



UNIVERSIDADE AGOSTINHO NETO
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS

Trabalho de Fim de Curso, realizado para obtenção do Grau de Licenciatura em
Engenharia de Minas.

**ANÁLISE DOS RESULTADOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE
CONTROLO EFICIENTE DA EXPLORAÇÃO DAS JAZIDAS DIAMANTÍFERAS
NA SOCIEDADE MINEIRA DE CATOCA, PROVÍNCIA DA LUNDA SUL.**

Autor: Ernesto Miguel Munasala

Nº de Matrícula: 86808

Luanda, 2018



UNIVERSIDADE AGOSTINHO NETO
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS

Trabalho de Fim de Curso, realizado para obtenção do Grau de Licenciatura
em Engenharia de Minas.

**ANÁLISE DOS RESULTADOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE
CONTROLO EFICIENTE DA EXPLORAÇÃO DAS JAZIDAS DIAMANTÍFERAS
NA SOCIEDADE MINEIRA DE CATOCA, NA PROVÍNCIA DA LUNDA SUL.**

Apresentado por:

Ernesto Miguel Munasala

Nº de Matrícula: 86808

Orientado por: Prof. Msc. João Cláudio Cabeia

Co-Orientado por: Engº Benevilde Camilo

Luanda, 2018

DEDICATÓRIA

Dedico este Trabalho de fim de Curso ao meu Pai, Ambrósio Miguel, pela formação pessoal e académica que me permitiu sempre alcançar os meus objectivos.

Dedico à minha Tia, que foi sempre o meu braço direito e que acredita no meu sucesso profissional, como ninguém.

Dedico este trabalho aos meus irmãos, Lúcia Sofia Ambrósio, Felipe Dikizeko, Manuel Tombuele, Maurício Dombele e Mário Ambrósio Miguel.

Por último, dedico esta tese aqueles que já não estão presentes entre nós principalmente à minha Mãe, à minha irmã e aos meus avós.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer a Deus pelo dom da vida. Em segundo lugar quero agradecer ao meu Orientador , Professor M.Sc. João Cláudio Cabeia pelo seu empenho na condução deste trabalho, e todas as sugestões dadas durante o seu período de realização. De igual modo agradeço ao meu Co-Orientador, Eng. Benevilde Camilo - Catoca, pelo seu apoio e dedicação no acompanhamento que me deu desde o princípio do trabalho.

Os meus agradecimentos vão também para os todos os professores do departamento de Engenharia de Mina, pela disponibilidade apresentada em transmitir os seus conhecimentos.

Agradeço a todos os colegas de curso e amigos com quem convivi durante o meu percurso académico.

Agradeço de igual forma o Eng. Samuel Republicano - Catoca o seu apoio para arrancar com este projecto e a força que me deu durante a sua realização.

Um especial agradecimento ao meu estimado amigo e companheiro de longa data , Agostinho Manuel Domingos em quem sempre me apoiei.

A todos os familiares que me acompanharam na realização deste trabalho com um agradecimento muito especial ao meu Pai, sem a qual não seria possível a concretização do trabalho.

Um muito obrigado a todos os aqueles que acreditaram que este trabalho era possível.

INDICE GERAL

DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS	ii
LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE FIGURAS	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO.....	9
1.1- Justificação do trabalho	11
1.2- Orientações do trabalho	11
1.2.1- Estudo de Caso	11
1.2.2- Problema	11
1.2.3- Solução	11
1.2.4- Objectivo Geral	11
1.2.5- Objectivos específicos	11
1.3- Definição de termos e Conceitos	12
CAPÍTULO 2: CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA E DEMOGRÁFICA DA REGIÃO	16
2.1- Localização da Geográfica da Mina.....	16
2.2- Clima.....	17
2.3- Hidrografia	18
2.4- Vegetação / Florestas.....	19
2.5- Fauna	20
2.6 - Vias de acesso	21
2.7 - Demografia / Densidade Populacional	21
CAPÍTULO 3 : INFORMAÇÕES GEOLÓGICAS E TOPOGRAFIA DA REGIÃO	23
3.1- Geologia da Região.....	23
3.2- Relevo.....	24
3.3- Recursos Minerais	24
CAPÍTULO 4: ENQUADRAMENTO TEÓRICO	26
4.1. Historial da Mina de Catoca	26
4.2. Estrutura Orgânica do Departamento de Exploração Mineira.	26
4.3. Objectivos do Departamento de Mineração “Dmin”	27

4.4. Sistema de Mineração	28
4.5. Planeamento e Operações	28
4.6. Equipamentos Utilizados.....	30
4.7. Complexidades	31
4.8. Desafios do Departamento de Mineração	31
4.9. Segurança, Higiene No Trabalho.....	31
CAPÍTULO 5: BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE DESPACHO : ESTUDO DE CASO DA SOCIEDADE MINEIRA DE CATOCA.	36
5.1. Breves Considerações	36
5.2. Revisão Bibliográfica	37
5.3. Logística	38
5.4. Transportes	40
5.4.1. Tipos de Transporte	40
5.4.2. Gestão de Transportes	41
5.4.3 <i>Transportation Management System-Tms</i>	42
(Sistemas de Gestão de Transportes)	42
5.4.4 Roteirização	43
5.5. Sistema de Despacho.....	45
CAPÍTULO 6: MÉTODO DE PESQUISA.....	47
CAPÍTULO 7: ESTUDO DE CASO.....	51
7.1. Cenário Anterior a Implementação do Sistema de Despacho.....	51
7.2. Cenário Após a Implementação do Sistema de Despacho	54
7.3. Cálculo de Produtividade e Custos Operacionais.....	57
7.4. Sistema de Controlo das Operações Mineiras usado na Mina da Catoca ..	69
(Wenco).....	69
Despacho (Wenco).....	69
7.4.1. Mine Vision	70
7.4.2. Fleet Control	72
7.4.3. Wenco DB Home.....	74
7.4.4. MDT 5.....	79
CAPÍTULO 8: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	84
8.1- Conclusões	84
8.2- Recomendações	85
8.3 – Anexos	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Situação da Mina aos 01 / 01 / 2011	26
Tabela 2- Relação entre as funcionalidades do TMS e os níveis de decisão ..	42
Tabela 3 - Indicadores de desempenho Interno	48
Tabela 4 - Massas planejadas para 2013 à 2015 na mina a céu aberto	59
Tabela 5 - Dados para cálculo da produtividade dos equipamentos de transporte.....	62
Tabela 5a - Obtenção dos dados componentes do ciclo.....	63
Tabela 5b - Dados do tempo de ciclo.....	63
Tabela 6 - Taxa horária nominal dos equipamentos de carregamento e transporte.....	64
Tabela 7 - Comparativo entre custos unitários para cada cenário de produção.....	65
Tabela 8 – Comparativo entre custos unitários para cada cenário de produção.....	66
Tabela 9 - Comparativo de custos unitários para cada cenário de produção para os anos de 2013 á 2015.....	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da Mina	16
Figura 2 – gráfico de temperaturas de 2016.....	18
Figura 3 – Rio Chicapa.....	19
Figura 4 – Vegetação	20
Figura 5 – Fauna	20
Figura 6 – Vias de acesso	21

Figura 7 – Censo populacional da Lunda Sul de 2014.....	22
Figura 8 – Relevo	24
Figura 9 – Recursos minerais.....	25
Figura 10 – Organograma do Departamento de Exploração Mineira	27
Figura 11 – Estéril Removido e Extração de Minério, 2011 – 2012.....	28
Figura 12 – Sistema de Controlo e Gestão das Operações	29
Figura 13 – Design da Mina (2012)	Erro! Marcador não definido.
Figura 14 – Equipamentos utilizados	30
Figura 15 – Palestra sobre Segurança no Trabalho.....	35
Figura 16- Atividades Logística	39
Figura 17 - Esquema gráfico de algumas decisões de transportes enquadradas em um dos três níveis de planeamento.....	41
Figura 18 - Processo de condução do estudo de caso	49
Figura 19 - Mine Vision, fotografia do autor (12 /10 /17)	72
Figura 20 – Fleet Control, fotografia do autor (12 / 10 /17)	74
Figura 21 – Relatório de Produção por Material e Turno (12 / 10 /17)	78
Figura 22 - MDT – Folha de Referência da Escavadeira (12 /10 / 17)	82

RESUMO

Um sistema de despacho dinâmico é um software responsável por realizar o roteamento de veículos de transporte de carga de minérios numa mina considerando restrições em tempo real, como a quantidade de material a ser retirado de cada frente de lavra, o número de veículos e rotas disponíveis. O objetivo deste trabalho foi analisar os benefícios da implementação de um sistema de despacho dinâmico em uma empresa de mineração. O Trabalho baseou-se numa abordagem qualitativa, utilizando como método principal o estudo de caso único. Os instrumentos de coletas de dados utilizados foram relatórios de desempenho gerenciais de organização, bem como um roteiro de entrevista semi-estruturado, realizado junto a CEO da empresa. Os resultados gerais do Trabalho apontam que os benefícios obtidos foram, um aumento no

nível de utilização da capacidade, nas coletas no prazo e uma redução nos custos de transporte. Houve também outros ganhos, como uma maior confiabilidade de dados históricos, um controle mais efetivo do processo da planta e uma melhoria do clima organizacional da empresa. Os resultados limitam-se ao estudo de caso selecionado.

Palavras-chaves: *Mineração, sistema de despacho dinâmico, logística.*

ABSTRACT

A dynamic dispatch system is software that is responsible for conducting routing of ore cargo transportation vehicles in a mine considering real-time constraints such as the amount of material to be removed from each milling front, the number of vehicles and routes available . The objective of this research was to analyze the benefits of implementing a dynamic dispatch system in a mining company. The research was based on a qualitative approach, using as main method the single case study. The data collection instruments used were organizational management performance reports as well as a semi-structured interview script conducted with the company's CEO. The overall results of the research indicate that the benefits obtained were an increase in the level of capacity utilization, on-time collection and a reduction in transport costs. There were also other gains, such as greater reliability of historical data, more effective control of the plant process, and improved organizational climate. The results are limited to the case study selected.

Keywords: Mining, dynamic dispatch system, logistics.

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

Em geral, muitas operações numa mina estão razoavelmente bem automatizadas individualmente, mas a sua integração por meio de um sistema central é frequentemente deficiente ou está completamente ausente. O resultado é uma operação sub-otimizada e uma perspectiva não homogénea do processo. Um dos principais motivos para esta deficiência reside na falta de uma infraestrutura versátil de comunicação, cableada ou sem fios, no ambiente da exploração mineira que permita a obtenção de uma visão de conjunto ou de um controlo completo sobre as diversas operações da mina e a optimização de toda a cadeia de valor, desde a extração até ao processamento. Uma razão para este défice pode ser a indústria mineira ainda não ter tido de enfrentar as mesmas pressões de redução de custos e de optimização da produção de outros sectores comparáveis. A situação está contudo a mudar rapidamente, e a melhor forma de acelerar o progresso consiste na introdução de um sistema de comunicações flexível e multifuncional no ambiente da exploração mineira.

A operação de uma mina envolve constantes tomadas de decisões, sobretudo no que se diz respeito à alocação da frota de transporte. Existem outras possibilidades de carregamentos e basculamentos, as quais podem conduzir a ganhos ou perdas de produtividade, bem como impactar no atendimento às especificações de qualidade definida pelo planeamento de lavra. Contudo, a tarefa de decidir onde alocar os camiões torna-se bastante crítica sob o ponto de vista estratégico e, geralmente, tal actividade é designada a um controlador de tráfego, que a exerce baseado na experiência adquirida no decorrer do tempo.

Desta maneira, contando que existem várias possibilidades para os chamados “despachos”, a alocação de camiões no contexto operacional de mina apresenta-se como um problema de optimização que vem sendo estudado ao longo dos anos por diversos pesquisadores da área.

Geralmente as mineradoras trabalham no esquema de alocação denominado Frente Fixa. Neste esquema, os camiões são designados para transportar material sempre da mesma máquina de carga para um mesmo destino, até que

seja identificada a necessidade de mudar a sua alocação, o que acontece com pouca frequência.

Desta maneira, as decisões são tomadas com base na seguinte pergunta: “Quantos caminhões são necessários em cada máquina de carga para atender a produtividade esperada nos destinos?” Respondida essa pergunta, o controlador de tráfego aloca os caminhões nas máquinas de carga, onde permanecem fixos durante a maior parte do turno.

Apesar de limitada, essa estratégia pode atender em alguns casos onde o cenário da mina não apresenta complexidade.

Entretanto, nem sempre o controlador de tráfego está diante de um cenário simples, pelo contrário, geralmente a operação de mina apresenta complexidades e grande possibilidades e fluxos que tornam a actividade desse profissional bastante complexa.

Contudo, a alocação dinâmica apresenta-se como uma estratégia interessante para tratar os diversos problemas inerentes à operação de mina, bem como para proporcionar um aumento na produção, visto que pode permitir combinação de carregamentos e basculamentos mais interessantes e produtivas do que a alocação em frente fixa é capaz de fornecer.

1.1- Justificação do trabalho

A Província da Lunda Sul é considerada uma das mais forte em termos de potencial de ocorrências de diamantes em Angola. Estas ocorrências são de origem primária e secundária. Sendo que em alguns depósitos primários e secundários foram feitos alguns trabalhos de pesquisa e prospecção que culminou com a delimitação da reserva e com o cálculo das mesmas.

O trabalho justifica-se a partir do momento em que se pretende avaliar os benefícios da implementação de um sistema eficiente de controlo das operações mineiras.

1.2- Orientações do trabalho

1.2.1- Estudo de Caso

- Sociedade Mineira de Catoca, na Província da Lunda Sul.

1.2.2- Problema

- Fraca Produtividade na Mina.

1.2.2.1. Causas

- Má planificação do sistema de controlo das operações mineiras.
- Mau planeamento da Manutenção periódica dos equipamentos.

1.2.2.2. Consequências

- Redução da Rentabilidade da Mina.
- Não atingir a meta de Produção pré-definida.
- Despedimento dos funcionários.

1.2.3- Solução

- Implementação do sistema Wenco para o controlo das operações mineiras na Mina..

1.2.4- Objectivo Geral

- Aumentar o factor de produtividade da mina com o uso da tecnologia disponível no mercado.

1.2.5- Objectivos específicos

- Aumentar a rentabilidade da Mina;

- Atingir a meta estabelecida de produção;
- Comparar as receitas actuais com as prevista;
- Minimizar os custos e permitir uma gestão integral de recursos.

1.3- Definição de termos e Conceitos

Sistema de controlo das operações: é o conjunto de actividades que tem como finalidade de determinar em que medida os recursos têm sido disponibilizados e avaliar o modo como a produção tem decorrido ou não de acordo com o plano estabelecido, desencadeando acções correctivas onde não se verifique esse cumprimento.

Existem vários termos e expressões únicas da Mineração, que a caracterizam como domínio técnico (Howard L. Hartman, 1987). É importante desde já, familiarizamo-nos com a linguagem técnica elementar deste capítulo. As definições que seguidamente serão apresentadas estão contextualizadas segundo a Terminologia apresentada por (Thrust, 1968) ou (Gregory, 1983).

Três definições básicas estão intimamente relacionadas:

Mina: área devidamente demarcada para o exercício do direito mineiro de exploração, incluindo o jazigo mineral objecto da concessão, todos os meios técnicos e infra-estruturas necessárias para a realização das operações mineiras, bem como as benfeitorias de carácter social.

Mineração: a actividade, ocupação e indústria que permite a extracção de mineiras.

Engenharia de Minas: a arte e a ciência aplicada aos processos de mineração e à exploração das minas.

Do ponto de vista geológico distinguem-se os seguintes termos:

Mineral: substância natural geralmente inorgânica que ocorre na crosta terrestre e que apresenta uma composição química definida e características físicas próprias.

Rocha: um conjunto de minerais

Do ponto de vista Económico, a distinção entre os minerais é feita da seguinte forma:

Minério: mineral que tem valor intrínseco suficiente para ser extraído com lucro.

Escória ou ganga: minerais que não têm utilidade nem valor suficiente para ser explorados (a ganga ou escoria representa tudo aquilo que vem com o minério mas é considerado desperdício).

Quando relacionamos estas palavras do ponto de vista geológico e económico, os termos apresentam a seguinte distinção:

Depósito mineral: ocorrência geológica de minerais em forma relativamente concentrada com potencial de exploração.

Minério: ocorrência económica de minerais que podem ser extraídos com lucro. A subdivisão conveniente de minerais comerciais compreende três categorias principais, sendo feita com base nas características de utilidade. Minérios metálicos que incluem minérios de metais ferrosos (ferro, manganês, molibdénio, e tungsténio), metais básicos (cobre, chumbo, zinco e estanho), metais preciosos (ouro, prata e platina), e metais radioactivos (urânio, tório, e rádio). Minérios não metálicos (fosfatos, potássio, rocha (para obra civil), areia, cascalho, sal, enxofre e os diamantes industriais. Os combustíveis minerais, mais conhecidos por combustíveis fósseis, incluem, carvão, petróleo, gás, natural, e outros menos comuns. São consideradas fontes marginais a lignite, o xisto betuminoso, as *oilsands* (actualmente, devido ao elevado preço dos combustíveis, à falta de reservas exploráveis e ao avanço da tecnologia estão a tornar-se economicamente rentáveis, e o metano alojado nas camadas do carvão.

É importante referir o facto de a exploração dos combustíveis fósseis como o petróleo e o gás natural terem evoluído de tal forma, tendo do ponto de vista técnico como do económico, que actualmente é considerada uma indústria à parte com tecnologia especializada e própria.

A essência da mineração e da extracção de minerais da Terra é a construção de uma escavação, a partir da superfície que permita chegar ao depósito onde este se encontra.

Se a escavação é feita a poucos metros da cobertura vegetal, designa-se mina de superfície ou mina a céu aberto. Se a escavação consiste na abertura de poços para a entrada de humanos conduzidos desde a superfície até as zonas de escavação, então é uma mina subterrânea. Os detalhes específicos de cada um dos métodos de exploração dependem do procedimento, *layout*, e do tipo de equipamentos que se utilizam, estas características são determinadas pelas características físicas, geológicas, ambientais, económicas e legais de cada exploração. Por outro lado, e por vezes com peso determinante no método podem influir condições culturais e geográficas dependendo da região, País, e Continente onde aquele é aplicado.

