



**UNIVERSIDADE AGOSTINHO NETO**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE MINAS**



**TRABALHO DE FIM DE CURSO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE LICENCIATURA  
EM ENGENHARIA DE MINAS**

**ANÁLISE CRÍTICA DO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA E  
PROCESSO PRODUTIVO DO CIMENTO  
CASO DE ESTUDO-NOVA CIMANGOLA 1**

**Autora:** Laura Gabriel Lua

Estudante Nº 108002

**LUANDA, 2022**

**FACULDADE DE ENGENHARIA**

**DEPARTAMENTO DE MINAS**

**ANÁLISE CRÍTICA DO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA E  
PROCESSO PRODUTIVO DO CIMENTO  
CASO DE ESTUDO-NOVA CIMANGOLA 1**

**Autor:** Laura Gabriela Lua

Estudante N° 108002

Trabalho de fim de Curso apresentado à  
Universidade Agostinho Neto, Faculdade de  
Engenharia, Curso de Minas, como parte dos  
requisitos para obtenção do grau de  
licenciatura em engenharia de minas.

**Orientador:** Prof. Dr. Augusto Cazola

**Co-Orientadora:** Eng. Evaldina Mendes

**LUANDA, 2022**

## **DEDICATÓRIO**

Dedico o presente trabalho aos meus pais António José Domingos e Zélia Gabriel que sempre me deram força, apoiaram-me incondicionalmente para realizar este sonho. Aos meus irmãos Gracinda Gabriel Lua, Estela Gabriel Lua, Lua Gabriel Neto, Gabriel Grande Lua, e Gabriel António Lua, pela força e incentivo que eles me deram durante todo percurso. A todos os meus amigos de todas horas, em especial a minha amiga irmã Laura António Lua, a minha amiga Ana Ndobaxi dias que sempre deram-me força, Aos meus tios Lima Pandieira Domingos, Lucinda Raimundo Grande, Ana Pandieira Domingos, Em geral a toda minha família à de sangue à das emoções, e à que espero contruir no futuro com quem mais amo. A faculdade de Engenharia UAN e aos estudantes do minha época.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço à Deus o soberano, pela vida, respiração de graça e por tornar este dia real.

Aos meus pais pelo apoio moral e financeiro e moral.

Ao meu noivo João Baptista Firmino pelo amor, força e pelo incentivo na realização deste sonho. Aos meus tutores Eng<sup>o</sup>. Augusto Cazola, Eng<sup>o</sup>. António Kisungua Seke e Licenciada Evaldina Mendes pela atenção, paciência e orientação. A todos docentes e não docentes do Departamento de Minas, bem como à Nova Cimangola 1 pela oportunidade de estágio. Em particular aos profissionais da área de minas, produção, controlo e qualidade da Nova Cimangola 1, pela experiência que me foi passada.

Ao meu amigo Diamantino Pitra Valeriano Tchina, que mostrou-me o caminho a seguir, que deu-me força pra não desistir, e que nunca mediu esforços pra me ajudar. Aos meus colegas e amigos Mariquinha Edna, Cláudia Mbiavanga, Cláudia Santos, Tarcilia Sungo, Honorina Guerreira, Marta Ntino, Alberto Sabino Juliano, Epalanga Solias, que deram-me coragem a dar continuidade aos meus estudos, apesar das dificuldades. À todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a conclusão do curso.

## EPÍGREFE

O tudo sem Jesus é nada...

O dinheiro nunca chega...

## RESUMO

A extração da matéria prima e o processo produtivo do cimento obedece um conjunto de fases e técnicas relevantes, que possibilitam a sua concessão. Nesta ordem de ideia, é fundamental que as técnicas usadas sejam adequadas em relação a demanda. Para atingir-se este objectivo inicialmente, fez-se uma pesquisa bibliográfica e estudos sobre temas relacionados à extração da matéria-prima e processo de produção de cimento a fim de entender como essas pedreiras alavancaram a sua produção tendo em conta os seus parâmetros técnicos e a tecnologia em uso. O estágio curricular possibilitou a maior familiarização com o problema, ou seja, compreender a dificuldade que a Nova Cimangola 1 apresenta, no processo de extração e produção do cimento, onde foi feita a recolha de dados e entrevistas a técnicos ligado directamente com a área. Este projecto tem por objectivo levantar um referencial teórico e prático servindo como base ou ponto de partida para propor o melhor critério para atingir a produção pré-definida no planeamento diário, mensal e anual, tendo em conta os principais parâmetros técnicos que resultariam no cumprimento da capacidade de extração da matéria-prima requerida para processamento de cimento da Nova Cimangola 1. Análise crítica deste trabalho está assente na extração da matéria prima e na produção de cimento, fazendo uma comparação directa da capacidade de extração e produção do cimento em função das técnicas utilizadas, possibilitando ou fornecendo uma visão melhor entre as novas técnicas e procedimento a adotar de forma a dinamizar o processo e reduzir de custos.

**Palavras-chaves:** Extração, Matéria-Prima, Produção, Análise Crítica, Processo.

## **ABSTRACT**

The extraction of raw material and the cement production process follows a set of relevant phases and techniques, which make its concession possible. In this order of idea, it is essential that the techniques used are adequate in relation to the demand. To achieve this objective initially, a bibliographic research and studies were carried out on topics related to the extraction of raw material and the cement production process in order to understand how these mines leveraged their production taking into account their technical parameters and the technology in use. The curricular internship enabled greater familiarization with the problem, that is, to understand the difficulty that Nova Cimangola 1 presents in the cement extraction and production process, where data were collected and interviews were carried out with technicians directly connected with the area. This project aims to raise a theoretical and practical reference, serving as a basis or starting point to propose the best criterion to achieve the pre-defined production in the daily, monthly and annual planning, taking into account the main technical parameters that would result in the fulfillment of the raw material extraction capacity required for cement processing at Nova Cimangola 1. Critical analysis of this work is based on raw material extraction and cement production, making a direct comparison of cement extraction and production capacity as a function of techniques used, enabling or providing a better view of the new techniques and procedures to be adopted in order to streamline the process and reduce costs.

**Keywords:** Extraction, Raw Material, Production, Critical Analysis, Process.

## ÍNDICE GERAL

<b>DEDICATÓRIO</b> .....	i
<b>AGRADECIMENTO</b> .....	ii
<b>EPIÍGREFE</b> .....	iii
<b>RESUMO</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>ÍNDICE GERAL</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	xi
<b>LISTAS DE SÍMBLOS E SIGLAS</b> .....	xii
<b>CAPÍTULO I: GENERALIDADES</b> .....	1
<b>1.1 Introdução</b> .....	1
<b>1.2 Problema</b> .....	2
<b>1.3 Causas</b> .....	2
<b>1.4 Consequência</b> .....	2
<b>1.5 Hipóteses</b> .....	2
<b>1.6 Justificativa da escolha do tema</b> .....	2
<b>1.7 Objectivos</b> .....	3
<b>1.7.1 Objectivo Geral</b> .....	3
<b>1.7.2 Objectivos Específicos</b> .....	3
<b>1.8 Metodologia do Trabalho</b> .....	3
<b>1.9 Delimitação</b> .....	4
<b>1.10 Limitação</b> .....	4
<b>1.11 Definição de Termos e Conceitos</b> .....	4
<b>CAPÍTULO II: ENQUADRAMENTO TEÓRICO</b> .....	6
<b>2.1 Processo de Extração da Matéria Prima</b> .....	6
<b>2.2 Produção do Cimento</b> .....	7
<b>2.2.1 Processo de Produção de Cimento</b> .....	7

<b>2.3 Aplicação do Cimento</b> .....	9
<b>2.4 Productividade dos Equipamentos</b> .....	9
2.5 Custos operacionais .....	11
<b>2.7 Análise Crítica</b> .....	13
<b>3.1 Localização Geográfica da Nova Cimangola 1</b> .....	15
<b>3.2 Clima</b> .....	16
<b>3.3 Via de Acesso</b> .....	16
<b>3.4 Geologia regional</b> .....	17
<b>3.5 Estatigrafia</b> .....	17
<b>3.6 Formações Geológicas</b> .....	17
<b>3.6.1 Formação Quifangondo</b> .....	18
<b>3.6.2 Formação Cacuaco</b> .....	18
<b>3.6.3 Formação Luanda</b> .....	18
<b>3.6.4 Formação Quelo</b> .....	19
<b>3.7 Formação Geológica do Calcário</b> .....	19
<b>3.8 Classificação dos Jazigos</b> .....	20
<b>3.8.1 Classificação do Jazigo da NC 1</b> .....	21
<b>3.8.2 Parâmetros e Características do Jazigo</b> .....	21
<b>CAPÍTULO IV: ESTUDO DE CASO</b> .....	23
<b>4.1 Estrutura Orgânica da Nova Cimangola 1</b> .....	23
<b>4.2 Caracterização da Nova Cimangola</b> .....	23
<b>4.3 Planeamento estratégico da Nova Cimangola</b> .....	24
<b>4.4 Processos Tecnológicos</b> .....	26
<b>4.4.1 Método de Exploração</b> .....	26
<b>4.4.2 Sistema de exploração</b> .....	27
<b>4.4.3 Método de desmonte</b> .....	28
<b>4.5 Funcionamento da pedreira da Nova Cimangola 1</b> .....	28

