD01011	984	1		07/10/2011		07/10/2011	8	12	19/10/2011
2	4052510	CF36015	EX-2500	2		27/09/2011		19/10/2011	3	5	25/10/2011
3	4050198	TR17011	651	3		15/06/2011		19/10/2011	6	8	27/10/2011
4	4053240	CF01036	777B/C	4		13/10/2011		25/10/2011	3	3	28/10/2011
5	4050211	TR41001	14M	5		26/08/2011		27/10/2011	6	8	04/11/2011
6	4050213	CF32001	PC-400	6		16/09/2011		28/10/2011	1	3	31/10/2011
7	4051285	CF32010	PC-400	7		16/09/2011		31/10/2011	1	1	01/11/2011
8	4050217	MD02023	651B	8		26/09/2011		01/11/2011	8	10	11/11/2011
9	4050219	TR17005	651B	9		28/09/2011		04/11/2011	6	10	14/11/2011
10	4050200	TR17002	651	10		15/06/2011		11/11/2011	6	10	21/11/2011
11	4051286	MD04023	777C	11	25/10/2011			14/11/2011	8	10	24/11/2011
12	4053241	TR01055	777B/C	12	28/10/2011			21/11/2011	6	8	29/11/2011
13	4053246	CF01040	777B/C	13	01/11/2011			24/11/2011	3	5	29/11/2011
14	4051655	CF01047	777C	14	03/11/2011			29/11/2011	3	3	02/12/2011
15	4053242	TR01017	777B/C	15	08/11/2011			29/11/2011	6	8	07/12/2011
16	4052043	CF01007	777C	16	10/11/2011			02/12/2011	3	5	07/12/2011
17	4053251	RD19006	EX-1200	17	11/11/2011			07/12/2011	2	2	09/12/2011
18	4053252	RD01003	984	18	14/11/2011			07/12/2011	2	2	09/12/2011
19	4053243	DF40003	631E	19	15/11/2011			09/12/2011	1	3	12/12/2011
20	4053244	DF01007	777	20	16/11/2011			09/12/2011	1	3	12/12/2011
21	4053245	MD77009	777F	21	25/11/2011			12/12/2011	8	10	22/12/2011
22	4053248	CV01026	777B/C	22	28/11/2011			12/12/2011	2	2	14/12/2011
23	4053249	MD18004	EX-1200	23	05/12/2011			14/12/2011	8	12	26/12/2011
24	4053250	MD01007	984	24	12/12/2011			22/12/2011	8	12	03/01/2012