A mineração não é executada de uma forma isolada, nem uma actividade por si só. É precedida por uma investigação geológica dos depósitos e por uma análise económica que o aprova financeiramente. Os minérios que são explorados, como os combustíveis fósseis, os minérios metálicos e os não metálicos passam, depois da extracção, por processos de beneficiação. O estágio onde este processo é executado designa-se por processamento mineral ou mineralurgia. Os produtos resultantes destes processos estão sujeitos a esta beneficiação são submetidos a processos de concentração, a refinação, purificação, e fundição, para que seja possível a sua utilização pelo cliente que os comprasse; sem os processos de *mill and smelting* os materiais extraídos pela mineração não tem capacidade para ser vendidos.

Ocasionalmente, a escavação na Terra é efectuada para outros fins não intimamente relacionados com a extracção mineral, mas que se torna possível através do conhecimento absorvido pela extracção mineral. Estes trabalhos estão relacionados com obras de construção civil em que o objectivo é produzir aberturas em profundidade que apresentem um comportamento estável e duradouro no tempo.

Exemplos de obras civis que obrigam a utilizar os princípios de escavação são as construções de túneis, reservatórios de armazenamento subterrâneo, câmaras de eliminação de resíduos e instalações militares.

GPS: O sistema de posicionamento global, mais conhecido pela sigla GPS (em inglês, *global positioning system*) é um sistema de posicionamento por satélite que fornece a um aparelho receptor móvel a sua posição, assim como informação horária, sob quaisquer condições atmosféricas, a qualquer momento e em qualquer lugar na Terra, desde que o receptor se encontre no campo de visão de três satélites GPS (quatro ou mais para precisão maior).

Satélite: É chamado de satélite todo objeto que gira em torno de outro objeto. Ele é classificado em dois tipos: satélite natural e satélite artificial. Em astronomia, um exemplo de satélite natural é a Lua, pois ela gira em torno da Terra. Já o satélite artificial, como o próprio nome diz, é um equipamento ou engenho construído pelo homem e, dependendo da finalidade, desloca-se em órbita da Terra ou de outro astro.

CAPÍTULO 2: CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA E DEMOGRÁFICA DA REGIÃO

2.1- Localização da Geográfica da Mina

A chaminé de Catoca está localizada na província da Lunda-Sul, na fronteira com a província da Lunda-Norte no Nordeste de Angola, situada na margem direita do rio Lova dentro da zona da concessão da Sociedade Mineira de Catoca, por suas dimensões, representa um dos maiores jazigos diamantíferos primários no mundo.

Encontra-se a 30 km ao Norte da cidade de Saurimo centro administrativo da província da Lunda-Sul, e aproximadamente a 780 km a Leste de Luanda, capital da República de Angola.

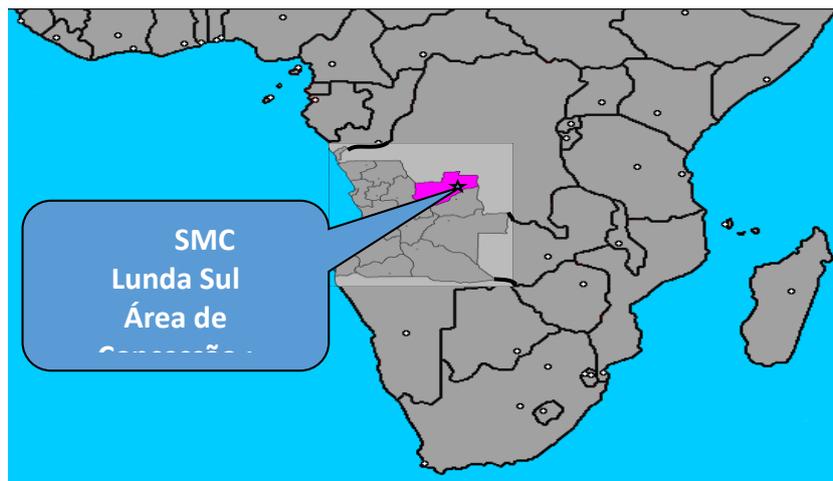


Figura 1 - Localização da Mina

Características Gerais

A mina é acessível por estrada asfaltada ou por via aérea, quer via Saurimo, quer via Lucapa.

Os rios Chicapa, Luó, Lunhinga, Carambala, Cula e Camanguge podem ser considerados como os mais importantes da bacia hidrográfica da concessão.

O clima da região é tropical, caracterizado por duas estações, a estação seca ou cacimbo de Maio a Agosto e a estação das chuvas de Setembro a Abril. As maiores chuvas acontecem em Novembro, Dezembro, Março e Abril. Temperatura média anual 22 °C, temperatura máxima 35 °C, temperatura mínima 12 °C.

2.2- Clima

A região enquadra-se na zona tropical quente e húmida (mega térmica e húmida do tipo B1 e B2, segundo a classificação regional de Thornthwaite), definida por uma estação chuvosa de cerca de oito meses, isto é, meados do ano; Setembro a Maio, e que os quantitativos são superiores a 1400mm.

A estação seca com duração inferior a 120 dias, caracterizada não só por precipitações praticamente nulas mas também por um grau de secura do ar bastante acentuado, atenuado por uma humidade relativa elevada, que ao longo do ano apresenta valores médios superiores a 70%. A temperatura média anual é superior a 23°C – 24°C em Julho com valores máximos durante a época de chuvas em Março ou Abril.

Existe grande regularidade na variação das condições climáticas quer com a latitude quer com a altitude, devido a ausência de relevo. Assim, a temperatura média anual do ar é de 27°C, sendo a Humidade relativa pronunciada e o regime de chuvas carregado, por vezes torrencial.

A Humidade relativa na Lunda-Sul aproxima-se dos 90% e 50% respectivamente para o mês mais húmido e para o mês mais seco. Quanto a máxima absoluta, aproximam-se entre os 100% a 20%. Portanto a média anual das chuvas, é de 1400mm, como a máxima de 1500mm e 1200mm.

O clima é caracterizado pela existência de dois máximos de pluviosidade, situados respectivamente em Abril e Dezembro, e o segundo superior ao

primeiro, alternado com dois mínimos, um muito mais acentuado, de seca praticamente completa em Junho-Julho, e outro muito menos acentuado em Fevereiro.

A Estação seca dura aproximadamente três meses (Junho-Agosto) e a Estação das chuvas nove meses (Setembro-Maio). Acrescer ainda que as chuvas por vezes são acompanhadas de granitos e ao entardecer e ao amanhecer, criam um campo muito extenso de nevoeiro.

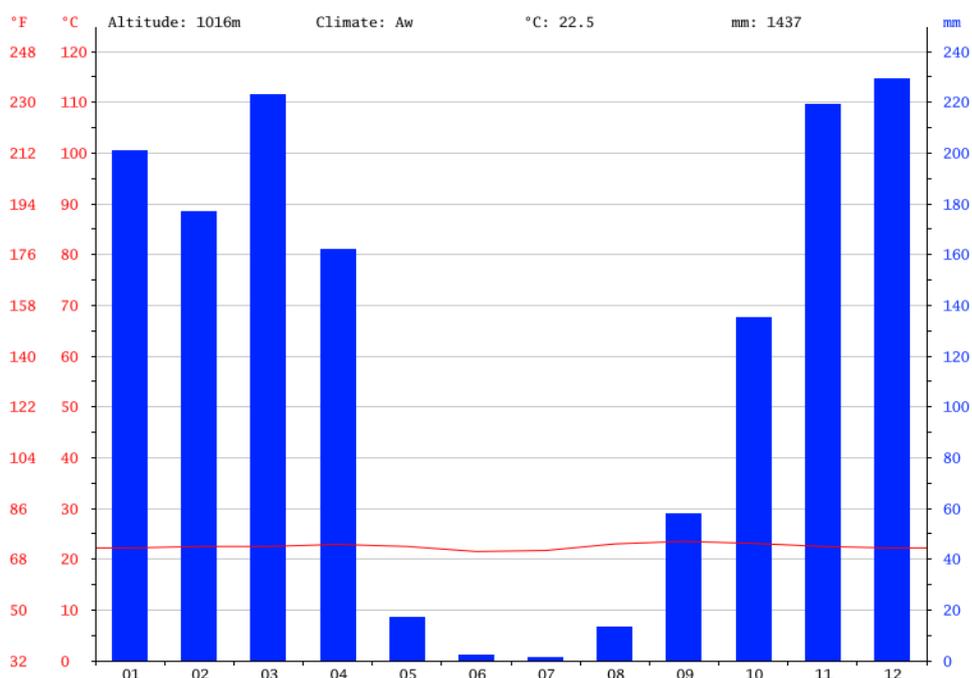


Figura 2 – gráfico de temperaturas de 2016

2.3- Hidrografia

Toda rede hidrográfica drena as suas águas para o rio Zaire, por intermédio do Kassai um dos seus maiores tributários e cujo afluentes, alimentados por inúmeros sub afluentes, atravessam a região Sul para Norte num paralelismo frisante.

Os principais afluentes do Kassai que banham são, de Oeste para Leste o Cuango, Cuilo, Luangue, Luxico, Chicapa, Luachimo, Chihumbue e seu afluente Luembe. Todos nascem na região do SW.

As quedas e rapidas abundam, tornando os rios improprios para a navegação.

As guas são remansosas ora agitadas.



Figura 3 – Rio Chicapa

2.4- Vegetação / Florestas

A moldura verde das matas e da grande floresta equatorial é mais expressiva junto dos braços dos grandes rios.

O solo desfeito pelo volume das quedas pluviais ou a savana desacolhedora, salvo em algumas modestas manchas é coberto de vegetação rasteira. A Lunda Sul é em síntese uma região de savana pouco arborizada. Todavia a região possui alguns recursos florestais localizados fundamentalmente nos Municípios de Muconda e Saurimo.



Figura 4 – Vegetação

2.5- Fauna

A diversidade da fauna compreende mamíferos de grande porte, aves diversas, répteis, batráquios e peixes e numeroso grupo de vertebrados (antópolos, coleópteros, fauna do solo, etc.).



Figura 5 – Fauna

2.6 - Vias de acesso

Por via terrestre passando, pelas Províncias do Cuanza-Norte, Malange e Lunda Norte..

Por via aérea, pelas companhias de turismo (Guicango e Air Jet).



Figura 6 – Vias de acesso

2.7 - Demografia / Densidade Populacional

Lunda Sul é uma província de Angola situada no nordeste do país, e sua capital chama-se Saurimo. Tem uma área de 77 636 km² e sua população aproximada é de 130.000 habitantes. A província é constituída pelos municípios de Cacolo, Dala, Muconda e Saurimo.

A Lunda Sul tem 10 comunas nomeadamente: Mona Quimbundo, Chiluage, Muriege, Cazage, Luma-Sassai, Alto-Chicpa, Xassengue, Cucumbi, Sombo-Sul, Kassai e Dala.

Dados gerais	
Fundada em	4 de julho de 1978 (39 anos)
Província	Lunda Sul
Características geográficas	
Área	77.636 km²
População	130.000 hab.
Densidade	1.67 hab./km²
Dados adicionais	
Código postal	55
Prefixo telefónico	+244
Sítio	Governo Provincial do Lunda Sul
Projecto Angola • Portal de Angola	

Figura 7 – Censo populacional da Lunda Sul de 2014

CAPÍTULO 3 : INFORMAÇÕES GEOLÓGICAS E TOPOGRAFIA DA REGIÃO

3.1- Geologia da Região

A área diamantífera do Nordeste de Angola está situada geograficamente entre os paralelos 7° 10' e 9° 00' sul, e entre os meridianos 20° 00' e 21° 50' este.

A região enquadra-se na orla meridional da bacia do Congo, representando o seu prolongamento geomorfológico natural em território angolano.

Geologicamente, o kimberlito de Catoca está entre os maiores depósitos de diamantes primários do mundo. A erupção do kimberlito é datada como Cretáceo e seu colapso permitiu a preservação de trilhas de dinossauros e mamíferos. O edifício vulcânico de Catoca está apenas ligeiramente erodido. As rochas Kimberlíticas de várias fácies compõem uma cratera de cerca de 1 km de diâmetro e um diatrema. A estrutura da tubulação e as condições de mineração do depósito são complicadas por intensos processos tectônicos de intrapipe relacionados à subsidência de grande amplitude. Com base em dados geológicos, propomos um modelo estrutural do depósito e um modelo paleovolcanológico do tubo de Catoca formado durante um ciclo completo, iniciando com um estágio de vulcanismo ativo e completado por estádios de actividade vulcânica e sedimentação gradualmente decrescentes. Sugere-se que a kimberlita tufisitica com bandas da zona da cratera foi depositada na fase de erupção vulcânica activa de uma suspensão piroclástica específica como uma mistura de cristais de baixa viscosidade e um sol aquoso rico em serpentina.

3.2- Relevo

A Lunda Sul, como a maior parte da África Central, do ponto de vista climático, classifica-se no grupo das de clima sub-equatorial.

A superfície é suavemente ondulada e monótona, quase sem deformações por isso é constituída por autênticas planícies. A altitude baixa gradualmente desde o canto SW, onde estão as nascentes dos grandes rios Cuango, Kassai, etc. e onde alcança cerca de 1400 metros a NE e para NW reduz-se até 700 metros.



Figura 8 – Relevo

3.3- Recursos Minerais

O principal recurso natural que a Província tem em exploração é o diamante, possuindo ainda em menor escala como ferro, prata, magnésio, mármore, granito, madeira, ricos recursos hídricos e outos. E bem como a produção agropecuária e florestal.



Figura 9 – Recursos minerais

CAPÍTULO 4: ENQUADRAMENTO TEÓRICO

4.1. Historial da Mina de Catoca

A exploração do kimberlito de Catoca teve início aos 11 de Fevereiro de 1997 com um tempo de vida inicialmente previsto para 40 anos até a profundidade de 400m. A Chaminé Kimberlítica ocupa uma área de 64 hectares (990x915m). , devendo a Mina atingir no seu limite final um diâmetro aproximado de 1650x1650 m. Em 2011 foi elaborado novo projecto para optimização das condições técnicas-económicas de aproveitamento do jazigo, tendo como resultado os seguintes principais parâmetros:

Tabela 1 - Situação da Mina aos 01 / 01 / 2011

Profundidade de exploração (m)	600
Período de exploração (anos)	2011-2034
Tempo de vida útil (anos)	23
Volume de minério (reservas de exploração) (min. T)	207,3
Volume de estéreis (min. m ³)	159,4
Volume de massa mineira (min. m ³)	254,9
Coeficiente de estéril (m ³ / t)	0,77

4.2. Estrutura Orgânica do Departamento de Exploração Mineira.

O Departamento de Exploração Mineira agrega 6 sectores, nomeadamente: Trabalhos Preparatórios, Explosivos, Topografia e Geodesia, Planeamento Mineiro, Terraplanagem e Operações Mineiras que agrega quatro (4) Equipas que laboram em turnos rotativos. O Chefe de Departamento é coadjuvado por dois adjuntos, sendo um para as Operações Mineiras e outro para o Planeamento Mineiro.

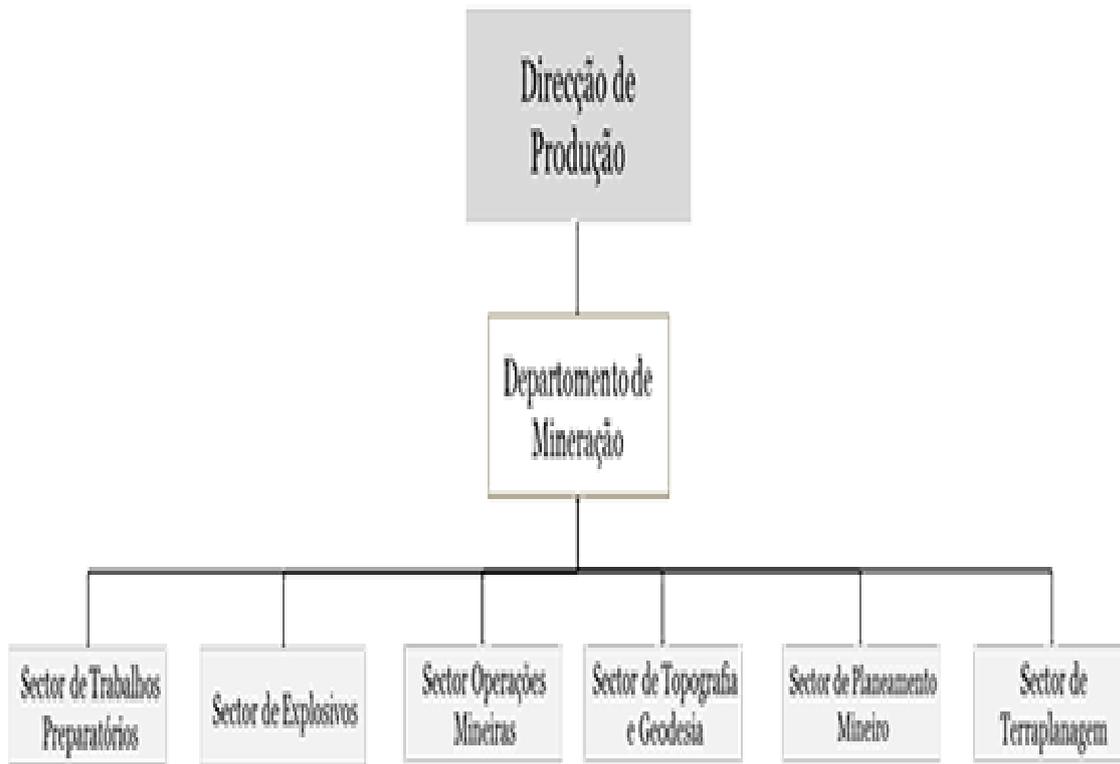


Figura 10 – Organograma do Departamento de Exploração Mineira

4.3. Objectivos do Departamento de Mineração “Dmin”

O DMIN é a estrutura na empresa focada no desenvolvimento das actividades de mineração, com base em regras e princípios específicos, para garantir remoção do estéril e a extracção racional e otimizada do minério da chaminé kimberlítica e seu respectivo fornecimento as Centrais de Tratamento.

