



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Paulo Henrique Ribeiro de Souza

**UTILIZAÇÃO DE ERP E DOS KPIs NA MINERAÇÃO: em busca da integração e
eficiência**

Palmas – TO

2015

Paulo Henrique Ribeiro de Souza

**UTILIZAÇÃO DE ERP E DOS KPIs NA MINERAÇÃO: em busca da integração e
eficiência**

Trabalho apresentado como requisito parcial da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso de Engenharia de Minas, orientado pela Professora Doutora Angela Ruriko Sakamoto.

**Palmas – TO
2015**

Paulo Henrique Ribeiro de Souza

**UTILIZAÇÃO DE ERP E DOS KPIs NA MINERAÇÃO: em busca da integração e
eficiência**

Trabalho apresentado como requisito parcial da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do curso de Engenharia de Minas, orientado pela Professora Doutora Angela Ruriko Sakamoto.

Aprovada em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Angela Ruriko Sakamoto
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof. MSc. Daniel dos Santos Costa
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof. Esp. Valério Sousa Lima
Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas – TO

2015

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho primeiramente aos meus pais (Wanderley e Valéria) que puderam proporcionar a minha formação como profissional da Engenharia de Minas, sem eles não seria possível chegar onde cheguei. Ao meu irmão Wanderley Jr, que me deu o apoio moral nas horas difíceis dessa fase. E também a minha namorada (Natalia) que me acompanhou em boa parte dessa jornada, me apoiou e me deu seu ombro quando mais precisei.

Em memória dedico aos meus avós e a minha tia Marlene que não puderam acompanhar essa minha caminhada.

AGRADECIMENTOS

Para que esse trabalho fosse concluído agradeço a minha orientadora, Prof^{ta}. Dr^a. Angela Ruiko Sakamoto, que me proporcionou conhecimentos suficientes e a condução do trabalho. Agradeço também ao Núcleo de Pesquisa para a Pequena Mineração Responsável da Universidade de São Paulo (NAP. Mineração/USP), em especial ao Prof. Dr. Giorgio de Tomi (que me ofereceu minha primeira oportunidade de estágio) e Dr. Jacopo Seccatore que permitiram que minha pesquisa fosse possível ser realizada na Mina Experimental, nesse momento representada pela empresa Sociedade Extrativa Dolomia e o gerente da mina, Eng. Álvaro Rezende.

Nesse momento agradeço também aos meus amigos e colegas da ULBRA em especial: Allan Valentim, Bruno Sheslon, Luciano dos Santos, Hector Bernardi e Valdir Neto, que me proporcionaram uma rede de amizade que foi criada na V Turma de Engenharia de Minas do CEULP/ULBRA.

Menciono aqui também alguns colegas do NAP. Mineração/USP, local em que estagiei. Antonio Carlos Martins (pessoa que me supervisionou), Alexandre Passos, Elis Romanelli, Ricardo Tichauer e Tatiane Marin.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1	A indústria mineral e suas características.....	10
2.2	Cadeia de Valor x Cadeia de Valor Mineral.....	11
2.3	Integração da CVM e seus desafios	13
2.4	Enterprise Resource Planning (ERP)	15
2.5	Indicadores chave de desempenho (KPI)	17
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
3.1	Desenho do Estudo.....	21
3.2	Objeto do Estudo.....	21
3.2.1	<i>Caso específico de uma empresa da indústria mineral utilizando ERP....</i>	<i>22</i>
3.2.2	<i>Estruturação de KPI na Mina Experimental.....</i>	<i>23</i>
3.3	Local e Período de Realização da Pesquisa.....	23
3.4	Instrumentos de Coleta de Dados, estratégias de aplicação, processamento, análise e apresentação dos dados.....	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1	Sistema ERP dentro da Indústria Mineral	25
4.2	<i>Vale Production System (VPS).....</i>	<i>26</i>
4.3	Estruturação de KPIs na Mina Experimental.....	27
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
	ANEXOS	34

RESUMO

O presente trabalho discute a utilização do sistema ERP dentro da indústria mineral e de que forma o estabelecimento de Indicadores Chaves de Desempenho (KPI - Key Performance Indicators) podem otimizar atividades da cadeia de valor mineral. A relevância do tema emerge do ponto de vista que há poucas referências de empresas de mineração com integração de seus setores operacionais, o que pode gerar dados assíncronos e reduzir a capacidade de gestão de suas atividades. Foi feito o levantamento bibliográfico para compreender a indústria mineral e de que forma a integração da cadeia de valor mineral e os indicadores chave de desempenho podem agregar valor ao negócio. Para analisar a funcionalidade do sistema ERP na mineração, foi proposto um estudo de caso junto a uma empresa específica da indústria mineral com uma observação participante e coleta de dados por meio de entrevistas semiestruturadas junto aos profissionais que trabalham diretamente com o sistema, investigando o uso dos KPI. A mesma relação entre ERP e KPIs foi estudada na Mina Experimental do NAP.Mineração (Núcleo de Pesquisa para a Mineração Responsável da Universidade de São Paulo), mas com um foco maior na estruturação de indicadores de desempenho onde foi pretendido observar o processo de implantação e as práticas de otimização adotadas, comparando-as com o objetivo de explorar o processo de integração e busca de eficiência da cadeia mineral por meio dos KPIs e assim propondo uma nova metodologia da utilização de um sistema de gestão para pequenas empresas de mineração.

PALAVRAS-CHAVE: ERP. Cadeia de Valor Minera. Indicadores Chave de Desempenho

ABSTRACT

This work discusses the using of ERP (Enterprise Resource Planning) inside the mining industry and how the establishing of KPI (Key Performance Indicators) can optimize the activities of the mining value chain. The relevance of this topic comes up from the point of view that does not have so many references about the mining companies with integration of yours operational sectors, which may generate asynchronous data and reduce the capacity of management of your activities. It was made the bibliographic to understand the mining industry and how the integration of the mine value chain and the Key Performance Indicators can be able to generate value to the business. For analyze the functionality of ERP inside the mining industry, it was made a purpose of a case of study that use the ERP system with a participate observation and data collect by semi structured interview against the employers that work with this system and investigating the using of KPI. The same relation between ERP and KPI was studied in the Experimental Mine at the Centre For Responsible Mining of University of São Paulo, but with the focus to the structuring of the KPI, which was pretend to observe the process of implantation and the practices about the optimization adopted and comparing with the objective of the process exploration of integration and the search of the mine value chain efficiency by using the KPI and establishing a purpose of a new method for using a management system to small companies.

Keywords: Enterprise Resource Planning; Key Performance Indicators; Mine Value Chain

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – KPIs de uma mina desde a sua abertura ao fim da vida útil.	19
Quadro 1 – Protocolo de pesquisa.....	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cadeia de valor genérica de uma empresa.	11
Figura 2 – Cadeia de Valor Mineral.	12
Figura 3 – Fluxo de processos para integração da cadeia de valor mineral.....	14
Figura 4 – Módulos básicos de um sistema ERP em uma companhia generalizada.	17
Figura 5 – Papel dos sistemas de gestão na operação de mina.....	25
Figura 6 – Balança Integradora Utilizada nos Silos da planta de beneficiamento	28
Figura 7 – Metodologia Proposta Para Fluxo De Processo De Implantação De Novos Módulos Em Um ERP Básico.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS

B.I	<i>Business Intelligence</i>
BOM	<i>Bill of Material</i>
CIF	<i>Cost, Insurance and Freight</i>
CVM	Cadeia de Valor Mineral
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
FOB	<i>Free on Board</i>
KPI	<i>Key Performance Indicators</i>
NAP	Núcleo de Apoio à Pesquisa
TI	Tecnologia da Informação
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Média de Atratividade
USP	Universidade de São Paulo
VPL	Valor Presente Líquido

1 INTRODUÇÃO

A ausência de conectividade entre setores dentro de uma empresa de mineração vem chamando atenção de pesquisadores e assim este estudo explora possíveis soluções de integração, seja atividades de suporte ou primárias da cadeia de valor. As primeiras propostas de integração no Brasil dentro da indústria mineral aconteceram em 2004, que contou com a utilização de sistemas de *Enterprise Resource Planning* (ERP), onde Sachs *et.al* (2004) realizou estudos sobre a funcionalidade do software devido a onda de globalização iniciada na década de 90.