<b>4.6 Operações Básicas e Tipos de Equipamentos Utilizados na NC 1 .....</b>	<b>29</b>
<b>4.7 Desmonte na NC 1.....</b>	<b>30</b>
<b>4.8 Calário na NC 1.....</b>	<b>31</b>
<b>4.9 Componente do cimento .....</b>	<b>32</b>
<b>4.10 Ambiete, Higiene e Segurança.....</b>	<b>33</b>
<b>4.10.1 Avaliação dos Impactos Ambientais.....</b>	<b>34</b>
<b>CAPÍTULO V: ANÁLISE CRÍTICA DO PROCESSO DE EXTRAÇÃO E PRODUÇÃO DE CIMENTO .....</b>	<b>36</b>
<b>5.1 Productividade dos equipamentos da NC 1 .....</b>	<b>36</b>
<b>5.2 Aplicação Prática do Dimensionamento dos Equipamentos .....</b>	<b>38</b>
<b>5.2.1 Produção Horária da Escavadora .....</b>	<b>38</b>
<b>5.2.2 Produtividade do camião de transporte da pedreira até a fábrica.....</b>	<b>40</b>
<b>CAPÍTULO VI: APRESENTAÇÃO E DISCUSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
<b>6.1 Resultados da Análise do processo de extração e produção de cimento .....</b>	<b>43</b>
<b>CAPÍTULO VII: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>44</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>48</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Processo de Extração .....	6
<b>Figura2:</b> Processo de Produção de Cimento.....	8
<b>Figura 3:</b> Mapa de Luanda .....	15
<b>Figura 4:</b> Vias de Acesso da Pedreira .....	16
<b>Figura 5:</b> Organograma da Nova Cimangola1.....	23
<b>Figura 6:</b> Extração mineira .....	26
<b>Figura 7:</b> Método de Exploração em Bancada .....	27
<b>Figura 8:</b> Crivagem do Calcário Calcítico.....	29
<b>Figura 9:</b> Equipamentos de Mineração. ....	30
<b>Figura 10:</b> Calcário Siderítico .....	32
<b>Figura 11:</b> Calcário Cacítico.....	32
<b>Figura 12:</b> Área de Estoque do Clinker.....	32
<b>Figura 13:</b> Vista Externa da Área do Estoque.....	33
<b>Figura 14:</b> Lago da Pedreira NC1.....	34

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Temperatura e Precipitação Média/Clima em Luanda.....	16
<b>Gráfico 2:</b> Acionistas da Empresa.....	24
<b>Gráfico 3:</b> Produção Real e Espectativa Anual de 2018 à 2021.....	36

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Cimentos Produzido na Nova Cimangola 1 e Silos de Armazenamento.....	9
<b>Tabela 2:</b> Coordenadas Geográficas da NC 1.....	15
<b>Tabela 3:</b> Estratigrafia do Jazigo da Nova Cimangola1.....	22
<b>Tabela 4:</b> Equipamentos Usados na Nova Cimangola 1.....	30
<b>Tabela 5:</b> Avaliação dos impactos ambientais na cadeia de exploração na pedreira da Cimangola1.....	35
<b>Tabela 6:</b> Produção Real e Espectativas de 2018 à 2021 de Calcário Siderítico.....	36
<b>Tabela 7:</b> Capacidade Produtiva da NC 1.....	37
<b>Tabela 8:</b> Tempo de Parada, Descarga e Partida de Camião.....	41
<b>Tabela 9:</b> Velocidade Média dos Camiões.....	41
<b>Tabela 10:</b> Resumo de Alguns Parâmetros.....	43
<b>Tabela 11:</b> Qualidade de calcário da pedreira da Nova Cimangola 1.....	46
<b>Tabela 12:</b> Análise Típica de Matéria-Primas na Natureza.....	46

## LISTAS DE SÍMBLOS E SIGLAS

<b>NC 1</b>	Nova Cimangola 1
<b>Ph</b>	Produção horária
<b>Eng<sup>o</sup></b>	Engenheiro
<b>mm</b>	milímetro
<b>m<sup>2</sup></b>	metros quadrado
<b>m</b>	metro
<b>m<sup>3</sup></b>	metros cúbicos
<b>M.Sc</b>	Mestre
<b>N<sup>o</sup></b>	Número
<b>t</b>	toneladas
<b><math>\rho</math></b>	Peso Específico

## **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

### **1.1 Introdução**

Calcário é uma rocha sedimentar que contém minerais com quantidade a cima de 30 por cento de carbonato de cálcio (aragonite ou calcita). Apresenta maior participação proporcional na combinação de substâncias exigidas para a produção de cimento. (Carvalho, 2006)

A extração do calcário requer técnicas específicas na seleção do método, sendo ela a parte fundamental na análise do dimensionamento dos equipamentos para a abertura e sequência da exploração (Seke 2015).

A exploração de pedreiras é feita normalmente a céu aberto, seja em bancadas ou andares, seja em secções verticais a toda altura da jazida do minério. A operação de desmonte da Nova Cimangola 1 é feita por escavadora cíclicas e o transporte é por camiões, optando assim por sistemas de exploração descontínuo. O seu jazigo é constituído por materiais friáveis, neste caso o tipo de desmonte usado é o desmonte mecânico utilizando escavadoras.

O cimento é um dos materiais mais utilizados no mundo, sendo essencial para o desenvolvimento de qualquer país como o é caso de Angola, impulsionando assim o desenvolvimento económico e social. Embora seja um dos mais antigos materiais de construção, o processo de produção do mesmo é uma combinação de fórmulas tradicionais e alta tecnologia em equipamentos. (Galhardo, 2014)

Análise crítica deste trabalho está focada na extração da matéria prima e produção de cimento, fazendo uma comparação directa da capacidade de extração e produção do cimento em função das técnicas utilizadas.

**1.2 Problema**

Dificuldade no processo de extração da matéria prima e processo produtivo do cimento, tendo em conta os principais parâmetros técnicos da extração e produção da nova Cimangola 1.

**1.3 Causas**

- ✓ Atraso no início das operações;
- ✓ Mal estado das valas de drenagem;
- ✓ Poucos equipamentos a disposição para operações básicas.

**1.4 Consequência**

- ✓ Não cumprimento da produção diária programada;
- ✓ Mau estado da frente e das vias de acesso;
- ✓ Paragem das operações;
- ✓ Aumento do tempo de ciclo.

**1.5 Hipóteses**

- ✓ Se melhorar ou aumentar as condições para extração da matéria-prima, consequentemente melhorar-se-á a produção do cimento da nova cimangola 1;
- ✓ Se definirmos melhor o processo de extração de forma alocar a matéria-prima em locais estratégicas que não impeça a continuidade dos trabalhos em tempos chuvoso, será possível aumentar a produção.

**1.6 Justificativa da escolha do tema**

A capacidade de extração da matéria-prima, varia consoante a disposição dos equipamentos e a época em que a extração ocorre. Assim sendo, se a disposição dos equipamentos estiver dentro do programa e o estoque estiver preparado para essas paragens, maior será a produção. Daí, foi escolhido o tema para fazer o estudo e análise de produção do cimento da Nova Cimangola 1 de forma a atender o mercado e fazer frente aos concorrentes directo.

A engenharia precisa de respostas imediatas das indústrias, assim sendo, há necessidade de ter uma indústria sólida, muito bem estruturada e actualizada com as modernas tecnologias de extração e produção.

## **1.7 Objectivos**

### **1.7.1 Objectivo Geral**

Fazer análise crítica do processo de extração e processo produtivo do cimento da Nova Cimangola 1.

### **1.7.2 Objectivos Específicos**

- ✓ Descrever os aspectos técnicos do processo de extração da matéria-prima, e processo produtivo do cimento;
- ✓ Descrever o tipo de calcário extraído para o fabrico do cimento;
- ✓ Analisar a capacidade de extração do calcário;
- ✓ Analisar a quantidade de calcário necessário para fábrica;
- ✓ Fazer uma análise comparativa entre a extração e a fábrica;
- ✓ Analisar a capacidade produtiva do cimento.

## **1.8 Metodologia do Trabalho**

Neste item, faz-se uma descrição de metodologia deste trabalho, enfatizando a sua natureza, a classificação e as etapas seguidas para obtenção dos resultados esperados.

Desta forma a metodologia é o conjunto de procedimentos ou caminho com o qual se atingem os objectivos ou explicações de um determinado problema. Do ponto de vista dos objectivos e do problema optou-se pelos seguintes tipos de pesquisas:

- ✓ **Pesquisa exploratória:** Visa 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 estimulam a compreensão, assumindo, em geral, as formas de pesquisas bibliográficas e do Estudos de Caso.
- ✓ **Pesquisa Descritiva:** Visa descrever as características que envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como: questionário e observação sistemática.

Para atingir os objectivos do estudo, o desenvolvimento deste trabalho foi baseado na seguinte Metodologia:

- a) Pesquisa bibliográfica que inclui análise de relatório, livros e publicações que fazem uma abordagem sobre o presente trabalho;
- b) Realização de estágio académico na Nova Cimangola 1, num período de 60 dias;

- c) Questionários e entrevistas com técnicos, operadores, chefes de secções e departamentos da Nova Cimangola 1;
- d) Observação e acompanhamento dos processos tecnológicos;
- e) Determinação dos índices técnicos;
- f) Discussão e Análise dos Resultados;
- g) Conclusões e Recomendações.

### **1.9 Delimitação**

O presente trabalho descreve apenas a área delimitada para extração e o processo de produção de cimento da Nova Cimangola 1.

### **1.10 Limitação**

Limita-se na análise crítica do processo de extração da matéria-prima e produção de cimento.