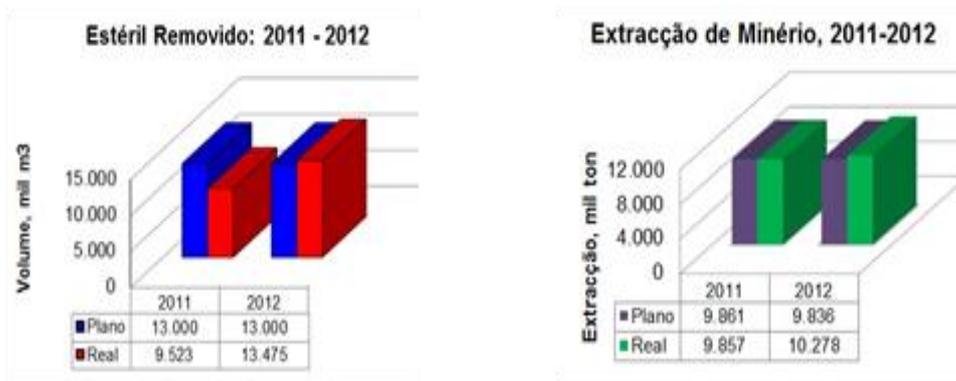


Figura 11 – Estéril Removido e Extracção de Minério, 2011 – 2012

4.4. Sistema de Mineração

A chaminé kimberlítica de Catoca é explorada a Céu Aberto, utilizando o sistema de mineração com escavação por avanço e transporte rodoviário. O “Flowsheet” tecnológico inclui o desmonte directo do maciço de estéril, com a particularidade das rochas duras serem submetidas ao desmonte com explosivos e posterior carregamento com escavadeiras para as pilhas de estéril. A extracção do minério é feito com recurso a escavação directa precedida de escarificação com tratores de esteiras.

4.5. Planeamento e Operações

O design e o planeamento da sequência das operações mineiras, a monitorização em tempo real, assim como o estudo e análise dos principais indicadores da Mina é assegurado pelo Sector de Planeamento Mineiro, que mantém uma forte interacção com os demais Sectores do DMIN.



Figura 12 – Sistema de Controlo e Gestão das Operações

O design e o planeamento é feito com recurso ao software Datamine e o monitoramento das operações pelo software SmartMine “Sistema que permite uma gestão integral e em tempo real dos activos na Mina”, bem como o processamento automático da produção.

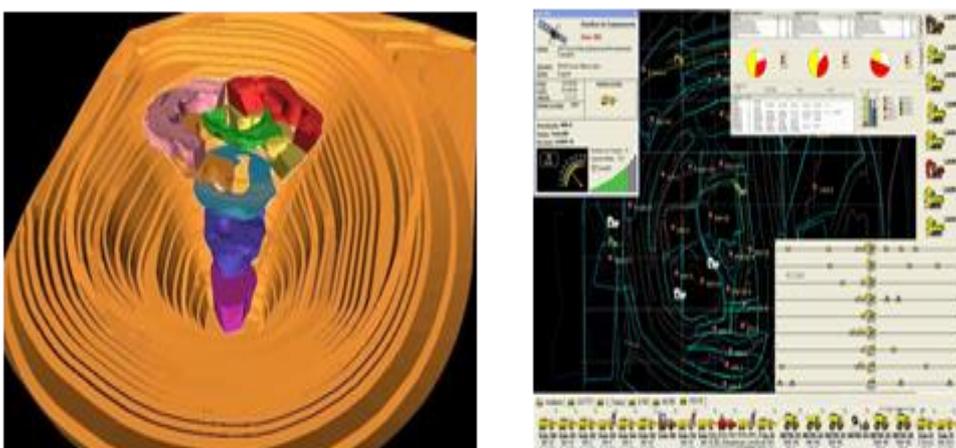


Figura 13 – Design da Mina (2012)

Até 2012 foram removidos 97,2 milhões de m³ de estéril e extraídos 48,1 milhões de m³ de minério, totalizando 145,3 milhões de m³ de massa mineira.

4.6. Equipamentos Utilizados

- Camiões articulados de 40 toneladas de capacidade, 30 unidades;
- Camiões rígidos de 100 toneladas de capacidade, 38 unidades;
- Camiões rígidos de 150 toneladas de capacidade, 8 unidades;
- Escavadeiras de 4,5 - 5 m³ de capacidade, 6 unidades;
- Escavadeiras de 7 - 18 m³ de capacidade, 11 unidades;
- Pás-Carregadeiras de 4 a 7 m³ de capacidade, 9 unidades;
- Equipamentos Auxiliares, 20 unidades;
- Mais de 5,6 km de correias transportadoras – Da fase 1 até a Fábrica 2 são 2 Km de correias transportadoras, da fase 3 até a escombreira Oeste são 3,5 Km de correias transportadoras, e sistema de formação de escombreira de última geração.



Figura 14 – Equipamentos utilizados

4.7. Complexidades

A existência de rochas de grande dureza, bem como de águas subterrâneas e pluviais em vários pontos da Mina, constituem entre outras, as grandes complexidades para o processamento normal das operações. O desmonte com explosivos em detrimento do arranque mecânico (com escavadeira) e métodos combinados de drenagem e bombeamento das águas, são aplicados para mitigar o problema no geral e preservar a estabilidade dos taludes, cuja complexidade aumenta com o aumento da profundidade da Mina, e que, constitui o grande desafio para os técnicos do Departamento de Mineração.

4.8. Desafios do Departamento de Mineração

- Melhorar a eficiência operacional da Mina em todos os níveis;
- Diagnosticar os principais factores com impacto na produção e produtividade, implementar medidas correctivas e acções tendentes a melhorar a eficiência operacional;
- Mapear os principais indicadores técnico-económicos da Mina, com enfoque na estrutura de custos;
- Promover acções tendentes a elevar o desenvolvimento humano no Departamento;

4.9. Segurança, Higiene No Trabalho

A higiene e segurança no trabalho é a área que visa combater os riscos intrínsecos a cada actividade, isto é, eliminando-os, mitigando esses mesmos riscos de modo a garantir ou evitar danos, lesões ou a morte dos trabalhadores.

A higiene, saúde e segurança no trabalho é uma área não médica que tem como objectivo fazer uma avaliação preliminar dos riscos no local de trabalho, isto é riscos ambientais ou factores ambientais (são riscos que podem provocar danos a saúde).

Risco: é a probabilidade de um acontecimento ocorrer.

Os riscos que podemos encontrar na mina são: exposição a vibrações, exposição a ruídos, exposição a radiação, exposição a poeiras e exposição a

riscos ergonómicos que são susceptíveis de provocar doenças do trabalho ou doenças profissionais.

Os outros riscos que podemos encontrar na mina são: Atropelamentos e colisões, queda de equipamento e de cargas, entalamentos e cortes, queda de pedras e blocos, pancada de objectos, queda de pessoas em altura, electrização e incêndios ou explosão.

Geralmente os riscos são classificados em cinco (5) grupos:

1º Riscos Biológicos

2º Riscos Químicos

3º Riscos Físicos

4º Riscos Ergonómicos

5º Riscos Acidentais ou Mecânicos

Riscos Biológicos: são aqueles que estão relacionados com bactérias, vírus, fungos e etc. Na mina de Catoca não existe este tipo de risco.

Riscos Químicos: são aqueles que estão associados com poeiras, gases, vapores, neblinas, combustíveis e etc. O maior risco de poluição na mineração é a poeira.

As doenças provocadas por esses riscos são: dermatites de contacto, irritações nasais, cancros e etc.

Riscos Físicos: são aqueles que estão relacionados com ruídos, vibrações, iluminação, e radiações.

As doenças provocadas por esses riscos são: perda parcial da audição, perda total da audição, alteração do metabolismo, alteração do DNA, dores na articulação. Dentre os riscos Físicos os mais perigosos são: ruídos, vibração e radiação.

Ergonomia: é a ciência que estuda o conforto do Homem no local de trabalho.

Riscos Ergonómicos: são aqueles que estão relacionados com ajustes de trabalho, trabalho por turnos, movimentação manual de cargas, cargas físicas e mentais, etc.

Riscos Acidentais ou Mecânicos: são aqueles que estão associados aos riscos psicossociais (estresse, fadiga, desmotivação, etc.).

O termo higiene refere-se a organização da empresa, isto é, a forma como estão dispostos os equipamentos, as ferramentas, os móveis, etc. O termo higiene não tem nada haver com higienização.

A Saúde ocupacional: é a área médica que faz clínica geral de apoio a enfermidade a nível de medicação.

Segurança não é imposição, é sim, planeamento de serviço

O sector de segurança do trabalho de Catoca é composto por 40 integrantes que desenvolvem, entre outras tarefas:

1. Levantamento de riscos.
2. Avaliação de ruído.
3. Avaliação de Qualimetria de Segurança.
4. Palestras de indução e específicas.
5. Treinamentos de prevenção de Acidentes e Incêndios.
6. Assessoramento da entidade empregadora e dos trabalhadores.
7. Elaboração de procedimentos de Segurança.
8. Elaboração de Relatórios Mensais.
9. Acompanhamento dos serviços nas áreas.
10. Realização do Testes de alcoolemia.
11. D.D.S – Diálogo Diário de Segurança.

No início de cada jornada Laboral, todos os Encarregados têm por obrigação das suas funções administrar palestras sobre Segurança aos seus subordinados, explicando-lhes os riscos inerentes à actividade, como também recomendar-lhes o uso correcto dos meios de protecção individual (EPIS).

A sinalização de Catoca é confeccionada no Sector de Segurança no Trabalho, pelos técnicos desenhistas e pintores.

A manutenção de extintores é efectuada no Sector de Segurança no Trabalho, como forma de reduzir custos, por pessoas especializadas na área de manutenção de extintores e prevenção e extinção de incêndio.

Também realiza assistência de aeronaves, resgates e encarceramentos.

Inspeções as viaturas, operação Radar e STOP, com vista a controlar a velocidade, defeitos em veículos e equipamentos, uso do cinto de segurança, e credenciais para condução de veículos da S.M.C. e de empresas prestadoras de serviços, fazem parte do escopo do Sector de Segurança no Trabalho.

Em Catoca, são frequentes os testes de alcoolemias para persuadir os trabalhadores a não se apresentarem em estado de embriagues ou não fazendo o consumo do álcool no local de trabalho, pois podem colocar em risco a sua integridade física e de terceiros.

Também são realizados medições de ruído nos equipamentos móveis e fixos, para se comprovar a exposição contínua ou intermitente e recomendar os níveis aceitáveis para uma jornada laboral de 8 horas, que seria 85 dB (A).

Os Acidentes de Trabalhos são investigados para se determinar as causas que estiveram na base da sua ocorrência e recomendar as formas mais correctas de execução de determinadas actividades, por formas a eliminar a possibilidade de repetição de acidentes.

A área responsável pela Segurança no Trabalho, em Catoca, realiza ainda investigações de Sinistros com equipamentos móveis, para se determinar as causas e recomendar os procedimentos mais correctos, para que situações do género não se repitam.

Também realiza actividades de inspecção e acompanhamento de trabalhos de desmonte de rochas (detonações) na Mina, para garantir condições de segurança no trabalho. A área de Bombeiros de Catoca, para além de outras actividades de protecção civil, realiza o acompanhamento e assistência técnica ás Aeronaves, sempre em prontidão para intervir e debelar todos princípios de incêndios, ou incêndios em equipamentos rolantes, bem como em instalações e áreas florestais.



Figura 15 – Palestra sobre Segurança no Trabalho.

CAPÍTULO 5: BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE DESPACHO : ESTUDO DE CASO DA SOCIEDADE MINEIRA DE CATOCA.

5.1. Breves Considerações

A mineração é parte da chamada indústria de processo, sendo tipicamente um empreendimento de porte, intensivo em capital, com equipamentos pesados e grandes plantas industriais (SACHS; NADER, 2005).

O processo básico dessa indústria consiste em extração mineral, planta de beneficiamento, tratamento de resíduos e sectores de apoio, tais como as áreas de segurança, meio ambiente e administração. A primeira etapa consiste em extrair o minério do local de origem, lavra, através da abertura de uma mina, podendo essa ser de céu aberto ou subterrânea, e depois transportá-lo até a planta onde acontece o beneficiamento. Nessa etapa acontece a separação físico-química do minério com o estéril através da britagem, moagem, peneiramentos e tratamentos químicos, entre outros processos (COSTA, 2009).

Tanto em minas a céu aberto quanto em subterrâneas a lavra geralmente é feita em diversas frentes, de modo que, realizando a mistura dos minérios retirados das frentes, seja possível fornecer, para a usina de tratamento, um minério que esteja de acordo com as especificações de qualidade necessárias. Desse modo, é necessário planejar, programar e controlar a necessidade de recursos que dite o ritmo de lavra (toneladas/h) a ser implementado em cada frente, atendendo dessa maneira as especificações quantitativas e qualitativas da usina. Nesse sentido, são utilizados equipamentos como caminhões, carregadeiras e escavadeiras, os quais apresentam confiabilidade de uso variável, em função de quebra de equipamentos, manutenção preventiva, atrasos operacionais, etc. (PINTO; MERSCHMANN, 2001).

Nesse contexto, a eficiência na utilização dos ativos desponta como um importante direccionador de desempenho para que uma companhia de mineração maximize seus rendimentos (SACHS; DAMASCENO, 2004; SACHS; NADER, 2005).

Para tanto, objectivando maximizar a eficiência na utilização dos ativos de transporte, muitas empresas utilizam sistemas de roteirização, capazes de traçar a melhor rota levando em consideração restrições de custos, tamanho da frota, entre outras variáveis (CUNHA, 2000).

Em indústrias de mineração a roteirização de camiões é um processo importante e complexo e uma alocação óptima pode resultar em significativa economia para a organização. Nessas empresas, a roteirização pode ser realizada por meio de um sistema de despacho estático ou dinâmico (RODRIGUES, 2006).

Diante de todo contexto discutido até o presente momento o objectivo deste trabalho é identificar os benefícios da implementação de um sistema de despacho de veículos de transporte de carga em uma companhia de mineração. Para mensurar tal objectivo este trabalho valeu-se de uma abordagem qualitativa, utilizando como método de pesquisa o estudo de caso.

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: A seção 2 traz uma revisão bibliográfica sobre logística integrada, destacando hierarquicamente a atividade de transporte e por fim a utilização de sistemas roteirizadores na gestão dos recursos desta atividade. A seção 3 apresenta uma maior descrição da metodologia empregada na pesquisa, enquanto a seção 4 apresenta o caso estudado. Finalmente a seção 5 tece as considerações finais, encerrando o trabalho pelas referências utilizadas ao longo do mesmo.

5.2. Revisão Bibliográfica

Esta secção consistiu em uma pesquisa bibliográfica sobre conceitos necessários na elaboração deste trabalho, estruturados da seguinte forma: Inicialmente foi realizada uma discussão acerca do conceito de logística, a fim de posicionar a atividade de transporte como um tema fundamental e relacionado ao objecto de estudo deste trabalho. A fim de uma melhor compreensão sobre a actividade de “transporte” foi realizada uma descrição dos modais de transporte, sua gestão, e o uso de tecnologias de informação nesse contexto. Posteriormente procurou-se compreender o funcionamento de um sistema de roteirização, denominado sistema de despacho em ambientes de mineração.

5.3. Logística

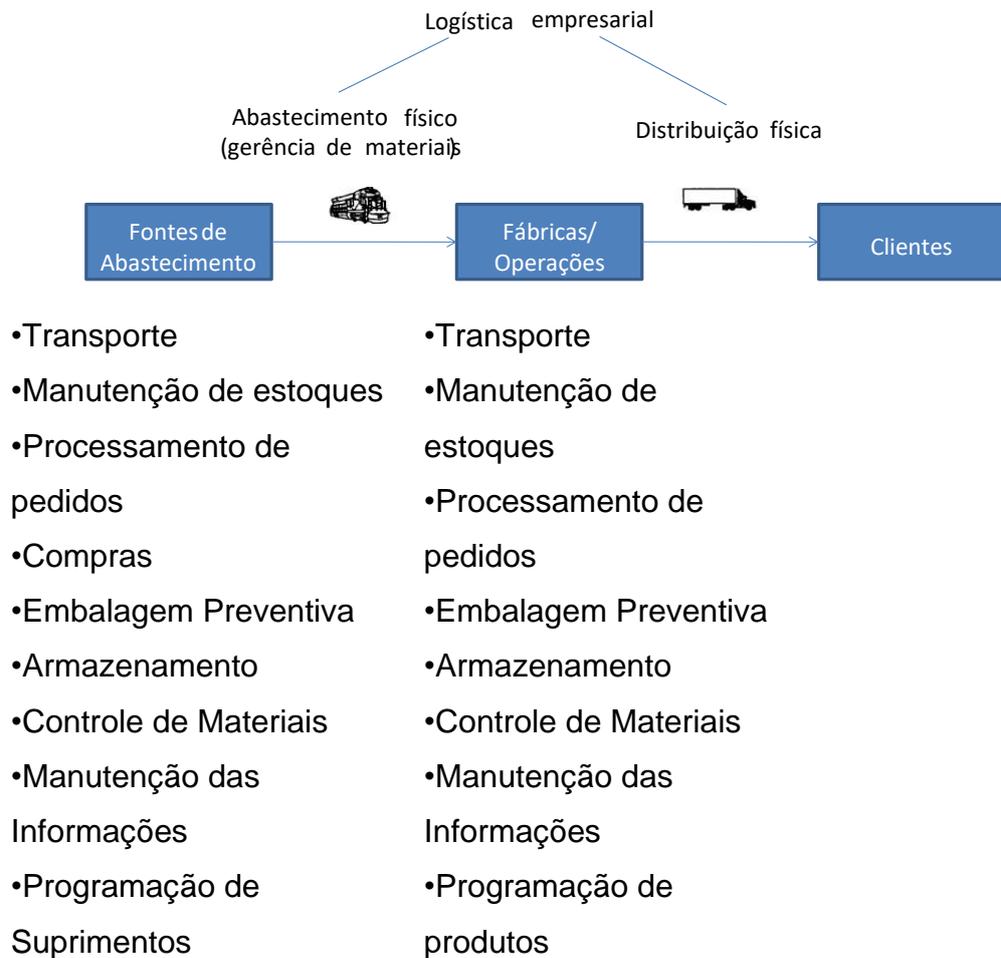
A pressão do mercado por maior variedade de produtos e melhores níveis de serviço, sem prejuízo de produtividade, estimulou a adoção de estratégias gerenciais fundamentadas em soluções logísticas capazes de reverter às ameaças geradas pelo inevitável aumento da complexidade operacional. Neste contexto, a logística passou a considerar de forma sistêmica todas as atividades que se relacionam de direta ou indiretamente aos fluxos físicos ou de informação da cadeia de suprimento (FLEURY, 2002).