Os Sistemas ERP podem mostrar a sua eficiência em função da possibilidade de integração de dados de uma empresa, desde o controle de estoque, administração, contabilidade até controle de manufatura. Dado a possibilidade de integração gerada pela base de dados única, Tomi *et.al* (2004) fizeram análises sobre a funcionalidade do software dentro da indústria mineral.

A mineração possui atividades técnicas específicas, então Sachs (2009) propõe uma Cadeia de Valor Mineral (CVM) própria para a atividade de mineração, diferindo da Cadeia de Valor de Porter e Millar (1985). Com o avanço do tempo, veio algumas propostas de integração da CVM, porém, Nader *et.al* (2012) afirmam que poucas tem uma metodologia que mostre a sua exequibilidade.

Após os fatos apresentados acima, o trabalho tem o questionamento de como os KPIs podem auxiliar na tomada de decisões de dados gerados a partir de um sistema de gestão, e de que forma esse processo pode melhorar a tomada de decisões e eficiência da cadeia de valor mineral.

Portanto, para a integração da Cadeia de Valor Mineral é preciso elaborar um processo que permita a sua adequação, onde é preciso quantificar e monitorar o quanto um determinado setor que apresenta falhas em suas operações para então possibilitar a sua correção. Os indicadores chave de desempenho, *Key Performance Indicators* (KPI), apresentam grande funcionalidade neste aspecto, pois se adequam ao contexto de cada organização, permitindo o gerenciamento de um determinado grupo de atividades.

Neste contexto, este estudo teve como objetivo explorar o uso do sistema ERP dentro da indústria mineral, verificando o alinhamento com o uso de KPIs para possibilitar o monitoramento da cadeia de valor mineral. Assim os indicadores podem servir de instrumento para aumentar a compreensão das atividades da CVM e também possibilitar ações para melhorar o desempenho e integração dentro da indústria mineral.

A metodologia proposta para a obtenção dos resultados foi um estudo exploratório, com uma abordagem qualitativa, onde buscou-se conhecer melhor o ambiente do objeto de estudo. Foram usadas técnicas de pesquisa de opinião, dados secundários e observações e através de como instrumentos de coleta de dados e também o protocolo de pesquisa (Yin, 2010) para manter o foco e consecução dos objetivos estabelecidos. Assim, buscou-se entender o campo, propor melhorias e sugerir estudos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este tópico tem como o objetivo de apresentar o referencial teórico e as pesquisas recentes que suportam o entendimento e embasam a abordagem metodológica proposta no presente trabalho. Os temas centrais levam em conta a relação de sistemas ERP com a integração da CVM e os KPIs. Apresentando fatores que podem ser utilizados para otimizar a integração das atividades primárias e de suporte.

2.1 A indústria mineral e suas características

Um empreendimento da indústria mineral possui suas particularidades que muitas vezes pode ser caracterizado como investimentos de alto risco por levar em conta a pesquisa mineral. Para que um projeto mostre a sua viabilidade econômica, são feitos vários tipos de estudo de sensibilidade, onde mostram informações de Valor Presente Líquido (VPL) ao longo do empreendimento e a Taxa Interna de Retorno (TIR) ao final da vida útil da mina.

De acordo com Gitman (1997) o VPL pode ser considerado uma técnica de análise de orçamento de orçamento do capital, que é utilizado o fluxo de caixa de uma determinada empresa a uma taxa média de atratividade (TMA), ou seja o quanto que um determinado é atrativo para um grupo de investidores específico.

Outro ponto que chama atenção para parte de princípios da administração financeira e que atualmente é utilizado na economia mineral é a TIR, que basicamente é “definida como taxa de desconto que iguala o valor presente das entradas de caixa ao investimento inicial referente a um projeto” (GITMAN, 1997, p.330). Ou seja, basicamente é uma taxa que se espera ao final do projeto, que pode ser satisfatório quando a diferença da TIR e TMA é igual a zero.

Uma característica da indústria mineral, intrínseca à sua natureza, é que usualmente a sua principal vantagem competitiva é a mina, tanto em termos de quantidade e qualidade quanto à localização das suas reservas minerais. Essa vantagem competitiva, que não pode ser facilmente imitada pelos concorrentes, é o principal fator a ser considerado em um estudo de viabilidade e no projeto de uma mina (SACHS, 2009, p.94).

Segundo Ptak e Schrageinheim *apud* Nader (2013), o setor da mineração é caracterizado por estar presente em metade dos fabricantes global. Sachs *et.al* (2004) afirmam que a indústria da mineração é um ambiente onde há um grande movimento de capital financeiro, isso devido ao grande investimento para os equipamentos de uma planta de beneficiamento de uma mina, e operação de lavra, como também pelo fato de grande parte das empresas do setor mineral trabalhar em uma escala de produção de 24 horas por dia e 7 dias

por semana, tudo isso para impulsionar a produtividade de extração do minério e minimizando custos de operação.

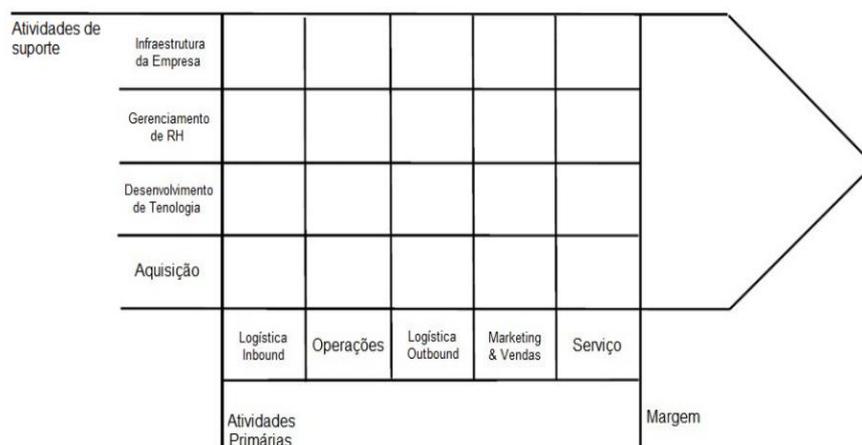
Hartman e Mutmansky (2002) dividem as fases da mineração em: prospecção, exploração, desenvolvimento e lavra. Mas a literatura pode mostrar que há implantações de atividades sequenciais a medida que é publicado novos trabalhos, como mostra Azevedo (2007), que divide as atividades em: pesquisa, modelagem geológica, planejamento de lavra, operação de lavra, transporte e estocagem de minério e estéril, tratamento de minério, distribuição de produtos e recuperação ambiental.

2.2 Cadeia de Valor x Cadeia de Valor Mineral

A definição e compreensão da cadeia de valor é um fator importante para a compreensão da integração das atividades de uma empresa, devido ao mapeamento de processo das atividades que contém a cadeia de valor, é possível se obter uma integração e acompanhamento em tempo real das informações em cada setor de atividades.