### **1.11 Definição de Termos e Conceitos**

**Agregados:** designação geral atribuída a matérias como a areia, pedra britada, calcário etc.

**Areia:** é um material de origem mineral finamente dividido em granulometria, composto basicamente de dióxido de silício. (Seke, 2015)

**Bancada:** é o volume de material mineral ou estéril que esta entre dois níveis horizontais da exploração, que constitui a unidade geométrica básica duma mina a céu aberto. (Seke, 2015)

**Calcário:** é uma rocha sedimentar que contém minerais com quantidades acima de 30% de carbonato de cálcio.

**Desmorte:** é a desagregação das rochas em um tamanho adequado para uma posterior manipulação do equipamento das fases subsequentes.

**Carregamento:** operação de enchimento do camião ou outro meio de transporte com material rochoso.

**Estéril:** Espécie de mineral presente no minério em valor económico.

**Estratigrafia:** parte da geologia que estuda a sequência das camadas.

**Jazigo:** concentração económica de substâncias minerais úteis em condições tais que a sua explorabilidade é rentável (Seke, 2015).

**Minério:** é uma rocha na qual ocorre um mineral utilizável em proporção tal que a sua extração é rentável.

**Mineral:** substância natural, com forma, composição química e propriedades físicas bem definidas.

**Ocorrência mineral:** é uma concentração local de um ou mais minerais sem interesse económico terrestre.

**Pedreira:** Local onde se faz a exploração de matérias de construção.

**Rocha:** são agregados de minerais naturais de composição e estrutura mais ou menos constante que constituem a crosta terrestre.

**Teor:** quantidade de espécie útil contida na unidade de peso ou volume ou a sua percentagem em peso presente num corpo mineral. (Seke, 2015)

**Finúria do cimento:** é o grau de percentagem de grãos menores que passam pelo crivo de 90 micro. Quanto mais fino estiver o cimento melhor será a sua resistência mecânica.

**Gesso** é um aglomerante de pega rápida, obtido a partir de desidratação total ou parcial da gipsita, com objetivo controlar o tempo de pega (início e fim do endurecimento do clínker moído quando este é misturado com água) (wikipedia.org, 2022).

## CAPÍTULO II: ENQUADRAMENTO TEÓRICO

### 2.1 Processo de Extração da Matéria Prima

A exploração de pedreiras é feita normalmente a céu aberto, seja em bancadas ou andares, seja em secções verticais a toda a altura da jazida do minério. O arranque da pedra pode ser mecânico ou com explosivos, sendo neste caso necessário abrir furos onde é introduzida a carga explosiva. (BASILIO, 1983)

A extração de calcário é feita através da exploração a céu aberto de uma ou mais pedreiras, geralmente localizadas na envolvente da fábrica de modo a minimizar os custos de transporte (van Oss & Padovani, 2002). A partir da exploração das pedreiras obtêm-se calcário, giz e/ou margas, fontes de carbonato de cálcio. De seguida, o calcário é enviada para o britador, onde a sua granulometria é reduzida. Depois de preparada, o calcário é transportada para as instalações da fábrica, através de correias transportadoras (Caruso, 2006; Mishra & Siddiqui, 2014), como mostra a figura abaixo.



**Figura 1:** Processo de extração

**Fonte:** Pedro Gutierrez Galhardo-Estudo da Produção de Cimento

#### Fases do processo de produção do cimento

- ✓ Extração e britagem da matéria prima;
- ✓ Moagem da matéria prima;
- ✓ Dosagem ;
- ✓ Homogeneização da mistura;
- ✓ Clinkerização;
- ✓ Esfriamento;
- ✓ Adição final (moagem do cimento);
- ✓ Ensacamento.

## **2.2 Produção do Cimento**

Processo de produção do cimento é uma combinação de fórmulas tradicionais e alta tecnologia em equipamentos. Desde a extração de calcário até a entrega do produto final, as fábricas de cimento contam com etapas específicas no processo produtivo do cimento. A produção de cimento é um processo complexo que envolve a coordenação de diferentes áreas com a finalidade de garantir a qualidade do produto final.

Há dois processo de produção do cimento que são: via húmida, aquela em que a matéria prima é moída e homogeneizada dentro da água, e outra via seca, é aquela em que a moitura e a homogeneização se realiza a seco. Atualmente a Nova Cimangola 1 utiliza o processo de produção por via seca. (Seke, 2010)

Matéria-prima utilizado na produção de cimento na Nova Cimangola 1:

- ✓ Clínker de 84 a 95%;
- ✓ Calcário de 0 a 21 % ;
- ✓ Gesso de 4 a 5%.

Durante a produção de cimento, é necessário que se faça algumas análises para o controlo da qualidade.

- ✓ Determinação da cal livre; Determinar a quantidade de óxido de cálcio que não reagiu durante o processo de cozedura do clínker.
- ✓ Determinação da perda ao rubro; Permite saber se o cimento sofreu alguma adição.
- ✓ Determinação da percentagem do filler real no cimento; É um cálculo feito para saber a percentagem real no processo de adição de algum componente ao cimento.
- ✓ Determinação dos constituintes principal (CaO, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>); São determinados porque eles são as bases das reações que ocorrem no forno.
- ✓ Determinação do resíduo; Determina a finúria do cimento
- ✓ Determinação do blane;
- ✓ Determinação da resistência; Consiste em avaliar a reação de uma argamassa de cimento quando sobre ela é exercida uma força.

### **2.2.1 Processo de Produção de Cimento**

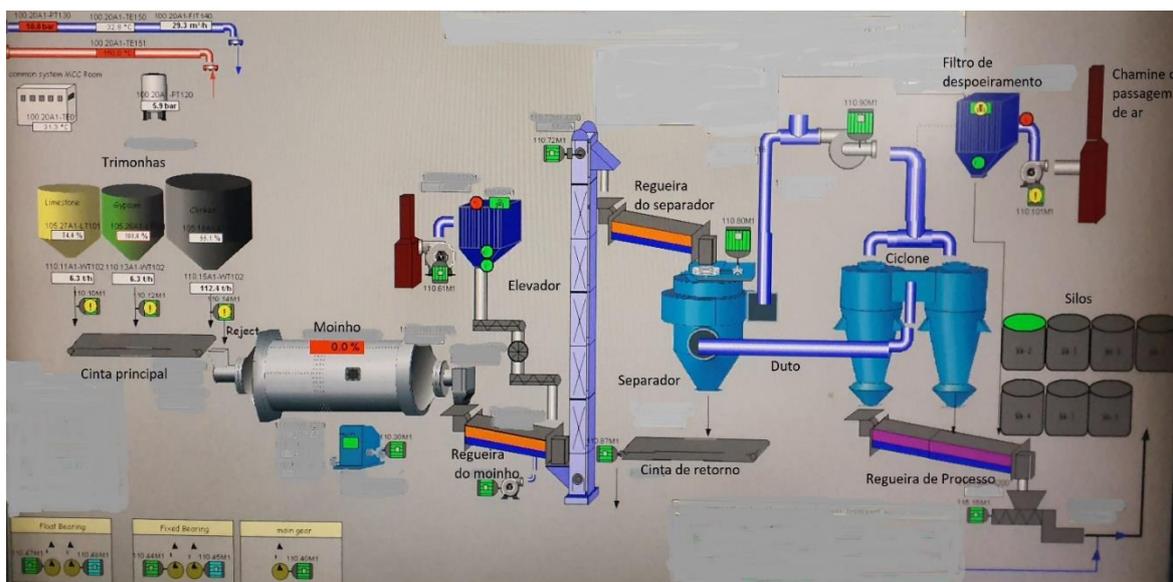
Na produção de cimento é importante a combinação do clínker, calcário e gesso.

Inicialmente a matéria prima é adicionada nas tremonhas (forma circular afinulada onde se deita o material), daí, o material cai sobre a cinta principal, e esta leva todo material para o moinho com objectivo de misturar e moer o material.

Dentro do moinho encontramos duas camaras, a primeira camera recebe o material que vem da cinta principal tendo os corpos moentes de maiores dimensões, depois de serem moídos so assim é que passam na segunda câmara para moer ainda mais os elementos, lá a dimensão dos corpos moentes é menor.

Depois de ser moído, o material cai na regueira do moinho através de uma bomba que injeta ar dentro do moinho. Nesta regueira há um filtro de ar que tem como objectivo filtrar o ar evitando a perca fazendo com que todo cimento em forma de pó cai para regueira, e há também uma chaminé que tira o ar de dentro da regueira para fora. Há um elevador que leva o material que sai da regueira do moinho até a regueira do separador. Lá há um duto que recebe todo material metálico e leva para fora.

Atravez do ar introduzido na regueira, o material é levado ao separador e lá é feita a separação das partículas. O indesejável cai na cinta de retorno e está cinta leva o material até a cinta principal e o desejável, atravez de um duto é levado até ao ciclone, e la é feita a classificação do cimento. Depois da classificação o material cai a regueira e depois é levado para os silos. Como mostra a figura 12 abaixo.



**Figura 2:** Processo de produção do cimento

**Fonte:** Nova Cimangola1

**Tabela 1:** Alguns tipos de cimento produzido na NC1 e silos de armazenamento

Silos	Tipo de cimento Portland	Resistência Mecânica (N)	Percentagem do Calcário(%)
1,3, PC4	CEM II/B-L	32,5	21
2,6, PC2	CEM II/A-L	42,5	0
7	CEM I	52,5	0

Fonte: Nova Cimangola 1

### 2.3 Aplicação do Cimento

O cimento Portland é um tipo de cimento muito consumido pelo homem devido a alta resistência, moldabilidade, alta durabilidade e carga ao fogo. Pode ser aplicado em construções de pontes, tubos de telhados, estradas, edifício, barragens, tuneis... (Patricio Chirindza, 2010)

A Nova Cimangola 1 produz o cimento em conformidade com a norma europeia (EN 197-1).