O *Council of Supply Chain Management Professionals*, define logística como a parte do processo da cadeia de suprimentos que planeja, implementa e controla, eficientemente, o fluxo e armazenagem de bens, serviços e informações do ponto de origem ao ponto de consumo de forma a atender às necessidades dos clientes (CSCMP, 2010).

De acordo com Ballou (2004) um dos motivos para a importância da logística é a criação de valor, para clientes e fornecedores da empresa. O autor relata que produtos e serviços não têm valor a menos que estejam em poder dos clientes quando (tempo) e onde (lugar) eles pretenderem consumi-los.

Uma das formas para criação de valor se dá através da boa administração de cada atividade logística. Quando pouco valor pode ser agregado, torna-se questionável a própria existência da atividade. Contudo, agrega-se valor quando os consumidores estão dispostos a pagar, por um produto ou serviço, mais que o custo de colocá-lo ao alcance deles. Para incontáveis empresas do mundo todo, a logística vem se tornando um processo cada vez mais importante de agregação de valor (BALLOU, 2004, p. 36).

Para o autor, essas atividades estão representadas na Figura 16.



Fonte: Ballou (2004).

Figura 16 - Atividades Logística

Neste cenário em que a logística representa uma expressiva parte do custo total das companhias, Waters (2003) relata que é de extrema necessidade a redução dos custos logísticos para uma empresa ser competitiva. O autor destaca que através da diminuição do custo relacionado à logística a empresa passa a ganhar competitividade junto a seus concorrentes por possuir um custo total menor. Como o transporte é um expressivo onerador nos processo logísticos, a próxima seção objetiva detalhar esse tópico.

5.4. Transportes

O transporte é a actividade logística responsável por mover e alocar geograficamente, o inventário. Devido a sua importância fundamental e ao seu custo visível, o transporte tem recebido considerável importância gerencial. Quase todas as empresas, desde as menores até as maiores corporações, possuem gerentes de transporte em seu quadro de funcionários (BOWERSOX et al., 2002, p. 51).

Waters (2003) menciona que o transporte é o principal componente de um sistema logístico. Uma das formas para justificar essa afirmação é através dos custos, faturamento e lucro. Com relação às nações com razoável grau de industrialização, diversos estudos e pesquisas apontam que os gastos com transporte oscilam ao redor de 6% do PIB (LIMA, 2006).

No caso específico de mineração, o custo de transporte na mina oscila entre oito a doze por cento dos custos totais de produção (COSTA, 2009). Para Rojas e Datz (2003), o transporte também tem importância no deslocamento de mercadorias do ponto inicial ao final, assim como no envolvimento dos vários integrantes da cadeia logística, e no caso de mineração, os planejadores de lavra, os motoristas, os diversos ativos, entre outros. Esse deslocamento ocorre por meio de diferentes modais de transporte.

5.4.1. Tipos de Transporte

São cinco os tipos de transporte de cargas: ferroviário, rodoviário, aquaviário, dutoviário e aéreo. Cada um possui características operacionais específicas e, conseqüentemente, estruturas de custos específicas que os tornam mais adequados para determinados tipos de produtos e de operações. Conforme mencionado na introdução, os critérios para a escolha do modal de transporte devem sempre levar em consideração aspectos de custos por um lado, e características do serviço por outro (WANKE; FLEURY, 2006).

5.4.2. Gestão de Transportes

Para Marques (2002), a gestão de transportes é parte essencial de um sistema logístico. É a atividade responsável pelos fluxos de matéria-prima e produto acabado entre todos os elos da cadeia logística. Para Rojaz e Datz (2003), uma indústria de mineração utiliza um grande número de ativos que se encontram dispersos geograficamente, o que torna a gestão de transportes ainda mais complexa.

Marques (2002) relata que essas decisões podem ser divididas em níveis operacional, tático e estratégico. O nível operacional está relacionado ao curto prazo, enquanto os níveis táticos e estratégicos no médio e longo prazo respectivamente. Os factores que são levados em consideração em cada um dos níveis são demonstrados na Figura 17.

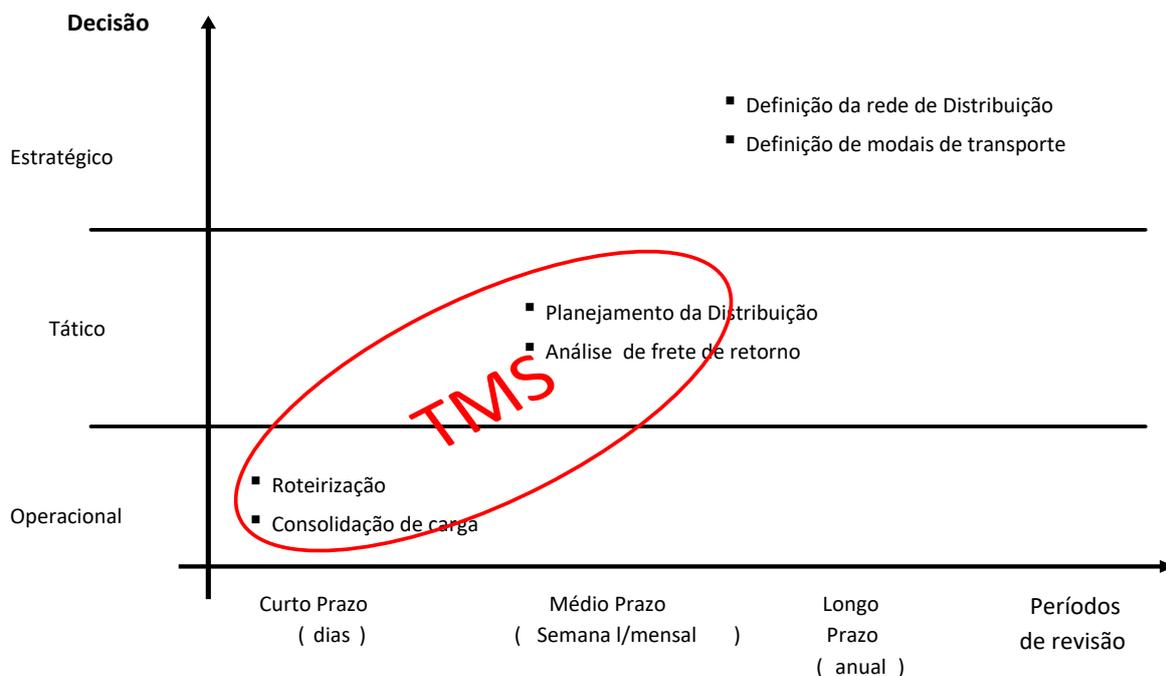


Figura 17 - Esquema gráfico de algumas decisões de transportes enquadradas em um dos três níveis de planeamento.

Uma das formas de gestão de transportes no nível operacional e tático é a utilização de um *Transportation Management System* (TMS), o qual assessora as atividades de roteirização e consolidação de carga (SLO, 2007).

5.4.3 *Transportation Management System-Tms* (Sistemas de Gestão de Transportes)

Um *Transportation Management System* (TMS) pode ser definido como um *software* que auxilia no planeamento, execução, monitoramento e controlo das atividades relativas à consolidação de carga, expedição, emissão de documentos, entregas e coletas de produtos, rastreabilidade da frota e de produtos, auditoria de fretes, apoio à negociação, planeamento de rotas e modais, monitoramento de custos e nível de serviço, e planeamento e execução de manutenção da frota (MARQUES, 2002).

O autor menciona que um TMS possui três principais funcionalidades:

- Monitoramento e controlo;
- Planeamento e execução;
- Apoio a negociação e auditoria de frete;

Um resumo do TMS de suas categorias, funcionalidades e níveis de decisão são demonstrados na tabela 2.

Tabela 2- Relação entre as funcionalidades do TMS e os níveis de decisão

Categorias	Funcionalidades	Nível de Decisão
Monitoramento e Controle	Monitoramento de Custos (valor orçado X valor gasto) e Serviço (OTIF- On time in full)	Tático e Operacional
	Tracking e Tracing	Operacional
	Controle do nível de utilização da frota	Tático
Planejamento e Execução	Dimensionamento da Frota	Tático e Operacional

	Roteirização (Programação dos veículos e determinação das rotas em um ambiente dinâmico)	Operacional
	Alocação Automática de Carga por Transportadora	Operacional
	Consolidação da Carga	Operacional
	Frete Retorno	Tático e Operacional
	Emissão de Documentos de Embarque	Operacional
Apoio à Negociação e Auditoria de Frete	Checagem do Valores Cobrados e Pagos pelos Serviços de Transportes	Operacional
	Gerar Relatórios para Auxiliar nas Negociações	Tático

Fonte: Marques (2002).

Na categoria de Planejamento e execução pode-se observar que uma das funcionalidades é a roteirização, a qual é para Marques (2002) classificada como programação de veículos e determinação das rotas em um ambiente dinâmico. O tema roteirização foi descrito na secção seguinte deste trabalho.

5.4.4 Roteirização

Wu (2007) define roteirização como o atendimento de nós da demanda geograficamente dispersos, sendo que, para cada ligação entre um par de nós, há distâncias e custos associados. A fim de atendê-los, utiliza-se uma frota de veículos disponíveis que partem e retornam a um depósito central. O objetivo é determinar o conjunto de rotas de menor custo que atenda as necessidades dos nós, respeitando restrições operacionais, tais como capacidade dos

veículos, duração das rotas, janelas de tempo, duração da jornada de trabalho, entre outros.

Cunha (2000) menciona ainda que a roteirização surgiu a partir do problema do caixeiro viajante, *Travel Salesman Problem* (TSP), o qual consistia em determinar qual seria a melhor rota para o vendedor de modo que ele saísse de um ponto inicial e retornasse passando por todos os locais necessários. Para o autor, ao passar do tempo foram adicionadas novas restrições ao *Travel Salesman Problem* chegando as roteirizações dos dias atuais.

De acordo com Waters (2003), existem diversas maneiras para traçar a rota ótima levando em consideração tais variáveis. Três dessas maneiras são consideradas como as mais complexas, simulação, sistemas especialistas e modelos matemáticos. A primeira é a mais flexível, por poder analisar diferentes cenários, já o segundo utiliza-se de um banco de dados especialista para auxiliar na tomada de decisão do roteirizador. No caso dos modelos matemáticos, ele se destaca por depender menos da habilidade humana do roteirizador, podendo sugerir melhores resultados. A adoção de tais maneiras depende aonde será implementado. Para o autor citado, todas as maneiras tiveram sucesso em empresas de setores diferentes.

No caso da indústria de mineração a roteirização acontece na alocação de equipamentos da mina, o qual é resolvido por meio de um sistema de despacho, estático ou dinâmico, de caminhões (RODRIGUES, 2006).

Este trabalho não tem como objetivo descrever quantitativamente os algoritmos de roteirização, mas sim destacar os benefícios da implementação do sistema de despacho dinâmico, o qual foi detalhado no próximo tópico.

5.5. Sistema de Despacho

As empresas de mineração utilizam sistemas de roteirização para traçar as rotas para os diversos equipamentos da empresa seguindo alguns critérios referentes ao ritmo de lavra.

O principal objectivo do planeamento de produção em uma mina a céu aberto é a determinação de qual ritmo de lavra será implementado em cada frente, fornecendo à planta de beneficiamento uma alimentação adequada. Cada frente de lavra possui características de qualidade diferentes, tais como o teor de determinado elemento químico ou a percentagem de minério em determinada granulometria (COSTA et al., 2005)

Assim, cada frente deve contribuir com uma quantidade para que o produto final esteja em conformidade com as exigências do cliente que normalmente é a planta de beneficiamento. O atendimento às metas de produção é importante, pois uma produção superior à requerida pode causar problemas como a falta de espaço adequado em estoque e custos adicionais de manuseio, já uma produção inferior causa uma redução na taxa de utilização dos equipamentos da mina e da usina de beneficiamento, além de multas contratuais pelo não fornecimento do produto (SACHS; DAMASCENO, 2004; SACHS; NADER, 2005).

Para que os camiões sejam alocados de forma correcta, seguindo as diversas restrições estabelecidas para o cumprimento das especificações de lavra, as empresas de mineração adoptam dois tipos de sistema de despacho: estático e dinâmico (COSTA, 2009).

De acordo com Rodrigues (2006), na alocação estática, os camiões são fixados a um ponto de carga e a um ponto de descarga, ou seja, o seu deslocamento ocorre apenas entre esses dois pontos durante um determinado período de tempo. No entanto, esse tipo de alocação não é suficiente para suprir as necessidades de uma mina, pois os pontos de deslocamento variam constantemente. Por exemplo, no caso de uma restrição em certo sector, tornando o acesso impossibilitado a uma determinada frente de lavra, os

camhões ao invés de ficarem parados deverão ser alocados para outra frente, mudando o ponto de carga, otimizando o transporte de minérios.

Para o autor, apesar dessa limitação no sistema estático, a maioria das mineradoras utiliza esse sistema uma vez que se trata de algo simples o qual requer pouco investimento sem necessidade de recursos computacionais.

No entanto, para contornar as limitações do sistema estático, companhias nesse ramo utilizam do sistema de despacho, que para Rodrigues (2006) é um sistema de alocação dinâmica, o qual sugere alocações a um ponto específico levando em considerações diversos pontos de partida e restrições, como a quantidade de minério requerido de cada frente de lavra

Para que o sistema de despacho de caminhões seja completo é importante que o sistema de monitoramento dos equipamentos seja preciso e confiável, de modo que as operações da mina possam ser otimizadas em tempo real (SACHS; NADER, 2005).

Para Costa (2009) o sistema de despacho é essencial para redução de custos na roteirização das máquinas em uma mina além de garantir a qualidade do minério e produtividade tornando-se algo estratégico para empresa.

A próxima seção discute a metodologia utilizada nesse trabalho.

CAPÍTULO 6: MÉTODO DE PESQUISA

A fim de mensurar os benefícios da implementação de um sistema de despacho em uma empresa de mineração, este trabalho definiu os seguintes posicionamentos metodológicos:

- Abordagem do problema: qualitativa (DENZIN; LINCOLN, 2008);
- Propósito da pesquisa: exploratório (GIL, 2009);
- Procedimentos técnicos utilizados: estudo de caso (MIGUEL, 2007; YIN, 1994) e pesquisa bibliográfica (GIL, 2009).

De acordo com Denzin e Lincoln (2008), a pesquisa qualitativa é, em si mesma, um campo de investigação, envolve o estudo do uso e a coleta de uma variedade de materiais empíricos e, como um conjunto de actividades interpretativas, não privilegia nenhuma única prática metodológica em relação à outra. Este trabalho utilizou-se de uma abordagem qualitativa, uma vez que para verificar os benefícios da implementação de um de sistema de despacho em uma empresa de mineração de diamantes, foi indispensável o conhecimento da realidade da empresa, trabalhando-se, portanto, com múltiplas fontes de informação, materiais empíricos e actividades interpretativas, na geração de informações objetivas.

A pesquisa exploratória visa a proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão (GIL, 2009). Este trabalho utilizou uma abordagem exploratória a partir da pesquisa bibliográfica realizada, objectivando ampliar uma melhor compreensão dos benefícios da implantação de sistemas de roteirização em indústrias de mineração.

Como procedimento técnico, esta pesquisa, utilizou como método o estudo de caso (YIN, 1994), visando investigar o fenómeno da utilização de um sistema de despacho como forma de promover uma melhor utilização dos

recursos de transporte em uma empresa de mineração. Este estudo pode ser considerado contemporâneo, e dentro de um contexto extremamente aplicado na área de gestão da produção e operações.

Os actores da pesquisa definidos para a coleta de dados foram o coordenador geral corporativo da área de mineração, o gerente de planeamento, o gerente geral da mineração e o *Chief Operating Officer* da empresa.

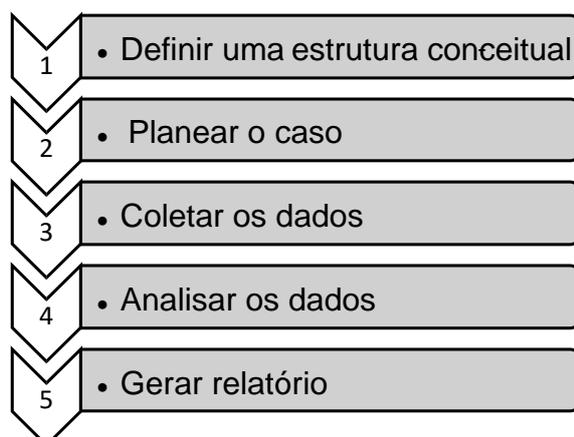
Como instrumento de coleta de dados foi elaborado um roteiro de entrevista semi-estruturado, contendo questões acerca das variáveis de pesquisa ilustradas na Tabela 3. Relatórios de desempenho do período antes implementação e pós implementação também foram utilizados para caracterizar o estado das variáveis, no caso indicadores de desempenho relativos à performance do processo de despacho.

