Paula Froes de Almeida Hopp

# Gestão Integrada do Ciclo de Planejamento de Lavra: Desafios e Impacto na Operação

São Paulo
2013

# Gestão Integrada do Ciclo de Planejamento de Lavra: Desafios e Impacto na Operação

Trabalho de Formatura em Engenharia de Minas do curso de graduação do Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

**São Paulo**
**2013**

# Gestão Integrada do Ciclo de Planejamento de Lavra: Desafios e Impacto na Operação

Trabalho de Formatura em Engenharia de Minas do curso de graduação do Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Giorgio F. C. de Tomi

**São Paulo**
**2013**

TF-2013
H777g
Exmo 2449957

H2013b

DEDALUS - Acervo - EPMI

31700009719

## FICHA CATALOGRÁFICA

Hopp, Paula Froes de Almeida
Gestão integrada do cilo de planejamento de lavra: desafios e impacto na operação / P.F.A. Hopp. -- São Paulo, 2013.
45 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo.

1.Mineração a céu aberto (Planejamento; Gerenciamento) 2.Planejamento, programação e controle da produção 3.Estudo de caso I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo II.t.

## AGRADECIMENTOS

A autora gostaria de agradecer ao Laboratório de Planejamento e Otimização de Lavra (LAPOL) da USP, ao apoio da FAPESP por meio do processo no. 2010/51287-0, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e a todos os funcionários da Vale S/A que contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho.

A autora também gostaria de agradecer à sua família pelo apoio e paciência durante todos os anos de faculdade, e pelo carinho e educação de uma vida inteira. Sem essa educação nenhuma das minhas conquistas seriam possíveis.

# RESUMO

O presente trabalho trata de um problema comum na área de mineração, a falta de integração entre o planejamento de médio e curto prazo e as atividades de operação da mina. Este trabalho mapeia e analisa o processo "Line-up", que é um modelo de controle e gestão de mina, utilizado para aumentar essa integração e avaliar a aderência da operação com o planejamento de curto prazo em minas da Vale S/A. Durante o mapeamento e análise desse processo ficou comprovada que a integração entre o planejamento e a operação da mina é possível e gera resultados positivos. Em vista das melhorias que esse processo traz tanto para as áreas de planejamento quanto para a área de operação, este trabalho traz um modelo futuro do processo "Line-up", além da proposta de algumas melhorias.

**Palavras-Chave:** Mineração a céu aberto; planejamento de curto prazo; gestão de operações; processo Line-up.

## ABSTRACT

The following paper addresses a common problem in the mining industry, the lack of integration between the medium/short-term planning activities and the operation of the mine. This paper analyzes the process "Line-up", which is a management model used to enhance this integration and evaluate the adherence of the mine operation with the short-term planning, in mines of Vale S/A. During the mapping and analysis of this process, it was proven that the integration between planning and operation on a mine site is possible and generates positive results. In view of the improvements that this process brings to both areas, planning as well as operation, this paper brings a future model of the process Line-up and the proposal of some improvements.

**Keywords**: Open pit Mining, short-term planning, operations management, process Line-up.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: O duplo T. Fonte: CEOTTO; DE TOMI; PELLI, 2004. ..... 12
Figura 2: Metodologia de Implantação. Fonte: CEOTTO; DE TOMI; PELLI, 2004... 12
Figura 3: Estrutura do sistema IDEF0. Fonte: CEOTTO; DE TOMI; PELLI, 2004.... 14
Figura 4: Estrutura geral do sistema IDEF0. Fonte: CEOTTO; DE TOMI; PELLI, 2004. ..... 14
Figura 5: Fluxograma do Processo Line-up - Março de 2013 ..... 22
Figura 6: Fluxograma do modelo atual do Processo Line-up ..... 23
Figura 7: Modelo da descrição de cada etapa ..... 24
Figura 8: Descrição do Processo Line-up ..... 24
Figura 9: Descrição da primeira etapa do processo Line-up ..... 25
Figura 10: Descrição da segunda etapa do processo Line-up ..... 26
Figura 11: Descrição da terceira etapa do processo Line-up ..... 26
Figura 12:Descrição da quarta etapa do processo Line-up ..... 27
Figura 13: Programação de retirada para desmonte ..... 27
Figura 14: Mapa da cava Sequeirinho, parte da programação de desmonte ..... 28
Figura 15: Descrição da quinta etapa do processo Line-up ..... 28
Figura 16: Descrição de cada atividade da área de operação ..... 29
Figura 17: Mapa da cava Sequeirinho, parte da programação diária ..... 29
Figura 18: Descrição da sexta etapa do processo Line-up ..... 30
Figura 19: Descrição da sétima etapa do processo Line-up ..... 30
Figura 20: Descrição da oitava etapa do processo Line-up ..... 31
Figura 21: Descrição da nona etapa do processo Line-up ..... 31
Figura 22:Descrição da décima etapa do processo Line-up ..... 32
Figura 23: Descrição da décima primeira etapa do processo Line-up ..... 32
Figura 24: Descrição da décima segunda etapa do processo Line-up ..... 33
Figura 25: Descrição da décima terceira etapa do processo Line-up ..... 33
Figura 26: Descrição da décima quarta etapa do processo Line-up ..... 34
Figura 27: Sistema Line-up atualizado pelo supervisor ..... 34
Figura 28: Descrição da décima quinta etapa do processo Line-up ..... 35
Figura 29: Cálculo da Aderência da área de operação ..... 35
Figura 30: Descrição da décima sexta etapa do processo Line-up ..... 36
Figura 31: Relatório mensal "Resultados Line-up" ..... 36
Figura 32: Interface do sistema do Line-up da Geologia ..... 38
Figura 33: Exemplo do Complemento com foto para a área de infraestrutura ..... 39
Figura 34: Fluxograma do modelo futuro do Processo Line-up ..... 42
Figura 35: Descrição da sétima etapa do modelo futuro do processo Line-up ..... 43
Figura 36: Descrição da décima quinta etapa do modelo futuro do processo Line-up ..... 43

# SUMÁRIO

1. Introdução e Objetivo ..... 8
2. Revisão Bibliográfica ..... 9
2.1. Planejamento de lavra ..... 9
2.2.Gerenciamento integrado da cadeia de valor mineral ..... 10
2.2.1. Conceitos Básicos ..... 10
2.2.2. Metodologia de um sistema de gerenciamento de informação ..... 12
3. Estudo de Caso ..... 15
3.1. Observações durante a visita ..... 15
3.1.1. Visita à unidade de Sossego ..... 15
3.1.2. . Visita à unidade de Salobo ..... 19
3.2. Mapeamento do modelo atual do Processo Line-up ..... 21
3.2.1.Descrição de cada etapa ..... 23
3.3. Propostas de Melhorias ..... 36
3.4.Modelo Futuro do Processo Line-up ..... 41
4. Conclusão ..... 44
5. Referências ..... 45

## 1. Introdução e Objetivo

Um dos grandes desafios da mineração é a integração entre o planejamento de curto prazo e a operação. Essa integração é fundamental para que as metas do planejamento sejam alcançadas.

O planejamento de lavra de uma mina começa com o longo prazo, que estipula metas quinquenais, trienais até anuais. Em seguida vem o planejamento de médio prazo que, seguindo as metas do planejamento anual, cria metas de produção de minério, metas de relação estéril/minério e de teor de minério mês a mês.

Assim, o planejamento de curto prazo utiliza as metas mensais e cria planos semanais. Esses planos são mais detalhados e normalmente apresentam metas mais realistas, que levam em conta disponibilidade e utilização médias dos equipamentos dos últimos meses. Com esse planejamento semanal, as diversas áreas da operação programam suas atividades para atingir as metas do planejamento.

Sendo assim é possível entender a importância da integração da operação com o planejamento de curto prazo. Para as metas de longo prazo serem atingidas, as metas de médio prazo e curto prazo precisam ser atingidas e isso depende em grande parte do desempenho da operação.

Com isso, este trabalho tem como objetivo discutir os desafios e impactos da gestão integrada do ciclo de planejamento de lavra na operação de minas por meio da análise de processos no planejamento de lavra.

O processo do ciclo de planejamento de lavra escolhido para ser analisado nesse trabalho é o processo "Line-up" das minas de Sossego e Salobo da Vale S/A.

O processo "Line-up" tem como objetivo programar as atividades diárias das 4 principais áreas da operação: Perfuração, Operação (carregamento e transporte), Drenagem e Infraestrutura. Essa programação é feita em conjunto pelos engenheiros de curto prazo e pelos coordenadores das áreas de operação. Com isso existe uma melhoria muito grande na aderência entre o planejado e o executado, já que as duas áreas produzem a programação em conjunto.

Para discutir os desafios e impactos da gestão integrada no processo "Line-up", primeiramente foi necessário mapear o modelo atual do processo e a partir desse mapeamento, propor melhorias e criar um modelo futuro. Com o mapeamento desse processo será possível ver as interações desse processo com as diferentes

áreas da mina e os produtos desse processo, tanto a programação diária quanto o cálculo do índice de aderência.

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1. Planejamento de lavra

Segundo Maximiano (2004), planejamento é a ferramenta para administrar as relações com o futuro. É uma aplicação específica do processo de tomar decisões. As decisões que procuram, de alguma forma, influenciar o futuro, ou que serão colocadas em prática no futuro.

Whittle (2004), sugeriu que o planejamento de lavra de uma mina é mais complexo do que o planejamento de atividades em outros setores industriais por causa dos seguintes fatores:

- A relação entre horizontes de tempo (sequenciamento de lavra), ou seja, como uma jazida a ser lavrada representa um recurso a ser consumido, quando se decide em quanto tempo esse recurso será lavrado as opções de como operar a lavra ficam limitadas.

- A mistura de materiais de diferentes teores, ou seja, materias de diferentes teores muitas vezes não podem ser separados e são tratados em conjunto no planejamento. Isso dificulta o planejamento pela grande quantidade de variações possíveis.

- Pilhas de estocagem de material. Adicionam uma variável a mais durante o planejamento da lavra, adiciona um flexibilidade maior mas vem atrelada a um custo aumentando assim as combinações e as permutações possíveis no planejamento.

- Variações e Incertezas. A natureza dita como os teores e as propriedades físicas estão distribuídas ao longo do corpo mineralizado. Esta incerteza dificulta a categorização, descrição e previsão do comportamento do corpo a ser lavrado.

O planejamento de lavra, portanto, tem que lidar com todas essas complexidades extras. Para isso, Steffen (2005) propõe que o processo de planejamento de lavra siga 3 horizontes:

- **Planejamento da vida da mina.** É o primeiro passo do planejamento de lavra e segue os seguintes objetivos: definir as reservas lavráveis segundo parâmetros econômicos pré definidos; definir a capacidade de produção para a vida

da mina; definir os requisitos de infraestrutura; determinar os custos de capital fixo e fornecer informações para a tomada de decisão estratégica.

- **Planejamento de longo prazo.** Deve elaborar a estratégia de lavra e operação visando, maximizar o retorno financeiro e a vida útil da mina e minimizar o risco envolvido.

- **Planejamento de curto prazo.** É restringido pelo planejamento de longo prazo e visa traduzir os objetivos anuais em planos mensais, semanais e até diários. Tem como principal objetivo o controle do material lavrado, o controle de custos, a utilização dos equipamentos e produtividade operacional.

Segundo Farias (2003), após a finalização do planejamento de longo prazo, pode-se dividir a etapa seguinte em planejamento de médio prazo, planos mensais e planejamento de curto prazo, planos semanais e diários.

O planejamento de médio e curto prazo geralmente segue os seguintes procedimentos:

- Identificar e separar os blocos do longo prazo que vão ser utilizados no planejamento de médio prazo.
- Definição da produção desejada e das variáveis de controle
- Definição dos parâmetros operacionais
- Utilização de planilhas ou programas de computador com análise de modelo de blocos
- Importação dos dados para o gerenciamento de informações

## 2.2.Gerenciamento integrado da cadeia de valor mineral

### 2.2.1. Conceitos Básicos

Sistema de informação pode ser definido como um conjunto de componentes inter-relacionados que coleta (ou recupera), processa, armazena e distribui informação para dar suporte à tomada de decisão e ao controle da organização. Além de apoiar, coordenar e controlar a tomada de decisão, os sistemas de informação também podem ajudar os gerentes e trabalhadores a analisar problemas, visualizar assuntos complexos e criar novos produtos (LAUDON: LAUDON, 1999).

Em um sistema de informação, a entrada captura ou coleta dados brutos de dentro da organização ou de seu ambiente externo, o processamento converte essa

entrada de dados brutos em informações, a saída transfere a informação processada às pessoas ou atividade onde ela será usada e a avaliação (feedback) é a saída devolvida aos membros apropriados da organização, para ajudá-los na avaliação ou na correção da fase de saída (LAUDON; LAUDON, 1999).

Pela estruturação de um sistema de informação é possível criar um Sistema de Gerenciamento da Produção, que é um sistema para apoio a tomada de decisões táticas e operacionais, para que sejam atingidos os objetivos estratégicos da organização. Este pode ser composto por uma suíte de módulos em ambientes de rede, o que permite a instalação de uma arquitetura totalmente distribuída, definindo regras de negócio na busca de soluções referentes à relação entre cliente e servidor. A versão brasileira de um sistema como este deve estar totalmente adaptada à legislação contábil e fiscal deste país, possibilitando a rápida atualização em casos de alteração. As principais etapas na exploração e na produção de bens minerais podem ser dividas em três componentes, descritos a seguir (LAUDON; LAUDON, 1999).

- Sequencia de atividades de exploração e produção – pesquisa, extração, transporte, estocagem, transformação, venda e logística de entrega. Essas são as atividades que geram lucros para as empresas. Aqui se aplicam os sistemas de rastreamento de informações.

- Contribuição intelectual deste processo – representa pelas tomadas de decisões a respeito das diversas etapas sequenciais de produção. Aqui são aplicados os sistemas informatizados de planejamento.