### 2.4 Productividade dos Equipamentos

Segundo Jaworski (1997), a produção horária de um equipamento (P) de escavação, na maioria dos casos é a simples relação entre o volume de material (em metros cúbicos) que ele movimenta em uma hora de trabalho. Teoricamente pode ser determinado em função da capacidade volumétrica do dispositivo de escavação (C), pelo produto do número de ciclos de trabalho efectuados em uma hora.

$$Ph = C * n_c$$

O número de ciclos de trabalho por sua vez, pode ser obtido dividindo-se o tempo de uma hora (60 minutos), pelo ciclo de trabalho em minutos.

$$n_c = \frac{60}{T}$$

A fórmula da produção horária assume a seguinte composição:

$$Ph = \frac{60 * C}{T}$$

No cálculo da produção horária de cada equipamento de escavação, a fórmula de produção horária teórica recebe novos factores correctivos que propiciam resultados mais exactos, proporcionando assim a obtenção de fórmulas próprias para cada equipamento.

### **Parametros de estimativa de produtividade dos equipamentos**

Para o correcto dimensionamento dos equipamentos e as suas productividades em uma mina a céu aberto, é necessário, primeiramente, a definição e conhecimento de alguns termos técnicos que tratam de características importantes de cada equipamento de carregamento, transporte e perfuração. Os cálculos de estimativa de produtividade dos equipamentos de mineração são indispensáveis no processo de selecção de equipamentos, Bernardi (2015).

De acordo com (Catalani, 1977), analisando-se a fórmula básica da produção de um equipamento, tendo em vista o aumento da produtividade, verificamos que existem três parâmetros que influem na produção: capacidade do balde, tempo de ciclo mínimo e o coeficiente de rendimento ou factor de eficiência.

### **Volume do balde**

O volume do balde é a razão entre a carga máxima admissível pelo balde ( $C_{max}$ ) e o peso específico do material solto ( $\rho_{esp}$ );

$$V_c = \frac{C_{max}}{\rho_{esp}}$$

### **Tempo e movimentos elementares**

#### **Tempo de ciclo**

De acordo com Tadeo Jaworski (1997), o tempo ciclo (T) de um equipamento é o intervalo de tempo necessário para a execução de uma operação completa de uma série de operações repetitivas.

O tempo de ciclo elementar pode ser decomposto em duas parcelas denominadas de tempo fixo e tempo variável.

**Tempo fixo (tf):** é o necessário para que um equipamento possa carregar (ou ser carregado), descarregar, fazer a volta, parar e iniciar um novo ciclo, esse tempo é mais ou menos igual em um dado serviço.

**Tempo variável (tv):** é o necessário para que um equipamento se locomova do local de carregamento, até o local onde efectua a descarga e retorne ao local de carregamento.

Os tempos fixos podem ser obtidos de tabelas fornecidas pelos fabricantes de equipamentos, tabelas que indicam os tempos gastos em condições normais de trabalho. Essas tabelas auxiliam na elaboração de cálculos de produção. É aconselhável determinar o tempo variável com maior precisão no campo, registrando os tempos, efectivamente, gastos pelos equipamentos, em condições reais de serviço.

$$T = t_f + t_v$$

Obtenção do tempo variável (minutos) pode ser determinada em função da velocidade de deslocamento  $v$ (km/h) e a distância média de transporte para um determinado percurso AB.

$$t_v = \frac{(60 * d)}{v}$$

É conveniente trabalhar com a distância de transporte no trecho AB, em metros, para isso multiplica-se o denominador por 1000,00 metros, redundando à expressão em:

$$t_v = \frac{(600 * d)}{(1000 * v)} \quad \text{ou} \quad t_v = \frac{0,6 * d}{v}$$

## 2.5 Custos operacionais

### ✓ Conceito de custos operacionais

Custos são as despesas de uma empresa ou organização para o desenvolvimento das suas actividades.

Na mineração os custos podem ser de capital, geral, administrativo e operacional

De acordo com Bernardi (2015, apud JUNIOR, 2012), custos operacionais na mineração, são custos que normalmente estão ligados as operações de funcionamento da lavra, sendo divididos em três categorias: custos indirectos, custos directos e custos gerais.

### ✓ Custos indirectos

Os custos indirectos são custos considerados independentes da produção, porém, podem variar de acordo com a produção planeada, entretanto não é uma relação inversa ou directa com a produção obtida (BORGE 2013 E BERNARDI, 2015).

Os componentes principais destes custos (BORGE 2013 e BERNARDI, 2015)

- a) Taxas, juros, seguros e depreciação;
- b) Despesas com escritório;
- c) Trabalho de pesquisa e gerais de preparação;
- d) Mão de obra ou pessoal: administrativo, segurança, técnicos, serviços terceirizados, armazéns, oficinas e outros encargos salariais;
- e) Viagens, reuniões, congressos e doações;
- f) Gastos de oficinas e serviços;
- g) Relações públicas e publicidade.

✓ **Custos directos**

De acordo com Bernardi (2015), os custos directos são considerados como os custos primários de uma operação ou realização de trabalho.

Os componentes principais destes custos são (BORGE 2013 E BERNARDI, 2015):

- a) Pessoal (mão-de-obra): de operação, supervisão da operação, manutenção, supervisão da manutenção, outros encargos salariais;
- b) Material: materiais de reposições e materiais de reparação, substâncias para o beneficiamento e preparo do produto final, matérias-primas, insumos com gasolina, electricidade, água, lubrificantes, explosivos e outros;
- c) Impostos.

Entre os custos directos também estão os custos com preparação e desenvolvimento (área de produção), como decampamento do minério, construção de facilidades, estradas de acesso, entre outros (BORGE, 2013, apud SOUSA JÚNIOR 2012).

✓ **Custos gerais**

Os custos gerais, não são considerados gastos de operação, mas sim um determinado processo ou operação a nível corporativo de um ciclo completo de produção. Nesses custos são incluídos (BORGE 2013 E BERNARDI, 2015):

- a) Comercialização: vendedores, estudos de mercado, supervisão, viagens e gastos de representação e outras cargas salariais.
- b) Administrativos: gerência e direcção geral, contabilidade, departamento central de planeamento e geologia, departamento jurídico, financeiro, entre outros.

## 2.6 Análise dos custos de extração

Serão analisados alguns custos directo da pedreira da NC1, isto é, custo ligado directamente na extração de calcário.

### ✓ Custo de combustível

#### Dados obtidos na pedreira

Capacidade da escavadeira =  $1,3\text{m}^3=130\text{L}$

Capacidade do camião  $22\text{m}^3=2200\text{L}$

Os equipamento são a gasóleo e em média o consumo de combustível é:

Escavadeira= $23\text{L/h}$

Camião= $37\text{L/h}$

Para o cálculo do custo de combustível aplicamos a seguinte fórmula:

$$\text{Combustível}=\text{número de Veículo}*\text{Consumo L/h}*\text{Preço do diesel \$/L}$$

Sabendo que o preço do combustível por litro é 0,24\$, logo os custos de combustível para cada equipamento é:

Custo de Combustível da Escavadeira= 6\$/L

Custo de Combustível do Camião=9\$/L

### ✓ Custo de manutenção das vias

As vias de acesso são muito importante na mineração sendo assim podemos afirmar que uma mina com um sistema de transporte de camião sem um bom estado de via de acesso, terá uma produção baixa, para manter um bom estado das vias utilizamos equipamento diversos que são motoniveladora, buldózer e camião cisterna, e cada um com a sua finalidade.

## 2.7 Análise Crítica

Analisar criticamente é verificar se os requisitos estabelecidos de um projeto foram alcançados e quais são as melhorias que possam agregar valor Bernardi (2015).

✓ **Factores a ter em conta na realização de uma análise**

Para fazer uma análise crítica em primeiro lugar, é necessário pensar no todo isto é a Empresa, Departamento, Secções.

Não tem como analisar criticamente uma situação com dados parciais ou então quando se conhece apenas um lado da situação ou também quando não se conhece o ambiente em que está inserido, seja ele económico, político, social ou ambiental. Afinal, avaliar impactos positivos e negativos de uma decisão faz parte de uma análise crítica bem realizada.

Reuniões sem pautas definidas normalmente não levam a nada e são um desperdício de tempo e dinheiro. É importante também ter um foco, dados e objectivos para realizar uma análise (Albuquerque, 2016).

Segundo um estudo da University of Southern California, todos os dias, a quantidade de informação que se recebe equivale ao conteúdo de varios jornais. Refletindo, a quantidade de conteúdo recebido diariamente, poucos dados são analisados de forma consciente e objectiva.

Então dentro dessa perspectiva que é importante agendar em intervalos planeados, reuniões para discussão de informações importantes da organização que não são percebidos no dia a dia para planejar os próximos passos a serem seguidos. (Albuquerque, 2016)

✓ **Integrantes directo na análise crítica da empresa**

Integrantes directo da empresa que tem o poder de decisão na empresa e que não possuem interesse específicos para defender.

Reunião de Análise Crítica do sistema de gestão da qualidade pela alta direcção

A norma ISO 9001 exige a realização dessa reunião em intervalos programados. Se umas das premissas básicas da ISO 9001 é a melhoria contínua, a realização da análise crítica do sistema de gestão da qualidade é um factor indispensável para meta.

