

RENATA KURAOKA MARTINS

O IMPACTO DO SISTEMA ERP NAS ATIVIDADES UNITÁRIAS DE CARGA E
TRANSPORTE NA MINERAÇÃO

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

Orientadora: Tatiane Marin

São Paulo

2015

TF-2015

M366i

Hydro 2753552

H 2015 h

DEDALUS - Acervo - EPMI



31700010006

RESUMO

Métodos computacionais vêm sendo utilizados por diversas indústrias para agregar valor às informações do projeto. A indústria mineral possui particularidades que a diferencia das demais e a maior delas é a incerteza dos depósitos. Para tentar controlar as incertezas e integrar as informações da área de produção da mina, muitas publicações citam o sistema ERP como uma ferramenta que organiza dados e os une em um sistema único.

Este trabalho tem como objetivo estudar os impactos que o sistema ERP tem nas áreas de produção, mais especificamente na área de carregamento e transporte, levantando soluções e dificuldades trazidas com a sua implantação. Para isso, foi estudada a cadeia de valor mineral e como suas atividades são interligadas, o funcionamento, benefícios e dificuldades de se utilizar sistema ERP, levantamento de PIs da área de operação de lavra, como é definido a atividade de carregamento e transporte e a definição do termo *big data*.

Como método utilizado foi aplicado um questionário e foram feitas entrevistas com profissionais da área e empresas renomadas no setor da mineração. Essas respostas conduziram a discussões sobre dificuldades na implantação do sistema ERP e sobre o atual cenário da indústria mineral e sua gestão.

Palavras-chave: Sistema ERP; carregamento e transporte; gestão na mineração.

ABSTRACT

Computational methods have been used by various industries to add value to project information. The mining industry has characteristics that differentiate it from others and the biggest one is the uncertainty of its deposits. To control the uncertainties and integrate information from mine production area, many publications cite the ERP system as a tool that organizes data and unites them in a single system.

This work aims to study the impact of the ERP system in production areas, specifically in the loading area and transport, mentioning solutions and difficulties brought about its implementation. Thereby, is studied the mining value chain and how their activities are interconnected, operation, benefits and difficulties utilizing ERP system, PIs for waiver of the mining operation area, how is defined charging activity and transport and definition of big data.

The method used is a questionnaire and interviews, which were conducted with professionals and renowned companies in the mining sector. These responses led to discussions about difficulties in the implementation of the ERP system and the current situation of the mining industry and its management.

Key-words: ERP system; loading and transport; mining management

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cadeia de valor mineral	10
Figura 2 - Diagrama do processo de carregamento e transporte.....	14
Figura 3 - Desafio de integração entre os principais processos da mineração	19

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Benefícios e problemas de sistemas.....	11
Quadro 2 - Pls relacionados à operação de lavra.....	12

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	OBJETIVO	8
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
3.1	Cadeia de Valor Mineral	8
3.2	Sistema ERP.....	10
3.3	KPIs.....	11
3.4	Big Data.....	12
3.5	Carregamento e transporte.....	13
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
5	RESULTADOS	16
5.1	Questionário	16
5.2	Entrevistas.....	17
6	DISCUSSÃO.....	23
7	CONCLUSÃO.....	25
8	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	34

1 INTRODUÇÃO

A indústria mineral é baseada em incertezas possivelmente maiores que em outras indústrias. Como ministrado em diversas aulas durante a graduação e por mais que o assunto envolva diversas áreas com alto grau de conhecimento, só se pode ter certeza da qualidade do mineral, do teor, da sua massa, depois da sua exaustão. O material a ser lavrado é natural, portanto, não replicável. As incertezas são diretamente responsáveis pelos altos riscos envolvidos na implementação e operação de empreendimentos mineiros, e esses riscos elevados acabam afastando investidores cautelosos (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2005).

Como o produto da cadeia mineral é tratado geralmente como uma commodity, o custo é o fator crucial para aumentar a margem de lucro da empresa e obter vantagem competitiva sobre seus concorrentes, entregando um produto dentro das especificações que foram monitoradas por toda a cadeia e em menor tempo para entrega, gerando maior valor aos clientes.

Para aumentar a atratividade do setor é necessário reduzir os riscos associados e maximizar a recuperação do depósito. A confiabilidade nas informações é gerada com a utilização de métodos computacionais no planejamento e gerenciamento de atividades de mineração.

Diversas empresas que já se inseriram no método computacional para agregar valor às informações de projeto, estão usando sistemas de gerenciamento de informações, mas estes ainda são falhos na estruturação de seus sistemas técnicos-gerenciais gerando “ilhas” de informação que impossibilitam um correto suporte para a tomada de decisões e dificultam a elaboração e cumprimento do plano estratégico do empreendimento (USP, 2005).

Para aproveitar as informações contidas nessas “ilhas” de forma que diversos departamentos possam utilizá-las para análises, deve ser criado um sistema integrado de informações que minimize os erros de duplicidade de armazenamento de dados tornando-os mais confiáveis, economizando tempo combinando dados para diversas aplicações, entre outras vantagens que facilitam a tomada de decisão.

2 OBJETIVO

Analisar os sistemas ERP utilizados em mineração, mais especificamente nas áreas de carga e transporte, levantando problemas decorrentes da implementação, determinando indicadores que meçam o desempenho de sistemas já implementados.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção é apresentada a revisão bibliográfica dos seguintes temas: Cadeia de valor mineral, Sistema ERP, KPIs, Carregamento e transporte e Big data.

3.1 Cadeia de Valor Mineral

Segundo Nader (2012), a cadeia de valor de uma empresa pode ser definida como uma rede de atividades independentes, conectadas por ligações operacionais. O desempenho dessas atividades afeta tanto os custos quando a efetividade de outras atividades relacionadas a ela na cadeia de valor. De acordo com essa definição as atividades de uma empresa são divididas em

dois grupos:

- Atividades primárias: são aquelas envolvidas na produção ou criação dos produtos finais, incluindo marketing, vendas e distribuição para os consumidores, assim como, suporte pós-venda e assistência técnica;
- Atividades de suporte: são aquelas que fornecem o insumo e a infraestrutura necessária para que as atividades primárias tenham lugar. Exemplos de atividades de suporte são: aquisição de suprimentos, desenvolvimento de tecnologia, manutenção e gerenciamento de RH.

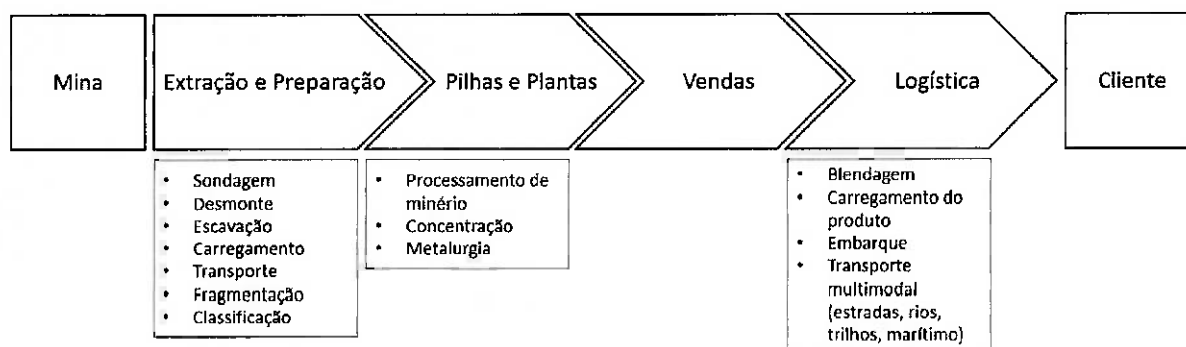
Na mineração, segundo Azevedo (2007), a Cadeia de Valor Mineral (CVM) engloba as operações que geram valor na mineração. A incerteza geológica e os altos volumes que geralmente são movimentados em operações de minas são um desafio para o controle eficaz de situações imprevistas, portanto a integração de cadeia de valor mineral é necessária para permitir o controle e gerenciamento da produção em tempo real.

Segundo Sachs (2009), as atividades envolvidas na cadeia de valor possuem componentes físicos que são o minério e componentes de informação que avançam pela cadeia de uma forma mais rápida e que compõem o elo entre essas atividades. A forma como cada uma é desempenhada afeta o custo ou efetividade da atividade seguinte.

As principais etapas na exploração e na produção de bens minerais podem ser divididas em três componentes, sendo que as duas primeiras formam a CVM e a terceira corresponde ao suporte operacional de gestão de produção e informação (ERP – Enterprise Resources Planning), que será abordada com mais detalhes em outro tópico deste trabalho (NADER, 2012).

1. Sequência 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.
2. Contribuição intelectual do processo – representada pelas tomadas de decisões a respeito das diversas etapas sequenciais de produção.
3. Inter-relações supervisionadas por sistemas de gestão, do tipo ERP, que se referem a atividades mais comuns à todas as indústrias, e que não fazem parte diretamente do conjunto do projeto item. Como exemplos pode-se citar as atividades de manutenção e de recursos humanos

Figura 1 - Cadeia de valor mineral



Fonte: Nader, 2013

3.2 Sistema ERP

Segundo Souza (2000) os sistemas ERP são sistemas de informação integrados, adquiridos na forma de pacotes comerciais de software com a finalidade de dar suporte à maioria das operações de uma empresa industrial (suprimentos, manufatura, manutenção, administração financeira, contabilidade, recursos humanos, entre outras). Nader (2013), menciona que os pacotes ERP são separados em módulos e atendem a diferentes áreas ou departamentos dentro da empresa. Os módulos se integram e trocam informações em tempo real, “conversando” entre si com o uso de informações armazenadas em uma única base de dados. Sendo assim, os dados integrados são disponibilizados por toda a empresa e o compartilhamento de informações é um fator constante da economia de tempo (SACHS, 2009).