Nader (2013) define a cadeia de valor de uma determinada empresa como uma rede de atividades independentes. Porém estão ligadas entre processos operacionais, essas atividades estão conectadas a todas as outras que compõem a cadeia de valor no qual afetam o custo e efetivação desses parâmetros. Essas atividades são divididas como primárias e de suporte, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Cadeia de valor genérica de uma empresa.



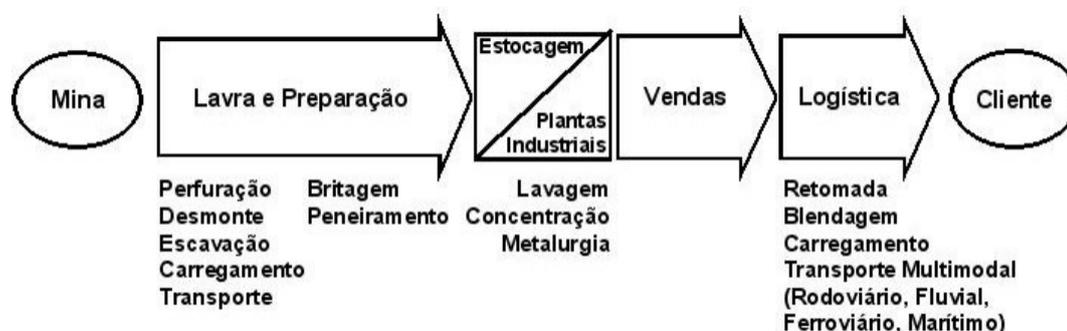
Fonte: Porter e Millar (1985).

Ilustrado na figura 1, a cadeia de valor oferece dados desde a fase de planejamento, processos de manufatura até as atividades de suporte que um empreendimento necessita.

Devido as atividades da mineração serem mais específicas como por exemplo o planejamento da mina, onde necessita constantemente de relatórios que mostrem o avanço de lavra de acordo com a pesquisa mineral, no qual envolvem parâmetros de teores, recuperação de uma determinada frente de lavra e fase de blendagem, há uma diferenciação na cadeia de valor mineral com a genérica que é mostrado por Sachs (2009).

A cadeia de valor mineral possui algumas diferenças em relação a proposta por Porter e Pillar (1985), que é mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Cadeia de Valor Mineral.



Fonte: Nader (2013).

A CVM possui suas particularidades diferindo da genérica devido ao fato da logística *inbound* ser um fator limitado a mineração, pois é a única matéria prima dentro de um empreendimento mineiro.

Faria e Costa (2012) afirmam que a logística de abastecimento (ou *inbound*) trata da disponibilização de materiais e informações para a distribuição e armazenamento, movimentação e estocagem. Portanto, a logística *inbound* engloba todo o fluxo de materiais e de informações relacionados desde o processo inicial de aquisição de matéria prima até a entrada na fábrica.

A logística *outbound* estabelece que uma vez que o produto final é processado, é preciso que seja entregue ao consumidor final da forma “que no âmbito dos subprocessos de Armazenagem e Transporte busquem uma forma estratégica de agregar valor ao cliente” (FARIA; COSTA, 2012, p.24).

Nader e Sachs (2008), explicam que na mineração a logística *inbound* é realizada pelas operações unitárias de lavra que basicamente são: perfuração, carregamento, detonação, transporte e beneficiamento. Já em logística *outbound* ocorrem na procedência da etapa de vendas, pois tratam de contratos predefinidos de longo prazo, que podem ser atendidos com o envio de lotes já específicos.

2.3 Integração da CVM e seus desafios

A integração da Cadeia de Valor Mineral ainda é um dos grandes paradigmas para o gerente de projeto que executa essa tarefa, devido à pouca disponibilidade de frameworks e estruturas que evidenciem o caminho a ser tomado. Nader *et al* (2012) sugerem que a falta de uma metodologia para a integração da CVM é um dos grandes pilares que levam ao fracasso nesse quesito de estudo.

Um ponto de vista que deve ser observado para tomar a decisão de se obter a integração da cadeia de uma mina, é que segundo Nader (2013), o uso extrapolado de ferramentas para o gerenciamento de máquinas, logística e transporte, ou seja, atividades que envolvam várias etapas do setor operacional, vem dificultando a aderência desses valores com as atividades na mineração, seja ela primária ou de suporte.

O problema da integração da cadeia de valor mineral é dado em função da racionalização de recursos tecnológicos (NADER, 2013). Através de vários trabalhos relacionado a essa linha de pesquisa, é possível analisar os fatos que levam a integração da cadeia de valor mineral, como mostra Passos *et al.* (2010) em dois estudos de caso que segue abaixo, onde foi feito um estudo em uma lavra subterrânea e outro a céu aberto.

No estudo de caso na mina a céu aberto a ideia era remover o estéril da parte central da mina e permitindo o seu alargamento e aprofundamento, porém não havia um modelamento geológico representativo da jazida, então o planejamento foi feito com base nos dados disponíveis, mais tarde foi feita uma pesquisa mais detalhada e foi possível constatar que o planejamento inicial estava equivocado, já que a mina deveria ser desenvolvida inicialmente pelas extremidades, e o que havia sido considerado estéril, poderia ser minério através da blendagem, o que acarretou em um prejuízo médio de R\$ 4,00 por tonelada de estéril removido.

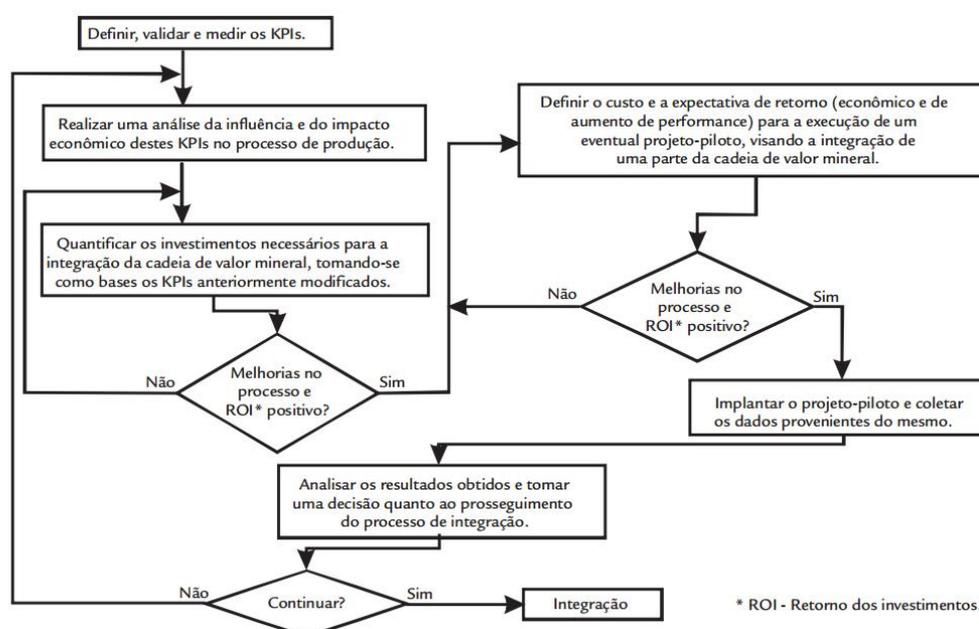
Já no estudo realizado em uma mina subterrânea foi observado que havia um baixo índice de reconciliação de valores de teores e massas realizados pela lavra e o planejamento. Quando a equipe de produção foi questionada sobre o baixo índice de aderência, a resposta foi que quando a lavra seguia o planejado, havia uma baixa qualidade do material, e quando o grupo de planejamento foi questionado, o motivo era que o plano de lavra não levou em consideração a geologia de curto prazo, ou seja, havia uma falta de aderência de valores que causou todo o prejuízo.