Tabela 3 – Indicadores de desempenho Interno

Desempenho na gestão de transportes		
<i>Indicador de desempenho</i>	Descrição	Cálculo
Custo de transporte como um % de produção	Mostra a participação do custo de transporte com a produção total	Custo de transporte/ Produção
Custo de transporte por unidade expedida	Revela o custo do transporte por unidade expedida	Custo de transporte/ Unidade expedida

Utilização da capacidade dos camiões	Avalia a utilização da capacidade de carga dos camiões	Carga total expedida/ Capacidade teórica dos camiões
Coletas no prazo	Calcula o percentual de coletas realizadas no prazo	Coletas planeadas/ Real

A figura 18 ilustra o processo de condução do estudo de caso realizado, segundo o esquema proposto por Miguel (2007).



Fonte: Proposto pelos autores a partir de Miguel (2007).

Figura 18 - Processo de condução do estudo de caso

A primeira etapa da condução do estudo de caso consistiu em definir uma estrutura conceitual teórica. Nesta etapa foi realizado um referencial teórico de forma a resultar em um mapeamento da literatura sobre o assunto. Na segunda etapa, foi realizado um planeamento do estudo de caso, a partir da definição do instrumento de coletas de dados (roteiro de entrevista semi-estruturado e dados primários), construção desse instrumento, e teste piloto do mesmo. O terceiro passo consistiu na coleta de dados, mediante permissão e aprovação

da diretoria. Após a coleta dos dados procedeu-se a análise e discussão dos dados. Por fim, foi gerado um relatório da pesquisa.

Miguel (2007) constata que é necessário que o estudo de caso esteja pautado na confiabilidade e validade, os quais são critérios utilizados para validação da pesquisa. O estudo de caso, descrito conforme processo ilustrado na Figura 18 está detalhado na próxima seção.

CAPÍTULO 7: ESTUDO DE CASO

A indústria de mineração estudada possui uma mina de diamante, a céu aberto, localizada na província da Lunda Sul. A exploração do kimberlito de Catoca teve início aos 11 de Fevereiro de 1997 com um tempo de vida inicialmente previsto para 40 anos até a profundidade de 400 m. A Chaminé Kimberlítica ocupa uma área de 64 hectares (990x915m). , devendo a Mina atingir no seu limite final um diâmetro aproximado de 1650x1650 m. A Mina de Catoca possui 639 mil metros quadrados de extensão. Emprega mais de 3.300 funcionários, e é a 4ª maior diamantífera do mundo.

O estudo de caso foi descrito temporalmente a partir de dois períodos históricos:

- Período antes da implementação do sistema de despacho dinâmico;
- Período pós implementação do sistema de despacho dinâmico.

7.1. Cenário Anterior a Implementação do Sistema de Despacho

Nesta companhia, como em outras empresas do mesmo sector, o minério utilizado como matéria-prima para obtenção de um mineral deve ser transportado de diversos pontos de lavra até a planta de processamento. No entanto, para garantir a eficiência do processo é necessário um padrão do minério, o qual é obtido através da mistura de matéria primas, em diferentes quantidades, contidas nas diversas áreas de lavra. Desta maneira, o volume a ser transportado da extração até a planta varia de acordo com as especificações de cada frente.

No período entre 1997 e 1998, primeiros anos de operação da mina, a empresa utilizava o sistema de alocação estática de equipamentos para realizar a roteirização dos veículos no transporte de minério. Neste sistema, as rotas de cada máquina eram calculadas analisando as especificações da quantidade necessária de cada mineral e o número de equipamentos disponíveis. Cada camião era alocado a uma única rota, ou seja, permanecia deslocando-se entre dois pontos fixos, um de carga e outro de descarga.

A partir da programação dessas rotas, um operador enviava informações a cada motorista para a realização do transporte do minério. Caso houvesse alguma alteração nos pontos de deslocamento ou nas quantidades disponíveis de veículos e/ou minério, o responsável pela coordenação dos transportes modificava as rotas com base em sua própria experiência. Entretanto, a decisão tomada poderia não representar a melhor solução, uma vez que apenas eram considerados os impactos locais sem analisar o negócio como um todo.

Devido às dificuldades encontradas pelo funcionário responsável pela alocação dos equipamentos na mina, foi adquirido um *software* de despacho dinâmico, a Wenco.

A Wenco foi desenvolvido para realizar o roteamento de veículos em minerações. Por meio de centenas de simulações de mina. O sistema traça as rotas, orientado por um Algoritmo Genético, levando em consideração a situação momentânea e as restrições de máquinas e minérios.

Neste sistema, os caminhões são alocados dinamicamente através da coleta de dados dos status dos veículos e das demais restrições por meio de GPS e RFID. Desta maneira, o operador acompanha quase em tempo real o que está acontecendo, possuindo assim um maior controle da situação.

Segundo o coordenador de planejamento estratégico da empresa, a ferramenta armazena os dados diariamente para serem analisados posteriormente, de modo a auxiliar na tomada de decisões, como por exemplo, a quantidade de novos caminhões a ser comprada.

Nos primeiros anos de exploração do kimberlito de Catoca, o controle das operações mineiras eram realizadas da seguinte forma:

Em cada ponto de carga (frente de lavra) e ponto de descarga (central de tratamento ou escombreira) era colocado um operador (fiscal) para o controle das operações.

Ponto de carga

1º Operador do equipamento de carga (escavadeira ou carregadeira): alocava o equipamento para a frente de trabalho onde foi indicado.

2º Operador do equipamento de transporte (caminhão): alocava o equipamento para a frente de trabalho onde foi indicado.

3º Operador do equipamento de carga: faz o carregamento do caminhão.

4º Operador do caminhão: faz o transporte do material (minério ou estéril) até ao ponto de descarga.

5º Operador de controlo (fiscal): anotava na sua caderneta de trabalho os seguintes dados:

- ❖ Os nomes dos operadores dos equipamentos de carga, transporte e descarga.
- ❖ A matrícula dos equipamentos.
- ❖ Os nomes dos equipamentos.
- ❖ As capacidades dos equipamentos.
- ❖ O tipo de material a ser transportado.
- ❖ A quantidade de material a ser transportado.
- ❖ O percurso realizado pelo equipamento de transporte.
- ❖ O tempo de ciclo dos equipamentos.

Ponto de descarga

1º Operador do caminhão: faz a descarga do material.

2º Operador de controlo do ponto da descarga (fiscal): anotava na sua caderneta de trabalho os seguintes dados:

- ❖ O nome do operador do caminhão.
- ❖ A matrícula do caminhão.
- ❖ O nome do caminhão.
- ❖ As descargas feitas.
- ❖ O tipo de material a ser descarregado.
- ❖ A quantidade de material descarregado.

3º Operador do caminhão: regressar ao ponto de carga completando assim um ciclo das operações.

7.2. Cenário Após a Implementação do Sistema de Despacho

Com a utilização do *software*, o sistema de despacho de camiões passou a ser realizado dinamicamente. Neste novo sistema, a tomada de decisão por parte dos controladores de transporte deixou de ser baseada na experiência dos funcionários sendo realizada, então, de forma automática.

Deste modo, a cada nova restrição ou mudanças nas variáveis utilizadas para definição das rotas, o sistema reprocessava os cálculos gerando novas informações para o transporte de minério. Por exemplo, no caso de um camião quebrar, todos os outros eram realocados de forma a otimizar o despacho de camiões. O mesmo acontecia quando uma barreira cedia e impedia a passagem de veículos. Nesse caso, outros camiões eram realocados dinamicamente a outras frentes de lavras de modo a maximizar a utilização dos veículos de transporte de carga da empresa.

Após a implementação do sistema de controlo das operações, o mesmo passou a ser realizado de forma automática, ou seja o trabalho que era feito anteriormente pelo responsável de controlo das operações de forma manual passou a ser realizado pelo software.

Todas as unidades de transporte, de carregamento, unidades auxiliares e camiões de combustível estão equipados pelo software.

Os trabalhos são realizados da seguinte maneira:

O operador do equipamento de carga ao começar o trabalho deve efectuar o seguinte:

1º operador do equipamento de carga

- ❖ Inserir o número da matrícula.
- ❖ Selecionar o estado correcto de operação.
- ❖ Inserir as horas do motor.
- ❖ Fazer o carregamento do camião e seleccionar a opção carregando e esperando.

Ao sair do equipamento de carga ou desligar o motor por um período prolongado, o operador deve efectuar o seguinte:

Operador do equipamento de carga

- ❖ Inserir o estado de standby ou outro conforme o caso.
- ❖ Inserir as horas do motor.
- ❖ Desabilitar a matrícula.

2º Operador do camião

- ❖ Inserir o número da matrícula.
- ❖ Seleccionar o estado correcto de operação (geralmente vazio).
- ❖ Inserir as horas do motor.
- ❖ Fazer o transporte do material até ao ponto de descarga.
- ❖ Fazer a descarga do material.

Ao sair do camião ou desligar o motor por um período prolongado, o operador deve efectuar o seguinte:

Operador do camião

- ❖ Inserir o estado de parada ou de avaria conforme o caso.
- ❖ Inserir as horas do motor.
- ❖ Desabilitar a matrícula.

Estado das operações

Operador do camião: seleccionar – Fila, carregamento, movimentando cheio, movimentando vazio e descarga conforme o caso.

Em caso de avaria dos equipamentos

Operador do equipamento de carga ou de transporte: enviar mensagem a partir do MDT aos operadores do Despacho a informar a situação.

Operador do Despacho: receber a mensagem do operador do equipamento de carga ou do operador do camião, registar e imediatamente entrar em contacto com os operadores da oficina de manutenção.

Operador da oficina de manutenção: registrar a ocorrência, preparar as condições necessárias para a manutenção dos equipamentos.

Operador do Despacho: informar aos operadores dos equipamentos de carga ou de transporte que os mesmos estão prontos para a manutenção.

Operador do equipamento de carga ou de transporte: levar o equipamento para a oficina de manutenção.

Operador da oficina de manutenção: fazer a manutenção dos equipamentos.

O operador do Despacho para ter informação das operações a partir do Mine Vision ou do Fleet control deve clicar a qualquer equipamento e vai obter as seguintes informações:

- ❖ Nome do equipamento: Belaz-050
- ❖ Nome do operador: João António
- ❖ Estado do equipamento: movimentando carregado.
- ❖ Duração do estado: 0:06:04
- ❖ Estado da carga: completo
- ❖ Horas de combustível: 24,00
- ❖ Contagem da descarga: 16
- ❖ Velocidade do equipamento: 18 km/h
- ❖ Código do material: E02
- ❖ Ponto de descarga: Fase-03
- ❖ Unidade de carga: ESL033.
- ❖ Quantidade: 120,00 MT.
- ❖ Percurso: ESL033- Fase-03
- ❖ Segmento: ESL033-Acesso CATOCA 920 S.

7.3. Cálculo de Produtividade e Custos Operacionais

Método do custo unitário ou investimento

Este método consiste em multiplicar a capacidade de produção da instalação pelo custo da tonelada de material produzido ou tratado.

$$C_{total} = C_{cap\ produção} \times C_{unitário} \quad (1)$$

em que:

C_{total}: custo total de produção;

C_{cap produção}: capacidade de produção instalada;

C_{unitário}: custo unitário de produção.

Um erro muito comum é a utilização deste método para valores de produção em que a capacidade seja ultrapassada para os dados presentes em uma determinada faixa (REVUELTA e JIMENO, 1997).

O presente trabalho utilizou como método de estimação de custos para o estudo de caso feito o método do custo unitário, porém com a adequação das faixas de produção de modo que a capacidade de produção não seja ultrapassada, conforme ressalta REVUELTA e JIMENO (1997), na citação anterior.

Para isso foi feito o comparativo de custos unitários dentro das faixas de capacidade máxima de produção da frota para os indicadores de produção estimados, conforme será mais bem detalhado nos resultados.

Para obtenção de menores custos unitários é necessário um maior volume de produção para diluição dos custos fixos incorridos e maior economia de escala. Porém para um determinado volume de produção, à medida que esse volume aumenta, faz-se necessário o aumento da capacidade instalada e consequente aumento dos custos fixos.

O aumento da capacidade instalada deve ser analisado junto ao comportamento dos custos unitários para dimensionamento do volume de produção viável economicamente para a empresa de forma a maximizar seus resultados.

Dimensionamento de frota

Neste subcapítulo é apresentado o dimensionamento de uma frota de carregamento e transporte utilizando como estudo de caso uma mineração de grande porte, bem como a situação presente das operações na mineração em questão, premissas para o dimensionamento da frota e o desenvolvimento e análises de cenários de produção.

Descrição do caso

Com o objectivo de fazer uma aplicação prática do dimensionamento de uma frota de carregamento e transporte com vistas à melhor relação custo e volume de produção, consideremos o caso de uma empresa de mineração de Diamantes, de grande porte que têm actividades de lavra a céu aberto.

A empresa em questão tem como lavra principal a lavra a céu aberto, esta com movimentação anual média com o total de 5.800.000 toneladas, sendo, em média, 500.000 toneladas de minério, diminuindo ao longo dos anos devido à exaustão de minério economicamente viável, conforme tabela descritiva a seguir. A mina a céu aberto se encontra em operação desde 1997.

Tabela 4 – Massas planeadas para 2013 à 2015 na mina a céu aberto

Massas da Mina a céu aberto	2013	2014	2015
Minério (t)	507.968	487.460	471.684
Estéril (t)	5.421.670	5.139.024	4.830.683
REM	10,7	10.5	10,2
Densidade média in situ (g /cm ³)	2,92	2.92	2,92
Massa Total (t)	5.929.638	5.626.484	5.302.367
Volume Total (m ³)	2.030.698	1.926.878	1.815.879

Para o estudo em questão serão consideradas somente as actividades da lavra a céu aberto e seus respectivos dados apresentados na Tabela 4.

A densidade “*in situ*” é a média da jazida. Os dados foram obtidos através do modelo de blocos da cava operacional utilizada.

As DMTs, Distâncias Médias de Transporte, foram calculadas a partir do plano de lavra previsto para a mina, tanto para a alimentação do minério no britador, como para a movimentação de estéril para pilhas de estéril.

As horas programadas estão relacionadas ao regime de trabalho da mineração sendo três turnos de 8 horas, totalizando 24 horas por dia em 365 dias por ano.

A lavra a céu aberto em estudo é feita actualmente por uma empresa terceirizada com transporte por camiões e consiste basicamente de desmonte do material “*in situ*” que é realizado por meio de perfuração e desmonte por explosivo ou mecanicamente com a própria escavadeira, dependendo da resistência do material. O transporte do material por camiões é feito até o britador ou pilha de estéril, descarregando retornando até a frente de lavra ou desenvolvimento.

A planta de tratamento tem capacidade máxima de 1.400.000 toneladas de minério ao ano, sendo em média 33% do minério alimentado originário da mina céu aberto.

As operações citadas são executadas pela terceirizada com uso dos seguintes equipamentos: camiões basculantes com capacidade entre 30 e 40 toneladas para o material da mina em questão, escavadeiras hidráulicas com tamanho do balde de 2,2 m³, pá carregadeira, perfuratrizes pneumáticas, tractor, motoniveladora e camião pipa.

Sendo a frota de carregamento e transporte e quantidade de perfuratrizes dimensionada pela própria empresa contratada para atender as demandas do contrato, com exceção às capacidades dos camiões, que estão previstas em contrato devido à premissa de projectos das cavas para diminuição da REM..

Os equipamentos de apoio, camião pipa e motoniveladora estão previstos em contrato, sendo dois e uma respectivamente.

Porém a empresa mineradora em questão pretende assumir as operações de desmonte, carregamento e transporte da lavra a céu aberto. Todavia, para estudo de viabilidade económico-financeira, assumir ou não as operações, e como ferramenta de tomada de decisão, foi proposto o presente estudo de dimensionamento de frota, análise de viabilidade, comparativos de custos e cenários que concluídos dá ao gestor fundamentação e consistência à tomada de decisão.

Cálculo e análise do ciclo para estimativa de produtividade dos equipamentos de carregamento e transporte

Características das Escavadeiras	Valor
Factor de enchimento	1,10
Volume do balde (m³)	2.20
Densidade Média do Minério/Estéril (t/m³)	2,92
Factor de empolamento	64%
Densidade empolada minério (t/m³)	1.87

Estes dados foram levantados pelo sector de planeamento de mina da empresa em questão, bem como nos catálogos dos equipamentos, e são necessários para estimar a capacidade, em toneladas, do balde, bem como a produtividade do equipamento através do seguinte cálculo apresentado na equação (2)

$$C_e = FE \times V \times DE \quad (2)$$

Onde,

C_e = Capacidade do balde em toneladas (t)

FE = Fator de enchimento

V = Volume do balde (m³)

DE = Densidade empolada do minério (t/m³)

Tabela 5 – Dados para cálculo da produtividade dos equipamentos de transporte.

Camião	2013	2014	2015	Unidade
Capacidade Nominal	30	30	30	T
Capacidade Efectiva	27	27	27	
DMT	1.5	1.7	1.9	Km
Velocidade carregado	20	20	20	Km/h
Velocidade de volta (vazio)	30	30	30	Km/h

O tempo médio de viagem é determinante na produtividade da frota de transporte, pois quanto maior o tempo médio de transporte menor será o número de viagens por hora, reduzindo a produtividade em toneladas por hora.

Para o cálculo do tempo médio para cada viagem do caminhão, levam-se em conta os valores informados na Tabela 7, onde o tempo médio de viagem é diretamente proporcional a DMT e inversamente proporcional a velocidade de deslocamento do caminhão, limitadas por premissas de segurança da empresa. O tempo médio de viagem dos camiões é dado pela seguinte equação:

$$T_{\text{viagem}} = \frac{\text{DMT}}{V_{\text{carregado}}} + \frac{\text{DMT}}{V_{\text{vazio}}} \quad (3)$$

Para obtenção do tempo total do ciclo de carregamento e transporte foi utilizado a seguinte sistemática descritos na Tabela , na qual se tem as componentes fixas e variáveis do tempo de ciclo. Como tempos fixos tem-se o tempo de manobra, tempo de basculamento e tempo de ciclo de carregamento, que sofrem pequenas variações em torno de uma média constante. De acordo com RICARDO & CATALANI (2007), apesar de alguns tempos serem considerados

fixos, estes dependem de fatores como tipo de equipamento, compacidade do solo; rampa favorável, habilidade do operador, entre outros.