Então gestor, aproveite a análise crítica do sistema de gestão da qualidade como um momento para agregar real valor para a sua empresa e acompanhar o planeamento estratégico da sua empresa e realizar os ajustes necessários (Albuquerque, 2016).

## CAPÍTULO III: CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA E GEOLÓGICA DA REGIÃO

### 3.1 Localização Geográfica da Nova Cimangola 1

Angola localiza-se na costa ocidental do continente africano, no hemisfério sul, cuja extensão é de 1.246.700 km<sup>2</sup>. Luanda é a capital de Angola, cuja extensão é de 2.257 km<sup>2</sup>, com nove municípios, dentre eles Cacucaco, no qual se encontra a Pedreira da Nova Cimangola 1, mais especificamente na costa interna da Baía de Luanda.

Com uma superfície de 571 km<sup>2</sup>, Cacucaco é uma região da província de Luanda, cuja sede municipal dista cerca de 15 km do centro da cidade, por estrada asfaltada e no trajecto de Luanda para o norte do País (Seke, 2015).

A pedreira é limitada a norte pelas construções das populações, a oeste com a faixa marítima e sul com os terrenos da Cimangola 1 e instalações fabris, a leste com instalações antiaéreo Angolano, perfazendo 67 hectares de superfície. A pedreira da Nova Cimangola 1 situa-se nos arredores da fábrica de cimento, à nordeste da cidade de Luanda e cerca de 12 km do centro da cidade de Luanda, entre a praia Pauli na estrada principal que liga o centro da cidade de Luanda à vila de Cacucaco dista cerca de 900m da pedreira, limitada pelas coordenadas geográficas apresentadas na tabela abaixo (Seke, 2015).

**Tabela 2:** Coordenadas Geográficas

Coordenadas Geográficas	
Longitude Este (X)	Latitudes Sul (Y)
13°17'33`` - 13°18'50``	8°45'20`` - 8°46'09``



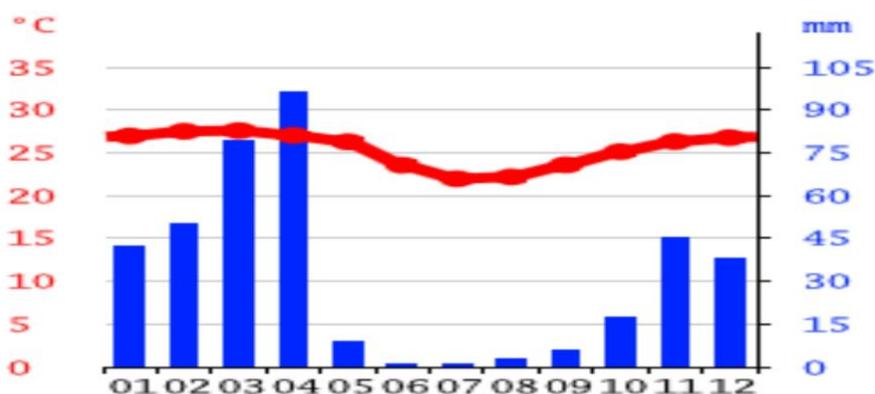
**Figura 3:** Mapa de Luanda

Fonte: Elisângela Assis

### 3.2 Clima

A região possui um clima tropical com duas estações características:

- ✓ Estação seca e fria, entre os meses de junho, julho e agosto com uma temperatura média de 20. 6° c;
- ✓ Estação quente e por vezes chuvosa no restante período do ano com uma temperatura média variando entre 29°c a 31°c.



**Gráfico 1:** Temperatura e Precipitações Médias//Clima em Luanda

**Fonte:** pt.climate-data.org-En sovoir plus

### 3.3 Via de Acesso

A Nova Cimangola 1 é acessível pela estrada principal que liga o centro da cidade de Luanda à vila de Cacuaco que dista cerca de 900m da pedreira. Como resultado da localização da pedreira da Cimangola 1, esta possui poucas infraestruturas criadas especificamente para o desenvolvimento da actividade mineira na pedreira.



**Figura 4:** Via de acesso da Pedreira

**Fonte:** Autora

### **3.4 Geologia regional**

Os terrenos que imergem a superfície nas imediações de Luanda e que constituem o seu substrato, estão constituídos por formações geológicas marinhas e sedimentares continentais do tipo fluvial, que correspondem aos depósitos mais recentes da orla sedimentar da bacia do kwanza, referido ao terciário superior (miocénico) e quaternário (pleistocénico) respectivamente.

A área é caracterizada por um relevo delicado em que na sua extensão é coberta por camada superficial de areia vermelha ou areia pleistocénica de Luanda (formação quele) excepto alguns pontos em que imergem algumas unidades de argilas pretas (formação cazenga), temos ainda outras camadas sucessivas caracterizadas pelas formações das areias cinzentas, Luanda, Cacuaco e quifangondo que é a, mais antiga formação das regiões (Seke, 2015).

### **3.5 Estatigrafia**

Estatigraficamente as rochas da jazida fazem parte do miocénico sendo a formação Luanda e Cacuaco membro inferior do bordigaliano. A rocha calcária desta formação tem uma espessura superior a 50m e são formadas por calcáriosossilífero predominando conchas, gastrópodes algas, e outros fósseis como moluscos. As areias siliciosas e as argilas pertencem à formação Luanda-Cacuaco, as areias vermelhas pertencem à formação quele.

Na jazida encontram-se três rochas que constituem matéria prima para o fabrico do cimento (calcário, areia e argila) obedecendo a seguinte sequência geológica:

- ✓ Camada inferior composta por rochas calcária do tipo marga, variando entre cinzento médio até claro, em parte amarelada e parda devido a desagregação, é mais ou menos dura na superfície, rico em fósseis. A espessura não está determinada pelo facto desta camada continuar na profundidade abaixo do mar, sendo superior a 30m;
- ✓ Camada média esta composta por argila de cor verde acinzentado, contendo por vezes muito burgo tornando-o imprestável sua espessura oscila aos 3 a 7m;
- ✓ Camada superior é composto por dois tipos de areia (Seke, 2015).

### **3.6 Formações Geológicas**

As formações reconhecidas da base do topo são: Quifangondo, Cacuaco, Luanda, areia acinzentada e quele. Sendo do nosso interesse do estudo a formação Cacuaco.

### **3.6.1 Formação Quifangondo**

Esta formação aflora unicamente a sua parte superior que é constituída por argila e margas cinzento-acastanhada com intercalações de calcário, mas com nítida dominância de sedimentos argiloso. Os níveis calcários mais frequentes e abundantes da parte alta, estão representados por calcilutitos por vezes ligeiramente margosos, muito bioturbados com raros fragmentos de bioclastos e foraminíferos bentônicos e plantónicos, com uma nítida dominância dos primeiros nos sedimentos mais finos ocasionalmente são abundante foraminíferos plantonicos.

### **3.6.2 Formação Cacuaco**

A sucessiva formação Cacuaco é constituída por calcarenitos bioclasticos formando corpos lenticulares essencialmente maciços em particular entre os elementos esqueléticos são reconhecidos algas vermelhas incrustantes ou em rodólitos, equinodermes, quer internos como radiólitos e placa, lamelibranquios e raros foraminíferos plantónicos. Existem também dentes de peixe e fragmentos de ossos de cretáceos. Este material é geralmente bem cimentado, a presença de uma bioturbação intensa, obliterou a estratificação conferindo-lhe um aspecto maciço.

Na porção basal é visível (a oeste da praia pauli) uma estratificação inclinada a grande escala em direcção ao norte (ou seja, em direcção ao mar). Para além disso estão presentes níveis descontínuos, sempre calcários, mas pouco cimentados e avermelhados com intensidade variável de vermelho a vermelho escuro bem visível ao lado da falésia, nas localidades de fortaleza de barra e na pedreira da Cimangola 1 (Seke, 2015).

### **3.6.3 Formação Luanda**

A formação Luanda que na parte alta e sem dúvida a mais característica da região, e também a mais complexa e pode ser discreta pelas numerosas variações de fácies que apresenta. A litologia mais difusa desta região é a argosa, aspecto tão importante que levou alguns autores a chama-la “de Angola Luanda”. São seguidamente descritos os principais litofácies presentes nesta sucessão:

- a) Argila cinzenta esverdeada com lentes milimétricas e descontínuas de areia muito fina amarelada;
- b) Alternância milimétrica de centimétrica de silte e de areia fina esbranquiçada e amarela, com espessuras variáveis decimétrica a métrica. O afloramento apresenta-se

- como corpos arenosos contínuos, não se excluindo, no entanto, qualquer fecho a grande escala;
- c) Areia média ou fina com laminações horizontal predominante plano tabular, por vezes cuneiforme;
  - d) Areia média a grosseira com raros seixos sub-redonados em estratos com espessuras compreendidas entre 40 a 100 cm bem cimentados com fósseis marinhos que em fragmentos ou inteiros, particularmente frequentes marcas de lamilebranquios;
  - e) Areia heterométrica de cor acastanhadas e vermelhas atijolada, com pequenos seixos dispersos e localmente concentrações de mineiras pasados. O conteúdo fossilífero e dado por fragmentos de fósseis marinhos;
  - f) Areia heterométrica com espessuras variáveis decimétrica constituídos predominantemente por fragmentos de ostras que encerram dispersos seixos. Estes sedimentos estão associados à litofáceis marinhos e a litofáceis fluviais (Seke, 2015).