- Inter-relações supervisionadas por sistemas de gestão, do tipo *Enterprise Resources Planning* (ERP), que se referem a atividades mais comuns a todas as indústrias, e que não fazem parte diretamente do conjunto do primeiro item. Como exemplos pode-se citar as atividades de manutenção e de recursos humanos.

Os dois primeiros componentes formam o que se pode chamar de "Cadeia de Valor Mineral" (CVM). Esta divisão dos setores estudados nestes três componentes é fundamental para a estruturação deste trabalho, pois a necessária organização de dados e informações partirá desta classificação. Isto está representado pelo diagrama da Figura 1, chamado de "Duplo T" e que foi desenvolvido pelo projeto ERP-CVM (modificado de AZEVEDO, 2007).

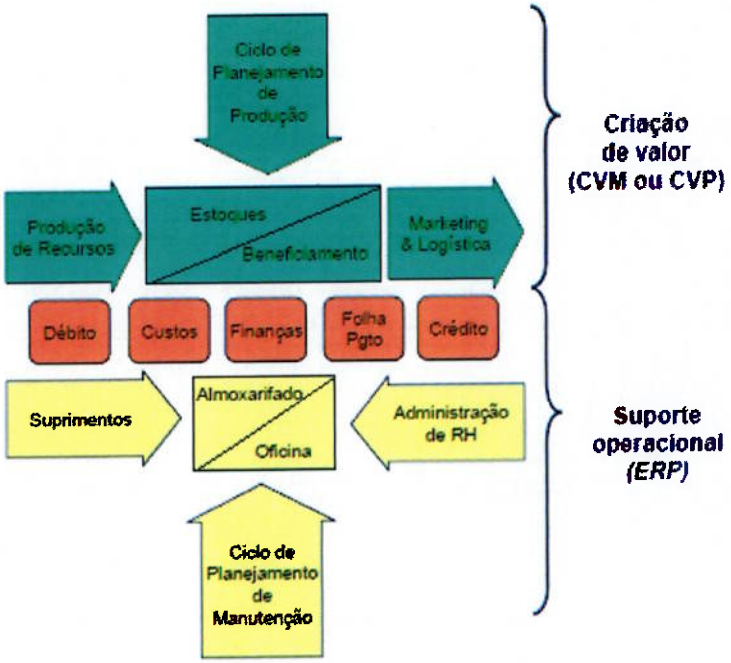


Figura 1: O duplo T. Fonte: CEOTTO; DE TOMI; PELLI, 2004.

2.2.2. Metodologia de um sistema de gerenciamento de informação

Uma boa metodologia não pode apenas contemplar a apresentação do produto final, por exemplo uma melhoria a ser implementada, deve também incluir a sequencia necessária para que esse produto seja alcançado. De forma simples e intuitiva, podemos caracterizar a sequencia dessa metodologia segundo a Figura 2 (CEOTTO; DE TOMI; PELLI, 2004).

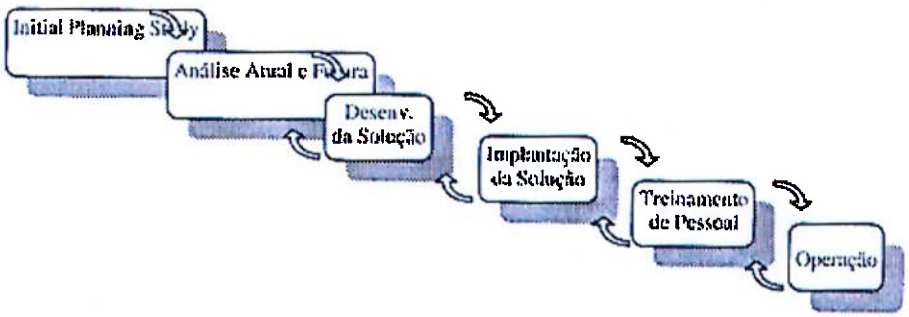


Figura 2: Metodologia de Implantação. Fonte: CEOTTO; DE TOMI; PELLI, 2004.

As fases dessa metodologia proposta por Pelli; Ceotto; de Tomi, 2004 são:

- Fase 0 – Initial Planning Study
- Fase 1 – Análise Atual e Futura
- Fase 2 – Desenvolvimento da solução
- Fase 3 – Implantação da Solução
- Fase 4 – Treinamento
- Fase 5 – Operação

Analisando a Fase 1 – Análise Atual e Futura, observa-se que o processo começa com a construção do modelo atual da estrutura existente, esse modelo será formado por um diagrama de blocos. Esse modelo atual revela possíveis pontos de melhorias e áreas de oportunidade. Utilizando o modelo teórico ERP-CVM é possível definir o modelo futuro da mesma estrutura.

Para construir o correto fluxo de informações para o setor mineral existe a necessidade de mapear todas as atividades envolvidas no processo mineral, e para isso será utilizada o método IDEF0.

O *Integration Definition Method* 0 (IDEF0) é um método de mapeamento de informações e de processo usado quando se precisa de um alto nível de organização no fluxo de informações de um sistema (KNOWLEDGE BASED SYSTEMS, 2006). Este modelo é a forma gráfica de apresentar um conjunto de atividades que estão interligadas e fazem parte do ciclo de planejamento. Essa representação visa apresentar de maneira sucinta e clara quais as entradas, saídas, controles e mecanismos utilizados em cada atividade e como elas se interligam.

Essa representação gráfica foi descrita por CEOTTO; DE TOMI; PELLI, 2004. A caixa representa a atividade (" Activity") a ser desenvolvida; a seta da esquerda representa a entrada ou alimentação ("Input") para a atividade;a seta da direita representa a saída ou produto ("Output") da atividade; a seta de baixo representa o mecanismo ("Mechanism") que realizará a atividade em questão; e a seta de cima representa o controle ("Control") necessário para a atividade a ser desenvolvida, (figura 3).

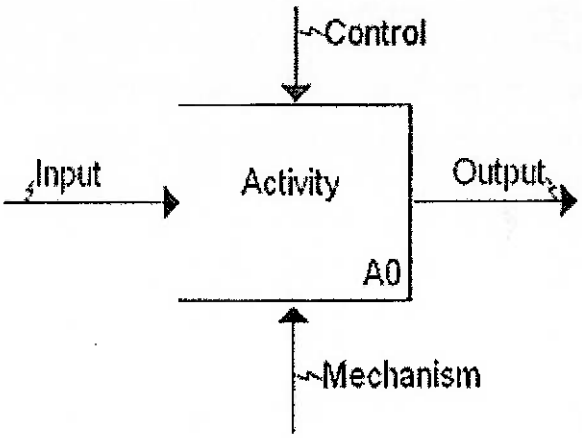


**Figura 3: Estrutura do sistema IDEF0. Fonte: CEOTTO; DE TOMI; PELLI, 2004.**

Após cada atividade ser mapeada, elas são agrupadas em uma série hierárquica, sendo assim cada atividade pode ser detalhada e ao mesmo tempo é possível observar aonde aquela atividade esta dentro de um processo mais abrangente. Para criar um modelo final é necessário começar pela atividade mais abrangente e a partir dessa atividade detalhar as atividades que fazem parte da primeira. A figura 4 mostra a hierarquia dos diagramas, saindo da forma mais geral para a mais detalhada.

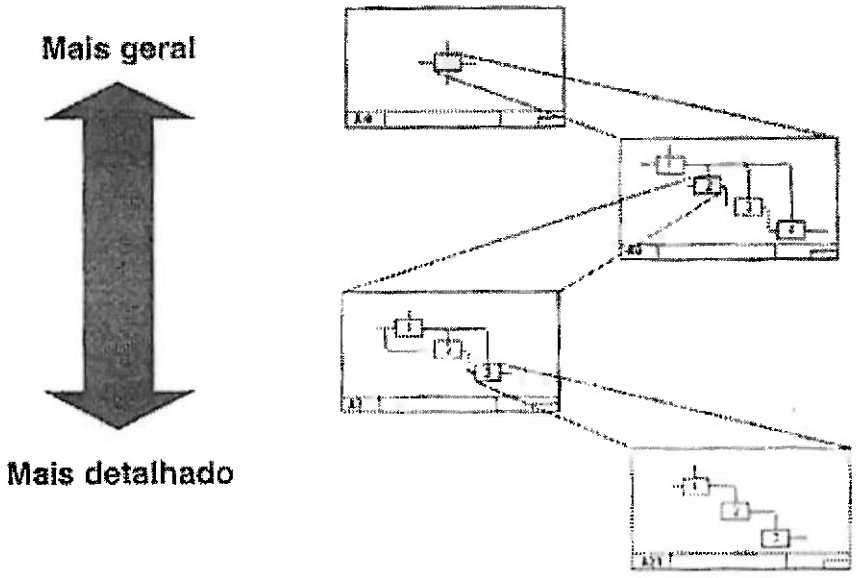


**Figura 4: Estrutura geral do sistema IDEF0. Fonte: CEOTTO; DE TOMI; PELLI, 2004.**

Para carregar o software de gerenciamento de informações é necessário converter os modelos gráficos descritos acima em estrutura de banco de dados. Esse sistema pode receber informações de produção de diversos softwares e essas informações podem ser interligadas, sendo assim o modelo IDEF0 ajuda a verificar como essas informações se conectam.

## 3. Estudo de Caso

Para a realização do mapeamento do modelo atual e para a proposta de um modelo futuro do Processo Line-up foi realizada uma visita as minas de Sossego e Salobo da Vale, que ocorreram no período entre 10 a 26 de julho de 2013.

Durante essa visita foram realizadas as seguintes etapas:

- Observações durante a visita
- Mapeamento do modelo atual do Processo Line-up
- Propostas de melhorias
-Proposta do modelo futuro do Processo Line-up

### 3.1. Observações durante a visita

3.1.1. Visita à unidade de Sossego

Durante a visita à mina de Sossego, o dia a dia do atual responsável pelo Line-up foi observado, assim como a participação em reuniões das áreas que apresentam uma interface com esse processo. Essas observações foram:

**- Reunião de apresentação da mina.**

Durante esta reunião o engenheiro de longo prazo apresentou de forma geral a operação da mina do Sossego. Mostrou as diferentes fases sendo lavradas atualmente tanto da cava do Sossego como da cava do Sequeirinho, os equipamentos utilizados como perfuratrizes e equipamentos de carregamento e transporte (elétricos e a diesel), a produção anual de ROM e a alimentação anual da planta, e dimensões gerais de operação das cavas como dimensões de rampa, bancada e berma. Além dessas informações gerais apresentou o CIG, centro de informações gerenciais, onde foi possível observar as informações que já estão disponíveis sobre o andamento das operações como índices de desempenho e disponibilidade dos equipamentos.

-**Reunião do Bom dia.** Participantes: Responsável pelo Line-up, Responsável do Planejamento Semanal, Analista Operacional Sênior, Representante da Geologia, Representante da Geotecnia, Representante da Área de Operação, Representante da Área de Infraestrutura, Representante da Área de Perfuração, Representante da Área de Drenagem, Representante da Área de Detonação, Responsável do Redel (Redes e Linhas).

Essa reunião tem como objetivo informar todos os participantes das atividades realizadas no dia anterior. Durante essa reunião ocorrem discussões sobre segurança, condições perigosas na mina, diferença entre as atividades programadas e realizadas e os motivos para essa ocorrência, status dos equipamentos e a programação da manutenção além de discussões de atividades que ficaram pendentes e tem que ser programadas novamente.

**Pauta**

Segurança

Planilha diária de produção (vem de um sistema da geologia)

Cumprimento da PDA:

- Infraestrutura;
- Drenagem;
- Operação: Disponibilidade e utilização dos equipamentos e um resumo das informações dos turnos;
- Perfuração;

Manutenção

Outros: Geotecnia, Redes e linhas, etc.

**- 2ª Rodada de Mina**. Participantes: Responsável pelo Line-up, Responsável do planejamento semanal, coordenadores e supervisores de cada área que estiverem no campo.

Essa rodada de mina tem como objetivo verificar as informações passadas durante a reunião do Bom Dia e usando como base o plano semanal observar quais as atividades serão programadas na programação diária (PD). Durante a rodada são observadas as frentes de lavra, quantidade de material disponível para carregamento, blocos disponíveis para perfuração, posicionamento dos equipamentos e quais atividades de infraestrutura e drenagem estão pendentes.

**- Reunião de desmonte.** Participantes: Responsável pelo Line-up, coordenadores e supervisores de cada área que estiverem no campo, além de um representante da equipe de Redes e Linhas.

Essa reunião ocorre normalmente durante a 2ª Rodada de Mina em um dos mirantes. Essa reunião tem como objetivo alinhar os horários para a movimentação dos equipamentos para um desmonte e o local aonde eles deverão ficar durante o mesmo.

**- 2ª Reunião do Line-up**. Participantes: Responsável pelo Line-up, Coordenador da Área de Operação, Coordenador da Área de Infraestrutura, Coordenador da Área de Perfuração, Coordenador da Área de Drenagem, ou alguém responsável por essas áreas.

Essa reunião tem como objetivo determinar todas as atividades que serão incluídas na programação diária das áreas de operação, perfuração, infraestrutura e drenagem. Todas as atividades são incluídas no sistema Line-up que está incorporado no CIG, são incluídas as toneladas e os números de furos programados em cada atividade e as prioridades e pesos delas. Os pesos somam 100 para poder haver uma ponderação no cálculo da aderência. Além disso, as atividades são replicadas para os 3 turnos e ajustadas de acordo com a necessidade. Após finalizar as atividades, o responsável pelo Line-up faz um mapa mostrando a localização dos equipamentos de carga e perfuração para o próximo dia, e as principais atividades da infraestrutura. Esse mapa assim como a programação diária é enviado por email até às 15 horas.

Na sexta-feira, o responsável pelo Line-up faz a programação diária para os próximos 3 dias, até às 15 horas de segunda feira.

- **Line-up da Geologia.** Essa etapa é feita por um representante da geologia.