O termo ERP foi inicialmente utilizado para assegurar que as decisões de produção de uma empresa fossem tomadas considerando seus impactos em toda a cadeia de suprimentos, tanto a montante (upstream) quanto a jusante (downstream). Além disso, as decisões de produção são influenciadas e por sua vez influenciam todas as outras áreas principais do negócio, incluindo engenharia, finanças e marketing. Para tomar melhores decisões, devem-se levar em conta todas essas importantes interações dentro da empresa (Sachs, 2009).

Quando uma empresa opta pelo sistema de gestão integrada, busca solucionar diversos problemas causados pela existência de diversos softwares independentes. Segundo Sachs (2009), as expectativas sobre seu impacto são enormes, assim como o investimento para implementá-lo. Portanto, é necessário considerar que há problemas em sua implementação e utilização. O quadro abaixo, extraído do trabalho de Zwiker e Sousa (2003) pontua benefícios e problemas do sistema.

Quadro 1 - Benefícios e problemas de sistemas

Características	Benefícios	Problemas
São pacotes comerciais	• Redução de custos de informática • Foco na atividade principal da empresa • Redução do <i>backlog</i> de aplicações • Atualização tecnológica permanente, por conta do fornecedor	• Dependência do fornecedor • Empresa não detém o conhecimento sobre o pacote
Usam modelos de processos	• Difunde conhecimentos sobre <i>best practices</i> • Facilita a reengenharia de processos • Impõem padrões	• Necessidade de adequação do pacote à empresa • Necessidade de alterar processos empresariais • Alimenta a resistência à mudança
São sistemas integrados	• Redução do retrabalho e inconsistência • Redução da mão-de-obra relacionada a processos de integração de dados • Maior controle sobre a operação da empresa • Eliminação de interfaces entre sistemas isolados • Melhoria na qualidade da informação • Contribuição para a gestão integrada • Otimização global dos processos da empresa	• Mudança cultural da visão departamental para a de processos • Maior complexidade de gestão da implementação • Maior dificuldade na atualização do sistema pois exige acordo entre vários departamentos • Um módulo não disponível pode interromper o funcionamento dos demais • Alimenta a resistência à mudança
Usam banco de dados corporativos	• Padronização de informações e conceitos • Eliminação de discrepâncias entre informações de diferentes departamentos • Melhoria na qualidade da informação • Acesso a informações para toda a empresa	• Mudança cultural da visão de “dono da informação” para a de “responsável pela informação” • Mudança cultural para uma visão de disseminação de informações dos departamentos por toda a empresa • Alimenta resistência à mudança
Possuem grande abrangência funcional	• Eliminação da manutenção de múltiplos sistemas • Padronização de procedimentos • Redução de custos de treinamento • Interação com um único fornecedor	• Dependência de um único fornecedor • Se o sistema falhar toda a empresa pode parar

Fonte: Zwiker e Souza (2003)

3.3 KPIs

Segundo Nader, Tomi e Passos (2012), é possível quantificar os benefícios ao integrar a cadeia de valor e relacionar os resultados aos investimentos necessários. Os chamados indicadores-chave de desempenho é uma ferramenta que mede o impacto dos benefícios da integração da cadeia de valor mineral a fim de quantificar os ganhos obtidos.

Estes indicadores são mapeados ao longo do processo produtivo e fornece dados medidos em situações e tempos diferentes. Com a posse desses dados numéricos é possível fazer diversas análises que nortearão as tomadas de decisões em relação aos investimentos necessários quando confrontado com os dados esperados naquele processo.

De acordo com o trabalho de Nader, Tomi e Passos (2012), a área de lavra pode ser analisada conforme os seguintes PIs:

Quadro 2 - PIs relacionados à operação de lavra

• Índice de utilização • Disponibilidade de máquinas para ONS • Indisponibilidade para manutenção programada • Indisponibilidade para manutenção forçada • Taxa de falha • Taxa de desligamento forçado • Fator de segurança • Largura de rampa • Disponibilidade física de equipamentos • Índice de enchimento • Distância média de transporte • Tempo médio entre falhas • Custo total de manutenção pelo ativo imobilizado • Horas extras manutenções / total de horas de manutenção • Horas de manutenção programada / total de horas de manutenção disponível • Sobrecarga das atividades de manutenção	• Redução na emissão de CO₂ • Aderência ao orçamento • Produtividade da mão de obra total • Custo total de manutenção pelo faturamento bruto • Número de anomalias devido a problema de estoque • Giro do estoque, custo por tonelada produzida • Aderência ao orçamento • Índice de problemas recorrentes • Número de não conformidades de segurança • Número de não conformidades de meio ambiente • Custo da energia • Custo de operação • Custo de manutenção • Custo unitário de meio ambiente • Consumo de diesel por tonelada produzida • Custo por hora por frota	• Taxa interna de retorno • Custo total de produção mais custo de capital por tonelada produzida • Custo por tonelada movimentada • Custo de remoção de estéril • Custo por tonelada por frota • Eficiência geral dos equipamentos de perfuração e carregamento • Rendimento por fogo • Eficiência geral dos equipamentos de transporte • Fator de carga • Consumo específico de energia • Índice de consumo interno de energia • Custo do ciclo de vida de equipamentos • Velocidade do transporte • Alocação de equipamentos e índice de matacões gerados na etapa de desmonte.
---	---	--

Fonte: Nader, Passos e Tomi (2012)

Ao longo do presente trabalho serão selecionados alguns dos PIs listados para comporem os KPIs mais importantes e que deveriam ser monitorados na mina a fim de medir a eficiência do sistema de gestão integrado e comprovar a sua aderência aos modelos estabelecidos para o bom funcionamento da mina na área de carregamento e transporte.

3.4 Big Data

Atualmente, instituições que geram muitas informações advindas de diversos programas computacionais acabam se deparando com um problema comum que é a alta velocidade de recebimento de informações que não é compatível com o tempo hábil para analisá-las. Além disso, cada vez mais aumenta-se a complexidade dos dados gerados sendo um desafio fazer a interação entre eles (CORDEIRO, 2011)

Um termo vem sendo usado para definir o desafio de ter cada vez mais informações sem que se saiba como agregar valor a elas. O termo *big data* é definido pela (IBM) como informação que não pode ser processada ou analisada usando métodos ou ferramentas tradicionais. Já a McKinsey explora o fato do tamanho do banco de dados estar além da habilidade dos softwares tradicionais analisá-los.

Muitos estudiosos acreditam que o *big data* pode trazer eficiência e qualidade às análises criando significativo valor para a economia mundial estimulando a produtividade e competitividade das companhias. Algumas das maneiras como essa ferramenta pode criar valor são listadas a seguir:

- Tornar dados relevantes mais facilmente acessíveis reduzem tempos de pesquisa e processamento;
- A integração de dados de diversas áreas na empresa reduz o tempo de tomada de decisões;
- Quando os dados passam a ser melhor controlados é possível coletar outros tipos de informações mais acuradas que enriquecem a análise;
- Dar suporte a tomadas de decisões com algoritmos automatizados, minimizando riscos e erros.

A utilização de um sistema ERP é capaz de gerar uma quantidade muito grande de dados que têm que ser armazenados em uma espécie de banco de dados para que diversas áreas da companhia sejam capazes de analisá-los e gerar valor às decisões tomadas. Portanto, muito mais que estruturar um sistema que integre dados gerados, é necessário um *big data* capaz de processar e analisar da maneira mais produtível possível.

3.5 Carregamento e transporte

Segundo Borges (2013) as operações de carregamento e transporte são importantes etapas do processo de lavra de minas. Fatores como volume de produção e condições operacionais interferem diretamente na seleção de equipamentos e dimensionamento de frotas, sempre com vista aos menores custos de operação. A constante busca por aumento de produtividade e redução de custos operacionais exige um bom planejamento e gerenciamento em todas as etapas do processo.

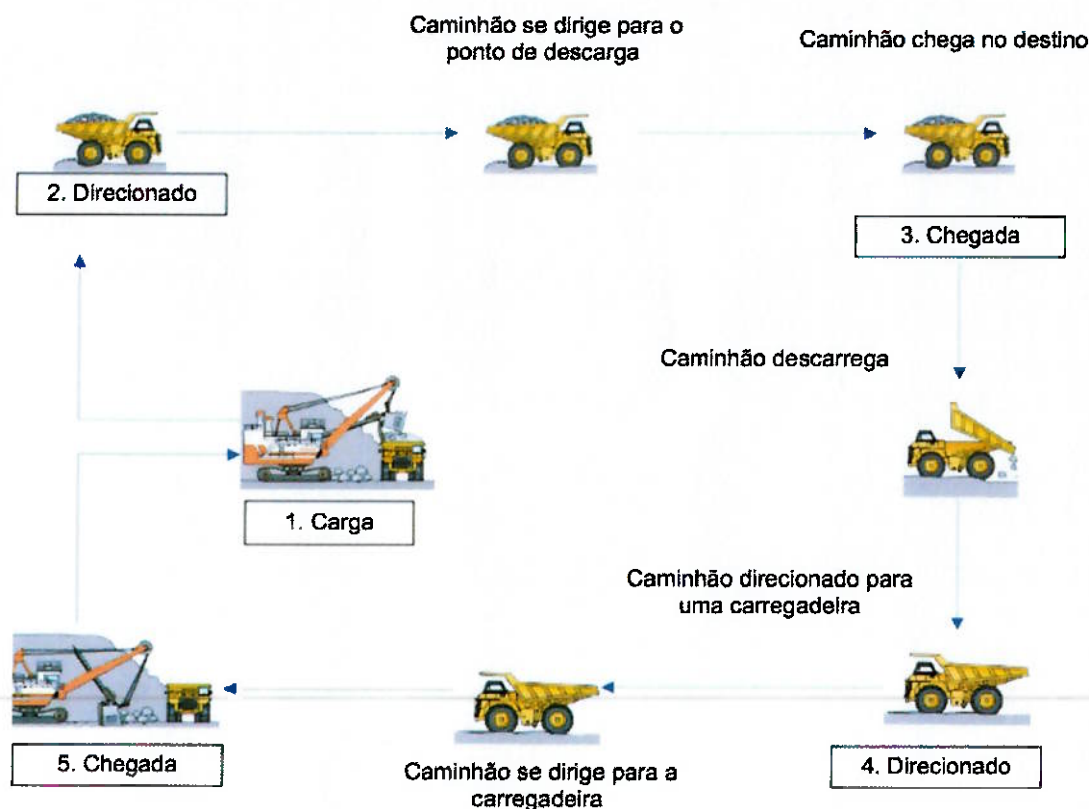
As operações de carregamento e transporte consistem em retirar o material extraído da frente de lavra até diferentes pontos de descarga. Em minas a céu aberto as etapas dessa atividade podem ser enumeradas conforme a seguir:

1. Preparação da área a ser lavrada;
2. Perfuração e detonação da área;
3. Alocação de equipamentos de carga, como pás carregadeiras ou escavadeiras nas frentes de lavra para escavar e carregar em caminhões, correias transportadoras, vagões, entre outros;

4. O transporte do material em equipamento de transporte até determinado ponto de descarga que podem ser britadores, pilha de estéril ou pilha pulmão;
5. O ciclo recomeça.

A figura a seguir ilustra estas etapas:

Figura 2 - Diagrama do processo de carregamento e transporte



Fonte: Quevedo (2009)

A escolha desta atividade para aplicar conceitos de sistemas integrados decorreu do fato de ser uma atividade interligada com outras áreas como planejamento de curto prazo, beneficiamento e manutenção. Assim, faz-se necessário um banco de dados único que sirva de base de análise de todas as áreas envolvidas que nem sempre se comunicam no dia a dia da mina.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O principal objetivo do trabalho é pesquisar empresas que utilizam o sistema integrado na produção e entender seu funcionamento, as dificuldades na utilização e implantação e as melhorias decorrentes.

Durante essa pesquisa foram contatadas 7 grandes mineradoras que são referência no setor e em sua grande maioria foi informado que o único sistema utilizado na carga e transporte é o sistema de despacho que não é devidamente utilizado e seus resultados não são analisados.

Em vista a essa dificuldade foi decidido que seriam levantadas as hipóteses que justificassem a não aderência do sistema ERP na produção de minas. Para isso foram feitas entrevistas com profissionais da área de mineração com larga experiência na área de lavra e que em algum momento da vida profissional estudaram ou tentaram aplicar um sistema de gestão na mineração.

Dentre as 7 mineradoras contatadas, duas delas se dispuseram a responder um questionário elaborado para um melhor entendimento do impacto de um sistema ERP e que foi baseado no trabalho de Nader, Sachs e Tomi (2011). O questionário foi enviado para os responsáveis pela área de operação de mina.

O questionário se encontra abaixo:

1. Sobre a empresa
 - a. Empresa:
 - b. Produtos:
 - c. Produção (ROM):
2. Sobre o sistema ERP
 - a. Quais módulos foram envolvidos no sistema ERP? A empresa utiliza o sistema na parte de operação?
 - b. Cite alguns exemplos de inputs do sistema na área de carregamento e transporte.
 - c. Além do sistema ERP a empresa utiliza algum outro software nas áreas relacionadas à produção, planejamento, manutenção, etc.?
 - d. Se sim, ele é integrado com o sistema ERP?
 - e. Houve treinamento na implementação do sistema?
 - f. Quando foi feita a implementação do sistema?
 - g. Houve alguma argumentação contrária à implementação do sistema? Quais as razões?
 - h. Quais as principais vantagens observadas depois que o sistema começou a ser utilizado?
 - i. Quais as principais desvantagens foram observadas depois que o sistema começou a ser utilizado?
 - j. Responda os seguintes itens segundo o sistema ERP implantado:

Item	Concorda		
	Não	Parcialmente	Totalmente
Houve aumento de produtividade.			
Banco de dados único e integrado.			
Diminuição de dados duplicados.			
Aumento da cooperação entre departamentos.			
Fácil e imediato acesso à informação.			
Redução da velocidade de atualização dos dados.			
Foi possível lidar com grandes quantidades de informações.			
Houve redução de custos após a implementação.			
Existe um grupo de pessoas responsável por incluir os dados de análise em períodos pré determinados.			
As metas estabelecidas pelo planejamento são confrontadas com a produção real.			

3. KPIs (indicadores de carregamento e transporte)
 - a. Existe algum software de despacho e controle?
 - b. Quais PIs e KPIs a equipe utiliza para medir o desempenho na área de carregamento e transporte?
 - c. Com qual frequência eles são medidos?
 - d. Após serem medidos, existe alguma equipe responsável por analisá-los?
 - e. Os KPIs são considerados eficientes para medir o desempenho na integração das atividades de carregamento e transporte com o sistema integrado da empresa?
4. Como você avaliaria a gestão (aqui seria a gestão como definição, e não necessariamente a gestão integrada) das minas no Brasil?
5. Se a avaliação não for positiva, você acredita que exista algum outro problema que não somente o técnico na gestão de minas brasileiras?
6. Você conhece outras minas que utilizam esse Sistema na operação? Você acredita que isso seria uma tendência na indústria de mineração?

5 RESULTADOS

5.1 Questionário

1. Sobre a empresa

- a. **Empresa:** *Não mencionada*
- b. **Produtos:** *Minérios ferrosos*
- c. **Produção (ROM):** *100 Mtpa*

2. Sobre o sistema ERP

- a. **Quais módulos foram envolvidos no sistema ERP? A empresa utiliza o sistema na parte de operação?** *Finanças, suprimentos, produção, manutenção, projetos, custos, entre outros.*
- b. **Cite alguns exemplos de inputs do sistema na área de carregamento e transporte.** *Estatísticas de horas trabalhadas de carregadeiras e escavadeiras.*
- c. **Além do sistema ERP a empresa utiliza algum outro software nas áreas relacionadas à produção, planejamento, manutenção, etc.?** *Sim. Sistema para controle de produção, software específico para planejamento de mina e sistema de despacho de equipamentos móveis.*
- d. **Se sim, ele é integrado com o sistema ERP?** *Não, o sistema de controle de produção deverá ser integrado no futuro.*
- e. **Houve treinamento na implementação do sistema?** *Sim, todos os empregados são treinados para conseguirem o acesso ao sistema.*
- f. **Quando foi feita a implementação do sistema?** *Abril de 2014.*

- g. Houve alguma argumentação contrária à implementação do sistema? Quais as razões? *Sim. Alto custo de implementação. Qual o melhor momento de implementar? Sistema próprio ou de mercado?*
- h. Quais as principais vantagens observadas depois que o sistema começou a ser utilizado? *Integração entre as informações. Padronização dos processos. Possibilidade de pesquisa de dados. Informações mais detalhadas.*
- i. Quais as principais desvantagens foram observadas depois que o sistema começou a ser utilizado? *Treinamento insuficiente do pessoal. Dificuldade de adaptação aos novos processos. Processos sem flexibilidade.*
- j. Responda os seguintes itens segundo o sistema ERP implantado:

Item	Concorda		
	Não	Parcialmente	Totalmente
Houve aumento de produtividade.		X	
Banco de dados único e integrado.		X	
Diminuição de dados duplicados.			X
Aumento da cooperação entre departamentos.			X
Fácil e imediato acesso à informação.		X	
Redução da velocidade de atualização dos dados.	X		
Foi possível lidar com grandes quantidades de informações.	X		
Houve redução de custos após a implementação.	X		
Existe um grupo de pessoas responsável por incluir os dados de análise em períodos pré determinados.			X
As metas estabelecidas pelo planejamento são confrontadas com a produção real.			X

3. KPIs (indicadores de carregamento e transporte)

- a. Existe algum software de despacho e controle? *Sim, Datamine e Smartmine.*
- b. Quais PIs e KPIs a equipe utiliza para medir o desempenho na área de carregamento e transporte? *DF. Custo Unitário.*
- c. Com qual frequência eles são medidos? *Diariamente e mensalmente.*
- d. Após serem medidos, existe alguma equipe responsável por analisá-los? *Sim. Gestão de Performance e especialistas.*
- e. Os KPIs são considerados eficientes para medir o desempenho na integração das atividades de carregamento e transporte com o sistema integrado da empresa? *Sim. O custo unitário traduz em resultado o desempenho das frotas de carregamento e transporte.*

5.2 Entrevistas

Esta seção é dedicada a um resumo das entrevistas feitas enfatizando o entendimento de um sistema ERP na mineração e mais especificamente na operação, quais as dificuldades que

os entrevistados acreditam existir na aderência do sistema na comunidade mineira e alguns comentários. As entrevistas na íntegra estão presentes no Apêndice A.