Aos fatos apresentados acima, pode então concluir-se a real importância da integração, onde se obtém valores que estejam em perfeita sincronia com outros setores, agregando valor a CVM, e como consequência uma eficiência operacional.

Nader *et. al* (2012) propõem uma metodologia que utiliza parâmetros de quantificação e monitoramento de KPI's para que possa medir o que está sendo gerenciando, possibilitando acesso a informações sobre a melhoria do processo com a estruturação dos indicadores, tudo isso estabelecendo os investimentos necessários para a integração e se o retorno sobre os investimentos se dará positivo, partindo assim para a decisão de integração da CVM, como mostra na Figura 3.

O mapeamento e modelagem de processos poderão auxiliar na implantação desses indicadores de desempenho, estabelecendo um alinhamento estratégico de negócio com os KPIs, como pode ser ilustrado na metodologia proposta por Nader *et. al* (2012) no fluxo de processo da Figura 3.

Figura 3 – Fluxo de processos para integração da cadeia de valor mineral.



Fonte: Nader *et al.* (2012).

Quando se diz na integração da cadeia de valor mineral, não pode imaginar que seja uma tarefa simples, para alcançar tal objetivo, a empresa deverá contar com uma equipe que possui domínio técnico sob o que está sendo realizado.

Há alguns desafios que o gerente de projeto possivelmente encontrará ao fazer uma integração da cadeia de valor mineral, como por exemplo a falta de conectividade entre dois tipos de softwares distintos.

Na cadeia produtiva de uma mina Nader (2013) cita que são utilizados dados geológicos para alimentar um tipo de software de modelagem do corpo mineralizado, como

por exemplo: teor, mergulho da rocha e descontinuidades, ou seja, parâmetros específicos de geologia de mina, ocorre que devido ao fato dessas informações serem representativas em termos e dados técnicos, ainda não há uma facilidade de obter uma comunicação entre esses tipo de sistema com outro, o que pode ocorrer com sistemas para estudos de sensibilidade econômica, apesar de serem dois setores totalmente distintos, um se torna dependente do outro.

Nader (2013) cita alguns desafios para a integração da cadeia de valor mineral:

- Os sistemas técnicos de mineração são enclausurados em aplicações específicas do setor;
- A maioria dos sistemas de mineração possui um escopo relativamente antigo e ideais desenvolvidos há mais de duas décadas;
- Grande parte dos sistemas específicos de mineração possui banco de dados proprietários, exigindo assim uma extensão do tipo de arquivo para que haja comunicação com outro tipo de software;
- A dificuldade de se obter uma interface padrão entre vários tipos de softwares, como por exemplo, dados geológicos são representados em gráficos tridimensionais enquanto dados relativos a custos são representados em diagramas bidimensionais ou variáveis simples;
- Não há uma metodologia padrão para a integração da CVM, tampouco para avaliações de resultados advindos do processo.

Através dos fatores listados acima, pode se concluir que o desafio maior se dá por não haver uma interface padrão para comunicação entre vários tipos de softwares, devido as peculiaridades que advém da atividade mineral. Quando há uma metodologia que mostre os reais benefícios gerados para um empreendimento sob a integração da cadeia de valor mineral, há grande chances de sucessos para o rastreamento de informações da cadeia produtiva mineral.

2.4 Enterprise Resource Planning (ERP)

Sistemas ERP são softwares utilizados para a integração completa de setores operacionais, são funcionais para as empresas devido ao fato de existir uma base de dados local, tornando o acesso rápido e fácil. O tipo de módulos a ser utilizados é definido pelo escopo de uma determinada empresa.

Souza (2000) define o sistema ERP como software que oferece soluções para integração de informações relacionados com uma determina companhia, no qual são divididos

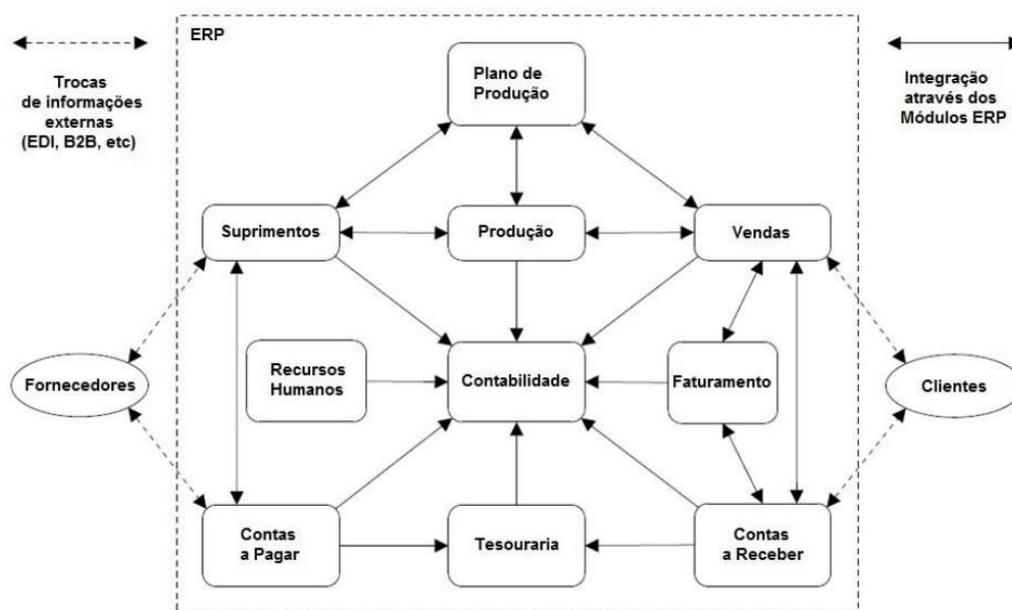
em módulos que comunicam entre si. O autor estabelece as características do sistema ERP para que possa ser diferenciado de outros tipos de softwares, essas características são apresentadas a seguir:

- São pacotes comerciais de softwares;
- Esse tipo de sistema é desenvolvido a partir de modelos padrão de processos;
- Fornecem integração entre os módulos;
- Possui grande abrangência funcional;
- Utiliza banco de dados corporativos;
- Requer procedimentos de ajuste;

Os dados que são processados em um determinado módulo são integrados com os demais de forma que forneçam um acompanhamento em tempo real de informações. A integração dos setores pode ser facilitada devido às informações armazenadas em uma base de dados própria da empresa, contribuindo para uma sincronia entre setores de uma companhia específica.

Davenport *apud* Nader (2013), relaciona os pacotes do sistema ERP como: finanças, contabilidade, recursos humanos, cadeia de valor e clientes. Os tipos de módulos implantados em uma empresa genérica é ilustrado na Figura 4, que pode ser observado a integração dos setores, tornando um processo de fácil rastreabilidade de informações dentro de uma companhia.

Figura 4 – Módulos básicos de um sistema ERP em uma companhia generalizada.



Fonte: Zwicker e Souza (2003).

Segundo Nader *et.al* (2012) as indústrias que utilizavam sistemas para atividades de suporte para a cadeia de valor que era retrógrado ao ERP tiveram então que buscar soluções alternativas devido ao “*bug do milênio*”, que seria basicamente uma pane dos programas em função da mudança do ano 1999 para 2000, pois muitos acreditavam que os mesmos não suportariam a migração de data.