O Line-up da Geologia esta integrado com o CIG e tem como objetivo programar qual o material será alimentado no britador. No sistema é possível escolher a alimentação dos depósitos de minério ou a alimentação a partir dos polígonos de perfuração. Escolhendo a massa que será alimentada o sistema calcula o teor total daquele dia ponderado pelas massas. Esse sistema está interligado com um banco de dados no CIG que mostra para cada polígono de perfuração qual a massa e teor restantes na mina, ou seja, cada polígono é adicionado no banco de dados com as informações de massa e teor iniciais, e a cada acesso esse banco de dados atualiza com as informações do despacho e subtrai as massas já lavradas, sendo assim o sistema tem a massa disponível naquele polígono.

Existe também um espaço para o Line-up da equipe de Amostragem onde as atividades de coleta de amostras, de lavagem de caixas e outras são programadas.

**- Programação de desmonte.**

Essa programação é feita pelo responsável do Line-up para formalizar a discussão que ocorreu na reunião de desmonte em campo.

A programação tem os horários de saída, horário de retorno, tempo de duração da locomoção e observações para cada equipamento. Além disso, também tem um mapa com os locais em que os equipamentos tem que estar durante o desmonte.

**- Avaliação da Aderência.**

Essa avaliação acontece após o fim dos 3 turnos do dia. Após cada turno o supervisor de cada área entra no sistema do Line-up no CIG e coloca as informações de cada atividade que havia sido programada. O supervisor informa o status da atividade (realizada ou não realizada), no caso da operação e perfuração informa o número de furos e as toneladas realizadas e os comentários para aquela atividade.

Após o supervisor do último turno colocar as informações no sistema, o responsável pelo Line-up irá verificar os status e comentários de cada atividade e adicionar no sistema a informação sobre a aderência do realizado com o planejado (aderente ou não aderente) e os comentários no caso de não aderência.

Essa etapa é feita de maneira rápida já que durante o dia a maioria das atividades já foram verificadas em campo ou durante as reuniões.

- **Reunião de serviço para o plano semanal.** Participantes: Responsável pelo Planejamento semanal, Responsáveis pelas áreas de infraestrutura, redes e linha, planejamento e geotecnia.

Essa reunião tem como objetivo alinhar os serviços que deverão ser realizados na próxima semana. Essa reunião acontece na terça feira de cada semana. Durante a reunião ficam decididos os serviços de saneamento, redes e linhas, drenagem e de infraestrutura que serão executadas na semana. Esses serviços são classificados por cores que determinam se o serviço começa e termina na semana, se o serviço começa na semana mas não termina e se o serviço já vem de outra semana e termina nessa.

**- Reunião de apresentação do plano semanal.**

Essa reunião ocorre toda quarta feira e tem como objetivo apresentar o plano semanal que começa na quinta feria de cada semana. Essa reunião apresenta:

Aderência do plano da semana anterior:
-Movimentação
-Disponibilidade dos equipamentos
-Manutenção
-Desmonte
-Alimentação

Plano semanal:
-Plantonista
-Serviços programados
-Paradas programadas dos equipamentos

-Massa desmontada programada
-Detonação programada
-Movimentação programada
-Depósitos de estéril programados para receber material
- Atividades complementares

3.1.2. . Visita à unidade de Salobo

Durante a visita a mina de Salobo o dia a dia do atual responsável pelo Line-up foi observado, em especial as diferenças entre o processo de Line-up no Sossego e no Salobo . Essas observações foram:

**- Reunião do Bom dia**

Essa reunião é basicamente a mesma que ocorre em Sossego, visando informar a todos as atividades realizadas no dia anterior e as atividades pendentes.

**-Rodada na mina e Reunião no mirante**

Após a reunião do Bom dia, o responsável pelo Line-up faz uma visita à mina para avaliar as informações passadas durante a reunião da manhã e para observar as atividades que deverão ser programadas na PD. Após essa visita à mina ele se encontra como os programadores (equivalentes aos coordenadores no processo Line-up da mina de Sossego) de cada área para definir a programação diária. Todas as atividades são anotadas pelo responsável pelo Line-up.

**-Redigir a programação diária**

Após a reunião no mirante e a confirmação com os programadores das atividades para a próxima PD, o responsável pelo Line-up escreve todas as atividades acordadas na reunião do mirante para todas as áreas, os programadores não precisam estar presentes nesse momento eles só são consultados se houver alguma dúvida sobre as atividades ou alguma atividade nova que será programada.
Em Salobo a programação é feita para 24 horas e não apresenta massas ou número de furo nem pesos diferentes, cada atividade conta como uma atividade e essas atividades só apresentam prioridades diferentes. O mesmo Excel de atividades é colocado no sistema para os 3 turnos do dia, ficando disponíveis para os supervisores e para os técnicos de Line-up no turno, cargo que não existe na mina de Sossego.

A programação diária é feita para as áreas de Drenagem, Perfuração, Operação, Infraestrutura e Topografia. Alem da programação diária o responsável pelo Line-up faz um complemento com fotos e indicações para as áreas de infraestrutura (complemento feito diariamente) e para a área de Operação (complemento feito semanalmente).

**-Cálculo da Aderência**

Após o fim de cada turno o supervisor de cada área entra no sistema do Line-up e adiciona seus comentários para cada atividade programada, além dos comentários ele escolhe entre duas opções, atividade realizada ou não realizada. Após considerar os comentários do supervisor e suas observações durante o turno o técnico de turno do Line-up adiciona seus comentários no sistema e escolhe entre três opções, não aderente, não conforme e aderente.

Após o fim dos três turnos e das considerações dos supervisores e dos técnicos do Line-up o responsável do Line-up adiciona seus comentários e por sua vez também escolhe entre as três opções para cada atividade: aderente, não aderente e não conforme.

Aderente – atividade que foi concluída
Não aderente – atividade não começada ou feita fora da prioridade
Não conforme – atividade feita, mas de maneira incorreta

O cálculo da aderência de cada área é calculado levando em consideração as atividades não aderentes, as atividades não conformes e as atividades na qual o supervisor não adicionou o status. As atividades não realizadas não entram no cálculo da aderência. As atividades não conformes são consideradas 2 vezes tendo assim o dobro do peso no cálculo.

Os relatórios disponíveis no sistema do Line-up em Salobo podem calcular a aderência de cada área e também calcular a aderência dos técnicos de Line-up, verificando se houve alguma diferença entre o que foi considerado aderente pelos técnicos e pelo responsável pelo Line-up.

**-Programação de Desmonte**

A programação de desmonte é feita da mesma maneira em Salobo e em Sossego, primeiramente fazem um reunião no mirante para decidir o horário de saída e o local em que cada máquina deve ficar durante o desmonte. Após a reunião, essas informações são redigidas em um arquivo Excel e enviadas para os representantes das áreas.

**- Despacho**

O despacho em Salobo recebe a programação diária impressa da equipe do Line-up e observa se os equipamentos estão de acordo durante com ela. Em comparação com a mina de Sossego, a mina de Salobo não limita os caminhões de uma máquina de carregamento se esta estiver atuando fora da programação diária.

**-Técnico de turno do Line-up**

O responsável pelo Line-up tem uma pessoa para auxiliá-lo no turno administrativo, cuidando das atividades de escritório, analisando as aderências, fazendo programações de desmonte.

O técnico de turno do Line-up funciona como um fiscal, ele pode auxiliar os supervisores em duvidas sobre a programação diária ou sobre como uma determinada atividade deve ser realizada mas não tem autoridade para mudar a PD. Como a mina se encontra numa etapa de desenvolvimento e possui grande número de atividades e equipamentos de infraestrutura, o técnico fica mais voltado em fiscalizar essa atividade. Recentemente o técnico de turno do Line-up não fiscaliza mais as atividades de Operação, essa será somente fiscalizada pelo responsável pelo Line-up.

**-Topografia**

Na mina de Salobo o processo de Line-up programa também as atividades de topografia, além das atividades de operação, perfuração, drenagem e infraestrutura.

## 3.2. Mapeamento do modelo atual do Processo Line-up

Após as observações feitas no período da visita e de reuniões com os engenheiros da unidade de Sossego para validar o processo, o fluxograma do processo Line-up na mina de Sossego foi atualizado.

O processo Line-up já havia sido mapeado previamente por pesquisadores do Laboratório de Planejamento e Otimização de Lavra (LAPOL) da USP após uma visita realizada em Março de 2013. Utilizando esse primeiro fluxograma, que pode ser observado na Figura 5, e as observações feitas durante a visita em julho de 2013, o fluxograma final do modelo atual do processo Line-up foi finalizado. A Figura 6 mostra esse novo fluxograma.