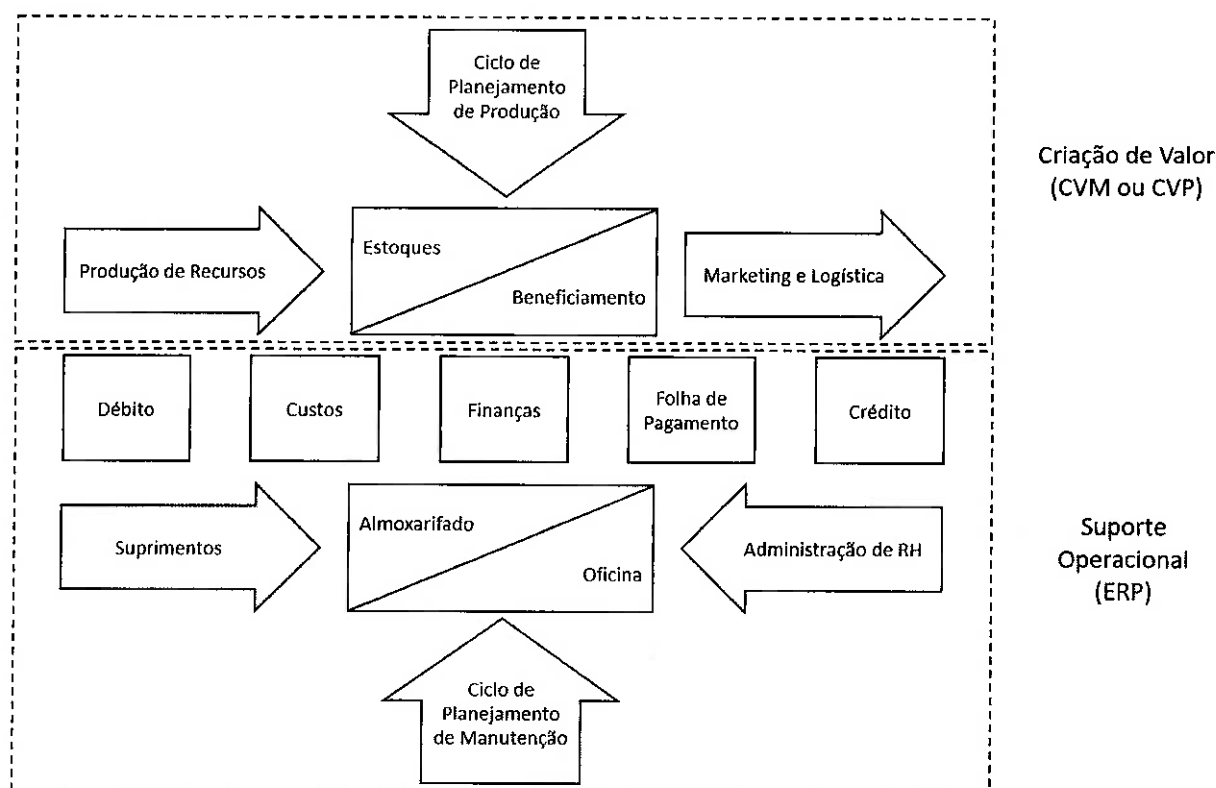
Entrevista com Alexandre Orlandi Passos

Funcionamento do sistema ERP:

O ERP é uma plataforma que deveria varrer toda a cadeia produtiva e administrativa de uma empresa. A plataforma concentraria todas as informações necessárias para adequar a gestão do negócio. O sistema ERP pode ser exemplificado pela figura 2.

O sistema ERP na mineração hoje em dia está focada na parte administrativa do duplo T. O T inferior se difere em cada mina pois cada mina possui um processo. Além disso, é uma indústria com muita incerteza. A geração de uma inconsistência no ERP produz um problema; por exemplo, quando a produção deveria ser de 100 toneladas e são produzidas 105 toneladas é uma inconsistência que ocasionará um problema no estoque. Esse problema de inconsistência ainda não foi resolvido pelas empresas de ERP. Neste caso as empresas utilizam um sistema próprio que recebe as informações das diversas áreas da produção, consolida e envia para o administrativo.

Figura - O duplo T



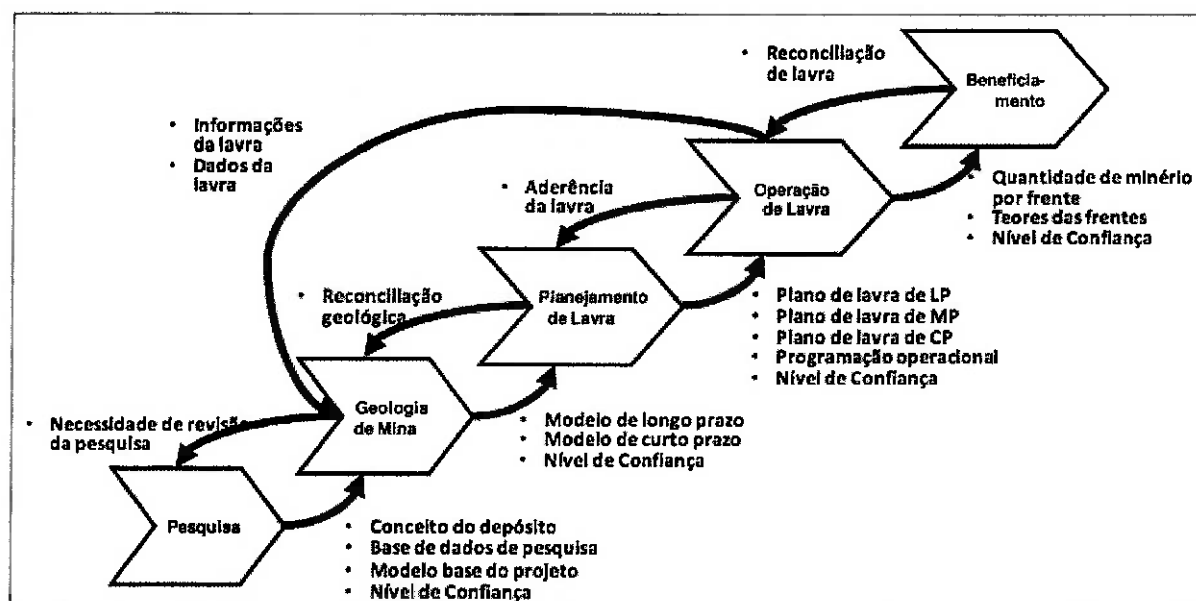
Fonte: Azevedo (2007)

Quando se fala em integração da gestão, é preciso certificar que o que está vindo de material de um processo atende a sua meta; caso contrário, é preciso revisar o processo. Seria como se tivesse um PDCA entre cada atividade, só que isso quase não existe porque as pessoas não os consideram como processos integrados, e sim como feudos isolados.

O sistema de despacho teria que informar os locais de lavra e a quantidade lavrada. Desta forma poder-se-ia comparar com o plano de lavra e verificar se o produto que se gerou lavrando o local está adequado ao que estava previsto e se lavrou no local correto. Caso contrário não é possível comparar o planejado com o realizado. Poderiam ser obtidos dois indicadores: o índice de aderência e o fator de reconciliação. Esse é um processo que deveria fazer parte da produção porque um plano de lavra não confiável não atenderá às demandas. Com isso a produção não conseguirá a aderência à lavra, à produtividade e à qualidade ou não terá reconciliação, ou seja, não conseguirá atingir as suas metas. O desafio é que não existe um sistema que faça a revisão dos dados. O que existe são sistemas isolados para cada uma das atividades.

O sistema integrado traria menos riscos e o processo seria mais “clean” e se conseguiria maior produtividade, menores custos e menores riscos. Mas a mudança cultural não é simples.

Figura 3 - Desafio de integração entre os principais processos da mineração



Fonte: Passos, Sahão e Tomi (2010)

“O PDCA é um ciclo de atividades de desenvolvimento e gerenciamento focado na melhoria contínua. O modelo cíclico se inicia pelo planejamento de ações, procedimentos e metas a serem atingidas, seguido pela execução destas ações, checagem repetida e constante se o que foi praticado está em conformidade com o planejado, priorizadas as não conformidades, analisadas as causas dos desvios críticos, e concluído por ações corretivas para que falhas no processo sejam eliminadas e efeitos negativos sejam mitigados.

Os componentes do ciclo PDCA são:

• *“Plan” (planejamento): definição das metas e objetivos, missão, visão, metodologias e procedimentos empregados para atingir resultados;*

- “Do” (execução): realização das ações e processos planejados;

- “Check” (verificação): monitoramento e avaliação constante e periódica dos resultados, analisando processos e comparando-os com o planejado (em termos de objetivos e especificações). Permite, por conseguinte, a consolidação da informação, levando à construção do conhecimento a partir da elaboração eventual de relatórios;

- “Act” (ação): agir corretivamente segundo a avaliação efetuada e os relatórios produzidos, elaborando novos planos de atuação, almejando o progresso contínuo através de elevação do padrão de qualidade, aumento da eficiência e da eficácia, aprimoramento na execução e correção de falhas. “ (Fonte: Passos, Sahão e Tomi, 2010)

Dificuldades mencionadas:

- Empresas brasileiras barraram a entrada do sistema, pois acreditavam que um sistema único não seria tão eficiente quanto os sistemas independentes que existiam na época.
- Bancos de dados mal estruturados que geraram inconformidades constantemente e dificultam a padronização exigida para que o sistema funcione.
- Cada etapa não “enxerga” a cadeia como um todo. A cultura é a entrega de um relatório de cada etapa da produção e não o objetivo estipulado pela cadeia toda.
- Deveria existir uma boa gestão que não é realizada porque existem barreiras culturais na mineração, e não por causa da falta de tecnologia.
- Gestões autoritárias que punem erros através de “castigos” criam mecanismos de proteção em toda a cadeia; portanto, cada área se protege da responsabilidade e preocupa-se apenas em não ser o culpado pelo problema. Uma área por não querer interferir no resultado das outras, acaba não se preocupando com o resultado da empresa.
- Hoje já existe muito controle, mas não possui análise dos dados gerados. Simplesmente controlar indicadores não agrega valor.
- Os KPIs são vistos de forma isolada. Deveriam existir KPIs de curto prazo para cada área que seriam de responsabilidade do gerente de área e KPIs estratégicos para a cadeia como um todo e que seriam de responsabilidade do gerente da mina, porque cada etapa irá interferir no resultado geral.