Que ainda segundo RICARDO & CATALANI (2007), esses fatores podem influir favoravelmente ou não, dependendo das condições vigentes, de sorte que os valores indicados para os diversos tempos devem ser considerados como médias, podendo haver discrepâncias razoáveis com os tempos efetivamente cronometrados em condições reais.

Tabela 5a – Obtenção dos dados componentes do ciclo.

Componentes do Ciclo	Fontes
(a) Tempo médio de viagem	Equação (3)
(b) Tempo ciclo carregamento	(e) + (f)
(c) N ^o s de Passes (Carregamento)	Cap.camião / Cap.do balde da escavadeira
(d) Tempo de ciclo escavadeira	Média do tempo obtido por observação
(e) Tempo de carregamento	(c)×(d)
(f) Tempo de manobra	Média do tempo obtido por observação
(g) Tempo de basculamento	Média do tempo obtido por observação
(h) Tempo Total do ciclo	(a) + (b) + (g)

Tabela 5b – Dados de tempos de ciclo

Componentes do ciclo	2013	2014	2015	Unidade
Tempo médio de viagem	7.50	8.50	9.50	Min
Tempo ciclo carregamento	3.82	3.82	3.82	Min

Nºs de Passes (Carregamento)	6.6	6.6	6,6	U
Tempo de ciclo escavadeira	0.5	0.5	0.5	Min
Tempo de carregamento	3.32	3.32	3.32	Min
Tempo de manobra	0.50	0.50	0,50	Min
Tempo de basculamento	1.00	1.00	1.00	Min
Tempo Total do ciclo	12.32	13.32	14.32	Min

Fazendo uso dos dados apresentados na Tabela 5b estima-se o número de viagens por hora dividindo uma hora (60 minutos) pelo tempo total do ciclo, e o valor obtido em número de viagens multiplicado pela capacidade nominal do camião em toneladas, obtém-se a produtividade dos camiões.

Tabela 6 – Taxa horária nominal dos equipamentos de carregamento e transporte.

Produtividade	2013	2014	2015	Unidade
Capacidade de concha	4.52	4.52	4.52	T
Taxa horária nominal das Escavadeiras	542.4	542.4	542.4	t/h
Viagens por hora	4,87	4.51	4.19	v/h
Taxa horária nominal dos Camiões	146,1	135.3	125.7	t/h

Observa-se que a produtividade estimada das escavadeiras permanece constante ao longo dos anos, já a produtividade dos camiões diminui, isso se dá

pela variação da DMT, que aumenta com o avanço do desenvolvimento das cavas. De acordo com os valores apresentados na tabela observa-se que de 2013 á 2015 a produtividade dos camiões aumentou de 125.7 t/h a 146,1 t/h, ou seja a produtividade aumentou em 13,96 %.

Análise dos resultados com foco nos custos

Nesse subcapítulo é apresentada a análise dos resultados e comportamento dos custos de produção com a variação da capacidade produtiva da frota de carregamento e transporte dimensionada no subcapítulo anterior. Essa análise dos custos de produção com a variação da capacidade produtiva dá ao tomador de decisão uma visão económico-financeira dos cenários de produção analisados de tal modo que se opte pelo cenário que atenda às metas de produção e minimize seus custos.

Tabela 7 – Comparativo entre custos unitários para cada cenário de produção.

Nº de camiões	Produção (t)	Custo Total próprio (\$)	Custo Unitário próprio (\$/t)	Custo Total terceiro (\$)	Custo Unitário médio terceiro (\$/t)
1	735	4.297	5.85	1.916	2.61
2	1.470	4.805	3.27	3.832	2.61
3	2.205	5.869	2.66	5.748	2.61
4	2.940	6.377	2.17	7.664	2.61
5	3.675	7.864	2.14	9.579	2.61
6	4.410	9.774	2.22	11.495	2.61
7	5.145	10.359	2.01	13.411	2.61
8	5.880	11.059	1.88	15.327	2.61
9	6.615	11.744	1.78	17.243	2.61
10	7.350	13.307	1.81	19.159	2.61
11	8.085	15.218	1.88	21.075	2.61

12	8.820	15.919	1.80	22.991	2.61
13	9.555	16.714	1.75	24.907	2.61
14	10.290	17.989	1.75	26.822	2.61
15	11.025	18.497	1.68	28.738	2.61

Fica clara a redução do custo unitário (\$/t) próprio com o aumento do volume de produção. Como dito anteriormente isso se deve à diluição dos custos fixos com o aumento da produção.

Porém um dimensionamento de frota com vistas à melhor relação custo-produção deve ser feito não só pela composição otimizada de equipamentos que atendam à necessidade de produção, mas considerando também os custos envolvidos.

Para análise dos cenários de produção e tamanho da frota, relacionados aos custos de produção, os dados obtidos e apresentados nos itens anteriores dão ao gestor uma gama de informações suficientes para verificação do melhor cenário, como é apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – Comparativo entre custos unitários para cada cenário de produção.

Nº de Camiões	Nº de Escavadeiras	Produção (t)	Custo Total próprio (\$)	Custo unitário próprio (\$/t)	Custo unitário médio terceiro (\$/t)
1	1	735	4.297	5.85	2.61
2	1	1.470	4.805	3.27	2.61
3	1	2.205	5.869	2.66	2.61
4	1	2.940	6.377	2.17	2.61
5	2	3.675	7.864	2.14	2.61
6	2	4.410	9.774	2.22	2.61
7	2	5.145	10.359	2.01	2.61

8	2	5.880	11.059	1.88	2.61
9	2	6.615	11.744	1.78	2.61
10	3	7.350	13.307	1.81	2.61
11	3	8.085	15.218	1.88	2.61
12	3	8.820	15.919	1.80	2.61
13	3	9.555	16.714	1.75	2.61
14	4	10.290	17.989	1.75	2.61
15	4	11.025	18.497	1.68	2.61

Nota-se que para o cenário de nove (9) camiões e duas escavadeiras, dimensionado através dos indicadores de produção, resultou também no menor custo unitário de produção para faixa de produção programada. O que se repete nos demais anos, conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 9 – Comparativo de custos unitários para cada cenário de produção para os anos de 2013 á 2015.

Cenário	2013	2014	2015
Nº de camiões	Custo unitário próprio (\$/t)	Custo unitário próprio (\$/t)	Custo unitário próprio (\$/t)
1	5.85	6.85	8.02
2	3.27	3.83	4.49
3	2.66	3.12	3.65
4	2.17	2.54	2.98
5	2.14	2.51	2.94
6	2.22	2.60	3.04
7	2.01	2.36	2.76
8	1.88	2.20	2.58
9	1.78	2.08	2.44
10	1.81	2.12	2.48
11	1.88	2.21	2.58
12	1.80	2.12	2.48

13	1.75	2.05	2.40
14	1.75	2.05	2.40
15	1.68	1.97	2.30

Na Tabela 9 observa-se que a partir do cenário com treze (15) camiões o custo é reduzido em 5,74%, mas para isso seria necessário aumentar a capacidade de produção.

Todavia, dada as devidas premissas para cada caso, o número óptimo de camiões na frota é o equilíbrio entre produtividade e custo.

Pelo exposto, o que fica demonstrado e poucas vezes é mensurado é o comportamento dos custos com a variação da frota e cenários de produção. O comportamento dos custos de produção, analisados juntamente ao dimensionamento de frotas, dá aos gestores, tomadores de decisão, um embasamento técnico e econômico na escolha do volume de produção adequado a cada situação.

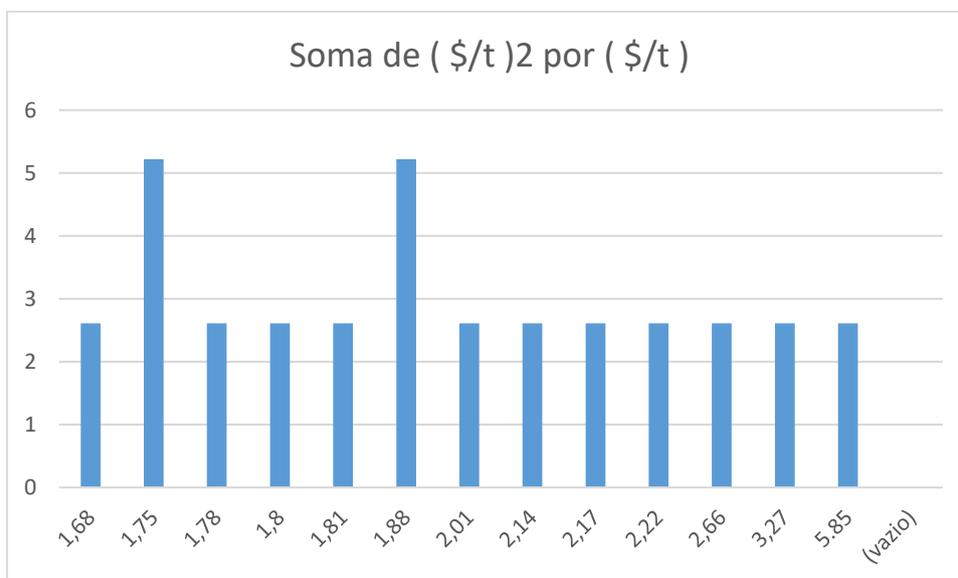


Gráfico dos Custos em relação à Produção

7.4. Sistema de Controlo das Operações Mineiras usado na Mina da Catoca (Wenco).

Sistema wenco

Wenco: é um sistema de gestão de frotas, isto é, ela é um sistema de despacho dinâmico em modo de optimização.

A wenco faz o controle das operações mineiras realizadas pelos equipamentos tecnológicos.

Despacho (Wenco)

Objectivos do Despacho:

- ❖ Aumentar a Produtividade e Produção da Mina, bem como melhorar a qualidade operacional
- ❖ Reduzir Custos Operacionais dos processos (Preparação, Carregamento e Transporte da Massa Mineira)
- ❖ Optimizar a utilização da frota de equipamentos

Principais tarefas do despacho (Wenco)

- ❖ Alocar os equipamentos para as suas tarefas operacionais
- ❖ Controlar o cumprimento das ordens de trabalho pelos Operadores
- ❖ Optimizar fila e ociosidade dos equipamentos
- ❖ Gestão de carga optimizada em tempo real
- ❖ Optimização do tempo de reabastecimento dos equipamentos
- ❖ Gestão automatizada e optimizada da tarefa do operador em tempo real
- ❖ Assegurar a observância dos critérios de qualidade bem como a segurança operacional
- ❖ Monitoramento dos KPIs de produtividade e produção em tempo real

A wenco está dividida em módulos nomeadamente:

- ❖ Mine Vision
- ❖ Fleet Control
- ❖ Wenco DB Home
- ❖ MDT 5

7.4.1. Mine Vision

O Mine Vision é um aplicativo GPS (Sistema de Posicionamento Global) de mapeamento que permite o monitoramento em tempo real dos equipamentos no sítio de mina que esteja equipada pela Wenco. Além de monitoramento de posicionamento em tempo real, o mesmo oferece ainda recursos que permitem ao usuário gerenciar graficamente os objectos da base de dados espaciais e os percursos de transporte. O Mine Vision tem muitos recursos e ferramentas que permitem ao usuário ficar informado e monitorar a sua gestão de frota para seu sítio de mina.

Através do Mine Vision você pode:

- ❖ **Visualizar o mapa da mina**

Através da janela de Tempo Real do Mine Vision, você pode visualizar o mapa da mina completa.

Você pode também usar as ferramentas de navegação do Mine Vision para se movimentar no mapa, ampliar ou reduzir áreas específicas.

- ❖ **Equipamento de Exibição e Informações de Percurso**

A Ferramenta Propriedades de Objecto do Mine Vision possibilita visualizar detalhes importantes de caminhões, localizações, percursos, perfuratrizes, unidades de carregamento e equipamentos auxiliares com um clique no mouse.

- ❖ **Medição de Distância**

A Ferramenta Medição facilita a medição de distâncias entre quaisquer pontos no mapa.

- ❖ **Guarde e Imprima o mapa**

O Mine Vision permite guardar uma imagem do mapa num aplicativo gráfico ou ficheiro. Você pode também imprimir o mapa directamente do Mine Vision sem exportá-lo para outro aplicativo.

- ❖ **Gerar Reproduções**

As Reproduções são consultas à base de dados que exibem uma representação gráfica dos dados históricos.

- ❖ **Gerenciar Percursos e Localizações (Somente Administradores)**

O Editor Gráfico da Base de Dados permite criar localizações e segmentos no layout da sua mina. Alguns exemplos de localizações são: Descargas, Pilhas de Armazenamento e Blocos de Escavação.

Privilégios do Mine Vision

O Mine Vision incorpora o uso de funções e privilégios para oferecer a cada usuário o acesso aos recursos do aplicativo de que eles precisam para seu trabalho. Se você percebe que alguns botões ou comandos de menu estão acinzentados quando você está a trabalhar com o Mine Vision, isso significa que você não tem o privilégio para executar determinada função. Os privilégios são definidos pelo administrador do sistema através do aplicativo Wenco User Manager.

Os privilégios seguintes estão disponíveis e podem ser definidos no Mine Vision:

- ❖ Permitir usuário alterar os percursos e restrições em tempo real.
- ❖ Permitir usuário criar ou alterar os ficheiros de mapa do layout da mina.
- ❖ Permitir usuário criar ou editar os parâmetros de transformação de coordenadas do sistema.
- ❖ Permitir usuário editar carregamentos e intervalos dentro da janela do mapa de tempo real.
- ❖ Permitir usuário iniciar o Mine Vision.
- ❖ Permitir usuário usar as reproduções da base de dados.
- ❖ Permitir usuário configurar um padrão global das cores de exibição (número de classes e rampas de cores) para reproduções de posição.

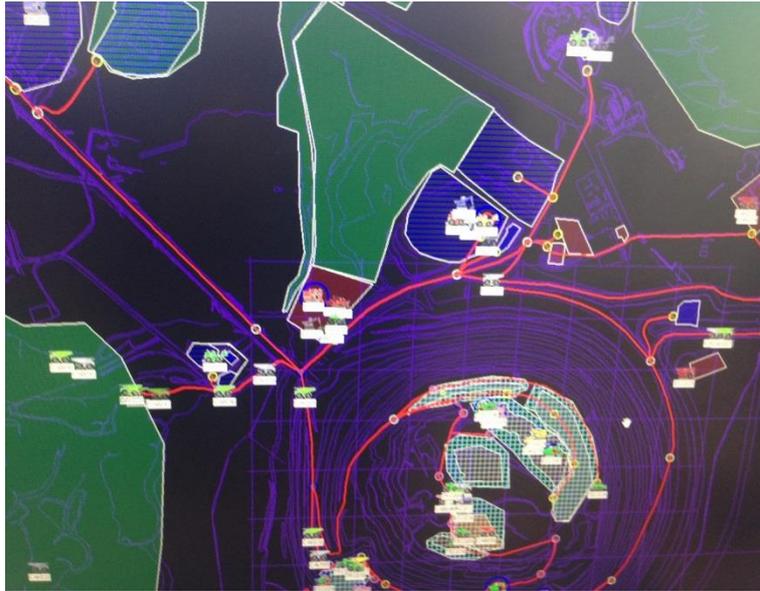


Figura 19 - Mine Vision, fotografia do autor (12 /10 /17)

7.4.2. Fleet Control

O Fleet Control é um aplicativo poderoso que auxilia as equipes de mina em suas tarefas operacionais diárias. Fleet Control oferece aos controladores as ferramentas necessárias para gerenciar com sucesso e supervisionar toda a mina, resultando em elevada produtividade de equipamentos e produção de material.

Use o Fleet Control para:

- ❖ **Visualizar movimentos em tempo real das unidades de transporte entre locais de escavação e descarga.**

O Fleet Control oferece telas com gráficos em tempo real para que você possa visualizar rapidamente as atribuições das unidades de transporte e também pode acompanhar a classificação de material e a movimentação.

- ❖ **Supervisione as actividades dos equipamentos**

Use as telas gráficas em tempo real para visualizar informações de equipamentos tais como: localização actual, estado actual, quantidade de combustível, horas de máquina, operador actual e duração do estado.

- ❖ **Produza relatórios em tela de equipamentos e produção de mina**

Os relatórios do Fleet Control fornecem informações imediatas sobre equipamentos e produção de material na mina. Visualize relatórios em unidades de equipamentos individuais ou tipos de equipamentos e relatório – resumo de frota.

❖ **Atualize informações do registo de equipamentos**

O Fleet Control permite a você visualizar e editar informações de registros da base de dados de equipamentos directamente do aplicativo. Altere locais de escavação para unidades de carregamento ou para operadores actualmente designados.

❖ **Fique em contacto directo com os operados de equipamentos**

Use o Fleet Control para enviar mensagens de textos para os MDTs de equipamentos para comunicação imediata com operadores de equipamentos.

Privilégios do Fleet Control

O Fleet Control incorpora o uso de funções e privilégios para oferecer a cada usuário o acesso aos recursos do aplicativo de que eles precisam para seu trabalho. Se você percebe que alguns botões ou comandos de menu estão acinzentados quando você está a trabalhar com o Fleet Control, isso significa que você não tem o privilégio para executar determinada função.

Os privilégios são definidos pelo administrador do sistema através do aplicativo Wenco User Manager.

Os privilégios do Fleet Control são:

- ❖ Permitir a capacidade de mensagens de texto do usuário.
- ❖ Permitir o acesso do usuário às telas de Configuração de Despacho.
- ❖ Permitir o acesso do usuário às telas de condições ambientais (fator de carga).
- ❖ Permitir a funcionalidade de comando de despacho do usuário (somente leitura se não for selecionado).
- ❖ Permitir ao usuário ativar e desativar a Dispatching de atividades.
- ❖ Permitir ao usuário ativar e desativar o Despacho de Combustível.

- ❖ Permitir que o usuário habilite e desative o Despacho de Produção.
- ❖ Permitir que o usuário inicie sessões VNC para as unidades Wenco MDT.
- ❖ Permitir que o usuário reinicie remotamente as unidades Wenco MDT5.
- ❖ Permitir que o usuário remova os bloqueios.
- ❖ Permitir que o usuário comece o Controle de Frota.
- ❖ Acesso ao evento de solicitação de serviço Wenco (as solicitações de serviço estão ocultas se esta não for selecionada).