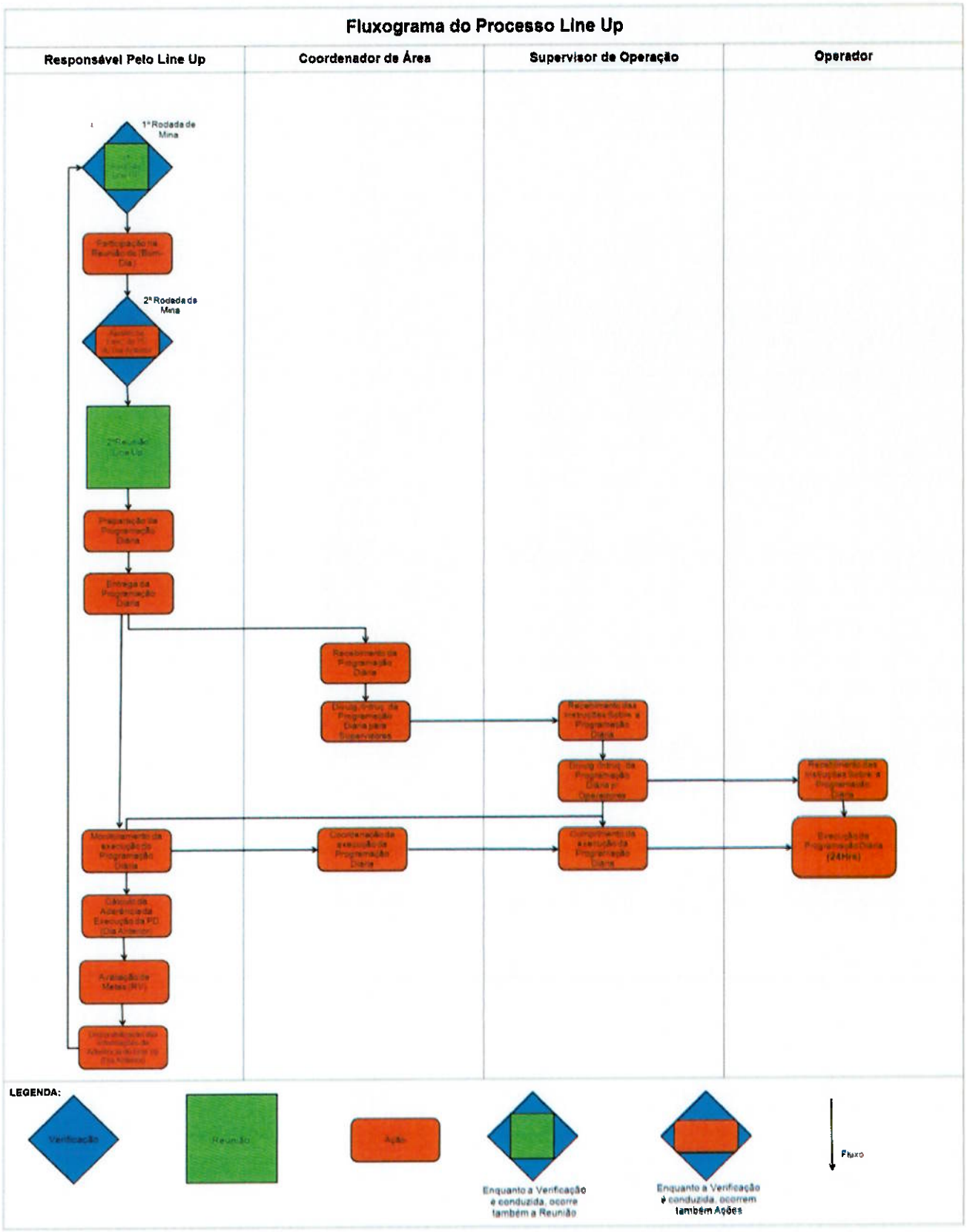


Figura 5: Fluxograma do Processo Line-up - Março de 2013

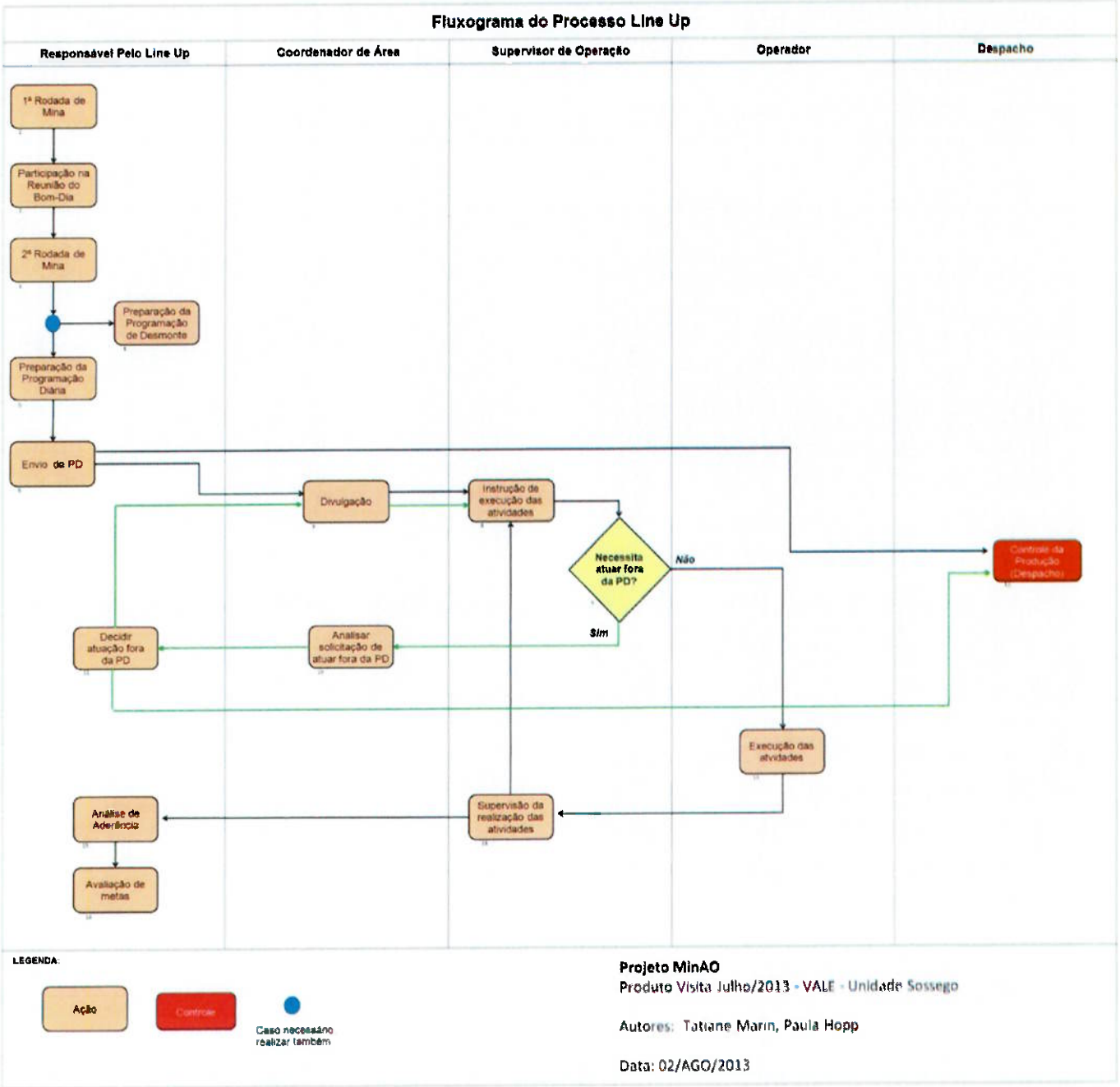


Figura 6: Fluxograma do modelo atual do Processo Line-up

### 3.2.1.Descrição de cada etapa

Além da atualização do fluxograma do processo, cada uma das atividades do mesmo foi detalhada. Esse detalhamento foi feito de acordo com o modelo IDEF0 visto na revisão bibliográfica e mostrado na Figura 7. Este detalhamento tem como objetivo fazer a descrição de cada atividade do fluxograma.

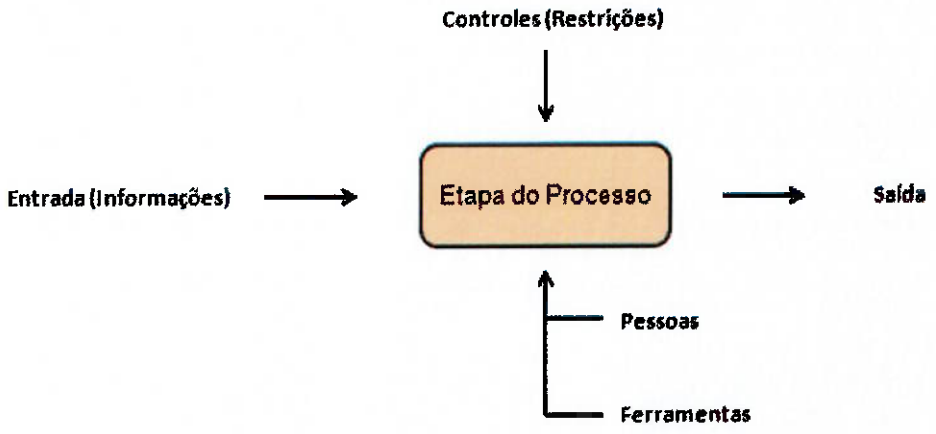


Figura 7: Modelo da descrição de cada etapa

Primeiramente foi feita a descrição do processo Line-up mostrada na figura 8.

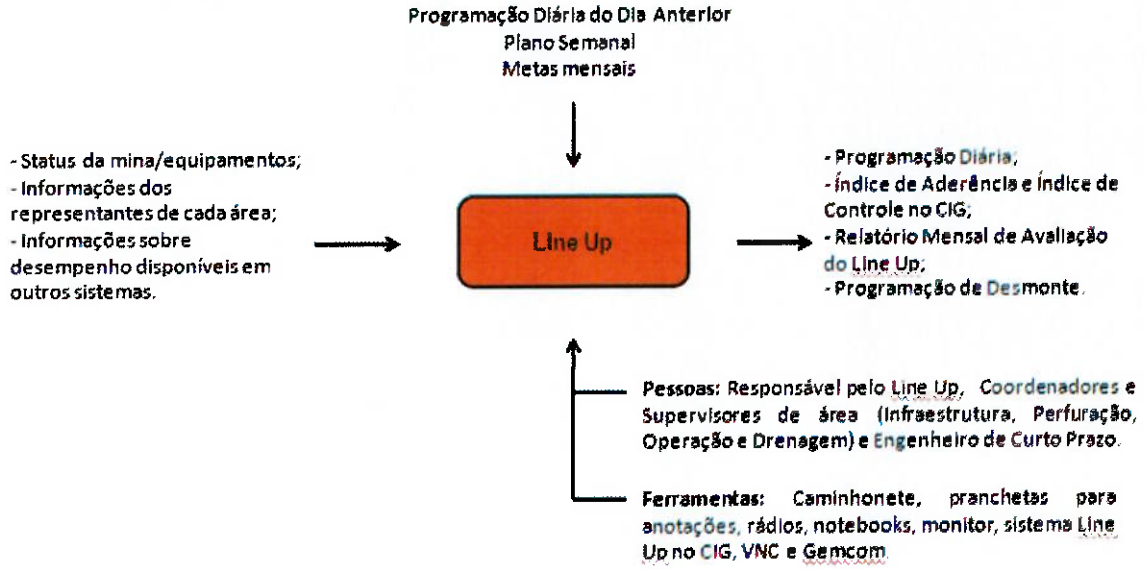


Figura 8: Descrição do Processo Line-up

O processo Line-up tem como objetivo fazer e gerenciar a programação diária (PD) e a programação de desmonte. Sendo assim esse processo ocorre diariamente pelo Responsável pelo Line-up, em conjunto com os coordenadores e supervisores de área (Infraestrutura, Perfuração, Operação e Drenagem) e o engenheiro de curto prazo, que utilizam as informações sobre a situação atual da mina e as informações sobre desempenho dos equipamentos para fazer a programação diária, a programação de desmonte, calcular os índices de aderência e índices de controle de cada área e fazer o relatório mensal de avaliação do processo Line-up.

Após a descrição geral do processo de Line-up e do fluxograma do modelo atual, cada atividade do fluxograma foi descrita individualmente como pode ser observado da figura 9 à figura 31.

A primeira etapa do processo de Line-up é a 1ª Rodada de Mina, figura 9, tem como objetivo verificar de forma geral o status da mina observando quais atividades foram realizadas.

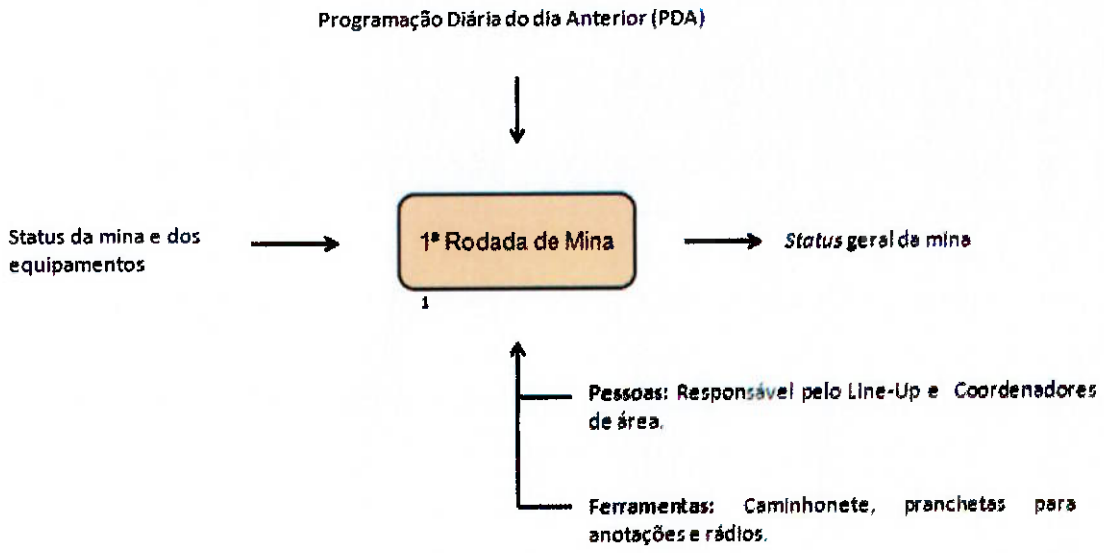


Figura 9: Descrição da primeira etapa do processo Line-up

Após a 1ª Rodada de Mina, o responsável pelo Line-up participa da Reunião do Bom-Dia, Figura 10, que tem como objetivo informar toda a equipe sobre os acontecimentos do dia anterior e em caso críticos requisitar atividades necessárias para a Programação Diária, principalmente as referentes às atividades programadas e não realizadas/concluídas.

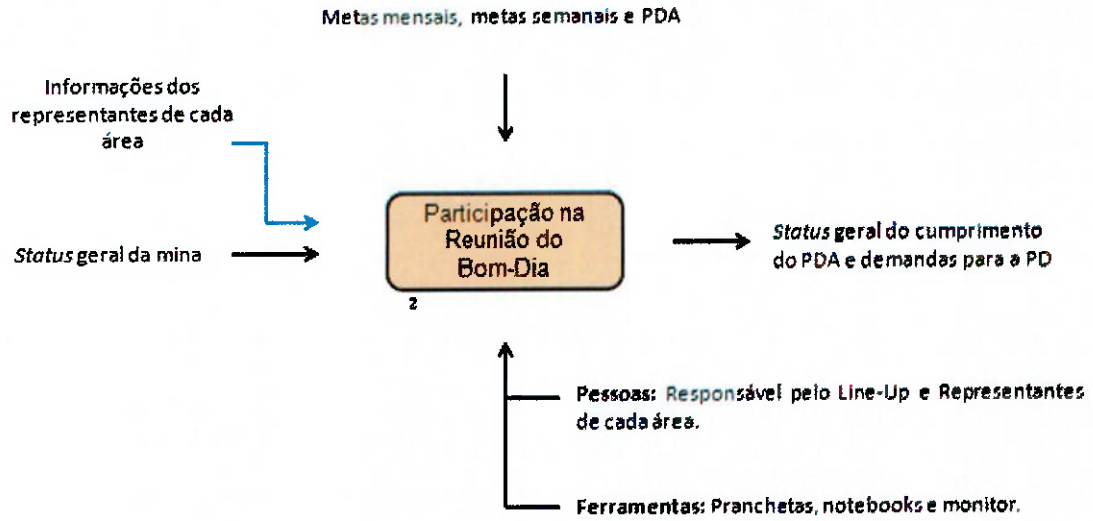


Figura 10: Descrição da segunda etapa do processo Line-up

Após a Reunião do Bom-Dia o responsável pelo Line-up já tem uma visão geral das atividades realizadas no dia anterior e quais são as demandas para a Programação Diária,com essa informações ele realiza a 2ª Rodada de Mina, figura 11, que tem como objetivo identificar novas demandas para a Programação Diária em campo e se necessário verificar novamente o cumprimento da Programação Diária do dia Anterior . Durante esta visita à mina, também é discutida a Programação de Desmonte nos dias que antecedem uma detonação.

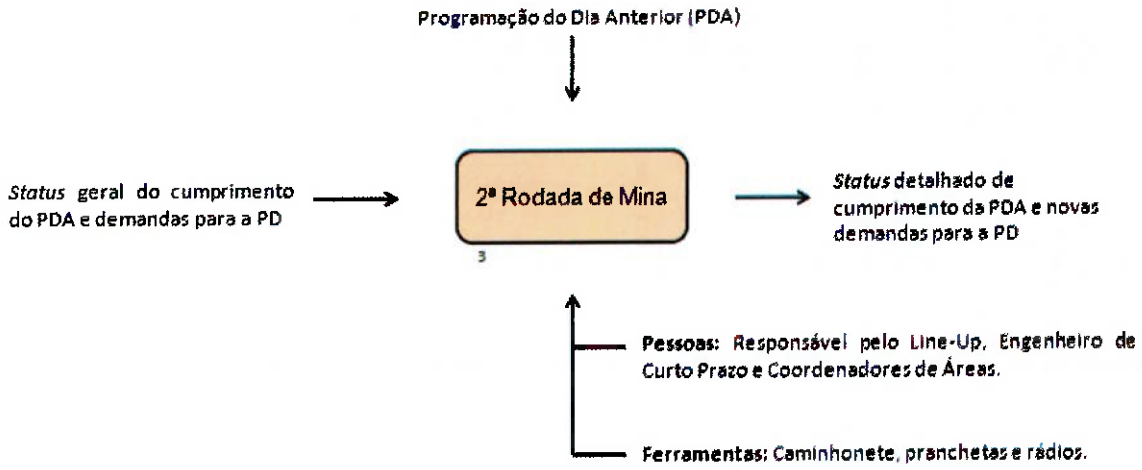


Figura 11: Descrição da terceira etapa do processo Line-up

Após a 2ª Rodada de Mina o responsável pelo Line-up tem as informações detalhadas sobre o status da mina e dos equipamentos e as novas demandas para a Programação Diária e para a Programação de Desmonte. Com essas informações o responsável pelo Line-up faz a Preparação da Programação de Desmonte, figura 12, que tem como objetivo fazer a programação de desmonte que já foi discutida em

campo, essa atividade só acontece nos dias que antecedem uma detonação. A programação de desmonte apresenta o tempo de deslocamentos e de manobra dos equipamentos que devem ser movimentados por causa da detonação, tanto o tempo para a saída dos equipamentos quanto para o retorno, como pode ser observado na figura 13. A Programação de Desmonte também apresenta um mapa com as distancias seguras para os equipamentos alem das áreas de posicionamento dos mesmos como pode ser observado na figura 14.