Foi nesse ponto então que muitos acreditam que o sistema ERP ganhou popularização em meio a indústria. Nader (2013) mostra que a quantidade de empresas que vem utilizando esse tipo de sistema está se tornando cada vez mais crescente, porém, as atividades que ganham maior concentração no emprego do programa são no setor gerencial, pois ainda não mostrou sua potencialidade na utilização para atividades primárias da cadeia de valor mineral.

2.5 Indicadores chave de desempenho (KPI)

Segundo Nader (2013) KPIs são indicadores que servem para medir, gerenciar e validar parâmetros que possam ser quantificados para o monitoramento de setores operacionais, tornando assim uma maior facilidade da integração da cadeia de valor, mais especificamente no caso da mineração a cadeia de valor mineral (CVM), uma vez que estes são estabelecidos, eles mostram o quanto um determinado setor está em risco, ou se está dentro das normalidades. Para que se possa obter um gerenciamento adequado, deve obter ferramentas para medir e controlar.

Os KPIs dentro da indústria mineral também pode ter a funcionalidade de obter parâmetros de medição da cadeia de valor, obtendo assim um controle maior sobre a eficiência das atividades primárias e de suporte da CVM, podendo gerenciar determinado setor que apresente constante otimização, seja o projeto em si ou até mesmo uma atividade de operação da mina.

Como visto citado anteriormente os KPIs podem auxiliar no aumento de performance de uma determinada atividade. No setor mineral, Nader (2013) relacionou seis processos principais que estão presente no eixo de um empreendimento mineiro, de tal forma que os mesmos podem ser influenciados de forma positiva ou negativa com a utilização dos indicadores chaves de desempenho, esses processos são destacados abaixo:

1. Identificação e desenvolvimento de projetos de pesquisa;
2. Planejamento da produção;
3. Execução da produção da lavra;
4. Eficiência da produção
5. Desenvolvimento de melhorias na produção
6. Melhoria e otimização de processos desenvolvidos

O passo de identificação desses processos é importante devido ao fato de que os indicadores de desempenho estão ligados a essas características de um projeto de mineração.

Nader *et. al* (2012) relacionam vários tipos de KPIs, que são embasados desde a abertura da mina até a conclusão final da vida útil do empreendimento. Os indicadores de desempenho chave dentro da mineração, foram estabelecidos em conjunto com as grandes empresas de mineração, e entrevista com os mais conceituados Engenheiros de Minas e Gestores da indústria mineral. Estes são estabelecidos na Tabela 1.

Tabela 1 – KPIs de uma mina desde a sua abertura ao fim da vida útil.

KPI	JUSTIFICATIVA
Índice de aderência do plano de curto prazo ao longo (georeferenciado)	Permite a avaliação da reconciliação do planejamento de lavra de curto prazo
Índice de reconciliação geológica de curto prazo com a de longo prazo	Permite a avaliação da reconciliação geológica de curto prazo com a de longo prazo
Índice de reconciliação de lavra de curto prazo com a de longo prazo	Permite a avaliação de reconciliação de lavra de curto prazo com a de longo prazo
Número de não conformidades de segurança	Permite a avaliação do sistema de segurança adotado pela empresa
Números de não conformidades de meio ambiente	Permite a avaliação da filosofia adotada pela empresa em relação a questões ambientais
Número de não conformidades de qualidade	Permite a avaliação da qualidade do produto
Índice de aderência da produção real à planejada	Permite a avaliação da aderência da produção real com a planejada
Índice de aderência da produtividade real à planejada	Permite a avaliação da aderência da produtividade real com a planejada
Índice de aderência do custo de produção real ao planejado	Permite a avaliação da aderência do custo de produção real ao planejado
Índice de aderência dos preços dos produtos reais aos planejados	Permite a avaliação da aderência dos preços dos produtos reais aos planejados

Fonte: Nader *et. al* (2012)

Ao mostrar os seis processos que pode ser influenciado com a utilização de KPIs, descrito por Nader (2013), pode ser observado que através deste aspecto há uma certa relação dos mesmos processos com os indicadores mostrado na Tabela 1, como exemplo irá ser destacado o planejamento de produção que está ligado com o indicador de índice de aderência da produção real à planejada.

Os indicadores que são mostrados na Tabela 1, de acordo com Nader *et. al* (2012), são apenas os principais KPIs que podem ser monitorados durante a vida útil de uma mina, o que é válido ressaltar que o gerente de projeto deverá estar apto para estruturar os indicadores que melhor se adequam ao empreendimento, alinhando com os principais processos de um projeto de mineração.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo apresenta a metodologia adotada nesta pesquisa para possibilitar o alcance dos objetivos presente no escopo do projeto.

3.1 Desenho do Estudo

Na metodologia utilizada para o presente trabalho, foi o método de estudo de caso, com abordagem qualitativa, objetivo metodológico exploratório e experimental.

Marconi e Lakatos (2009) definem uma pesquisa exploratória como uma forma do pesquisador se familiarizar com o fenômeno de estudo que deseja, utilizando a observação e entrevistas como instrumentos para a coleta de dados. Na pesquisa experimental, as autoras definem o método como um meio de investigações para o teste de hipóteses.

A pesquisa foi realizada pelo método exploratório, em função de que o pesquisador esteve realizando observações no campo e entrevistas com os responsáveis do setor de operações e TI da empresa, experimental em função do fato de que é pretendido estabelecer métodos de otimização do processo gerencial e monitoramento de uma empresa específica e da Mina Experimental, afim de testar as hipóteses levantadas no projeto e os KPI que Nader (2013) relaciona no tópico 2.5.

3.2 Objeto do Estudo

Explorar a utilização do sistema ERP dentro da indústria mineral, e os indicadores chave da CVM na Mina Experimental coordenado pelo NAP. Mineração.

O Quadro 1 representa o protocolo de pesquisa, como recomendado por Yin (2010), que serve para nortear a condução da pesquisa e aumentar a confiabilidade do estudo. Em seguida é feita uma breve descrição dos casos objetos deste estudo.

Quadro 1 – Protocolo de pesquisa

Visão Geral do Projeto
<p>Objetivo: explorar o uso de um software de ERP na gestão dos resultados dentro de uma empresa da indústria mineral. De forma a verificar o desempenho da cadeia de valor mineral por meio da análise dos indicadores-chave da empresa de estudo (KPI)</p> <p>Assuntos do estudo: Sistema ERP; Cadeia de Valor Mineral; Indicadores chave de desempenho</p> <p>Leituras relevantes: Sistema ERP, Integração da cadeia de valor mineral, características da Mina Experimental</p>
Procedimentos de Campo
<p>Apresentação das credenciais: Apresentação como estagiário na empresa em estudo e parceiro de pesquisa do Núcleo de Pesquisa para Mineração Responsável da Universidade de São Paulo</p> <p>Acesso aos Locais: A disponibilização de dados estratégicos a competitividade.</p> <p>Fonte de Dados: Primárias (entrevista e observação) e secundárias (bibliográfica e documental).</p> <p>Advertências de Procedimento: Não se aplica.</p>
Questões investigadas no estudo:
<ol style="list-style-type: none"> a. Observar aspectos técnicos da empresa em estudo e Mina Experimental. b. Integração da cadeia de valor mineral c. Utilização do sistema ERP d. KPIs utilizados e. Forma de definição e estruturação de KPI
Esboço para o relatório final:
<p>Apresentar a relação entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A abordagem adotada pelo objeto de estudo em relação a integração de processos • Nível de automação e uso do ERP • Avaliar os controles adotados e relacionar com os KPI recomendados na literatura • Identificar os principais desafios para integração • Apresentar possíveis alternativas para melhoria do processo implementado • Recomendar estudos futuros

Fonte: Autor, adaptado de Yin (2010).