Entrevista com professor Giorgio de Tomi

Professor Doutor da área de planejamento e otimização de lavra da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Funcionamento do sistema ERP:

O ERP controla toda a parte de contabilidade, tesouraria, suprimentos e administrativa de modo geral.

Se alguém percebe que está faltando um material na empresa o sistema também faz o controle de estoque. Quando se retira a quantidade de material necessária do estoque que fez atingir a quantidade mínima é gerado um alerta ao departamento de suprimentos que contata a tesouraria para verificar se há recurso disponível em caixa para uma ordem de compra do material. Esta ordem de compra é emitida com a indicação para o fornecedor entregar o material na quantidade necessária, na data e horário estipulados e no local indicado. O ERP é um sistema chamado transacional que faz essa concatenação dos dados. Tudo o que entra no processo tem que sair, seja dinheiro, material ou recursos.

Dificuldades mencionadas:

- A incerteza na mineração é o que nos impede de colocar a produção em um sistema ERP. Para a área de TI é difícil colocar no sistema a flexibilidade que a mineração tem; pois os programadores trabalham com processos transacionais. Quem conseguir transformar a estimativa em uma transação irá conseguir colocar a mineração em ERP.
- É necessário mudar a filosofia e a cultura para se obter um modelo transacional onde o material a ser lavrado tem que seguir o planejamento, pois em muitos casos o planejado é modificado durante a operação por concluir que minerar outras áreas antes pode ser melhor. Assim, poderá ser apresentado aos acionistas com mais certeza, o que e quando será lavrado.
- É preciso controlar a incerteza. Existe um estudo que diz que existem 3 métodos de se controlar a incerteza na mineração. A primeira é medir e avisar. A segunda é medir e gerenciar. A terceira é ignorar. O correto seria a prevalência do segundo método, mas é caro. Gerenciar é garantir que se possa produzir uma quantidade de produto e controlar para que a realidade não fuja dessa meta. Para que isso ocorra na mineração a solução é a mudança cultural dos líderes.
- Nossos líderes ainda são reativos, autoritários e não existe meritocracia. Ainda não existe uma cultura de gestão que valorize esse tipo de mudança cultural.
- Áreas ligadas à produção não tem como cultura exigências rígidas de se cumprir metas.
- Novos talentos não são atraídos para a mineração porque ela é muito conservadora e não permite mudanças e por isso acabam migrando para outras indústrias.

Outros comentários:

Faz 10 anos que eu leciono essa aula de ERP, e tem muito tempo que eu vejo uma estagnação. O CEO da Anglo American fez uma matéria sobre a estagnação da mineração (ANEXO A) que já se prolonga por muitas décadas e torna a mineração pouco competitiva comparada a outras indústrias de transformação. Estamos perdendo competitividade para outras empresas de outros setores. Um investidor acaba não colocando o dinheiro em uma indústria de mineração para colocar em outras indústrias como a aeronáutica e petróleo. Nós temos que

aprender com essas outras indústrias que fizeram basicamente gestão e automação. Então temos que enfrentar esse problema.

Entrevista com Cesar Augusto Magalhães

Este profissional apresentou um modelo operacional que está sendo implementado em uma grande mineradora de porte internacional e que gerencia ordens de trabalho em todas as unidades de negócio, inclusive na área de produção. O objetivo das ações é maximizar as entregas reduzindo a variabilidade e incertezas do processo.

Contexto:

Diminuir a variabilidade do processo e aumentar o nível de confiança para atingir metas de produção utilizando o SAP que formalizará trabalhos programados e urgentes que ocorrem durante a produção.

Funcionamento:

É definida uma atividade a ser realizada. Primeiramente é aberta uma ordem de trabalho no sistema SAP PM (gestão de trabalho) que deverá ser aprovada pelo responsável pela atividade que verifica detalhes e define custos com o auxílio do SAP CO (finanças) definindo a primeira integração. Nesse módulo, o aprovador é responsável por estimar o valor para o trabalho, datas requeridas e impactos que o levará a aprovar ou não a ordem de trabalho. Esta ordem retorna para o SAP PM e o planejador é responsável por especificar tudo o que é necessário para a realização da atividade como detalhamento e sequenciamento das tarefas e para cada uma das atividades define os recursos necessário, riscos envolvidos, condições e restrições, equipamentos especiais, serviços contratados. De forma automática, os recursos necessários são enviados para o SAP MM (suprimentos) que faz a requisição de compra e reserva de recursos e insumos.

Após o planejamento das tarefas, o programador verifica sinergias e conflitos de toda a programação e é responsável pelo cumprimento do cronograma definindo quando é o melhor momento de execução da atividade evitando, por exemplo, que os mesmos recursos sejam alocados para diferentes atividades.

Após o planejamento e programação o provisionador de recurso monitora os recursos requisitados pelo planejador garantindo que estarão disponíveis na data programada, utilizando relatórios do SAP PM e SAP MM. Por fim, o sistema gera um job card com os detalhes das tarefas e que será repassado para a equipe de execução.

Comentários

- O treinamento da ferramenta está programado para ser realizada no próximo ano, mas que será uma etapa crítica na implantação do sistema.

- Será um desafio quebrar o paradigma de que ordens de trabalho podem ser requisitadas com 6 semanas de antecedência e não mais de maneira urgente como é feito hoje em dia, resultando em uma operação de mina mais previsível.
- É utilizado o sistema de despacho Modular que gera KPIs que gerenciam os resultados da produção como tempo de fila, *swing time*, *dumping time*, *parking time*, *cycle time*. Já no SAP serão gerados KPIs que gerenciam o processo como de % de trabalhos programados, % de trabalhos completados, % de trabalhos urgentes, eficiência da programação, tempo de aprovação, tempo de planejamento, etc.
- Em outra grande mineradora que o entrevistado trabalhou em que foi utilizado sistema de gestão com os mesmos princípios da empresa atual verificou-se após a utilização do sistema um aumento de 17% no ROM, 13% na capacidade de beneficiamento e redução de 30% na variabilidade do processo e 9% no custo operacional unitário.
- Sobre gestão da mineração, as minas do Brasil e de boa parte do mundo continuam trabalhando com a cultura de preço de commodities alto, ou seja, produzir a qualquer custo, pois a margem era muito elevada. Com o novo cenário das commodities, quem não implementar um sistema de gestão e tecnologia eficazes para melhorar a produtividade e reduzir custos, não sobreviverá. A mineração de uma forma geral parou de evoluir na década de 80 e esta crise será uma excelente oportunidade para revermos os nossos processos e práticas. Precisamos pensar diferente, senão a mineração nunca chegará a um nível de controle e automação de uma empresa automobilística.

6 DISCUSSÃO

Com base nas respostas do questionário e nas entrevistas com profissionais da área foi possível entender o objetivo e aplicações de um sistema integrado na mineração e seus possíveis desafios.

As soluções esperadas para o sistema decorrem da integração de informações de diversas áreas que possibilite a pesquisa de dados e que hoje é obtida com o pedido de levantamento dos dados que é enviado na forma de apresentação já com os critérios adotados por quem emitiu as informações (por meio de gráficos e tabelas) e não por quem as requisitou, também se espera que haja padronização dos processos e informações mais detalhadas.

Além disso, analisando o sistema de tarefas integrado que foi citado no trabalho, a ferramenta visa evitar atividades que são escaladas como urgentes e que estão fora do escopo do projeto. Assim, pode-se prever as atividades e organizá-las de uma maneira que integre as áreas de produção, financeiro e suprimentos permitindo reduzir a variabilidade e incerteza das atividades.

Apesar do sistema ERP ser aplicável às áreas de suporte à produção de mineração, na produção da mineração encontra ainda dificuldades de aplicação por causa das incertezas incorporadas aos depósitos minerais e altos volumes de minério tipicamente explorados, segundo Nader (2012).

Existem também outras dificuldades que foram mencionadas ao longo do trabalho e que serão apresentadas separadas por temas. Portanto, existem dificuldades relacionadas ao próprio sistema ERP que são o alto custo de implementação, o treinamento para utilização do sistema é insuficiente, existem dificuldades de adaptação aos novos processos que são julgados como não flexíveis e também há problemas nos bancos de dados mal feitos e que não são verificados.

No decorrer das entrevistas foram levantados tópicos de dificuldades encontradas e que não se relacionavam à parte técnica da mineração e que dizia respeito à gestão aplicada na maioria das empresas de mineração do mundo. Alguns deles podem ser citados como por exemplo a falta de visão da cadeia mineral por completo. O que alguns argumentaram é que as atividades são realizadas de forma independente e não buscam um mesmo objetivo estipulado para toda a empresa. Pela própria definição de cadeia mineral, o fluxo de materiais e informações entre atividades afeta o custo e a efetividade da atividade seguinte e por causa de gestões autoritárias que buscam resultados a todo custo acabam exigindo resultados muito rígidos de cada área e que não mensura se esses resultados tornarão a cadeia eficiente e de acordo com os objetivos estipulados.