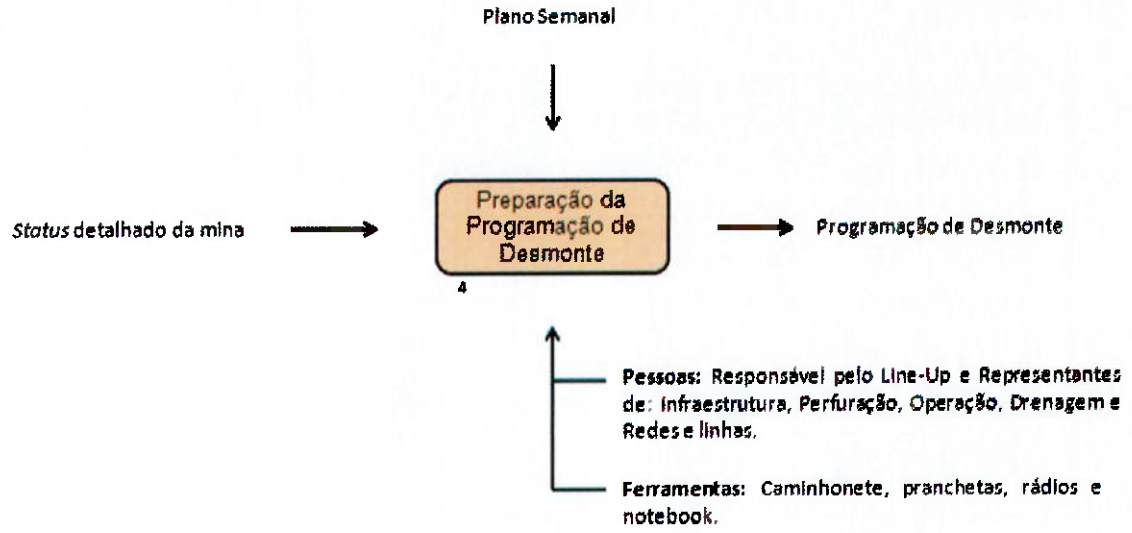


Figura 12:Descrição da quarta etapa do processo Line-up

VALE

**PROGRAMAÇÃO DE RETIRADA PARA DESMONTE**

| CAVA: | SEQUEIRINHO F04 | POLÍGONOS: | E4_-024_045 e Regularizações no banco 008 lado norte. | DATA: | 25/07/2013 | HORA: | 15:00 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

| ITEM | EQUIPE | SAÍDA | | | | | | OBSERVAÇÕES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | LOCOMOÇÃO | | | MANOBRAS | | | |
| | | INÍCIO | FIM | DURAÇÃO | INÍCIO | FIM | DURAÇÃO | |
| 1 | Drenagem | 09:00 | 14:30 | 05:30 | | | | Retirar bomba do -040, painel do -040 e tubulação exposta da água ao -040. |
| 2 | Redes e Linhas | 12:30 | 14:30 | 02:00 | | | | Retirar subestação, torre e baixar rede. Posicionar na gaveta do -024. |
| 3 | 2101 e 2103 | 11:00 | 12:30 | 01:30 | 12:30 | 14:30 | 02:00 | Locomover para a curva do -024. Retirar cabo da subestação até o -008. |
| 4 | ES 3001 | 11:30 | 12:30 | 01:00 | 12:30 | 14:30 | 02:00 | Locomover no mesmo nível para frente do furo não detonado do antigo pol. E4_-040_008. Retirar cabo da subestação até o -008. |
| 5 | ES 3102 | 10:00 | 12:30 | 02:30 | 12:30 | 14:30 | 02:00 | Locomover no mesmo nível e alinhar com a ES 3001. Retirar cabo da subestação até o -008. |
| 6 | PF 1804 | 13:00 | 14:30 | 01:30 | | | 00:00 | Locomover para a curva do -024. |

Figura 13: Programação de retirada para desmonte

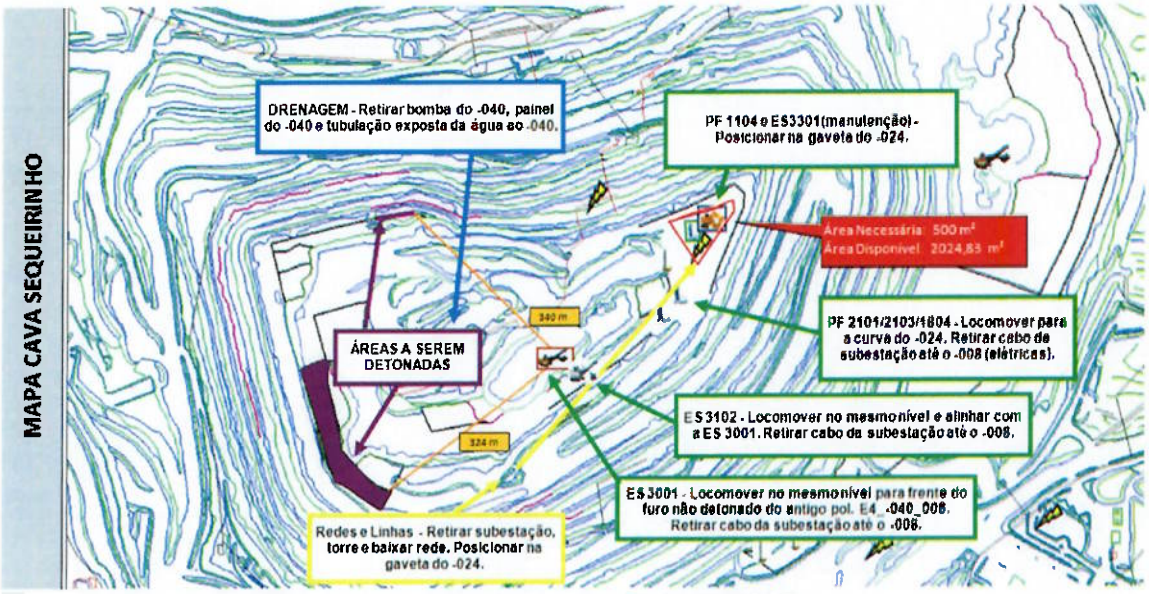


Figura 14: Mapa da cava Sequeirinho, parte da programação de desmonte

Além da Preparação da Programação de Desmonte, o responsável pelo Line-up também faz a Preparação da Programação Diária, figura 15.

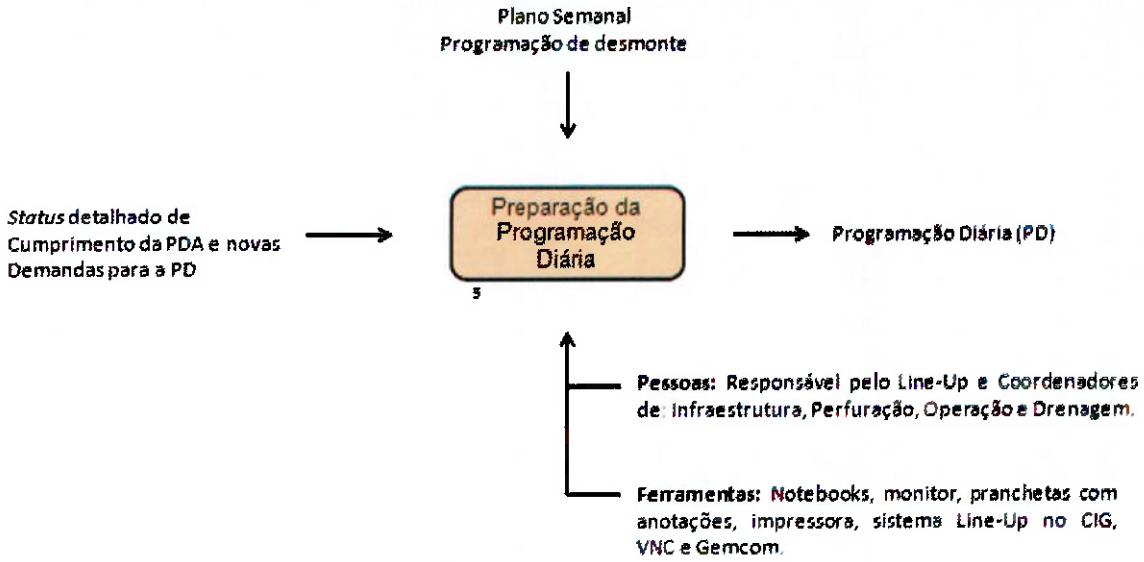


Figura 15: Descrição da quinta etapa do processo Line-up

Para preparar a Programação Diária, o responsável pelo Line-up se reúne com os coordenadores ou representantes das áreas de Perfuração, Operação, Drenagem e Infraestrutura e em conjunto definem as atividades de cada área para o próximo dia, ou seja, para os próximos 3 turnos.

As atividades da Programação Diária para cada área e para cada turno é finalizada e as prioridades e pesos de cada atividade definidas. As atividades devem ser realizadas de acordo com as prioridades já que seus pesos entraram nos índices de aderência e controle.

Além da descrição de cada atividade, figura 16, a Programação Diária apresenta um mapa das diferentes cavas com a localização dos equipamentos e a descrição das principais atividades de Infraestrutura, figura 17.

LINEUP - PLANEJAMENTO DIÁRIO DE MINA – GAPSY - GAISY - GAMSY

Matrícula: 71787
Lineup: DAVI ROSARIO ESTEVAM

VALE

| Tipo | Tur | Dia | Turno | Prl. | Peso | Equip. | Ordenamento | Local | Prog | Exec | Realizado? | Comentário Turma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OPERAÇÃO | B | 7/25/2013 | 2 Turno | 1 | 20 | ES3001 | Lavrar no pol. E4 -040 009 em função do britador (não estocar). Em paradas do britador, lavrar material na gerada do mesmo banco. | Britador | 8000 | | | |
| | | 7/25/2013 | 2 Turno | 2 | 20 | PM3701 | Lavrar na pilha de acordo com a geologia. Caso tenha parada do britador, locomover e lavrar material na METSO e na grelha. | Britador / SE 240 etapa 2/ SE 250 | 8000 | | | |
| | | 7/25/2013 | 2 Turno | 3 | 20 | ES3201 | Locomover e lavrar material na pilha de acordo com Geologia. | Britador | 8000 | | | |
| | | 7/25/2013 | 2 Turno | 4 | 15 | ES3102 | Lavrar material no pol. E4_-024_044. Atentar para seguir lavrando no nível -024 e liberar frente do pol. E4_-024_045. | Novo pátio de tubos - drenagem / SW 250 | 10000 | | | |
| | | 7/25/2013 | 2 Turno | 5 | 15 | ES3501 | Lavrar material na sela do pol. 03 184 008 abrindo acesso para lavrar no fundo do polígono, onde será a rampa. Atentar para marcação física e limite no despacho. | SOS 260 | 18000 | | | |
| | | 7/25/2013 | 2 Turno | 6 | 10 | RE2901 | Após a ES 3201 chegar na pilha, iniciar a locomoção e lavrar material abrindo o sump SOS F2 para o banco 072 em seguida lavrar restante de material no banco 088. | Britador / SE 280 | 8000 | | | |
| | | 7/25/2013 | 2 Turno | 7 | 0 | ES3101 | Manutenção. | | 0 | | | |
| | | 7/25/2013 | 2 Turno | 8 | 0 | ES3301 | Manutenção. | | 0 | | | |
| | | | | | 100 | | | | 60000 | 0 | | |

Figura 16: Descrição de cada atividade da área de operação

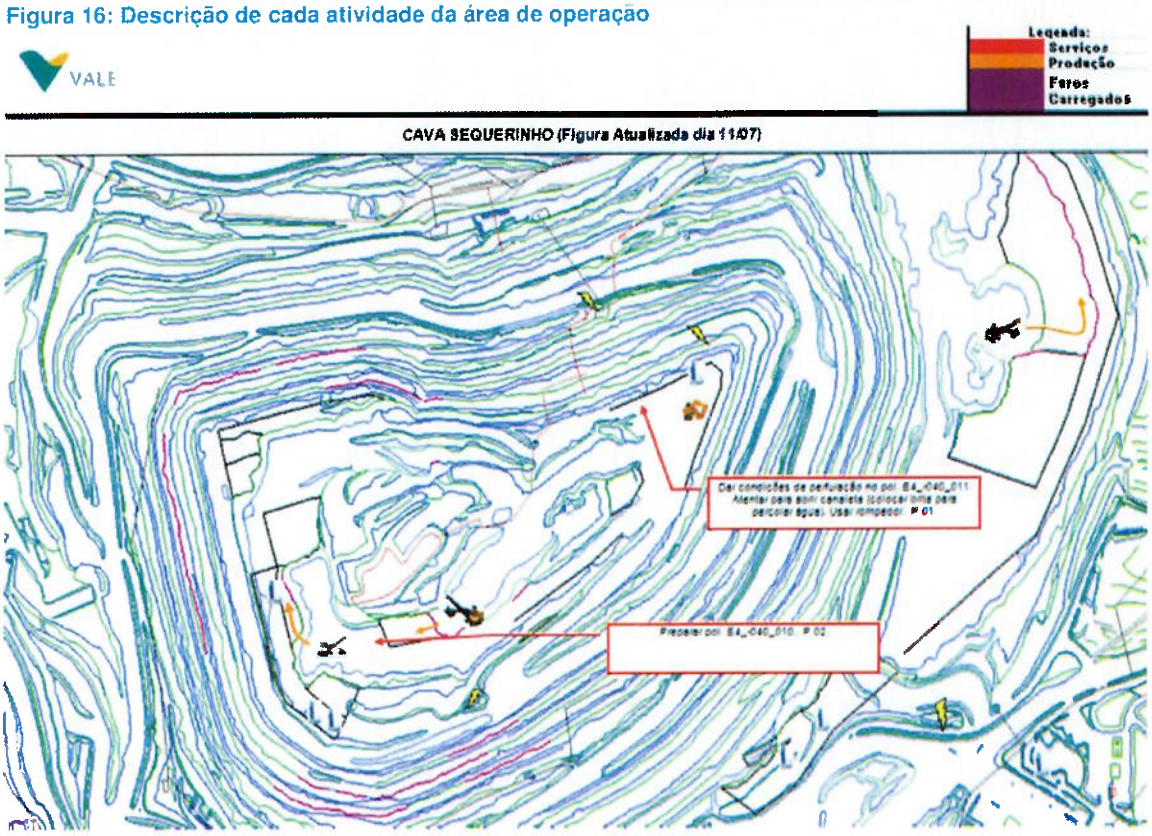


Figura 17: Mapa da cava Sequeirinho, parte da programação diária

Após a finalização da Programação Diária, a descrição de cada atividade e os mapas são enviados via email, figura 18, para os coordenadores de cada área e para a área do planejamento. Além de enviar por email, essas informações também ficam disponíveis no CIG, Centro de Informações Gerenciais.