Caso específico de uma empresa da indústria mineral utilizando ERP

Para a fase de análise de um sistema ERP dentro do setor mineral foi feito um estudo de caso da empresa Dolomia que contou com o auxílio de um protocolo de pesquisa e o meio de análise se obteve por contato direto com o software de ERP.

O objetivo do estudo de caso é aprofundar sobre as dificuldades enfrentadas ao longo da etapa de implantação analisando os módulos utilizados pela empresa, e como foi feito o mapeamento de processos para se obter a integração e quais mecanismos de controle foi utilizado ao longo da implantação, partindo deste ponto será possível testar a terceira hipótese (item 1.2) observando se o resultado foi satisfatório para a integração da CVM.

Para observar o quanto o sistema forneceu ganhos eficientes para a cadeia de valor mineral, se dará por meio de entrevistas com um contato do pesquisador nas atividades que compõem a cadeia de valor mineral. Partindo dessas observações será possível obter resultados com exequibilidade e propor melhorias para o processo gerencial e integração de setores operacionais da mina.

3.2.1 Estruturação de KPI na Mina Experimental

Para a conclusão deste trabalho, será feito uma segunda fase de pesquisa que contará com o auxílio do NAP. Mineração/USP e seus respectivos colaboradores de projeto. Será feito uma análise de setores operacionais da mina, observando parâmetros que podem ser otimizados desde o monitoramento ao gerenciamento das atividades e através da estruturação de KPI na Mina Experimental.

Para tanto, com o auxílio do protocolo de pesquisa é pretendido submeter o coordenador do projeto algumas questões relacionado às operações da mina, verificando se indicadores de desempenho são utilizados e quais são e assim validando os KPI como proposta de integração da CVM, deste modo será possível testar a hipótese número um (tópico 1.4) e verificando se os KPIs pre-definidos na Tabela 1 podem ser validados para este caso.

3.3 Local e Período de Realização da Pesquisa

Foi determinado na Mina Experimental do NAP. Mineração/USP – Núcleo de Pesquisa para a Mineração Responsável da Universidade de São Paulo, o período para a realização do estudo no campo de foi de uma semana.

3.4 Instrumentos de Coleta de Dados, estratégias de aplicação, processamento, análise e apresentação dos dados

Os instrumentos utilizados para coleta de dados e condução do projeto são a observação participante na empresa e na mina experimental e entrevistas semiestruturadas.

Com uma apresentação de credencial como estagiário na primeira empresa, serão observadas as questões abordadas abaixo:

- O grau de automatização das operações na frente de lavra e no planejamento;
- Os mecanismos que a empresa utiliza para o monitoramento e controle das atividades;

- Investigar os itens relacionados a competência, habilidade e atitudes da equipe de colaboradores.

Nesta fase, o pesquisador estará realizando entrevistas semiestruturadas e informais com os profissionais que atuam no gerenciamento do projeto da mina e TI da empresa. Estas entrevistas serão registradas, mediante autorização, diariamente no formato de relatórios para assegurar o máximo de fidedignidade das informações. As questões a serem indagadas são relativas à:

- Relatos sobre a integração dos dados e das áreas operacionais, verificando a diversidade de ferramentas para o gerenciamento da mina;
- Uso de KPIs estruturadas e se houve uma metodologia para a integração e validação dos mesmos;
- Formação técnica dos colaboradores que atuam com o sistema de ERP;
- Processo de implantação, treinamento e ajustes do sistema ERP;
- Critérios e motivos considerados na hora de optar pelo sistema e escolha dos módulos utilizados atualmente;
- Desafios encontrados para a implantação do sistema ERP e para a integração da cadeia de valor mineral.

A etapa seguinte do trabalho é consolidar os dados coletados na empresa e efetuar uma análise prévia destas informações, ajustar o protocolo de pesquisa e então realizar a pesquisa de campo no NAP. Mineração/USP.

A priori as observações e entrevistas conduzidas na empresa em questão serão replicadas, diferindo nas entrevistas semiestruturadas, pois serão retiradas as perguntas relacionadas a implantação do sistema ERP, devido ao fato da não utilização na mina e substituindo-as pelas questões a seguir:

- Como é feito o processo de planejamento e controle de produção na mina;
- O motivo de não se utilizar um sistema de ERP.

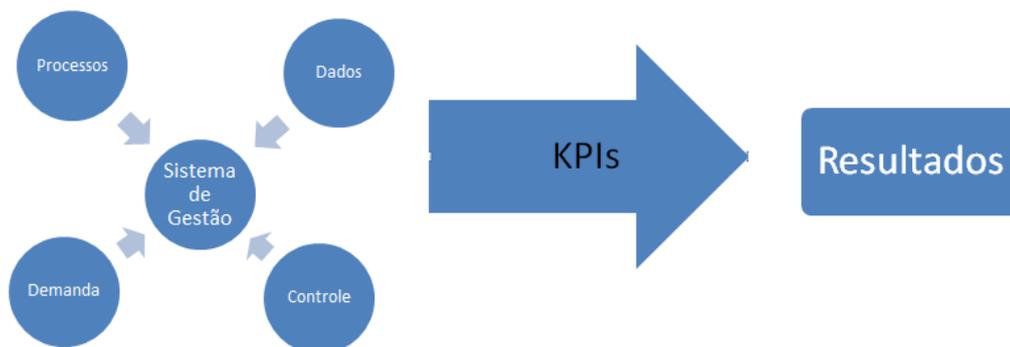
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A proposta inicial do trabalho visava o estudo da implantação de sistemas ERP e utilização de KPIs na mineração, as análises de informações sobre a utilização de um sistema de gestão na mineração. Ao longo do processo de visitas à campo a abordagem teve de ser redirecionada dada às condições de acesso ao campo. Porém, de acordo com dados históricos e uma avaliação bibliográfica, foi possível elaborar e propor uma otimização no que tange as necessidades estratégicas e competitivas de uma empresa do setor mineral de pequeno e médio porte.

Em uma etapa de estruturação de indicadores de desempenho para essas empresas, foi possível observar em campo que a empresa de objeto de estudo dos KPIs utiliza algumas ferramentas como possíveis meios de controlar, monitorar e integrar alguns processos da cadeia de valor mineral.

O pesquisador propõe que a utilização de um sistema de gestão tal como o ERP poderá gerir resultados a fim de serem controlados e monitorados, e assim tomar medidas estratégicas para melhorar o índice de decisões para as empresas e assim agregando valor a cadeia produtiva onde a melhoria de resultados se torna consequência de uma gestão sistêmica. Este processo pode ser ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – Papel dos sistemas de gestão na operação de mina



4.1 Sistema ERP dentro da Indústria Mineral

Em um primeiro momento, não foi possível acompanhar sobre o dia a dia de um sistema ERP dentro da mineração, vivenciando o estudo *in loco*, pois houve imprevistos na hora do pesquisador ser efetivado como estagiário, porém, partindo de um ponto bibliográfico, foi possível analisar parâmetros de utilização de um sistema de gestão dentro da indústria mineral como forma de integração da cadeia produtiva.