Ainda em relação à gestão, tomando como comparação outras indústrias, a indústria mineral não tem o costume exigir rígidos cumprimentos de metas e não aparenta ter uma cultura meritocrática. Um dos fatores muito influenciados pela má gestão é o controle da incerteza, que muitas vezes é identificada e acaba não sendo gerenciada, tornando a indústria mineral ainda mais refém de incertezas e que apesar de depender de mais recurso para se tornar controlada, passa a atrair investidores mais reticentes.

Com relação aos KPIs utilizados nas empresas estudadas, podemos citar os mais relevantes à carga e transporte que seriam disponibilidade física, custo unitário, índice de aderência e fator de reconciliação. Já na parte de gerenciamento das atividades com relação ao processo podemos citar % dos trabalhos completados, % dos trabalhos urgentes, eficiência da programação

Ainda em relação à obtenção dos KPIs e atuais modelo de gestão, pôde-se verificar que são medidos muitos KPIs e com uma frequência bastante considerável (diariamente) mas acabam produzindo tantos dados que não há tempo hábil para analisá-los. Uma estratégia citada seria definir KPIs de curto prazo que fossem dedicados aos resultados da produção e KPIs estratégicos mensurados e analisados pela gerência e que mediria a aderência dos processos de toda a cadeia à meta estipulada e impactos que uma atividade tem em relação a outras.

7 CONCLUSÃO

Ao longo do trabalho, foi possível verificar que atualmente o sistema ERP é largamente utilizado nas atividades gerenciais da mineração, porém, nas atividades relacionadas à produção ainda se utilizam softwares específicos para cada atividade, como no caso de carregamento e transporte são utilizados sistemas de despacho, mas estes não estão integrados com a manutenção e nem com o planejamento, que seriam áreas de grande troca de informações no dia a dia da mina.

As entrevistas e questionário foram importantes para levantar dificuldades sobre a utilização e implantação do sistema ERP, muitas delas já esperadas segundo a revisão bibliográfica. Outras dificuldades citadas foram a respeito de barreiras culturais como a má gestão em toda a indústria de mineração, a falta de inovação e automação que foram relatadas em todas as entrevistas e que possivelmente é uma visão disseminada entre os profissionais do ramo.

Um reflexo da estagnação da indústria é a escolha feita por jovens profissionais que optam por migrar para outras indústrias mais inovativas, tornando a industrial mineral ainda mais ultrapassada e sem renovação de profissionais.

Como mencionado no trabalho, a indústria mineira tem um grande valor represado e a partir do momento que a barreira cultural for abolida entrará na era da inovação e automação, que é inevitável, visto que outras indústrias que competem com a mineração já exploram há muitos anos, como é o caso das indústrias de aviação e automobilística. Alguns líderes do setor já têm essa visão e aos poucos as novas gerações serão responsáveis pela mudança cultural e a indústria voltará a atrair investidores e ser competitiva.

APÊNDICE A – Entrevistas na íntegra

Alexandre Orlandi Passos

O ERP é uma plataforma que deveria varrer toda a cadeia produtiva e administrativa de uma empresa. A plataforma concentraria todas as informações necessárias para adequar a gestão do negócio.

As empresas não estão preparadas para fazer essa integração. Existe uma série de iniciativas de sistemas independentes que vão conversar com o ERP mas que não são o ERP.

O ERP está focada na parte administrativa do duplo T. O ERP originalmente foi desenvolvido nas áreas de manufatura onde existe uma entrada firme, um processo e uma saída firme. Eles definiram as melhores práticas administrativas e padronizaram um sistema que atenderia essas melhores práticas administrativas. Os processos são bem estruturados e de pouca incerteza e foram incorporados junto com as questões administrativas.

Na mineração, o T inferior se difere em cada mina pois cada mina possui um processo. Além disso, é uma indústria com muita incerteza. Sempre que se gera uma inconsistência no ERP gera um problema, por exemplo, quando se diz que vai produzir 100 toneladas e produz 105 toneladas é uma inconsistência e na área de estoque isso gerará um problema. Isso pode ser causado, por exemplo, pelo teor de umidade. Isso ainda não foi resolvido pelas empresas de ERP. Neste caso as empresas utilizam um sistema próprio que recebe as informações das diversas áreas da produção, consolida e manda para o administrativo.

O SAP (empresa de softwares empresariais) lançou um módulo de mineração específica para produção, mas não foi para frente.

“A comprehensive enterprise resource planning (ERP) solution can help make your mining company more profitable. It can help you eliminate information silos, unify business processes and data, and improve corporate sustainability in areas such as safety and environmental compliance.

Spanning the entire mining value chain with a single source of data for the entire company, you gain strategic insight. Powerful functionality tailored to your business needs enables you to drive operational excellence and sustainable growth.

An ERP solution drives operational efficiency and profitability. Having SAP ERP in place helps promote collaboration among different departments, such as finance, logistics, mining, processing, maintenance, and inventory management. Moreover, with the solution, mining companies can centralize control over operations, reduce redundancies in back-office and logistics processes, and establish shared-services centers to support processes, such as human resources and finance.

A single enterprise software platform can enable supplier consolidation and collaboration. For instance, it can provide easy access to figures reflecting stockpile or finished product inventory levels and mining and processing capacities across locations. Mining companies can analyze and share such information with and extend processes to external partners more easily, ultimately strengthening cooperation with their business partners.”
(Fonte: SAP, 2003)

O despacho, supervisorio de planta podem estar integrados e fornecer informações para a administração, mas ainda são sistemas independentes e não fazem parte do ERP.

A implantação do sistema no Brasil foi dificultada porque as empresas nacionais não achavam que um único sistema seria tão bom quanto os sistemas independentes que existiam na época. Portanto, cada empresa customizou o sistema ERP para se adequar a ela e foi gasto muito dinheiro na customização. Quando precisa mudar a versão é necessário pagar outra customização. Então, foi publicado que de 200 sistemas ERP implantados no Brasil, 99% deles não agregou valor para a empresa. O ERP foi uma febre, mas ao mesmo tempo as empresas não queriam mudar os seus processos e tem processo que fica muito difícil customizar porque o correto seria adequar a estrutura dos processos para ele ficar mais integrado e não precisar de customização, mas algumas empresas correm o risco de possui banco de dados mal feitos que gera inconformidade constantemente.

Segmentação de cadeia produtiva: geologia (com modelagem geológica), planejamento (de lavra), produção (sistema de despacho), beneficiamento (supervisórios). Não trocam informações entre eles.

As pessoas se encantam muito com tecnologia e por controle, mas o importante é entender porque que isso contribui para o seu resultado. As vezes pode existir uma tecnologia que não contribui nada para o resultado.

Isso é o grande gargalo. Porque quando se fala em integração da gestão, é preciso ver se o que está vindo de material de um processo atende a sua meta porque senão precisa revisar o processo. Seria como se tivesse um PDCA entre cada atividade, só que isso quase não existe porque não se enxerga como processos integrados, as pessoas enxergam como feudos isolados. Então é necessário ter minério de qualidade a preço baixo e com menor impacto ambiental e com segurança. Todas as etapas têm que ter o mesmo objetivo, mas eles não enxergam a cadeia toda. A cultura é de entregar um relatório de cada etapa da produção. Exemplo: uma mina em que a geologia entregava o modelo de curto prazo tardiamente para o planejamento de lavra, o planejamento de lavra fazia o planejamento para a operação com o modelo antigo, então as informações não eram consistentes então a operação não seguia o planejamento de lavra porque os dados não batiam e verificou-se que a geologia não estava entregando o modelo a tempo porque a operação que era responsável pelo desenvolvimento da mina subterrânea para a parte de galeria de pesquisa não estava entregando as galerias a tempo. Portanto não se utilizava as informações e isso gerava só custo para a empresa.

O sistema de despacho teria que informar os locais que foram lavrados e a quantidade que foi lavrada, então pode-se comparar com o plano de lavra e verificar se o produto que se gerou lavrando no local correto está adequado ao que estava previsto, se lavrou no local correto. Porque se não lavrou no local correto, não pode se comparar o que foi planejado com o que foi realizado. Nisso se tem dois indicadores: o índice de aderência e o fator de reconciliação. Mas nunca vi isso sendo bem feito. Isso é um processo que deveria fazer parte da produção porque se é feito um plano de lavra não confiável e que não vai atender às demandas, na hora da lavra não haverá aderência à lavra, à produtividade e a qualidade ou não haverá reconciliação, não conseguirá atingir as suas metas.

Eu acredito que essa gestão deveria ser feita. É uma questão pessoal mas acredito que existem barreiras culturais e não falta de tecnologia. A incerteza geológica é uma barreira para o sistema somente.

O desafio que eu enxergo é que não existe um sistema que faça a revisão dos dados. O que existe são sistemas isolados para cada uma das atividades.

Identificamos que mesmo no projeto da mina não se integra a área de lavra e a área de beneficiamento, então se a granulometria que é entregue para o beneficiamento não está de acordo com o esperado muda todo o dimensionamento da usina e isso acontece mesmo nas grandes minerações.

As pessoas não dão tanta importância a isso por causa da cultura de segmentar as coisas para não interferirem na sua atividade e você não interferir nos deles. Cada área se protege da responsabilidade. Ninguém está preocupado com o resultado da empresa, cada um está preocupado em não ser culpado pelo problema. Isso é fruto de gestões autoritárias pois quando ela ocorrer através de castigo criam-se mecanismos de proteção em toda a cadeia.

(Com as dificuldades de se obter minérios com alto teor, a integração seria uma saída para reduzir custos e evitar o retrabalho?) O sistema integrado traria menos risco e o processo seria mais “clean” e se consegue maior produtividade, menores custos e menores riscos. Mas a mudança cultural não é simples.