#### **3.6.4 Formação Quelo**

A maior parte da zona da cidade alta é constituída por um solo vermelho correspondente a uma cobertura de areias vermelhas fertilizadas, denominada areias vermelhas do musseque ou "Quelo". Tais sedimentos que recobrem as formações neogenicas subjacentes são constituídas por areias essencialmente quartzosas de cor vermelho tijolo com granulometria média fina, moderadamente e pobremente selecionadas, com percentagem baixo de matriz argilosa formada por caulinite, ilite, com abundante pigmentação de hematite e geotite, formando por vezes concreções ferruginosas. Em tais depósitos não há reconhecimento de qualquer tipo de estrutura sedimentar, provavelmente devido a factores de diagénese (Seke, 2015).

#### **3.7 Formação Geológica do Calcário**

O calcário é uma rocha sedimentar originada de material precipitado por agentes químicos e orgânicos. O cálcio é um dos elementos mais comuns, estimado em 3-4% da crosta terrestre, todavia, quando constituinte dos calcários, tem origem nas rochas ígneas. Por meio das actividades de erosão e corrosão, incluindo a solução de ácidos carbónicos ou outros de origem mineral, as rochas são desintegradas e o cálcio em solução é conduzido para o mar por meio da drenagem das águas (Seke, 2015).

O calcário é constituído basicamente de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), mas se apresenta na natureza acompanhado de diversas impurezas como óxidos de ferro, alumínio e silício, que

são benéficos, e outros como o óxido de magnésio, sódio e potássio que são na maioria das vezes indesejáveis.

- ✓ Após atingir o oceano, parte do carbonato de cálcio dissolvido precipita-se, em decorrência da sua baixa solubilidade na água marinha. A evaporação e as variações de temperatura podem reduzir o teor de dióxido de carbono contido na água, causando a precipitação do carbonato de cálcio em consequência das condições de saturação.
- ✓ O carbonato de cálcio depositado, segundo esse procedimento, origina um calcário de alta pureza química.
- ✓ Também, por processo químico de deposição, formam-se calcários.
- ✓ De longe, a maior parte do calcário existente hoje é de origem orgânica.
- ✓ O cálcio disponível em solução, seguindo a precipitação química, é utilizado por uma variedade de vidas marinhas, tais como: corais, foraminíferos, moluscos e equinodermos, para formar conchas de calcário que se acumulam no fundo mar.
- ✓ Tais estruturas são praticamente de carbonato de cálcio puro e são, frequentemente, encontradas intactas em calcários como greda e marga. Os sedimentos de calcário derivados desse processo podem contaminar-se durante a deposição com materiais argilosos, silicosos ou siltes ferruginosas, que afectam a composição química e a natureza do calcário resultante. O tamanho e a forma das partículas de calcário, decorrentes das condições de pressão, temperatura e acção de solvente, são factores que influenciam as características físicas da rocha (Seke, 2015).

### **3.8 Classificação dos Jazigos**

Os jazigos minerais exploráveis podem apresentar condições naturais muito variável. O conhecimento destas condições é importante porque a geometria do terreno determina em certa medida o método de exploração e a aplicabilidade dos equipamentos para levar a cabo a extração dos destintos matérias (Seke, 2015).

**A classificação do jazigo realiza-se, atendendo os seguintes diferentes critérios:**

- **Quanto à forma:**
  - ✓ **Isométricos**-são aqueles que se estendem, mas ou menos em todas as direcções por igual;
  - ✓ **Estratificado**-são aqueles que ocorrem ao longo de duas direcções preferências e contém uma quantidade relativamente pequena;

- ✓ **Cilíndrico**-são aqueles que se estendem em uma só direção;
- ✓ **Intermédio ou misto**-são aqueles que apresentam características dos grupos anteriores (Seke, 2015).
- **Quanto ao relevo do terreno original:**
  - ✓ **Horizontal**-quanto à superfície e relativamente plana;
  - ✓ **Encosta**-são aquelas que podem estar a favor de taludes ou contra, devido à disposição da mineralização;
  - ✓ **Montanhosos**-são aqueles em que o terreno é irregular e apresentam acidentes topográficos consideráveis;
  - ✓ **Subaquáticos**-são aqueles que estão cobertos por uma lamina de água.
- **Quanto ao tipo de rocha dominante:**
  - ✓ Rochas Metamórficas;
  - ✓ Rochas Ígneas;
  - ✓ Rochas sedimentárias.

### 3.8.1 Classificação do Jazigo da NC 1

Quanto à forma do jazigo da pedreira da Nova Cimangola 1 pode ser considerado como **Intermédio ou Misto**.

Quanto ao relevo do terreno original o jazigo da pedreira da Nova Cimangola 1 pode ser considerado como **Encosta**.

O jazigo da pedreira da Nova Cimangola 1 é de origem **Sedimentar**.

### 3.8.2 Parâmetros e Características do Jazigo

O jazigo da pedreira de Nova Cimangola 1 encontra-se na bacia do Kwanza que se prolonga no interior do grande maciço cristalino do proterozoico no interior de Angola e na costa do oceano atlântico ao nordeste. Esta bacia é constituída pelas rochas sedimentares do cretáceo na parte inferior, em que a sua deposição é feita de forma discordante sobre o soco cristalino (Seke, 2015).

Do ponto de vista da estratigrafia do jazigo extraído na **NC 1**, jazem da base ao topo camadas de calcário, argila e alguns tipos de areias que podem ser observadas nas falésias de Cacucaco ao longo da costa. Para melhor conhecimento da sucessão estratigráfica, no decorrer dos estudos geológicos, o jazigo da Nova Cimangola 1 foi dividido em duas secções, **uma a**

norte e outra a sul da ponte cais, tal como apresenta a dados a seguir da tabela (Seke, 2015).

**Tabela 3:** Estratigrafia do jazigo da Nova Cimangola 1

<b>Profundidade(m)</b>	<b>Configuração</b>
<b>Secção Norte</b>	
0 à 40	Calcarenitos bioclasticos com foraminíferos bentónicos
40 à 47	Tem a forma concordante sobre uma superfície do tipo erosivo, assenta um conjunto de areias finas com argila e níveis de seixos quartzitos
47 à 51	Apresenta areias cinzentas médias agrosseira com seixos sub arredondados de dimensão de 3 a 4 mm, e para profundidades superiores de 51 a 56m, areias vermelhas de granulometria fina e média, as quais assentam por contacto erosivo sobre areias cinzentas
51 à 56	Areias vermelhas de granulometria fina e média, as quais assentam por contacto erosivo sobre areias cinzentas
<b>Secção Sul</b>	
0 à 45	Calcarenitos bioclásticos muito fossilíferos
45 à 52	Calcário arenoso com argilas
52 à 56	Areias fluviais de cor cinzenta com seixos de diâmetros aproximadamente de 5 cm
56 à 70	Areias vermelhas continentais

**Fonte:** Gestão e operação da mina-Eng.º António Kisungua Seke

## CAPÍTULO IV: ESTUDO DE CASO

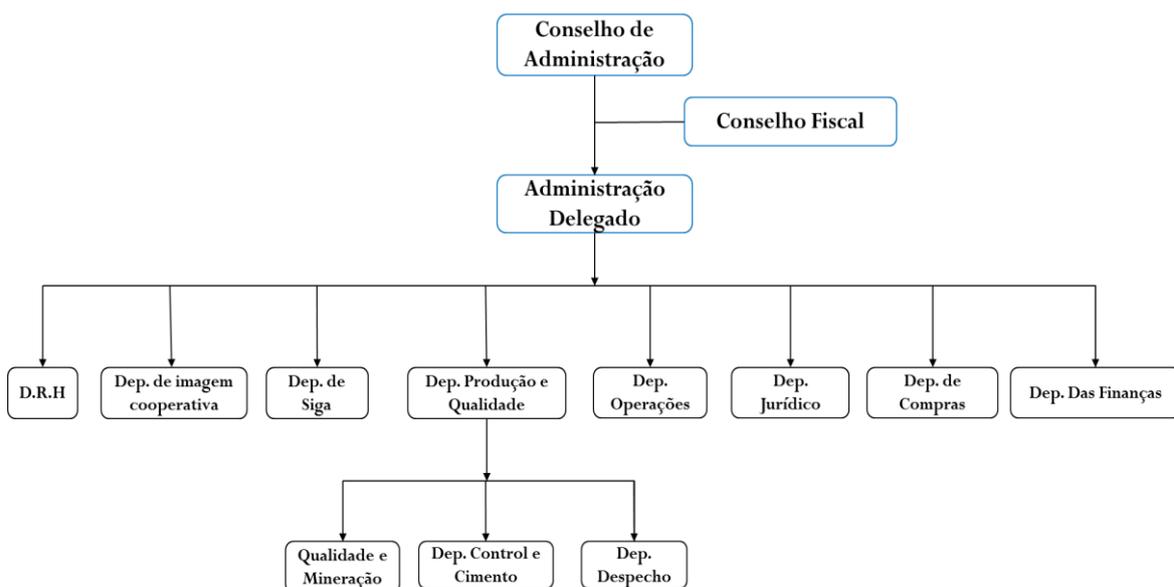
A Cimangola foi fundada em 1957 é uma organização com mais de 60 anos de história em Angola, sempre empenhada na construção e desenvolvimento do país.

No conjunto das empresas que representam essa marca, somos mais de mil trabalhadores directo ou em regime de prestação de serviços, que todos os dias damos o nosso melhor para assegurar o sucesso e sustentabilidade da Nova Cimangola e para melhor servir os nossos clientes (cimangola, 2022).