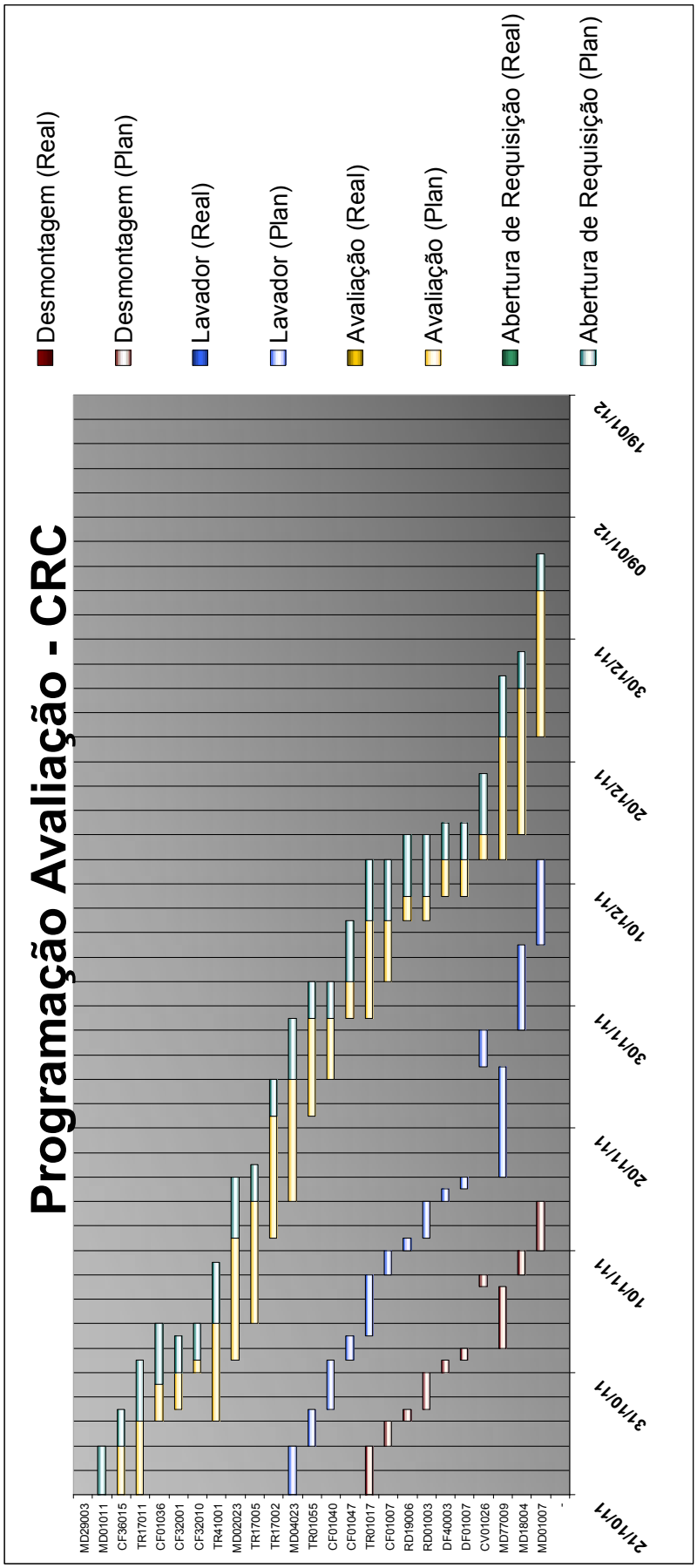
C.5 Aba Consolidado Montagem

U&M MINERAÇÃO E CONSTRUÇÃO S/A

Programação de Reforma de Componentes - CRC (Montagem)

					Planejado		Realizado		
OS	Componente	Aplicação	Data de Abertura da Requisição	Data de chegada da última peça	Previsão de Chegada das peças	Previsão de Entrega	Início da Montagem	Término da Montagem	Status
4050205	TR01007	777B							1-Aguardando suprimentos
4050216	CF01046	777C							1-Aguardando suprimentos
4050214	CF01083	777C							1-Aguardando suprimentos
4044676	MD04035	777C			12/10/2011	28/10/2011			1-Aguardando suprimentos
4050209	CF36012	EX-2500			25/10/2011	27/10/2011			1-Aguardando suprimentos
4050210	CF36014	EX-2500							1-Aguardando suprimentos
4050203	TR40008	631E			18/10/2011	26/10/2011			1-Aguardando suprimentos
4050207	MD40008	631E			17/10/2011	04/11/2011			1-Aguardando suprimentos
4050641	MD01017	984			25/10/2011	14/11/2011			1-Aguardando suprimentos
4052511	RD19004	EX-1200			27/10/2011	04/11/2011			1-Aguardando suprimentos

C.6 Gráfico de Programação da Avaliação



ANEXO D - AUTORIZAÇÃO DA EMPRESA

AUTORIZAÇÃO

Matias Barbosa, 22 de novembro de 2011.

A empresa U&M Mineração e Construção S/A é consciente da realização do trabalho de conclusão do curso de Felipe André Rodrigues Gomes, da Faculdade de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Juiz de Fora, e autoriza a publicação das informações referentes à empresa nele contidas.

Angelo Cerutti Navarro

Diretor de Equipamentos