A indústria da agricultura também deve sofrer os mesmos problemas da mineração. Porque se parte de um inventário que é como se tivesse um modelo de mina. As indústrias extrativistas possuem incerteza.

Quais seriam os indicadores de uma boa gestão? Eu enxergo que essas questões todas são associadas a ter uma gestão mais efetiva do processo e ser mais eficiente. Simplesmente controlar não agrega valor. Hoje já existe muito controle, mas não possui análise. Por exemplo, no sistema de despacho são produzidas diversas planilhas e não se analisa se está tendo filas, quais são as causas das perdas.

Pergunta nas minerações quem faz o gráfico de pareto bem feito. Quando se define as principais causas e depois ataca essas causas e tenta melhorar o processo, na segunda rodada terá um segundo pareto e se faz a melhoria contínua.

(O gerente da mina deveria cobrar o resultado de cada gerente de área e analisar a cadeia toda. Porque isso não é feito) O *balanced scorecard* possui os KPIs de curto prazo para a sua área e os estratégicos. Nos estratégicos deveria se estar olhando para o todo. Deveria ter KPI para cada área e geral porque cada etapa interfere no geral. E a mesma coisa para o estratégico, por exemplo, se quero reduzir custo de manutenção posso estar prejudicando os indicadores estratégicos. O grande problema é que os KPIs são vistos de forma isolada.

O *line-up* da Vale tenta integrar estas questões então eles criaram um setor que tentar intermediar as relações da mina que ainda não são automáticas.

Giorgio de Tomi

Que eu conheça, só existe uma mina de carvão na Austrália que tem um sistema efetivamente integrado, mas é uma tarefa complexa. A integração não é questão de dar na mão de uma pessoa de TI fazer a integração, por isso que nunca saiu.

O ERP controla toda a parte de contabilidade, tesouraria, suprimentos e administrativa de modo geral.

Se alguém percebe que está faltando um material na empresa o sistema também faz o controle de estoque. Quando se retira a quantidade de material necessário do estoque que fez atingir a quantidade mínima gera um alerta no departamento de suprimentos e esse departamento conversa com a tesouraria para saber se há dinheiro disponível em caixa para fazer uma ordem de compra de material. Esta ordem de compra já sai com a indicação para o fornecedor entregar a quantidade necessária, na data e horário estipulados e no local indicado. O ERP é um sistema chamado transacional que faz essa concatenação dos dados. Tudo o que entra no processo tem que sair, seja dinheiro, material, recursos.

Na produção, em carga e transporte é estipulada uma produção que depende do que o planejamento decidir, mas essa produção pode variar. Para a área de TI é difícil colocar no sistema a flexibilidade que a mineração tem. Essa incerteza da mineração é que nos impede de colocar a produção em um sistema de ERP, pois, como dito anteriormente ele é transacional. A produção não pode entrar no ERP porque não se sabe quanto que vai produzir e não em como saber quanto é o estoque. Quem conseguir transformar a estimativa em uma transação irá conseguir colocar a mineração em ERP.

A indústria de carvão conseguiu transformar a estimativa em transação. Pode ter certeza de uma região da mina e isso será apresentado para os acionistas. O resto continua sendo uma estimativa que virará certeza em alguns anos. O carvão tem mais facilidade por ter menor variabilidade que minerais metálicos. Mas o ponto é que tem que mudar a filosofia e a cultura para um modelo transacional de uma parte da jazida que vai ser trabalhada em um período específico dali a alguns anos. A realidade é outra, porque o que foi planejado pode ser mudado por se achar que é melhor minerar uma área antes da que estava planejada para ser lavrada. A mudança de estimativa para transacional dá para ser feita, mas é muito cara pois exige muito custo de sondagem mas terá uma previsão mais realista do que será produzido.

É preciso controlar a incerteza. Existe um estudo em que se menciona que existem 3 métodos de se controlar a incerteza na mineração. A primeira é medir e avisar. A segunda é medir e gerenciar. A terceira é ignorar. O correto seria a prevalência do segundo método, mas é caro. O gerenciamento é dizer que se pode produzir uma quantidade de produto e controlar para que a realidade não fuja dessa meta. Para que isso ocorra na mineração a solução é a mudança cultural dos líderes.

(As ferramentas de reconciliação e aderência seriam uma maneira de tentar eliminar a incerteza?) A reconciliação é boa para medir os processos e conhecer as incertezas, mas ela não corrige as etapas seguintes, só as que estão por vir, a não ser a reconciliação pró ativa. No momento que os líderes tiverem essa noção de incerteza pode-se começar a pensar em sistemas ERP mas ainda vai demorar porque nosso líderes ainda são reativos, autoritários, não existe meritocracia. Ainda não existe uma cultura de gestão que valorize esse tipo de mudança cultural. A única que eu conheço é uma mina de carvão da Vale em Brisbane.

Mesmo dentro da mineração, nas áreas não ligadas a produção existe a exigência rígida por se cumprir metas. E a operação tem que ser assim também. A tecnologia que existe na mineração não dá suporte para um gerente de mina dar maior certeza das suas metas.

(O senhor acredita que isso pode ser uma tendência de mudança?) Faz 10 anos que eu leciono essa aula de ERP, e tem muito tempo que eu vejo uma estagnação, mas em algumas outras gerações que estão por vir pode ser que mude pois é o melhor caminho. Um CEO da Anglo fez uma matéria sobre a estagnação da mineração que se prolonga por muitas décadas, por isso a mineração não consegue ser competitiva comparada a outras indústrias de transformação, estamos perdendo espaço. Os portfólios de investimento no pico da mineração em 2008 era uma média de 5% correspondente a esta indústria, e essa média já caiu para 2,5%, ou seja, estamos perdendo competitividade para outras empresas de outros setores um investidor acaba não colocando o dinheiro em uma indústria de mineração para colocar em outras indústrias como a aeronáutica e petróleo. Nós temos que aprender com essas outras indústrias que fizeram basicamente gestão e automação. Então temos que enfrentar esse problema. E agora? O que vai acontecer?

Desde a época em que comecei quase não vi mudanças nesse aspecto, mas não vivi uma geração completa ainda. Se pegar 2 ou 3 gerações isso pode ser possível e de acordo com o CEO da Anglo, se não mudarmos, não evoluirmos, não investirmos em inovação, gestão e automação não sairemos do lugar. As mudanças que percebi foram que existe uma empresa que conseguiu integrar o processo e que líderes do setor estão começando a tirar o setor da sua zona de conforto.

A nossa indústria é muito conservadora e não permite mudança e existem outras indústrias que acreditam na inovação e que acabam roubando nossos talentos. As pessoas que permanecem muitas vezes acabam repetindo o que os chefes deles fazem e não há mudança. Por outro lado, não existe nenhuma indústria no mundo com um valor tão represado como na mineração, porque o dia que a gente começar a trabalhar de forma efetiva e nos colocarmos efetivamente dentro de um sistema de gestão a mineração vai valer muito mais do que ela vale hoje, porque com a diminuição de todas essas ineficiências citadas vai valorizar o setor, mas os líderes têm que querer e os líderes atuais ainda não deram sinal que vão mudar.

(O problema então é muito anterior, porque não tem como aplicar uma gestão integrada se nem a gestão em si é aplicada.) Nossos alunos têm essa percepção e decidem por não ficar em uma indústria pouco inovadora. No caso de uma pedreira por exemplo, ainda há pedreiras que acreditam que espoleta eletrônica é cara e que não deveria haver essa mudança.

A Samarco é um potencial que pode gerar mudanças, a Anglo American e o projeto S-11D da Vale que vai ser tudo integrado, mas não conheço ainda. Pedreiras ainda não porque eles estão situados em um mercado que é muito competitivo e outras pedreiras acabam se sujeitando a trabalhar sem licença ambiental, pagando propina, comprando explosivo no mercado negro e consegue metade do custo dele. Então a pedreira correta não tem como competir de igual para igual.

Cesar Augusto Magalhães

Antes de falar em ERP para produção, gostaria de dar um breve contexto sobre o Modelo Operacional que a empresa (nome não mencionado) está implementando em todas as unidades de negócio. O Modelo Operacional da empresa é baseado na metodologia do Business Process Framework, desenvolvido pelo Mick McAlear e basicamente ele foi pensando para maximizar as entregas, reduzindo a variabilidade e incertezas dos processos.

O BPF é composto por 4 etapas (Planejamento Operacional, Gestão do Trabalho, Medidas e Análise e Melhoria) e dentro da parte de Work Management (gestão do Trabalho), iremos utilizar o SAP PM para gerenciar as ordens de trabalho, ou seja, iremos abrir ordens de trabalho para todas as atividades de produção. Hoje, na maioria das minas do Brasil, existe um plano de lavra, entretanto todos os trabalhos adicionais que aparecem durante a execução do plano de lavra são executados de forma urgente e na maioria das vezes precisamos retirar o recurso de uma atividade planejada para atuar em um trabalho que chamamos de urgente. Esta situação aumenta muito a variabilidade do processo e conseqüentemente diminui o nível de confiança para atingir a meta de produção. Utilizando o SAP PM para registrar as ordens de produção e também os trabalhos urgentes, facilitará o entendimento da aderência entre trabalhos programados e urgentes, pois tudo será formalizado.