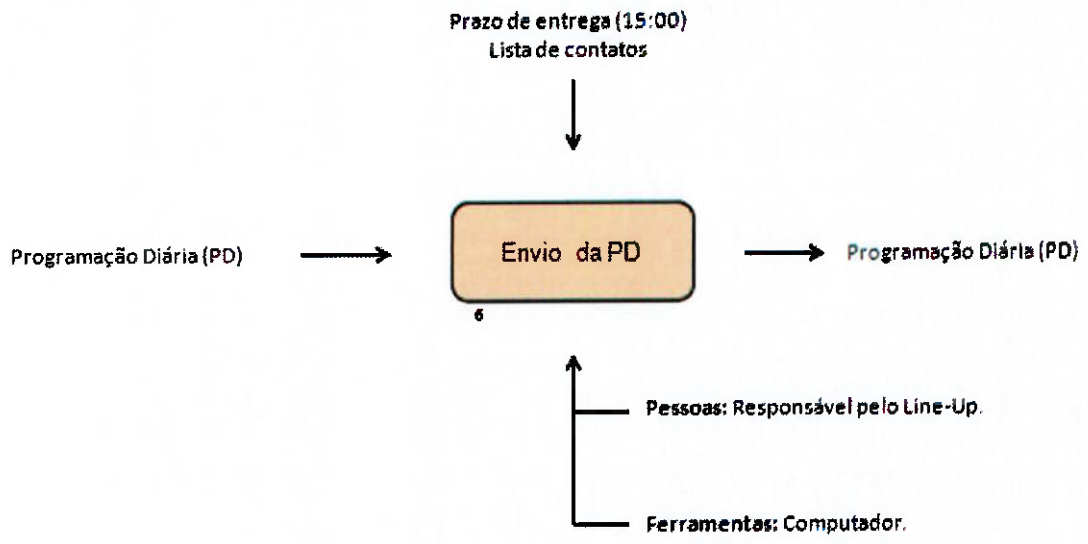


Figura 18: Descrição da sexta etapa do processo Line-up

Após o responsável pelo Line-up enviar a Programação Diária, o Coordenador de cada área tem a função de divulgar a informação recebida (PD) ou a autorização para operar fora da PD, e instruir cada supervisor, figura 19.

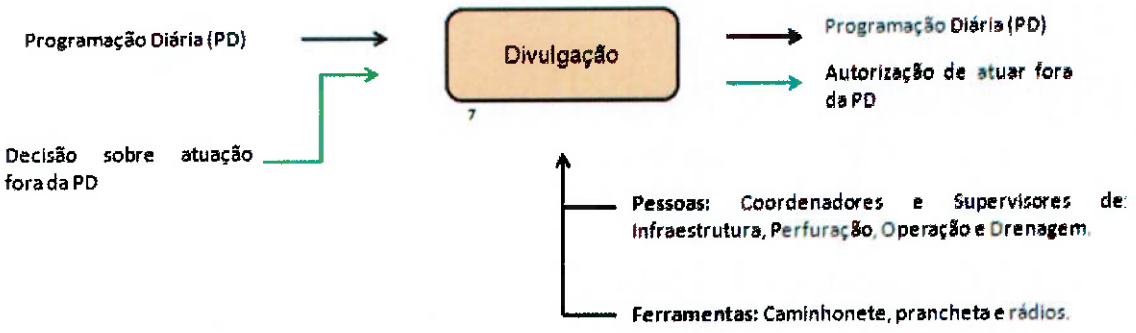


Figura 19: Descrição da sétima etapa do processo Line-up

Após os coordenadores divulgarem as informações da Programação Diária, os supervisores divulgam a informação recebida ou a autorização para operar fora da PD recebida, e instruem os operadores, figura 20.

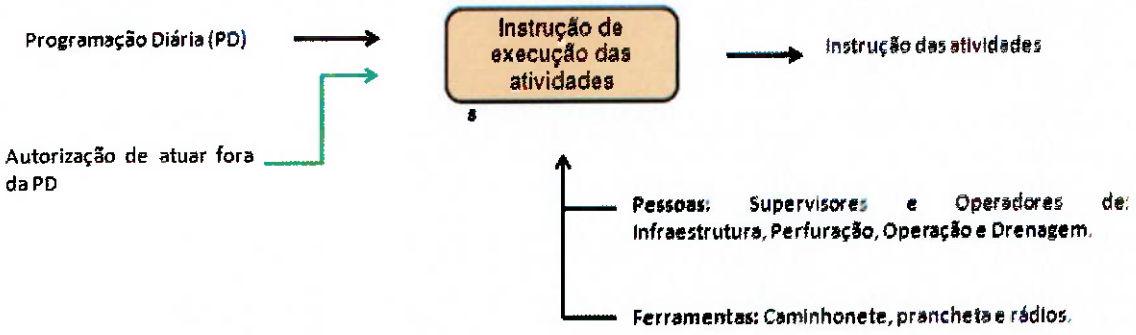


Figura 20: Descrição da oitava etapa do processo Line-up

Além de instruir os operadores, os supervisores verificam quando existe a necessidade de operar fora da Programação Diária, figura 21. Quando essa necessidade existir, o supervisor solicita a aprovação da operação fora da PD para o coordenador da área.

Figura 21: Descrição da nona etapa do processo Line-up

Quando o supervisor verificar a necessidade de atuar fora da PD, o coordenador deve analisar e em caso concorde com essa necessidade, deve consultar o responsável pelo Line-Up solicitando a aprovação para atuar fora da PD, figura 22.

Figura 22:Descrição da décima etapa do processo Line-up

Ao receber a informação de que existe a necessidade de atuar fora da Programação Diária, o responsável pelo Line-up deve decidir, levando em conta os impactos dessa atividade em todas as áreas e no planejamento semanal, e comunicar sua decisão para os coordenadores que divulgam essa decisão, figura 23.

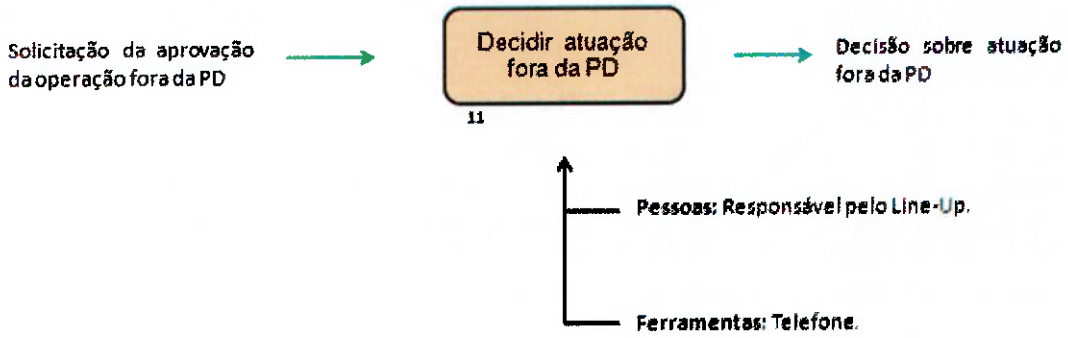


Figura 23: Descrição da décima primeira etapa do processo Line-up

Além de avisar os coordenadores sobre a decisão de atuar fora da PD, o responsável pelo Line-up deve avisar também o Despacho, figura 24. Após receber a programação diária o Despacho tem como objetivo monitorar e alocar os equipamentos seguindo as prioridades indicadas na Programação Diária.
O Despacho garante o cumprimento da PD, por exemplo, caso a produção aloque um equipamento fora da PD, o despacho não envia caminhões sem autorização do responsável pelo Line-Up.

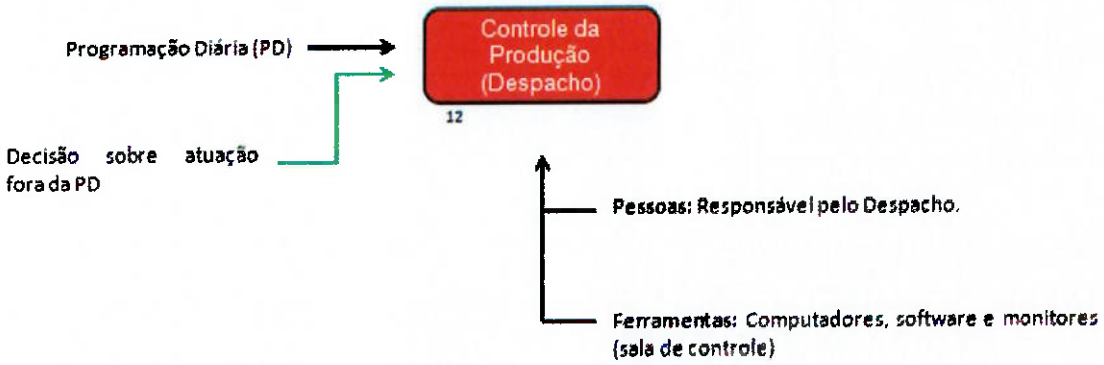


Figura 24: Descrição da décima segunda etapa do processo Line-up

Após ser instruído pelos supervisores, os operadores executam as atividades da Programação Diária, figura 25. O Despacho serve como um controle na execução das atividades limitando a movimentação dos equipamentos fora das prioridades da PD.

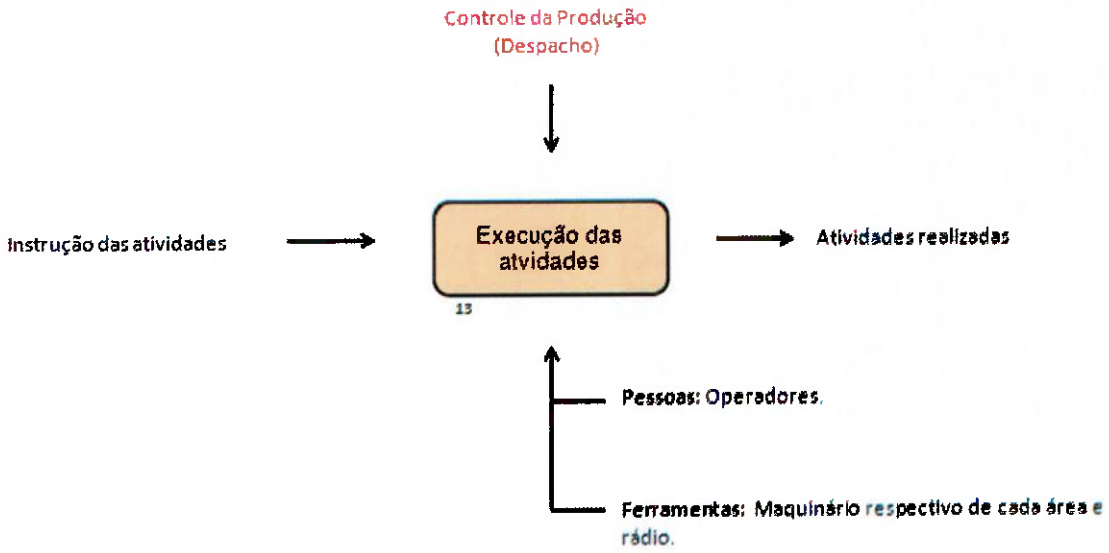


Figura 25: Descrição da décima terceira etapa do processo Line-up

Durante a execução das atividades os supervisores tem que garantir a execução da das atividades de acordo com as prioridades da Programação Diária, figura 26. Após o fim de cada turno, os supervisores tem a obrigação de atualizar o sistema Line-Up no CIG, com o status da atividade (Realizada, Parcial e Não Realizada) e os comentários sobre as atividades executadas naquele turno, figura 27.