A Nova Cimangola é uma empresa de direitos Angolanos, de fabricação de cimento Portland e também de mineração (extração de calcário e argila). Atualmente temos duas unidades fabris na região de Luanda.:

- ✓ Nova Cimangol I - Chamada de fábrica de Cacucaco;
- ✓ Nova Cimengol II – Chamada fábrica de Sequele.

### 4.1 Estrutura Orgânica da Nova Cimangola 1

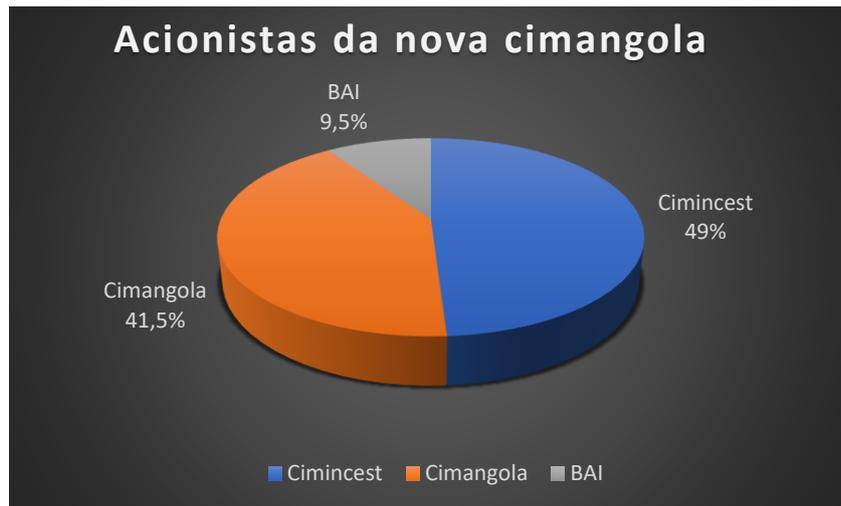


**Figura 5:** Organograma da Nova Cimangola

**Fonte:** Nova Cimangola

### 4.2 Caracterização da Nova Cimangola

A Nova Cimangola é uma empresa Angolana com os seguintes acionistas: Ciminvest, Cimangola, Banco Africano de Investimento, a seguir gráfico 2 a distribuição de percentagem dos acionistas.



**Gráfico 2:** Acionistas da Empresa

**Fonte:** Eng. Isabel Marta Ninu

### 4.3 Planeamento estratégico da Nova Cimangola

#### Missão

Assegurar um futuro firme para a organização, acionista, colaboradores, clientes e demais Stakeholders, contribuindo simultaneamente para o desenvolvimento do país de uma forma sustentável e ambientalmente responsável (cimangola, 2022).

#### Visão

Trabalhar todos os dias com uma equipa motivada, competente e dedicada para em conjunto alcançarmos os melhores patamares de excelência e ir de encontro a expectativas e necessidades dos nossos clientes (cimangola, 2022).

#### Valores(C.R.I.A.R.)

#### Competência

Valorizamos o saber fazer, a dedicação e empenho no atingimento dos objectivos partilhados por toda a Organização

### **Responsabilidade**

Somos responsáveis e consequentes sobre toda as decisões e acções que tomados, sempre considerando com prioridade a sustentabilidade da empresa no longo prazo. Honramos a nossa História e deixamos um legado para as gerações seguintes (cimangola, 2022).

### **Integridade**

Actuamos no mercado, com os nossos parceiros e Stakeholders sempre sob a égide das boas normas de ética e integridade e ao abrigo leis nacionais e internacionais que vigoram sobre a actividade onde nos inserimos (cimangola, 2022).

### **Ambição**

Procuramos todos os dias, com o esforço e dedicação dos nossos colaboradores, sermos a Empresa com maior solidez, competitividade e dinamismo no mercado onde operamos.

### **Resultados**

Toda a actividade, dentro dos limites éticos e de responsabilidade, é orientada para o atingimento dos objectivos da organização.

### **Objectivo da Nova Cimangola**

Produzir e comercializar cimento.

### **Exploração mineira**

É o termo que abrange os processos, actividades e indústrias cujo objectivo é a extração de substância mineira a partir de depósitos ou massas mineiras. Quanto ao modo de escavação as minas podem dividir-se em dois tipos principais (Seke, 2015):

- ✓ Mina a céu aberto;
- ✓ Mina subterrânea.

Diz-se exploração subterrânea quando as escavações realizadas para a exploração do minério não estão em contacto com o ar livre, encontrado rodeado pelos terrenos do subsolo. A exploração é a céu aberto quando as escavações realizadas para a exploração do minério estão em contacto com a atmosfera. Na pedreira da Nova Cimangola 1 a exploração é feita a céu aberto (Seke, 2015).



**Figura 6:** Extração Mineira

**Fonte:** Autora

#### **4.4 Processos Tecnológicos**

##### **4.4.1 Método de Exploração**

O método de exploração é designado como sendo a técnica de extração de inertes directamente do maciço rochoso. Isso define a importância de sua selecção, já que todo o projecto é elaborado em torno da técnica utilizada para explorar o depósito (Seke, 2015).

O termo técnico de extração reflecte os aspectos técnicos da selecção do método, que a parte fundamental da análise, dimensionamento dos equipamentos, disposição, das aberturas e sequência da exploração (Seke, 2015).

A pedreira da Nova Cimangola 1 utiliza o método de exploração em bancadas o que caracteriza a aplicabilidade do método das bancadas são as irregularidades do corpo a ser explorado.

A altura das bancadas é normalmente escolhida em função do equipamento disponível, das características físicas da rocha e do produto visado.



**Figura 7:** Método de exploração em bancadas da NC1

**Fonte:** Autora

#### **4.4.2 Sistema de exploração**

Segundo (Seke, 2015) Uma vez definido o método de exploração, é necessário estabelecer o sistema de exploração que é constituído pelos diferentes equipamentos de arranque, carregamento e transporte. Em função das suas características diferenciam-se os seguintes sistemas:

**a) Sistema descontínuo**

A operação de desmonte é efectuada por escavadora cíclicas e o transporte é por camiões. É um sistema actualmente aplicado devido a sua grande flexibilidade e versatilidade.

**b) Sistema de arranque e transporte contínuo**

E por excelência o sistema que apresenta uma maior percentagem de electrificação, já que todas as unidades excepto as auxiliares, são accionadas por motores eléctricos. Por sua vez, em cada um deste sistema o equipamento pode ser distinto, já que para o desmonte contínuo é possível utilizar rodapé ou cadeia de baldes e para o transporte contínuo utilizam-se correias transportadoras.

**c) Sistema misto**

Neste sistema uma parte da operação se realiza com meios semelhantes ao sistema descontínuo até uma trituradora instalada dentro da exploração, com que se consegue

uma granulometria adequada para efectuar a partir deste ponto transporte contínuo por correia transportadora.

A pedreira da Nova Cimangola 1 utiliza o sistema de exploração **descontínuo**.

#### **4.4.3 Método de desmonte**

É definido como o conjunto de processos utilizados para proceder ao arranque do minério do maciço. Trata-se de um conceito mais restrito que o de método de lavra, pois engloba apenas o conjunto de operações necessárias a extração da substância útil da frente de trabalho. A escolha do método de exploração é uma das decisões mais importantes que são tomadas durante o estudo de viabilidade económica e sua escolha permite o desenvolvimento da operação (Seke, 2015).

Numa etapa de maior detalhe, pode constituir-se como factor preponderante para uma resposta positiva do projecto. A selecção impropria tem efeitos negativos na viabilidade da pedreira. Na fase de planeamento, a selecção é baseada em critérios geológicos, social, geográfico e ambiental.

#### **4.5 Funcionamento da pedreira da Nova Cimangola 1**

A pedreira esta dividida em duas áreas, a distância da área 1 até ao estoque pile é de 1,5 km e a distância da área 2 é de 1 km. Nestas áreas a exploração é feita em bancadas com uma altura compreendida entre 6 a 12 metros.

Anteriormente, a pedreira praticava o desmonte com a escarificação utilizando bulldozer juntando o material em forma de monte até ao local de tratamento, mas actualmente o desmonte é feito pela escavadora porque o material não é muito duro. O processo é quase o mesmo isto é, a escavadora depois de desagregar o material deposita-o em montes para que a pá-carregadora venha carregar o camião. Esta é uma operação incorrecta porque com esta técnica aumentamos o número de operações, equipamentos, e os custos operacionais.

Para corrigir a pedreira da nova Cimangola 1 pode utilizar esta técnica apenas com escavadora e camiões, quer dizer a escavadora acaba por realizar o desmonte e também carregar o camião. Depois deste processo aparece uma pá carregadora que faz o transporte do monte até o britador (Seke, 2015).



**Figura 8:** Crivagem do Calcário Calcítico

**Fonte:** Autora

#### **4.6 Operações Básicas e Tipos de Equipamentos Utilizados na NC 1**

O ciclo de uma exploração mineira pode ser definido como uma sucessão de fases ou operações básicas aplicadas tanto ao estéril como ao mineral. Segundo as condições do projecto que se está levando a cabo existirá ou não outras operações auxiliares ou de apoio em que a missão é fazer com que se cumpra com maior eficiência possível as operações básicas pertinentes. Isso porque o processo produtivo na exploração a céu aberto está dado pelas operações principais e auxiliares, relacionadas por um esquema único (tecnológico) no tempo e no espaço que garantem de forma geral a preparação da rocha para o carregamento, transporte, tratamento, assim como outras actividades necessárias em um processo único de produção (Seke, 2015).