Através dessas informações, foi possível analisar que devido ao fato de que a indústria mineral não trabalha com uma produção formada em lotes de produção, via *BOM (Bill of Material)*, para resolver este problema alguns autores trabalham com a ideia da utilização de *B.I (Business Intelligence)* para a mineração de dados.

Através de entrevistas realizadas por Martins (2015) é perceptível que empresas da indústria mineral vem utilizando recursos como ERP para o controle e análise de seus processos, porém, poucas possui a convicção de que um único sistema poderá contribuir para a integração de toda a empresa.

A grande dificuldade para a mineração utilizar um sistema ERP está em que há grande incertezas na indústria, pois a mineração trabalha com estimativas no planejamento de lavra, ou seja, nunca se sabe ao certo o quanto vai produzir, e essa fator poderá impedir que a produção esteja dentro do sistema ERP.

Um grande fator que deve-se mudar para que esses conceitos estejam dentro da mineração é que é necessário a mudança cultural de gestores das empresas da indústria, pois como mencionado por Tomi (2015) em uma entrevista, nossos líderes não estão preocupados em transformar a produção estimativa em transacional, pois exige um custo alto para a pesquisa mineral.

Sistema ERP na mineração atualmente está focada na parte administrativa, controle de estoque e suprimentos, tesouraria e contabilidade.

4.2 Vale Production System (VPS)

Um caso que pôde ser notado durante uma pesquisa bibliográfica foi que uma empresa de grande porte da mineração utilizava um *software* próprio para sua empresa, onde era integrado junto ao um sistema de ERP.

Esse *software* cujo nome é *Vale Production System (VPS)* tinha premissas bem definidas em seu escopo, que segundo Mapa (2013) seus objetivos eram destacados como:

- Garantir a operação segura e sustentável;
- Melhorar os resultados operacionais;
- Definição de uma linguagem padrão para operações;
- Facilitar comunicação e gestão de uma empresa global;
- Facilitar a avaliação do sistema de gestão de empresas adquiradas;
- Facilitar o *start up* de novas plantas garantindo a priorização de processos.

A este ponto pode ser observado que no objetivo de obter uma linguagem padrão para os processos operacionais poderá resolver, em tese, o problema do ERP dentro da mineração, visto que não há uma linguagem única dentro da indústria, é muito utilizado vários softwares para diferentes tipos de operações no ciclo de planejamento de mina, que podem ser destacadas como modelagem, desenho de cava, otimização de cava e sequenciamento de lavra.

A discussão desse tópico trata de que um sistema desenvolvido para a própria empresa pôde obter resultados significativos em curto e/ou médio prazo para a empresa da indústria mineral.

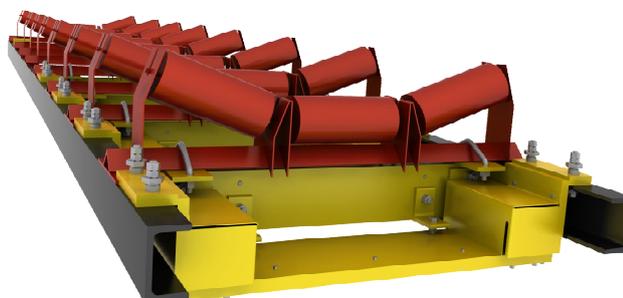
4.3 Estruturação de KPIs na Mina Experimental

A Mina Experimental é um projeto do NAP. Mineração/USP que propõe melhorias para uma mineração responsável, onde através da empresa Dolomia foi firmado uma parceria para a realização de estudos do emprego de inovações tecnológicas no âmbito técnico e para o negócio de pequenas e médias empresas mineradoras.

No local foi feito um estudo exploratório onde se buscou analisar como é o sistema de controle das atividades da cadeia de valor mineral para assim então propor a estruturação de KPIs. A mina faz uso de de variados recursos para controle, desde o desmonte de rocha até na etapa de expedição do calcário, produto atuante no portfólio da empresa.

Para a estruturação de KPIs, foi analisado que a mina dispõe de duas balanças integradoras para controle de expedição do produto, uma balança localizada na planta de beneficiamento, onde todo o produto que é carregado no caminhão por meio de silos é pesado por meio da correia transportadora, que já possui um dispositivo para a pesagem de forma integrador, onde o motorista do caminhão observa a quantidade de material que é disposto para o transporte, esta balança pode ser analisada na figura 6.

Figura 6 – Balança integradora utilizada nos silos da planta de beneficiamento



Fonte: Toledo do Brasil (2010)

Já na etapa de expedição, há outra balança com características rodoviárias que para meios de pesagem do veículo e emissão de nota fiscal, asseguram que o valor obtido na pesagem na planta de beneficiamento não seja diferente na hora da expedição.

A Dolomia trabalha com CIF (*Cost, Insurance and Freight*) e FOB (*Free On Board*), visando as empresas que na compra do material optam pelo CIF, os caminhoneiros possui uma espécie gratificação no seu salário, o que chega ao ponto de que é um possível indicador de desempenho para o colaborador, uma vez que se há uma grande perda de material no trânsito de Planta Beneficiamento, Expedição e destino final, o colaborador não ganhará esse bônus em seus benefícios salarial.

O autor do projeto propõe a utilização das balanças já utilizadas para meio de integração do processo de transporte e estruturar como indicador de desempenho, pois devido ao fato de que pode ser notável para a empresa, se o operador do caminhão obter uma maior perícia da hora do transporte do material, será gratificante tanto quanto para o colaborador como também para a empresa, pois uma vez que a perda de material através da rota definida para o destino final do produto for considerado dentro dos parâmetros aceitável para a empresa, o colaborador terá um acréscimo em seus ganhos e a empresa poderá gerir um maior controle sobre suas operações de transporte, observando parâmetros que evidenciem a perda de material.

Partindo deste ponto, pode ser observar a proposta neste tópico poderá gerar uma integração maior nas atividades de produção e transporte, pois será possível determinar a quantidade de material que está sendo perdida na rota em questão e assim tomar medidas

corretivas a fim de gerar uma maior eficácia no âmbito de controle de material expedido e beneficiado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de não ter sido possível no campo a observação direta e exploração do uso de um sistema de gestão tal como o ERP dentro da indústria mineral, o autor estabelece parâmetros para estruturar como KPI algumas ferramentas já utilizadas na Mina Experimental no controle de produção e transporte, visto que o projeto Mina Experimental atua juntamente com a empresa Dolomia, que pode ser avaliada como de pequeno a médio porte no momento não possui uma metodologia específica para os controles anteriormente definidos.

Atualmente o sistema ERP dentro da indústria mineral trabalha diretamente dentro de setores de contabilidade, tesouraria, administrativa, controle de estoque e suprimentos, porém, ainda não há atuação desse tipo de sistema dentro da produção, isso ocorre devido a incertezas geológica, acarretando assim uma inconsistência de dados do planejamento de lavra.