Vou dar um exemplo de como funciona: Temos o plano de execução detalhado (plano de lavra) onde está contemplado que até o dia 20/11, precisamos lavrar o polígono XYZ. Esta ordem de trabalho é aberta no sistema SAP onde existe uma inteligência de workflow que esta ordem vai para aprovação do responsável pelo trabalho. Este responsável ao receber o e-mail do trabalho a ser executado, verifica os detalhes e define o custo estimado para o trabalho consultando no SAP CO (esta é a primeira integração, ou seja, o SAP PM está interligado com o SAP CO que é o ERP para Finanças). Ao estimar o valor para o trabalho e também a descrição, data requerida e impacto, o aprovador aprova a ordem de trabalho e automaticamente esta ordem vai para o planejador. O planejador é uma pessoa que especifica tudo que é necessário para o trabalho ser executado. Exemplo: Para lavrar o polígono XYZ, o planejador deverá especificar e sequenciar as tarefas (Perfuração, Desmonte, Carregamento e Transporte) e também detalhar cada tarefa. Vamos dizer que para a perfuração, o planejador deverá especificar e sequenciar: plano de perfuração, preparação da frente, marcação dos furos, mobilização das perfuratrizes, perfuração, desmobilização das perfuratrizes. Então, para cada atividade desta, o planejador define dentro do SAP quais serão os recursos necessários, riscos envolvidos, condições e restrições, equipamentos especiais, serviços contratados, etc. Ocorre então outra camada de integração do SAP PM e SAP MM (Suprimentos), pois todos os recursos necessários para as tarefas são requisitados no próprio SAP PM e de forma automática, ou seja, as requisições de compras/reservas passam a ser feitas por tarefa e não mais de forma genérica.

Após o planejamento das tarefas, o programador entra em campo verificando sinergias e conflitos de toda a programação, ou seja, imagina que eu precise lavrar 10 polígonos em uma semana. O planejador especifica todos os recursos para lavrar os 10 polígonos, mas o programador é o profissional que se preocupa com o cronograma, ou seja, o melhor momento para executar aquela atividade. Ele avalia todas as sinergias e conflitos para programação para evitar que sejam programados os mesmos recursos (equipamento por exemplo) ao mesmo tempo e para dois locais diferentes. Dentro do SAP PM existe um outro software que é o Prometheus. O Prometheus basicamente é um gráfico de gantt que auxilia e muito o programador a avaliar as sinergias e conflitos para toda a programação das próximas 6 semanas.

Após o planejamento e programação, entra o Aproveitamento de Recursos que é a pessoa que fica monitorando os recursos para garantir que ele vai estar disponível na data programada. Por exemplo, imagina eu programar uma detonação para um dia e naquele dia eu descubro que o explosivo não vai chegar. Este é o papel deste profissional, avaliar se todos os recursos especificados e requisitados pelo planejador estarão disponíveis. Para fazer isso ele utiliza um relatório dentro do SAP PM e que busca informações do SAP MM (Suprimentos).

Após tudo isso, o Sistema gera um Job Card com todo o detalhe da tarefa e este job card é repassado para a equipe de execução.

Sobre o treinamento na ferramenta, estamos programando realizar os treinamentos no SAP e no BPF para fevereiro e março do próximo ano. A etapa de treinamento e testes do sistema é bem crítica.

Sobre argumentação contrária, existem sim, pois isto irá mudar a forma de trabalhar da operação da mina (por exemplo hoje, todas as requisições para a topografia são feitas por rádio e na maioria das vezes sem planejamento e de forma urgente). Com a implantação do SAP PM e BPF, as requisições deverão ser formalizadas via Ordem de Trabalho e requisitadas com 6 semanas de antecedência. Este será um grande desafio, quebrar este paradigma e mostrar que operação de mina pode ser mais previsível.

Com certeza o BPF e o SAP irão organizar a forma de trabalhar e consequentemente iremos reduzir a variabilidade dos processos, incertezas e isto proporcionará fazermos as entregas de forma potencial. Obs: Trabalhei com este mesmo princípio (SAP + BPF) na AngloGold Ashanti onde o ganho em 4 anos foi: aumento do ROM em 17%, a capacidade de beneficiamento em 13%, a variabilidade dos processos reduziu 30% e o custo operacional unitário reduziu 9% e um aumento de capacidade de 10 KOz/ano.

Sobre sistemas técnicos, utilizamos a Modular para o dispath system. São inúmeros KPIs (tempo de fila, swing time, dumping time, parking time, cycle time, etc). No SAP também teremos vários KPS (% trabalhos programados, % trabalhos completados, % trabalhos urgentes, % eficiência da programação, tempo de aprovação, tempo de planejamento, etc. Estes KPIs gerenciam o processo e não os resultados (toneladas).

Sobre as perguntas 5 a 7, as minas no Brasil e boa parte do mundo continuam trabalhando com a cultura de preço de commodities alto, ou seja, produzir a qualquer custo, pois a margem era de 500%. Com o novo cenário das commodities, quem não implementar um sistema de gestão e tecnologia eficazes para melhorar a produtividade e reduzir custos, vai morrer. A mineração de uma forma geral parou de evoluir na década de 80 e esta crise será uma excelente oportunidade para revermos os nossos processos e práticas. Precisamos pensar diferente, senão a mineração nunca chegará a um nível de controle e automação de uma empresa automobilística.

ANEXO A – Discurso de posse do cargo do CEO da Anglo American, Mark Cutifani

It is a great honor to be appointed to the role of Chief Executive Officer of Anglo American. Our company has a storied history, beginning with its proud South African origins and extending to the international stage as it has established itself as a major & diversified mining group. However, while many things have been achieved, we cannot continue to do business as usual. Our share price is languishing compared to our peers and we are not being rewarded for the potential we have embedded in the asset portfolio.

(...)

As a point of principle, I believe that if there are no investment opportunities that deliver above our risk/return hurdles, we should return cash to our shareholders.

To deliver on our potential we will have to put in place new processes that reach outside the mining industry for their inspiration and application. To be brutally frank, our industry lags the petroleum, manufacturing and aviation sectors and other more progressive and innovative heavy industry players in terms of operating practices – there is no reason why our industry should not use the best from all of these “restless innovators”.

In the last 10 years I have worked with a select group of industry colleagues to develop and apply the mining industry's most comprehensive fully integrated operating model – it takes a good part of its design from a wide range of leading practices from outside the relatively narrow confines of the mining industry. The consistent evidence is that this model delivers, over a five year period, a material underlying improvement in the productivity of our operating processes – without any significant incremental capital investment. That is the challenge for us as a management team. The key measures for such improvement must be productivity, reduction of waste reflecting unit cost improvements and the delivery of improving capital returns.

We must become leaders in the industry in innovation.

When we integrate this type of approach with an experienced technical knowledge of how to extract value from our resources I have no doubt that we can lead the industry in value creation. We will apply the same disciplined approach to all of our major investments and transactions. In terms of our people, we must work together as a team to ensure we deliver on our collective commitments. Our commitment to work together and to hold each other accountable to deliver on our potential must be relentless.

8 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AZEVEDO, R.C. **Modelo de gerenciamento de informações na cadeia de valor de mineração e de petróleo**. 2007. 199 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

BORGES, T. C. **Análise dos custos operacionais de produção no dimensionamento de frotas de carregamento e transporte em mineração**. 2013. 42 p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

CORDEIRO, R.L.F. **Data mining in large sets of complex data**. 2011. 135 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

CUTIFANI, M. **Chief executive speech**. 2013. Disponível em: <http://www.angloamerican.com/investors/shareholder-information/agm/agm2013/agm2013_ceo_speech>. Acesso em: 1 nov. 2015.

MANYIKA, J. et al. **Big data: the next frontier for innovation, competition, and productivity**. 2011. Disponível em: <www.mckinsey.com/mgi>. Acesso em: 11 out. 2015.

NADER, A.S. **Monitoramento de taludes via radar SSR como indicador chave de desempenho geotécnico integrado às atividades primárias da cadeia de valor mineral**. 2013. 219 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

NADER, B.; PASSOS, A.O.; DE TOMI, G.F.C. Indicadores-chave de desempenho e a gestão integrada da mineração. **REM: Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v.65, n.4, p.537-542, out./dez, 2012.

NADER, B.; SACHS, P.F.T.; DE TOMI, G.F.C. The mine value chain integration beyond the ERP system. **International Journal of Mining and Mineral Engineering**, Olney, v.3, n.3, p.233-250, 2011.

PASSOS, A.O.; SAHÃO, H.; TOMI, G.F.C. Gestão sistêmica na mineração. In: CONGRESSO INTERNACIONAL ANUAL DA ABM, 65., 2010, Rio de Janeiro, R.J. **Anais**. São Paulo: ABM, 2010. Em CD-ROM.

QUEVEDO, J. M. G. **Modelo de simulação para o sistema de carregamento e transporte em mina a céu aberto**. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de produção. 2009.

SAP An enterprise resource planning solution (ERP) for mining companies. 2003

SACHS, P.F.T. **Cadeia de valor mineral e tecnologia da informação: alinhamento estratégico como gerador de eficácia em empresas de mineração**. 2009. 168 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SOUSA, R. **Gerenciamento integrado de cadeia de valor mineral**. 2005. Tese (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica. Laboratório de Planejamento e Otimização de Lavra. **Gerenciamento integrado da cadeia de valor mineral**: Relatório científico final. São Paulo, 2005. (Projeto ERP-CVM-I, 2005. FAPESP nº 02/13716-0).

ZIKOPOULOS, P.; EATON, C. **Understanding big data**: analytics for enterprise class hadoop and streaming data. New York: Mc Graw Hill, 2012.

ZWICKER, R.; SOUZA, C.A. Sistemas ERP: conceituação, ciclo de vida e estudos de caso comparados. In: SOUZA, C.A.; SACCOL, A.Z., eds. **Sistemas ERP no Brasil**: teoria e casos. São Paulo: Atlas, 2003. p. 63-87.