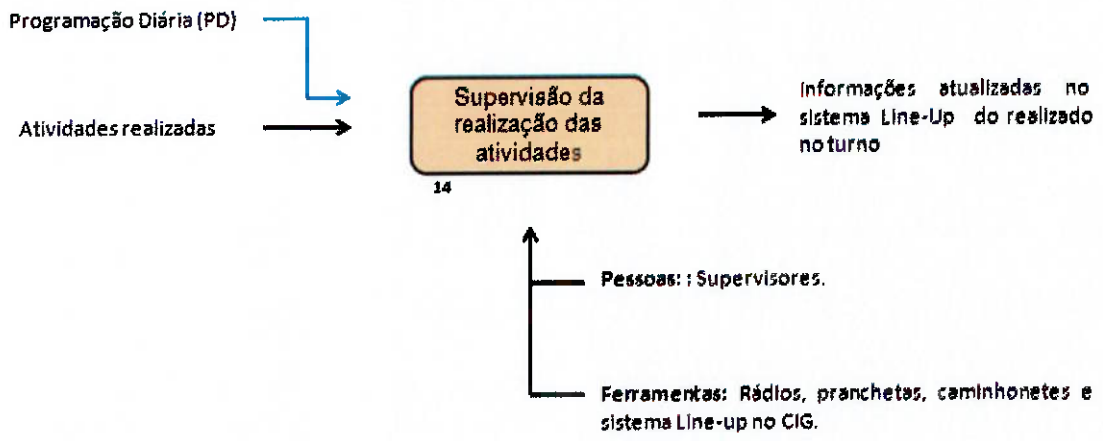


Figura 26: Descrição da décima quarta etapa do processo Line-up

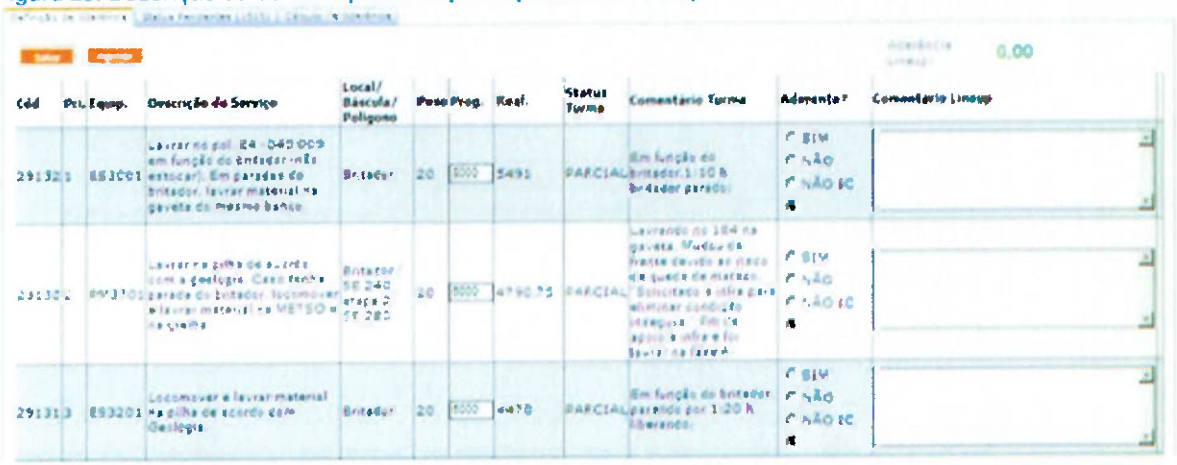


Figura 27: Sistema Line-up atualizado pelo supervisor

Após os supervisores dos 3 turnos terem adicionado o status e o comentário das atividades realizadas, o responsável pelo Line-up deve analisar a aderência de todas as atividades de acordo com as prioridades definidas anteriormente e com os comentários dos supervisores, figura 28.

Com essas informações o responsável pelo Line-up pode considerar a atividade Aderente, Não Aderente ou Não Conforme. Após classificar todas as atividades, o sistema do Line-up calcula automaticamente os Índice de Aderência (IA=Programado Aderente/ Realizado) e o Índice de Controle (IC=Realizado/Programado), figura 29. Após o cálculo do IA e IC, o sistema calcula a Aderência do Line-up aque é a média entre o IA e o IC.

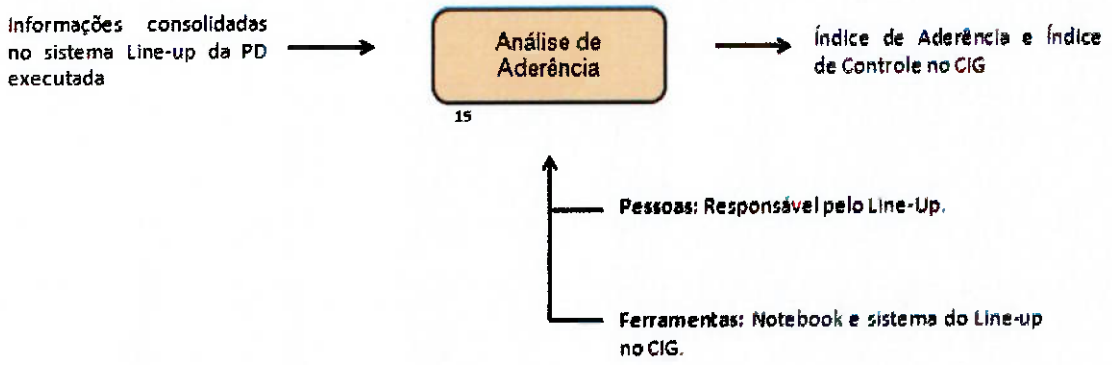


Figura 28: Descrição da décima quinta etapa do processo Line-up

Figura 29: Cálculo da Aderência da área de operação

O Responsável pelo Line-up faz mensalmente um relatório para apuração mensal das metas, com notas para remuneração variável de cada área e para cada turma diferente, figura 30 e figura 31.

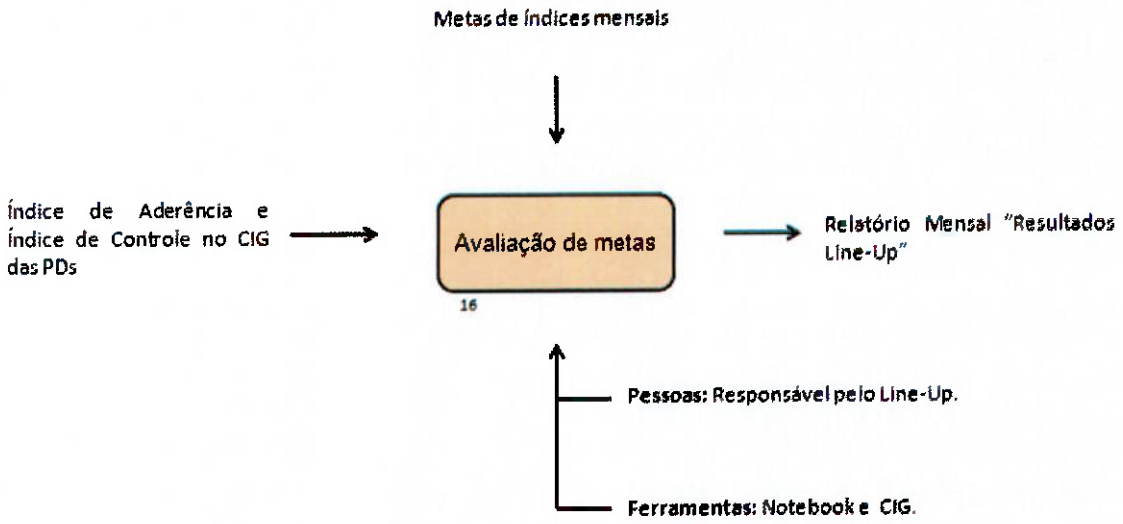


Figura 30: Descrição da décima sexta etapa do processo Line-up

## Aderência Line up – Mês de Junho

| ADERÊNCIA LINE UP PERFURAÇÃO [IA e IC] | | |
|---|---|---|
| Turma | % Realizado | Nota |
| A | 101,2% | 5 |
| B | 99,2% | 5 |
| C | 93,4% | 5 |
| D | 93,9% | 5 |
| TOTAL | 97,1% | 5 |

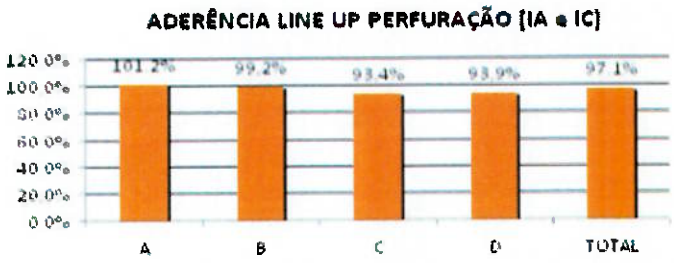


Figura 31: Relatório mensal "Resultados Line-up"

### 3.3. Propostas de Melhorias

Após o mapeamento do modelo atual do processo Line-up e de reuniões com os responsáveis do processo Line-up em Salobo e em Sossego, a equipe de pesquisadores do LAPOL enumerou algumas possíveis melhorias para o processo:

1) Agilizar a reunião do Line-up

Foi observado que a reunião para preparação da programação diária e para a preparação da programação de desmonte demanda um tempo muito grande do responsável pelo Line-up.

Para agilizar essa reunião duas opções foram sugeridas. A primeira melhoria seria a contratação de um Técnico de Apoio ao Line-up, que teria como objetivo auxiliar na preparação da programação de desmonte, na classificação das atividades executadas (cálculo da aderência), pré preparar as atividades da programação diária no sistema do Line-up e auxiliar quando houver a transição de novos responsáveis pelo Line-up (foi observado que esse é um cargo de alta rotatividade).

Uma segunda opção seria os coordenadores auxiliarem na preparação das atividades para a programação diária, ou seja, cada coordenador de área teria acesso ao sistema do Line-up e adicionaria as atividades que julgasse necessárias, após todas as atividades estarem incluídas no sistema o responsável pelo Line-up em conjunto com os coordenadores teria a responsabilidade de aprovar ou alterar essas atividades.

2) Tornar as reuniões mais ilustrativas

Foi observado que durante as reuniões no escritório os participantes podem ter informações divergentes sobre posicionamento de equipamentos ou sobre locais aonde são necessárias atividades de infraestrutura. Quando essas divergências ocorrem, é necessário a confirmação via rádio ou até uma visita à mina para que essas divergências sejam resolvidas, resultando em atrasos.

Para auxiliar nas reuniões, foi sugerido que a câmera do despacho possa ser acessada no escritório para o esclarecimento de dúvidas.

3) Utilizar sistematicamente os dados gerados pelo sistema do Line-up

Foi observado que as atividades programadas são classificadas primeiramente como realizadas, parcialmente realizadas e não realizadas pelos supervisores de cada área e posteriormente como aderentes, não aderentes e não conformes pelo Responsável pelo Line-up. Essas informações são utilizadas para o cálculo de aderência do Line-up.

Foi sugerido que essas informações fossem utilizadas também para uma análise de causa, para isso as atividades deveriam ser classificadas também pela causa, ou seja, se uma atividade é classificada atualmente como não realizada, foi sugerido que ela fosse classificada como não realizada e o motivo seria escolhido entra algumas opções como Equipamento em manutenção corretiva, Atraso no fim da manutenção preventiva, Clima, Atraso no desmonte, entre outros.

Com essas informações mais detalhadas, o responsável pelo Line-up poderia analisar com mais facilidade o motivo mais frequente pelo qual as atividades não são realizadas, ou são parcialmente realizadas. Sendo assim ele poderia propor

planos de ação para essas ocorrências mais frequentes aumentando a aderência do processo Line-up.

4) Automação das informações que auxiliam na Programação Diária

Foi observado que grande parte das informações de outras áreas como geologia, despacho e manutenção, estão disponíveis em outros sistemas mas não estão integradas com o sistema do Line-up.

Para facilitar a Programação Diária foi sugerido que esses sistemas estivessem integrados e as informações que já existem fossem facilmente acessadas pelo Responsável pelo Line-up.

Um exemplo dessa integração entre sistemas foi observado no sistema do Line-up da Geologia. Ao selecionar um polígono de detonação o sistema automaticamente busca a informação de tonelagem restante nesse bloco, com essa informação sistema do Line-up da geologia não permite que uma tonelagem maior que a restante naquele bloco seja programada, figura 32.

Com essa simples integração, a programação da geologia fica mais rápida e evita que erros sejam cometidos.

Figura 32: Interface do sistema do Line-up da Geologia

5) Fortalecer a posição do coordenador de cada área

Foi sugerido que com a agilização do processo de preparação da programação diária, os coordenadores teriam mais tempo para orientar os supervisores, e não só divulgar as informações da Programação Diária.

Uma nova responsabilidade sugerida para os coordenadores foi a preparação de um complemento com fotos e indicações de como as atividades que estão programadas devem ser executadas, ou seja, fotos de áreas que necessitam de atividades de infraestrutura, indicação do sentido no qual cada bloco deve ser minerado, entre outros. Um exemplo desse complemento pode ser observado na figura 33, com a descrição de uma atividade de Infraestrutura. Esse complemento auxilia nas trocas de turno e evita que atividades sejam realizadas de maneira errada, o que acarreta na necessidade de um retrabalho.

Figura 33: Exemplo do Complemento com foto para a área de infraestrutura

Além disso, foi sugerido o treinamento de coordenadores coringas para cada área. Esse coordenador coringa seria um técnico de confiança do coordenador que seria treinado no sistema do Line-up e poderia auxiliar o coordenador no dia a dia e até substituí-lo na sua ausência.

6) Cancelar e Reprogramar as atividades

Foi observado que as atividades que não foram realizadas com autorização do Line-up ou por um motivo justificável são deletadas para que não prejudiquem os índices daquela área/turma.

Foi sugerido que ao invés de deletar essas atividades, elas fossem classificadas como canceladas. Com essa classificação essas atividades não entrariam no cálculo dos índices, mas ficariam gravadas e poderiam ser reprogramadas.

Além de serem reprogramadas seria possível analisar com que frequência e por quais motivos as atividades são canceladas.

7) Adicionar atividades realizadas, mas não programadas

Para a gestão do processo Line-Up, é interessante registrar as atividades que foram realizadas mas não estavam programadas.

Foi sugerido que após o fim de cada turno, os supervisores poderiam adicionar as atividades realizadas e o motivo pelo qual houve essa necessidade, por exemplo, termino das atividades programadas, atividades programadas foram canceladas devido ao clima, atividade aprovada pelo responsável pelo Line-up, entre outros.

8) Uso de sistemas mobile

Foi sugerido o uso de sistema mobile pelo responsável pelo Line-up e os coordenadores de cada área. Com o sistema mobile as atividades poderiam ser programadas durante as visitas à mina, os complementos com fotos estariam a disposição na rede e a comunicação seria mais rápida e eficaz.