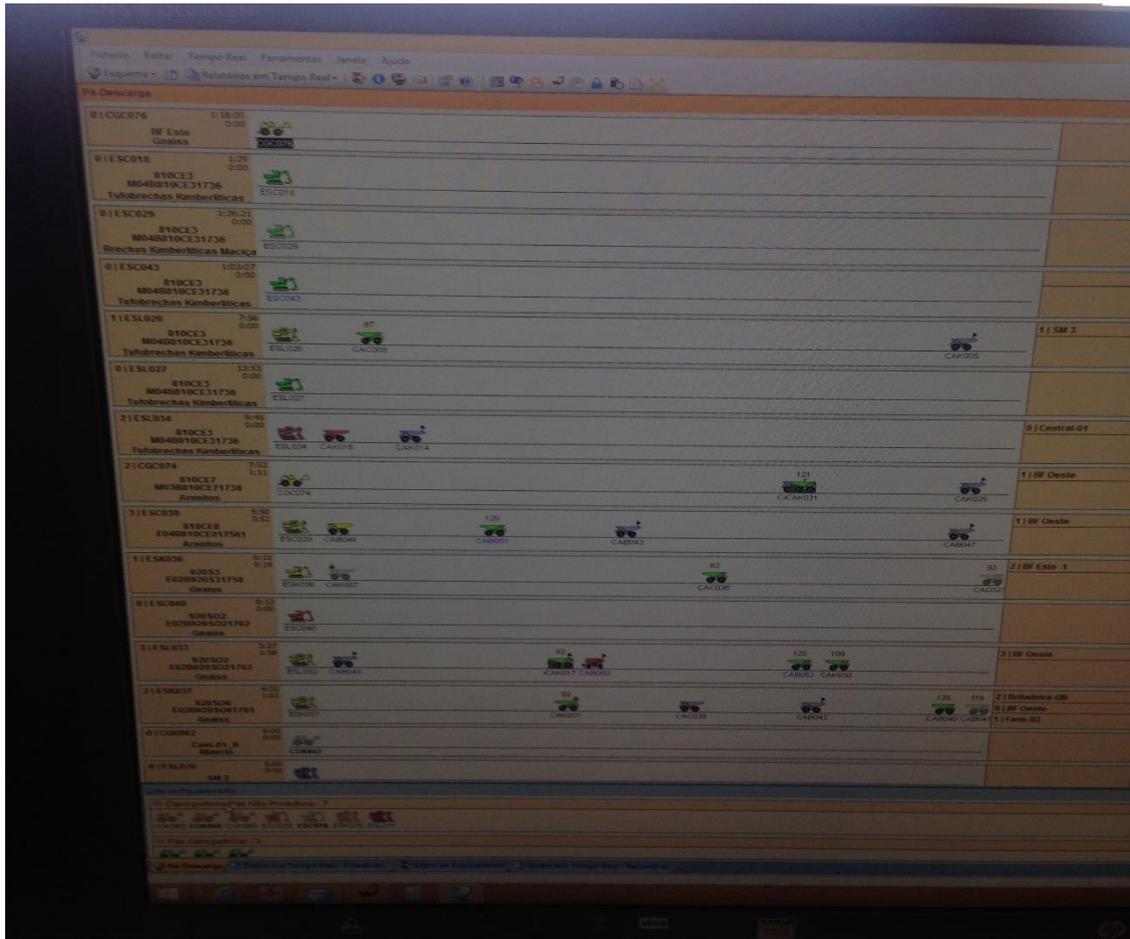


Figura 20 – Fleet Control, fotografia do autor (12 / 10 /17)

7.4.3. Wenco DB Home

A Wenco DB Home é uma interface gráfica de fácil utilização para a base de dados do Wenco SQL Server.

Utilize Wenco DB Home para:

- ❖ Verificar todos os dados da mina a partir da base de dados Wenco DB SQL Server.
- ❖ Criar relatórios sobre as operações na mina.
- ❖ Actualizar os registos da base de dados com os editores gráficos das bases de Wenco.
- ❖ Utilizar Consultas de Wenco DB para apresentar rapidamente informações sobre a mina.
- ❖ Gerir calendários de trabalho da equipa utilizando o Gerador de Calendários de Trabalho.

Privilégios da Wenco DB Home

Wenco DB Home incorpora a utilização de funções e privilégios para dar a cada utilizador acesso as funcionalidades da aplicação de que necessitam para trabalhar. Se verificar que alguns botões ou comandos do menu estão com cor cinzenta ao trabalhar com a Wenco DB Home, isso significa que não está autorizado para executar esta função. Os privilégios são definidos pelo administrador do sistema através da aplicação **Gestor de Utilizadores Wenco**.

Cada utilizador do Wenco DB Home tem de receber autorização para iniciar o Wenco DB Home. O administrador do sistema também atribui privilégios para trabalhar com as seguintes funcionalidades do Wenco DB Home:

- ❖ Permitir utilização de registos inactivos.
- ❖ Permitir ao utilizador executar Wenco DB Home.
- ❖ Permitir ao utilizador executar Editores de Configuração de Wenco DB Home.
- ❖ Cada Editor de Configuração pode ser atribuído separadamente.
- ❖ Permitir ao utilizador executar Editores de Historial de Wenco DB Home.
- ❖ Cada Editor de Historial pode ser atribuído separadamente.
- ❖ Gestor de Licenças.
 - permitir ao utilizador ver dados dentro do Gestor de Licenças.
 - permitir ao utilizador importar novas licenças.
 - permitir ao utilizador solicitar novas licenças.
- ❖ Utilitário Lineup.
 - permitir ao utilizador alterar definições do relatório.

- permitir ao utilizador ver apenas dados dentro do Utilitário Lineup.
- permitir ao utilizador ver, editar e guardar dentro do Utilitário Lineup.
- ❖ Lista de verificação do livro de registo
- ❖ - permitir ao utilizador executar o Editor Lista de verificação do livro de registo (para futura utilização).

- ❖ Criação de Relatórios
 - permitir ao utilizador executar Editores de Metadados de Crystal Reports.
 - permitir ao utilizador executar Crystal Reports.
 - permitir ao utilizador executar Relatórios Gráficos.
 - permitir ao utilizador executar Relatórios Microsoft SSRS.
 - permitir ao utilizador executar Consultas de Wenco DB.
- ❖ Ressincronizar o Sistema Wenco
 - permitir ao utilizador executar o Comando de Dados de Configuração da Ressincronização.
 - permitir ao utilizador executar o Comando de Dados Históricos de Ressincronização.
- ❖ Percurso
 - permitir ao utilizador executar o Editor de Percurso da Rota de Despacho
- ❖ Segmento
 - permitir ao utilizador executar o Editor de Percurso de Segmento de Despacho.
- ❖ Pilha de armazenamento
 - permitir ao utilizador executar o Editor de Ajuste de Pilha de armazenamento.
 - permitir ao utilizador executar a Pesquisa de Inventário de Pilha de armazenamento.
- ❖ Editor de Cronogramas
 - permitir ao utilizador executar o Editor de Cronogramas.
 - permitir ao utilizador editar dentro do Editor de Cronogramas.
- ❖ Ferramentas
 - permitir ao utilizador executar o Utilitário de Importação de Bloco de Escavação.

- permitir ao utilizador executar o Utilitário do Perfil de Importação do Plano de Escavação.
- permitir ao utilizador executar o Utilitário de Configuração Remota de MDT (MRCU).
- permitir ao utilizador executar o Utilitário do Perfil de Importação de Disponibilidade Planeada.
- permitir ao utilizador executar o Monitor de Mensagem de Entrada/Saída em Tempo Real.
- permitir ao utilizador executar o Utilitário do Gerador de Calendários de Trabalho.
- permitir ao utilizador executar o Utilitário de Verificação da Base de Dados.

❖ Guias

- permitir ao utilizador executar o Guia de Exportação de dados.
- permitir ao utilizador executar o Guia de Autorização de Modelos de Equipamentos.
- permitir ao utilizador executar o Guia para Renomear/Apagar Equipamentos.
- permitir ao utilizador executar o Guia de Alteração do Tipo de Unidade de Transporte.
- permitir ao utilizador executar o Guia de Configuração do Tipo de Unidade de carga.
- permitir ao utilizador executar o Guia para Mover/Renomear Blocos de Localização.
- permitir ao utilizador executar o Guia de Renomeação de Locais.
- permitir ao utilizador executar o Guia para Renomear/Apagar Operadores.
- permitir ao utilizador executar o Guia de Restauração de Actividades do Equipamento.
- permitir ao utilizador executar o Guia de Ressincronização de Qualidades.
- permitir ao utilizador executar o Guia do Gerador de Carga de Trabalho.

Parâmetros:

Data de Turno: 12-10-2017

Descrição:

Este relatório contém uma matriz que exibe o número de cargas e quantidades de carga útil, para cada combinação de tipo de material, material e turno.

Quantidade Total por Material

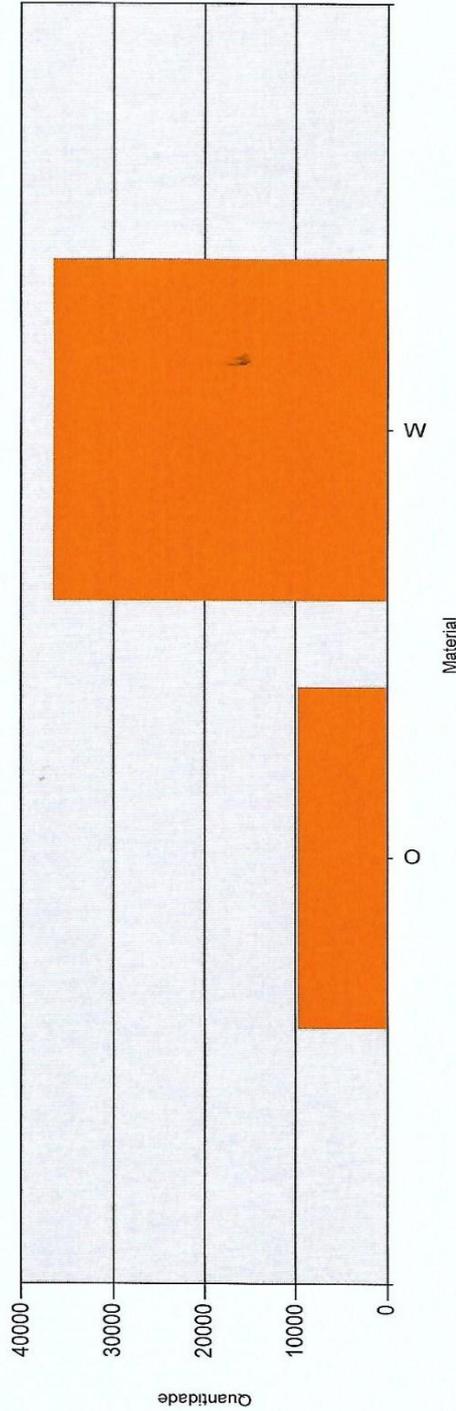


Figura 21 – Relatório de Produção por Material e Turno (12 / 10 /17)

7.4.4. MDT 5

O MDT 5 é o terminal de dados móveis de quinta geração da Wenco. Montado em uma série de veículos de mineração, o MDT 5 permite aos operadores de veículos visualizarem e introduzirem informações quando necessário, no curso do seu trabalho. O MDT 5 tem visualizações para os veículos seguintes:

- ❖ Unidades de Transporte.
- ❖ Unidades de Carregamento.
- ❖ Camiões de Combustível.
- ❖ Unidades Auxiliares.

Devido à natureza de alta integração do Sistema Wenco, a configuração do MDT 5 pode envolver a configuração de várias outras aplicações da Wenco incluindo o Wenco DB Home, o Wenco Configuration Manager e o Wenco User Manager.

Podemos configurar o MDT 5 para visualizar tanto as Telas de Interface Regulares como as Telas de Interface Básica. As Telas de Interface Regulares são as telas operacionais padrão para o MDT 5. As Telas de Interface Básica são um conjunto simplificado de telas que foram desenvolvidas para sítios com instrução limitada.

Registo do Operador

Quando o MDT 5 é iniciado, a tela Registrar Código do Operador é exibida. A tela permite que um Operador Primário e opcionalmente um Operador Secundário faça o seu registo do código de operador. O Operador Primário é o operador principal do veículo. O Operador Secundário (que pode ser um controlador ou instrutor com privilégios avançados) pode também estar no veículo fisicamente, com o Operador Secundário, ou conectado remotamente. Quando ambos os Operadores Primário e Secundário estão registados, ambos podem operar o MDT, dependendo de seus privilégios.

Telas de Interface Regulares

As telas de interface regulares no MDT 5 contêm telas gerais e telas específicas de veículos que permitem ao operador fazer o seguinte:

- ❖ Indicar imediatamente se as métricas tais como carga útil e velocidade estão dentro do alcance aceitável.
- ❖ Visualizar e alterar os estados e localizações.
- ❖ Enviar e receber mensagens e receber eventos.
- ❖ Visualizar os indicadores de desempenhos (KPIs) para indicar o desempenho em tempo real.
- ❖ Personalizar o tipo de informação que o terminal MDT 5 exibe.

As telas de interface regulares estão disponíveis para os tipos seguintes de unidades de equipamentos:

- ❖ Unidades de Transporte.
- ❖ Unidades de Carregamento.
- ❖ Unidades de Perfuração.
- ❖ Camiões de Combustível.
- ❖ Raspadeiras.
- ❖ Niveladoras.

Botões de Menus

O nome do operador registado e da hora correntes são exibidos na parte superior da tela do MDT 5. No lado esquerdo da tela, os botões de menu seguintes são exibidos. Eles conduzem o operador a várias telas usadas no MDT 5.



Home: O operador pode visualizar as telas operacionais para a unidade de equipamento. Cada tipo de equipamento tem telas operacionais diferentes.



Mensagens e Eventos: O operador pode enviar e receber mensagens de texto e visualizar eventos. Este botão não é exibido para operadores que não tenham os privilégios para enviar/receber mensagens.



Manutenção de Veículo: O operador pode preencher uma lista de verificação do equipamento; introduzir dados do Centro de Custos, Horas de Motor ou Consumíveis; visualizar a pressão e a temperatura do pneu.



Indicadores Chave de Desempenho (KPIs): Para Unidades de Carregamento e Unidades de Transporte, o operador pode visualizar os indicadores chave de desempenho.



Configuração: O operador pode visualizar as informações sobre a conexão e outras definições de configurações do MDT5.



Emergência: O operador pode enviar uma mensagem para o controlador. Este botão é exibido somente se o parâmetro **Show Emergency Button** do **Wenco Configuration Manager** está definido para **True**).



Extrair Código de Operador: O operador pode extrair o código de operador e um novo operador pode registar código de operador.



BenchManager ou **PitNav**:

Para sítios que usam o **BenchManager**, o operador pode ir para a tela do **BenchManager**.

Para sítios que usam o **PitNav**, o operador pode ir para a tela do **PitNav**.

O que fazer:

Quando estiver na Escavadeira para **começar o trabalho**, o operador deve:

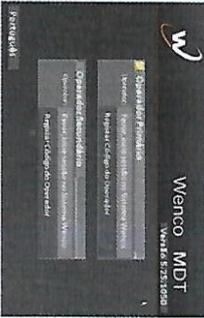
- Inserir o número do crachá (matrícula).
- Selecionar o estado de operação correto.
- Inserir horas do motor.

Se sair da escavadeira ou **desligar o motor** por um período prolongado, o operador deve:

- Inserir o estado de 'Standby' ou outro conforme o caso.
- Inserir horas do motor.
- Desabilitar a matrícula.

Colocar o material e origem quando em Operação

Inserir matrícula:



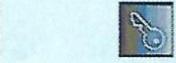
Selecionar o botão matrícula (badge)



Inserir o número da matrícula e OK

Desabilitar Matrícula (Badge):

Retirar a matrícula pressionando no botão abaixo e seguindo o botão Badge Out.



Selecionar Operação, Avaria, Paradas e Atrasos:

Operational

Sempre que estiver a carregar camhões os operadores devem colocar apenas **Carregando** e **Esperando**.

Outros estados de operação podem ser usados quando não carregam camhões.



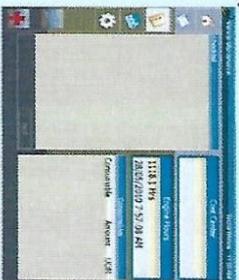
Manutenção

Atrasos e Paradas



Inserir Horas do Motor

Precione o botão Manutenção para acessar a seguinte tela.



•Precione Horas do Motor na referida tela

•Inserir horas e aperta OK



Que Atrasos São Usados:

Standby – Usado na maioria das vezes. Quando o operador sai ou desliga a escavadeira. A escavadeira está mecanicamente disponível se necessário.

Indo para Manutenção (Travel for Maintenance)

Quando a escavadeira é solicitada para ir à oficina ou outro lugar para fins de manutenção.

Treinamento do Operador (Operator Training) – Usado apenas quando operadores estão em treinamento. Se estiver a produzir deve-se usar os estados normais de operação.

Fora de Frota (Demobilised) – Não deve ser usado pelos operadores. Este estado significa que o equipamento está fora de frota da Mina.

Deslocando para local de trabalho – Usado quando deslocando à uma distância, por exemplo, do Parque para Mina.

Figura 22 - MDT – Folha de Referência da Escavadeira (12 /10 / 17)

Vantagens da Wenco

- ❖ Aumento da Produtividade
- ❖ Aumento da Produção
- ❖ Redução dos Custos Operacionais
- ❖ Contribui para a redução de custos de combustíveis

Desvantagem da Wenco

- ❖ Tempo (clima)
- ❖ Raio de cobertura do sistema

A Wenco DB Home é a base de dados do Sistema Wenco e o mesmo está constituído por vários tipos de Relatórios:

- ❖ Tempo de ciclo por Origem, Destino, Frota e Unidade de Transporte
- ❖ Carga útil por unidade de transporte
- ❖ Produção por frota e unidade de transporte
- ❖ Produção por frota e unidade de carga
- ❖ Produção por unidade de carga, bloco de localização e destino
- ❖ Produção por Material e Turno.