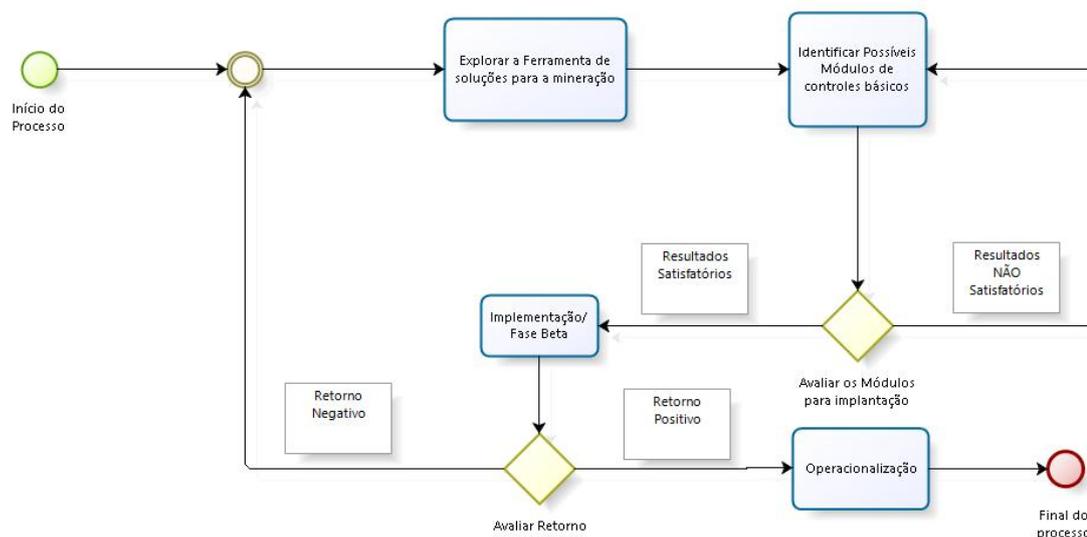
Esses processos podem ser melhor estruturados se houver uma maior dedicação de gestores em transformar dados que sejam estimados como transacionais, ou seja, trabalhando com menos incertezas e mais certezas, mas é um trabalho que requer alto custo para a pesquisa mineral, e empresas da mineração ainda não estão preocupadas em obter uma competitividade entre outras indústrias, como por exemplo a petrolífera, que vem se tornando inovadora a cada dia mais.

É estabelecido para estudos futuros o estudo de um sistema ERP para auxílio de operações da cadeia produtiva de uma empresa de pequeno porte, pois é notável através da revisão bibliográfica feita pelo o autor que grandes empresas da indústria mineral estão utilizando um sistema de gestão para controle e de integração de suas operações, porém não há ainda uma análise de dados que é coletado.

Para que esses estudos futuros possam ser conclusivos em relação a um sistema de ERP na mineração de pequeno porte, o autor estabelece um foco nas diversas soluções existentes para a mineração e assim explorar a ferramenta para fins de conhecimento sobre os módulos atuantes do software e através deste estudo buscar a implantação de parâmetros dessas soluções em um sistema de gestão genérico.

Após explorar a ferramenta de solução para a mineração, observar e identificar possíveis mecanismos de controles que poderão estar sendo incorporados através de algoritmos de programação dentro do software de gestão já existente na empresa, visto que toda empresa que vende e compra, possui um sistema de gestão que mostre o estado da arte estabelecido, esta ideia pode estar sendo representada no fluxograma abaixo.

Figura 7 – Metodologia proposta para fluxo de processo de implantação de novos módulos em um ERP básico



Fonte: Autor (2015)

Como pode ser analisado no fluxo de processos acima, nem sempre poderá se obter resultados satisfatórios após a fase de testes do novo módulo acrescido em um software básico de gestão, devendo assim retornar ao processo inicial de exploração do software que se deseja retirar informações satisfatórias para programação e ser aplicado no fluxograma da figura 3 para verificação de seus retornos sobre o investimento.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, Ricardo Cabral de. **Modelo de gerenciamento de informações na cadeia de valor de mineração e de petróleo.** 2007. 208 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mineral, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

BURGER, Schalk. **ERP solution enables mining companies to gain real-time view of operations.** 2013. Disponível em: <<http://www.miningweekly.com/print-version/erp-solutions-for-digital-mining-and-manufacturing-using-existing-systems-2013-09-06>>. Acesso em: 03 mar. 2015.

FARIA, Ana Cristina de; COSTA, Maria de Fatima Gameiro da. **Gestão de custos logísticos.** São Paulo: Atlas, 2012.

GITMAN, Lawrence J.. **Princípios de administração financeira.** 7. ed. São Paulo: Harbra, 1997.

HARTMAN, Howard L; M.MUTMANSKY, Jan. **Introductory mining engineering.** 2. ed. New Delhi: Wiley India Pvt. Ltd., 2002. 622 p.

MAPA, Núbia Cristina Rodrigues. **ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE UM MODELO DE GESTÃO DE PRODUÇÃO EM UMA EMPRESA MULTINACIONAL BRASILEIRA.** 2013. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Minas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

MARTINS, Renata Kuraoka. **O IMPACTO DO SISTEMA ERP NAS ATIVIDADES UNITÁRIAS DE CARGA E TRANSPORTE NA MINERAÇÃO.** 2015. 29 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Minas, Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** 5. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003. 305 p.

NADER, Alzeibek Saleimen. **Monitoramento de taludes via radar SSR como indicador chave de desempenho geotécnico integrado às atividades da cadeia primárias de valor mineral.** 2013. 208 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mineral, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

NADER, Bek; SACHS, Paulo F. T. **Sistemas de gestão da produção e a cadeia de valor mineral**. 2008. Disponível em:

<http://www.brasilminingsite.com.br/anexos/artigos/33_0.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2015.

NADER, B.; SACHS; P.F.T.; DE TOMI, G. **The mine value chain integration beyond the ERP systems**. Int. J. Mining and Mineral Engineering, Vol. 3, No. 3, pp.233–250. 2011

NADER, Beck; TOMI, Giorgio de; PASSOS, Alexandre Orlandi. **Indicadores-chave de desempenho e a gestão integrada da mineração**. Rem - Revista Escola de Minas, Ouro Preto, v. 65, n. 4, p.537-542, maio 2012.

PASSOS, A. O.; SAHÃO, H. ;De TOMI, G. **Gestão sistêmica na mineração**. In: Congresso da Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração, Rio de Janeiro. p. 65. 2010.

PORTER, M.E.; MILLAR, V. **How information gives you competitive advantage**. Harvard Business Review, v.63, p. 149-160, 1985.

SACHS, Paulo Fernando Tardelli. **Cadeia de valor mineral e tecnologia da informação: Alinhamento estratégico como gerador de eficácia em empresas de mineração**. 2009. 160 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mineral, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SACHS, Paulo Fernando Tardelli; LAURINDO, Fernando José Barbin; TOMI, Giorgio Francesco Cesare de. **ERP systems in mining industry: Studying the software functionality and the value chain**. In: Second world conference on pom and 15th annual pom conference, 15., 2004, Cancun. Anais... .Cancun: Pom Conference, 2004. v. 65, p. 1 - 24.

SOUZA, Cesar Alexandre de. **Sistemas integrado de gestão empresarial: Estudos de casos de implementação de sistemas ERP**. 2000. 275 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

TRIVÑOS, Augusto N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: A pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Editora Atlas, 1987. 174 p.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed Editora S.a, 2010. 248 p. Tradução: Ana Thorell; Revisão Técnica: Cláudio Damacena.

ANEXOS

Anexo A – Entrevistas realizadas por Martins (2015)

Alexandre Orlandi Passos, Engenheiro Geológico, MSc em Engenharia Mineral

“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.”

Giorgio de Tomi, Engenheiro de Minas, MSc e PhD em Engenharia Mineral.

“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 retirou a quantidade de material necessário do estoque que fez atingir a quantidade mínima gerou um alerta no suprimentos e esse departamento conversa com a tesouraria para saber se tem 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 que se fala que existe 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. O momento que os líderes tiverem essa noção de incerteza pode-se começar a se pensar em sistemas ERP mas ainda vai demorar porque nossos 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 da 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 já 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 consegui perceber 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 colocar 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 muita percepção 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 tem 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.