Mesmo sendo uma melhoria importante é preciso levar em consideração que para a instalação de um sistema mobile, é necessário uma boa infraestrutura de TI, treinamento no sistema mobile, acesso a rede durante as visitas à mina, entre outros.

Podemos observar que algumas dessas melhorias estão conectadas entra elas e a implementação de uma melhoria estaria também melhorando outro ponto do processo. Fortalecer a posição do coordenador de cada área é uma melhoria de custo relativamente baixo, já que consiste em treinamento e implementação de novos procedimentos, que já seria um passo para agilizar a reunião do Line-up.

Além disso, muitas melhorias estão ligadas a melhorias no CIG, centro de informações gerenciais. Com a automação das informações que auxiliam na

programação diária e com a introdução das opções de cancelar as atividades, reprogramar as atividades e adicionar as atividades realizadas, mas não programadas, todo o sistema funcionaria melhor e os dados gerados pelo CIG poderiam ser utilizados sistematicamente para analise de causa já que contariam com um numero maior de informações. Essa melhoria no CIG é um pouco mais cara já que é necessário um investimento no CIG e o treinamento de coordenadores e supervisores para que esses possam utilizar as novas ferramentas implementadas.

### 3.4.Modelo Futuro do Processo Line-up

Como visto na revisão bibliográfica, utilizando o modelo teórico ERP-CVM é possível definir o modelo futuro do processo Line-up. Após a observação do modelo atual do Processo Line-up e considerando as melhorias propostas, o modelo futuro do processo Line-up foi criado.

O modelo futuro segue a mesma linha que o modelo atual, apresentando diferenças apenas nas funções dos coordenadores, figura 34.

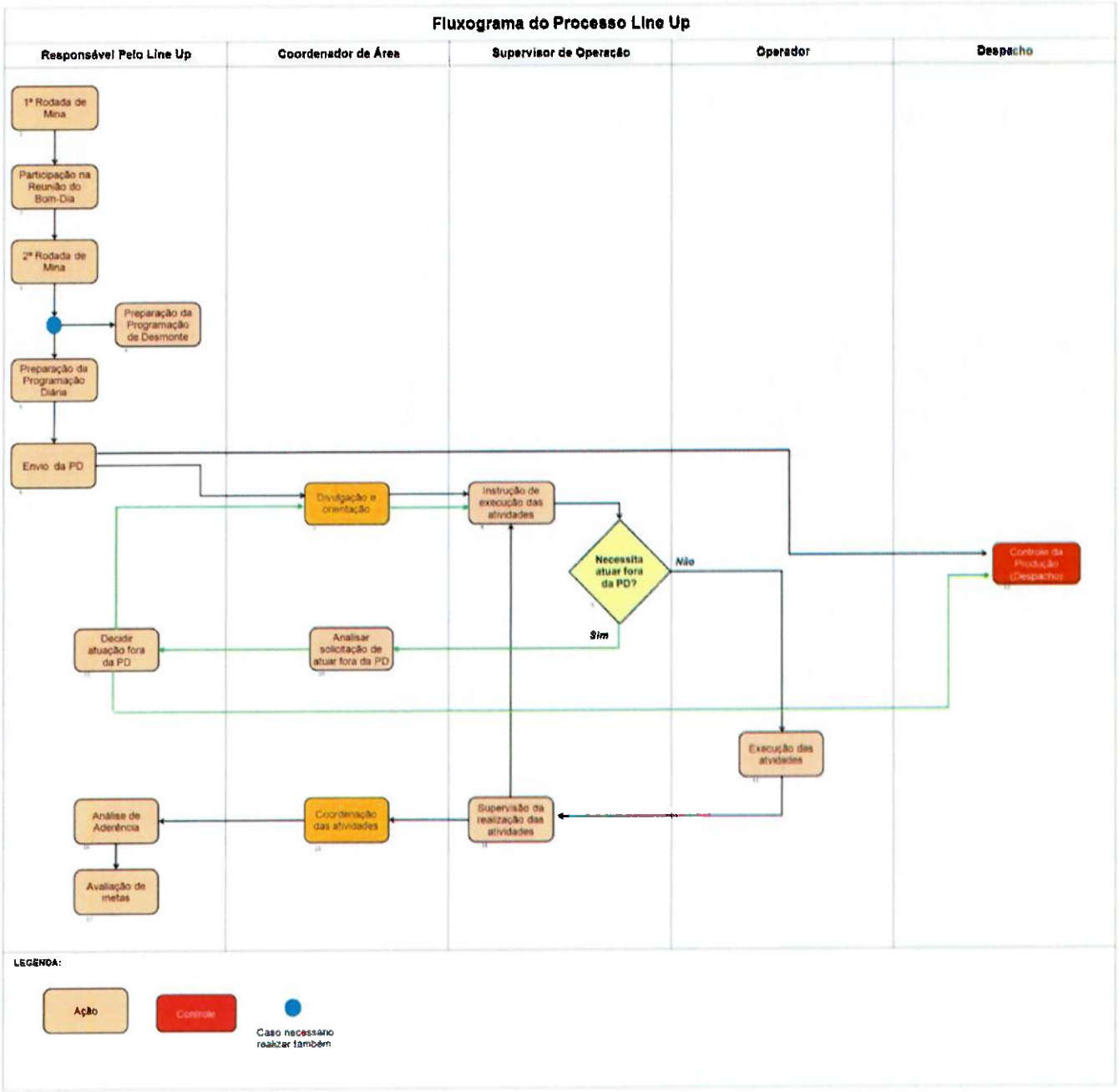


Figura 34: Fluxograma do modelo futuro do Processo Line-up

No modelo futuro o coordenador de cada área tem como responsabilidade além de divulgar a Programação Diária e a autorização para atuar fora da PD, fazer o complemento da PD com fotos e orientações da atividades que foram programadas para que esse complemento sirva de orientação para as atividades dos 3 turnos, figura 35.

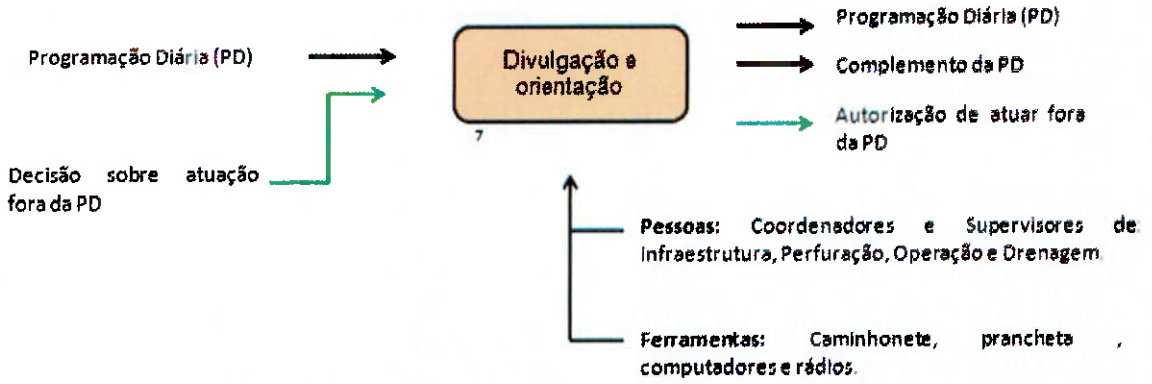


Figura 35: Descrição da sétima etapa do modelo futuro do processo Line-up

Além disso, o coordenador também teria responsabilidades após a execução das atividades. Os coordenadores deveriam acompanhar e cobrar os supervisores para a execução da PD. Além disso, deveriam consolidar, verificar e validar as informações atualizadas no sistema Line-up pelos supervisores, figura 36.

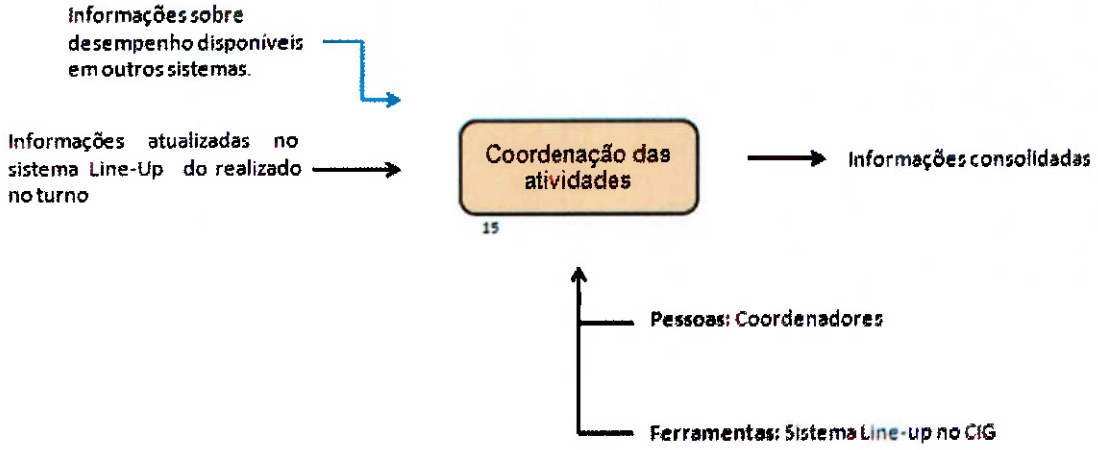


Figura 36: Descrição da décima quinta etapa do modelo futuro do processo Line-up

Com essa validação feita pelos coordenadores, o Responsável pelo Line-up teria mais confiança nas informações recebidas e poderia mais facilmente reprogramar atividades já que os coordenadores estariam envolvidos tanto na etapa de criação da programação diária quanto na etapa de verificação das atividades que já foram executadas.

## 4. Conclusão

Considerando a importância de uma gestão integrada do ciclo de planejamento de lavra e utilizando a metodologia proposta por Pelli; Ceotto; de Tomi, 2004, que utiliza o modelo teórico ERP-CVM para propor um modelo futuro para uma estrutura, este trabalho desenvolveu o modelo futuro do processo "Line-up" como um exemplo de aplicação da gestão integrada no ciclo de planejamento de lavra.

Para o desenvolvimento do modelo futuro do processo "Line-up" foi necessário primeiramente criar um modelo atual do processo utilizando a estrutura do sistema IDEF0, com o modelo atual pronto, foi possível verificar pontos de melhorias do processo "Line-up" e as áreas com as quais esse processo tem interações.

Durante o mapeamento do modelo atual do processo Line-up ficou claro que esse processo já traz muitos benefícios. A aderência entre o executado e o planejado aumentou muito desde a implementação desse processo. Um dos principais fatores para esse aumento foi a interação entre as equipes de planejamento de curto prazo e da área de operação, como ambas as equipes participam na execução da programação diária, os objetivos e metas ficam claros para todos e o comprometimento com a programação aumenta já que todos estão cientes das consequências de podem ocorrer em caso de um desvio da programação.

Apesar de já ser possível observar muitas melhorias com a utilização do modelo atual, foi possível observar diversos pontos de melhoria que tornariam o processo mais eficiente e aumentariam ainda mais a integração com diferentes áreas da mina.

Umas das principais melhorias que podem ser implementadas no processo "Line-up" é a integração dos diferentes sistemas de informação com o CIG, centro de informações gerenciais. As informações de manutenção preventiva, desmonte, teor e volume dos polígonos de minério deveriam estar disponíveis no sistema "Line-up" para que houvesse menos problemas de comunicação e que os planos estivessem de acordo com essas informações. Essas informações já existem em outros sistemas e só precisam ser integradas.

Com o mapeamento do processo "Line-up" fica visível que este já é uma ferramenta muito eficiente de gestão integrada, já que este faz com que duas áreas diferentes trabalhem juntas para aprimorar o ciclo de planejamento de lavra. Porém também fica claro que algumas melhorias são possíveis e trariam muitos benefícios, pois integrariam mais áreas do ciclo de planejamento fazendo com que todos trabalhem em conjunto e não separadamente em suas áreas.

## 5. Referências

AGRA, R. V. ; PETTA, A. H. ; PAULINO, J. ; DE TOMI, G. . **Management Model PDCA 90-10 Applied to Open Pit Mine Operations**. In: 7th International Conference on Intelligent Processing and Manufacturing of Materials, 2012, Foz do Iguaçu. Proceedings of the 7th International Conference on Intelligent Processing and Manufacturing of Materials. São Paulo : Laboratório de Planejamento e Gestão de Sistemas Georreferenciados, 2012. v. 1.

AZEVEDO, R. C.. **Modelo de Gerenciamento de Informações na Cadeia de Valor de Mineração e de Petróleo**. Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

CAMPOS, V. F.. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004. 266p.

DE TOMI, G. ; PELLI, B. P. S. ; CEOTTO, H.V . **Gerenciamento Integrado da Cadeia de Valor Mineral - Parte 1 - Pojeto ERP-CVM-I**. In: SIAEM - 1ª SEMANA IBERO AMERICANA DE ENGENHARIA DE MINAS, 2004, São Paulo, SP, 2004. v. Vol. I. p. 215-222.

FARIAS, S. L. T.. **Controle de Qualidade na Lavra de Minas de Calcário para Cimento**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. 129p.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P.. **Gerenciamento de Sistemas de Informação**, LTC. Rio de Janeiro, 1999.

MAXIMIANO, A.C.A.. **Introdução à Administração**. 6 ª Ed. São Paulo : Atlas, 2004. 434p.

PELLI, B. P. S.. **Gestão Integrada do Planejamento de Longo Prazo com o Planejamento de Médio e Curto Prazo Visando Governança Corporativa na Mineração. Trabalho de Formatura**. Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SILVA, N. C. S.. **Metodologia de Planejamento Estratégico de Lavra Incorporando Riscos e Incertezas para a obtenção de resultados operacionais**. Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

STEFFEN, O.; **Planning of Open Pit Mines**. In: Australian Centre for Geomechanics, CSIRO, Curtin University and University of Western Australia, Austrália, 2005.

WHITTLE, G.; **Global Asset Optimisation**. In: Orebody Modelling and Strategic Mine Planning, 2004.