Impacto Ambiental do Sistema Wenco

O Sistema Wenco não tem muito impacto ambiental, porque o mesmo é composto à base de softwares e hardwares, o único impacto ambiental que se pode observar é quando os engenheiros electrónicos vão ao campo fazer a manutenção das antenas por exemplo para fazer a substituição de cabos eléctricos queimados e se não houver um local apropriado para colocar estes materiais, e deixar ao ar livre pode causar um impacto ambiental.

CAPÍTULO 8: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

8.1- Conclusões

No que se refere ao presente trabalho, este baseou-se em várias fontes de pesquisa no intuito de abordar os principais benefícios da implementação de um sistema eficiente de controlo das operações mineiras.

A implementação de um sistema de despacho na empresa analisada pode ser considerada benéfica para a empresa. Houve um aumento no nível de utilização da capacidade de carga além da elevação das coletas no prazo e redução dos custos de transporte da mina, aumento de Produtividade e Produção, redução dos custos operacionais e contribuiu de forma significativa para a redução dos custos de combustíveis.

A Wenco possibilitou que as análises fossem feitas em tempo real, sem necessidade de parar a produção e eliminou a formação de filas de máquinas e equipamentos, ociosidade, perda operacional e demora na tomada de decisões.

Outros ganhos conseguidos com o *software* foram os dados históricos com alto nível de confiabilidade, um maior controlo do processo da planta além de uma melhoria no clima organizacional da Empresa.

Com a implementação do software a Produtividade da Mina aumentou de 125.7 t/ano à 146,1 t/ano, ou seja a produtividade aumentou em 13,96 % e o Custo reduziu em 5,73%, comprovando assim as vantagens do software em relação ao método tradicional de controlo das operações mineiras.

8.2- Recomendações

Com a comprovação das vantagens da implementação de um sistema eficiente de controlo das operações mineiras, recomendamos a empresa em estudo o seguinte:

- ❖ A implementação de um sistema eficiente de controlo das operações mineiras (Sistema Wenco) com o objectivo de aumentar a produtividade e a produção, melhorar a qualidade operacional, reduzir os custos operacionais e otimizar a utilização da frota dos equipamentos.
- ❖ Optar por um sistema eficiente de segurança. Para que uma exploração possa decorrer com normalidade e eficiência os trabalhadores deverão sentir-se seguros, e com condições que lhes permitam desempenhar os trabalhos adequadamente.
- ❖ Para uma melhor exploração dos jazigos recomenda-se a empresa investir na Tecnologia, visto que a mesma é uma ferramenta muito importante em qualquer tipo de actividade, a tecnologia surgiu para reduzir o esforço do Homem e otimizar os trabalhos (operações) anteriormente realizados pelo Homem.
- ❖ Além da Tecnologia, recomenda-se a empresa investir na formação dos seus funcionários principalmente aqueles que usarão a tecnologia para a realização das suas actividades.
- ❖ Em projetos futuros de utilização de novos sistemas, a empresa poderia realizar um maior detalhamento do processo de implementação do *software*. Assim poderia haver redução no número de atrasos, problemas e, por conseguinte nos custos.
- ❖ A fim de garantir uma melhor gestão da cadeia de suprimentos como um todo, a empresa poderia buscar integrar o sistema de despacho com os demais utilizadores na empresa, como por exemplo, o de controlo da produção. Segundo a empresa, estudos de viabilidade neste sentido estão sendo conduzidos.

Parâmetros:

Data de Início de Turno: 12-10-2017

Data de Fim de Turno: 12-10-2017

Turno: 1

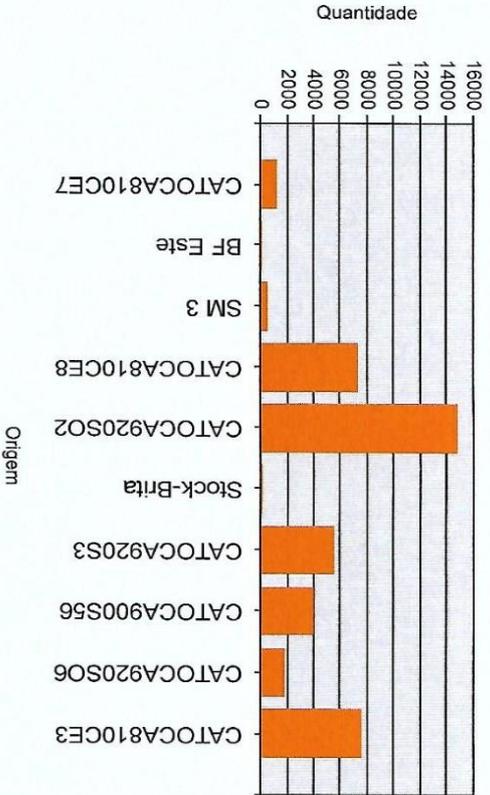
Tipo de Material: Tudo

Unidade de Transporte: Tudo

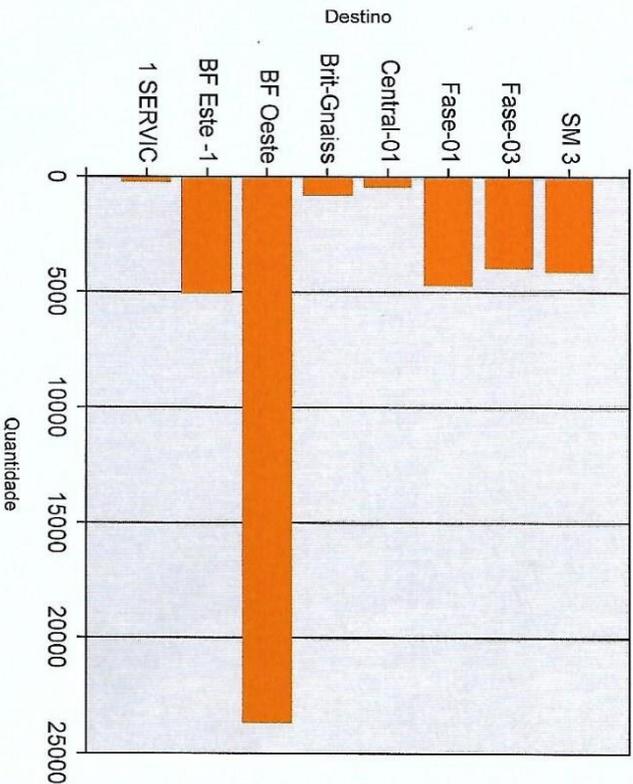
Descrição:

Este relatório contém uma matriz que exibe o número de cargas e quantidades de carga útil, para cada combinação de origem e destino.

Quantidade Total por Origem



Quantidade Total por Destino



8.3 – Anexos

Anexo A – Produção por Origem e Destino

Produção por Origem e Destino

Origem	Destino 1 SERVIC		BF Este -1		BF Oeste		Brit-Gnaiss	
	Cargas	Quantidade (MT)	Cargas	Quantidade (MT)	Cargas	Quantidade (MT)	Cargas	Quantidade (MT)
BF Este	4	132,00						
CATOCA810CE3								
CATOCA810CE7								
CATOCA810CE8					64	7.282,10		
CATOCA900S56			28	2.557,20			1	106,00
CATOCA920S3			27	2.528,40	2	190,80	5	462,00
CATOCA920S02					129	14.820,70		
CATOCA920S06					13	1.342,40	2	205,80
SM 3								
Stock-Brita	2	66,00						
Total	6	198,00	55	5.085,60	208	23.636,00	8	773,80

Produção por Origem e Destino

Origem	Destino Central-01		Fase-01		Fase-03		SM 3	
	Cargas	Quantidade (MT)	Cargas	Quantidade (MT)	Cargas	Quantidade (MT)	Cargas	Quantidade (MT)
BF Este								
CATOCA810CE3	12	396,00	38	3.081,00	1	97,00	49	3.993,80
CATOCA810CE7			14	1.181,00				
CATOCA810CE8								
CATOCA900S56					15	1.319,70		
CATOCA920S3					25	2.345,40		
CATOCA920S02								
CATOCA920S06					2	164,00		
SM 3			5	404,40			1	82,00
Stock-Brita			1	33,00				
Total	12	396,00	58	4.699,40	43	3.926,10	50	4.075,80

Produção por Origem e Destino

Origem	Destino Total	
	Cargas	Quantidade (MT)
BF Este	4	132,00
CATOCA810CE3	100	7.567,80
CATOCA810CE7	14	1.181,00
CATOCA810CE8	64	7.282,10
CATOCA900S56	44	3.982,90
CATOCA920S3	59	5.526,60
CATOCA920S02	129	14.820,70
CATOCA920S06	17	1.712,20
SM 3	6	486,40
Stock-Brita	3	99,00
Total	440	42.790,70

Anexo B – Tempo de Ciclo por Origem, Destino, Frota e Unidade de Transporte



Tempo de Ciclo por Origem, Destino, Frota e Unidade de Transporte

Relatório Criado Em: 12-10-2017

Parâmetros:

Descrição:

Este relatório contém uma folha de cálculo com os tempos médio e total que uma unidade de transporte demora em cada combinação de origem/destino, no período de tempo especificado. O relatório é agrupado por frota e combinações origem/destino.

Data de Início de Turno: 12-10-2017
 Data de Fim de Turno: 12-10-2017

Unidade de Transporte: Tudo
 Origem: Tudo
 Destino: Tudo
 Tipo de Material: Tudo
 Frota: Tudo

BF Este - 1 SERVIC

F02

Unidade de Transporte	Vazio (min)	Espera em Escavadora (min)	Fila de Espera na Escavadora (min)	A carregar (min)	Transporte (min)	Espera em Descarga (min)	A descarregar (min)	Cargas	Tempo de Ciclo (min)
CAV165									
Méd. (min)	23,66	0,00	0,00	46,19	14,41	0,00	0,19	-	84,45
Total (min)	70,98	0,00	0,00	138,57	43,23	0,00	0,57	3	253,35
Méd. (min)	23,66	0,00	0,00	46,19	14,41	0,00	0,19	-	-
Total (min)	70,98	0,00	0,00	138,57	43,23	0,00	0,57	3	253,35

Tempo de Ciclo por Origem, Destino, Frota e Unidade de Transporte

Méd. (min)	23,66	0,00	0,00	46,19	14,41	0,00	0,19	-	-
Total (min)	70,98	0,00	0,00	138,57	43,23	0,00	0,57	3	253,35

CATOCA810CE3 - Central-01

F02

Unidade de Transporte	Vazio (min)	Espera em Escavadora (min)	Fila de Espera na Escavadora (min)	A carregar (min)	Transporte (min)	Espera em Descarga (min)	A descarregar (min)	Cargas	Tempo de Ciclo (min)
CAV161									
Méd. (min)	11,72	0,00	0,00	2,74	12,67	0,58	0,20	-	27,92
Total (min)	46,90	0,00	0,00	10,97	50,68	2,32	0,80	4	111,67
CAV163									
Méd. (min)	15,83	0,00	0,33	6,60	12,73	2,50	0,27	-	38,27
Total (min)	15,83	0,00	0,33	6,60	12,73	2,50	0,27	1	38,27
CAV164									
Méd. (min)	16,48	0,00	0,58	2,55	12,23	1,63	0,54	-	34,01
Total (min)	32,95	0,00	1,17	5,10	24,47	3,25	1,08	2	68,02
CAV165									
Méd. (min)	15,20	0,00	0,74	1,26	16,49	0,29	0,24	-	34,22
Total (min)	45,60	0,00	2,22	3,77	49,48	0,87	0,72	3	102,65
Méd. (min)	14,13	0,00	0,37	2,64	13,74	0,89	0,29	-	-
Total (min)	141,28	0,00	3,72	26,43	137,37	8,93	2,87	10	320,60
Méd. (min)	14,13	0,00	0,37	2,64	13,74	0,89	0,29	-	-
Total (min)	141,28	0,00	3,72	26,43	137,37	8,93	2,87	10	320,60

CATOCA810CE3 - Fase-01

Tempo de Ciclo por Origem, Destino, Frota e Unidade de Transporte

F01

Unidade de Transporte	Vazio (min)	Espera em Escavadora (min)	Fila de Espera na Escavadora (min)	A carregar (min)	Transporte (min)	Espera em Descarga (min)	A descarregar (min)	Cargas	Tempo de Ciclo (min)
CAC026									
Méd. (min)	12,08	0,00	0,00	2,57	17,93	0,85	0,52	-	33,94
Total (min)	24,15	0,00	0,00	5,13	35,87	1,70	1,03	2	67,88
CAC027									
Méd. (min)	14,49	0,00	0,00	2,39	11,13	3,17	0,44	-	31,62
Total (min)	43,47	0,00	0,00	7,18	33,40	9,50	1,32	3	94,87
CAC038									
Méd. (min)	19,40	0,00	0,00	2,79	10,80	3,18	0,49	-	36,66
Total (min)	58,20	0,00	0,00	8,38	32,40	9,53	1,47	3	109,98
F03									
Méd. (min)	15,73	0,00	0,00	2,59	12,71	2,59	0,48	-	-
Total (min)	125,82	0,00	0,00	20,70	101,67	20,73	3,82	8	272,73

Unidade de Transporte	Vazio (min)	Espera em Escavadora (min)	Fila de Espera na Escavadora (min)	A carregar (min)	Transporte (min)	Espera em Descarga (min)	A descarregar (min)	Cargas	Tempo de Ciclo (min)
CAK005									
Méd. (min)	17,00	0,00	0,00	2,88	11,45	3,72	0,40	-	35,45
Total (min)	102,00	0,00	0,00	17,30	68,68	22,32	2,40	6	212,70
CAK014									
Méd. (min)	7,43	0,00	0,89	4,39	10,01	3,58	0,25	-	26,54
Total (min)	37,15	0,00	4,47	21,93	50,05	17,88	1,23	5	132,72
CAK016									
Méd. (min)	11,02	0,00	0,19	4,38	9,64	3,99	0,53	-	29,74
Total (min)	55,12	0,00	0,93	21,88	48,18	19,93	2,63	5	148,68

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLOU, R. H. *Business Logistics/ Supply Chain Management*. 5.ed. New Jersey: Pearson/Prentice Hall, 2004.

BOWERSOX, D. J.& COOPER, M. B.& CLOSS, D. J. *Supply Chain Logistics Management*. New York: McGraw-Hill, 2002.

COSTA, F. P.& SOUZA, M. J. F.& PINTO, L. R. *Um modelo de alocação dinâmica de caminhões visando ao atendimento de metas de produção e qualidade*. Anais do III Congresso Brasileiro de Minas a Céu Aberto e III Congresso Brasileiro de Minas Subterrânea, 8 p , Belo Horizonte, Minas Gerais, 2005. 1 CD-ROM.

COSTA; C.& ROCHA G.& ACÚRCIO, M. A entrevista. *Notas de aula da disciplina da Investigação*. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Departamento de Educação. Mestrado em Educação, 2005.

Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP). *Definition of Logistics Management*. Disponível em: <http://cscmp.org/aboutcscmp/definitions.asp> Acesso em 20 maio de 2010.

CUNHA, C.B. Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais. *Revista Transportes da ANPET – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes*. São Paulo, v.8, n.2, p.5174, 2000.

DENZIN, N. K.& LINCOLN, Y. S. (org) *O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FLEURY, P. F.& WANKE, P. *Estrutura e Dinâmica do Setor de Serviços no Brasil*. IPEA, São Paulo, 2006.

FLEURY, P. F. Gestão Estratégica dos Transportes. 2002. In: FIGUEIREDO, K. F.; FLEURY, P. F.; WANKE, P. (Orgs.) *Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos*. Planejamento do fluxo de produtos e dos recursos. São Paulo: Atlas, 2003. (Coleção Coppead de Administração) **GIL, A. C.** *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

IBRAM, Instituto Brasileiro de Mineração. *Levantamento dos Investimentos*. Belo Horizonte, 2009. Disponível em <http://www.ibram.org.br>. Acesso em 10/06/2009.

LIMA, M. P. Custos logísticos na economia brasileira. *Revista Tecnológica*, v. 11, p. 64-70. São Paulo, 2006.

MARQUES, V. Utilizando o TMS para uma gestão eficaz de transportes. 2002 *In: FIGUEIREDO, K. F.; FLEURY, P. F.; WANKE, P. (Orgs.) Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos*. Planejamento do fluxo de produtos e dos recursos. São Paulo: Atlas, 2003. (Coleção Coppead de Administração)

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução . *Revista Produção* . São Paulo, v.17 , n. 1 , p. 216 – 229, 2007.

PINTO, L. R.& MERSCHMANN, L. H. Planejamento operacional da lavra de mina usando modelos matemáticos. *Revista Escola de Minas*, Belo Horizonte, v. 54, n. 3, p. 211, 2001.

RODRIGUES, L. F. *Análise comparativa de metodologias utilizadas no despacho de caminhões em minas a céu aberto*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2006.

ROJAS, A.& DATZ, D. Abordagem Sistêmica para Modelagem da Gestão do Transporte sob o Enfoque da Qualidade do Serviço. *Cadernos do IME – Série Informática*, Rio de Janeiro, v. 14, 2003.

SACHS, P.F.T.& DAMASCENO, E.C. *ERP Systems in the Brazilian Mining Industry: a Case Study*. CIM (Canadian Institute of Mining) Conference Proceedings, Edmonton, 2004.

SACHS, P.F.T & NADER, B. *Sistemas de Gestão da Produção e a Cadeia de Valor Mineral*. (Trabalho Técnico). São Paulo, 2005.

SLO, *The State of Logistics Outsourcing. Third-Party Logistics*. Canadá, 2007.

SOCIEDADE MINEIRA DE CATOCA, Material do Sistema Wenco, 2017.

WATERS, D. *Logistics: An Introduction to Supply Chain Management*. NY: Palgrave, 2003.

WU, L. *O problema de roteirização periódica de veículos.* Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes), Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

YIN, R.K. *Estudo de Caso: Planejamento e Método.* Bookman, 1994.