**A máquina que realiza estas operações se divide em:**

- ✓ Principais
- ✓ Auxiliares.

A máquina principal esta tecnologicamente unida á cadeia de máquinas que neste caso são as máquinas de escavação e carregamento (escavadoras). Logo, depois das operações que se realizam as máquinas principais, seguem outras máquinas que realizam as operações sucessivas, para isto deve existir um enlace das segundas máquinas com as primeiras, com

o objectivo de garantir uma produção contínua do processo tecnológico se corresponde com o princípio da mecanização integral ou complexa da produção.

**Das fases que engloba o ciclo mineiro, na pedreira da NC 1 consideramos as seguintes:**

- ✓ Desmonte;
- ✓ Carregamento;
- ✓ Transporte.

**Tabela 4:** Equipamentos usados na Nova Cimangola 1

Equipamentos	Capacidade	Unidade
Camião	22 Toneladas	2
Giratória(Escavadora)	1,3 m <sup>3</sup>	1
Pá-Carregadora	2 m <sup>3</sup>	1
Camião de rega	-----	1
Motoniveladora	-----	1

**Fonte:** Nova Cimangola 1



**Figura 9:** Equipamentos de mineração

**Fonte:** Autora

#### 4.7 Desmonte na NC 1

O desmonte é por necessidade a primeira das operações para o movimento dos materiais e consiste em desagregar este a um tamanho adequado para uma posterior manipulação dos equipamentos das fases subsequentes.

O desmante da rocha pode ser efectuado por diversos meios, agrupados em quatro categorias gerais:

- ✓ Desmante manual;
- ✓ Hidráulico;
- ✓ Explosivos;
- ✓ Mecânico.

**Desmante manual:** é aquele em que intervém apenas a força humanas, com o emprego de instrumento manuais que podem ser de arranque ou carregamento.

**Desmante hidráulico:** é aquele que utiliza a acção dinâmica das águas estocadas, desmontando terrenos não muito duros ou consolidados.

**Desmante com explosivos:** é aquele que desagrega o material com auxílio de uma substância explosiva que sob uma causa térmica ou mecânica transforma-se total ou parcialmente em gás libertando consideráveis quantidade de calor.

**Desmante mecânico:** é aquele que substitui o esforço manual pelo esforço das máquinas, essa que podem ser eléctricas ou accionadas por combustível.

O jazigo da pedreira da Cimangola 1 é constituído por matéria friável, neste caso o tipo de desmante usado é o **desmante mecânico utilizando escavadoras** (Seke, 2015).

#### **4.8 Calcário na NC 1**

A principal matéria prima utilizada na produção do cimento é o calcário, na pedreira da NC 1 é extraído dois tipos de calcário, calcítico (maior percentagem de sílica) e o siderítico (maior percentagem de ferro). Atualmente a NC1 não utiliza o calcário calcítico como aditivo para a produção do cimento, mas sim para fins de venda. Depois da extração, faz-se o tratamento (crivagem) do material na pedreira onde o passante é levado para estoque, e daí, é levado ao moinho para reduzir em dimensões de 90 micro, sendo a dimensão granulométrica desejada pela EMBAUVIDRO (empresa de vidro), depois do material passar ao moinho, é armazenado aos biguebegues.

O calcário siderítico é utilizado como aditivo para a produção do cimento, e tem como objectivo preencher o espaço vazio no cimento.



**Figura 10:** Calcário Siderítico



**Figura 11:** Calcário Calcítico

**Fonte:** Autora

#### 4.9 Componente do cimento

O clínker é o principal componente na produção de cimento e está presente em todos os tipos de cimento porttland. A qualidade do cimento depende essencialmente da qualidade do clínker, por isso é necessário que se faça análise química completa do clínker para saber a qualidade do cimento a obter na moagem deste clínker.



**Figura 12:** Área de estoque do clínker

**Fonte:** Autora



**Figura 13:** Vista externa da área estoque do clínker

**Fonte:** Autora

#### **4.10 Ambiente, Higiene e Segurança**

##### **✓ Higiene do trabalho**

Higiene do trabalho ou higiene ocupacional é um conjunto de medidas preventivas relacionada ao ambiente do trabalho, visando a redução de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais.

##### **✓ Segurança do trabalho**

É o conjunto de medidas técnicas educacionais, entregadas para prevenir, quer eliminando condições inseguras do ambiente de trabalho quer instruindo ou convencendo pessoas na implantação de práticas preventivas (Claudinei José Pinto Rodrigues 2017)

Um critério de exploração frequentemente sacrifica parte do material útil da jazida. O conforto dos serviços nem sempre é o ideal mesmo porque o trabalho mineiro é duro por natureza. Mas, de nenhuma forma poderia ser inseguro pois fugiria do seu conceito fundamental. É velha tradição mineira a segurança, está em primeiro lugar (Safety first). A própria comodidade dos trabalhos tem limites de sacrifício, além dos quais é preferível a prescrição da exploração, por factor de ordem social, consubstanciado em leis ou imposições morais. Naturalmente, sempre parte do lucro terá de ser sacrificado para obtenção dessas condições. É factor imprescindível e que foge as opções. Mas não é menos certo que

segurança e conforto de serviços redundam em aumento da produtividade, compensando beneficemente os lucros.

Método Ideal – É o que possibilita os maiores lucros finais condicionados às imposições sociais (extração completa, segurança dos serviços, higiene, mínima perturbação ambiental).

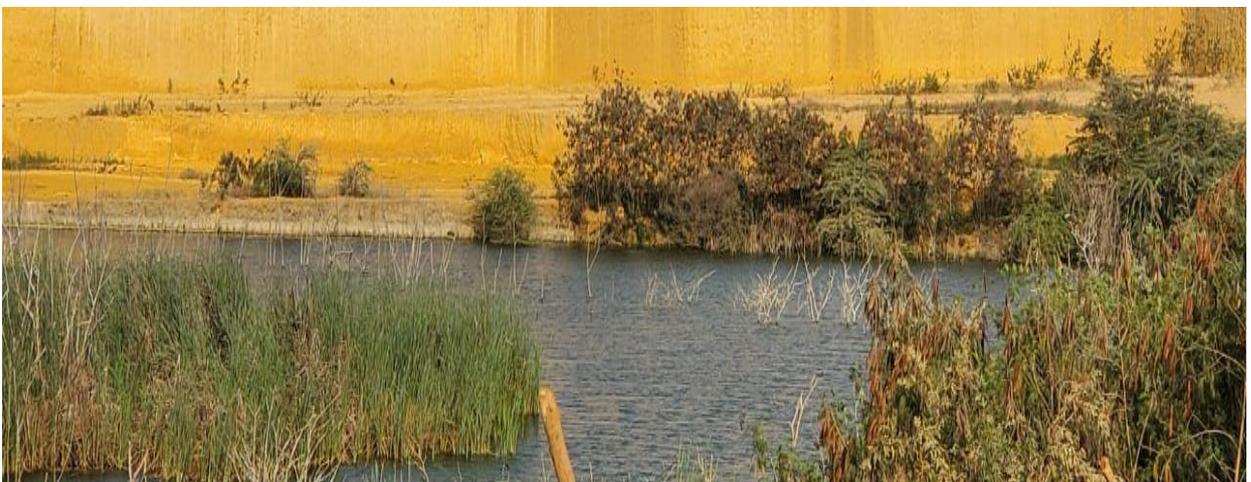
#### **4.10.1 Avaliação dos Impactos Ambientais**

A existência do ser humano implica uma série de necessidades para sua sobrevivência, para isso, são realizadas diversas actividades para sustentar essas necessidades. Essas actividades podem vir a causar impactos sobre o meio ambiente afectando os seres que nele habitam.

O impacto ambiental é qualquer mudança do ambiente, para melhor ou pior, especialmente com efeito no ar, na terra, na água, na biodiversidade e na saúde humana, resultante das actividades humanas.

A avaliação do impacto ambiental é um instrumento de gestão ambiental preventiva e consistente na identificação e análise, qualitativa e quantitativa dos efeitos ambientais benéficos e perniciosos de uma actividade proposta. Processo de antecipar os efeitos sobre o ambiente, causado pelo desenvolvimento de uma determinada mina.

A figura a seguir mostra impactos causado na pedreira da NC1.



**Figura 14:** lago da pedreira NC1

Quando estivermos em estação de chuva, além da água que estiver na via a lagoa pode encher e a água transbordar alagando mais ainda as estradas, e isso pode causar acidente. Pra evitar esse tipo de situação é necessário colocar um dique de retenção evitando com que as águas transbordem até a estrada, a vantagem é que toda água que sai da pedreira é mandado pra lagoa e depois dai é desviado pro mar.

**Tabela 5:** Avaliação dos impactos ambientais na cadeia de exploração na pedreira da Cimangola

<b>Impactos</b>	<b>Efeito</b>	<b>Causas/Fase</b>	<b>Avaliação</b>
Atmosférico	Poluição atmosférico	Efluentes sólidos na fase de escavação, transporte e descarga.	Severo
Solo	Degradação	Alteração física na fase de desmatamento, e escavação.	Severo
Flora	Degração	Desmatamento	Severo
Paisagem	Impacto visual	Actividade de exploração	Severo
Sonoro		Ruído na fase de escavação	Severo

**Fonte:** Autora

## CAPÍTULO V: ANÁLISE CRÍTICA DO PROCESSO DE EXTRAÇÃO E PRODUÇÃO DE CIMENTO

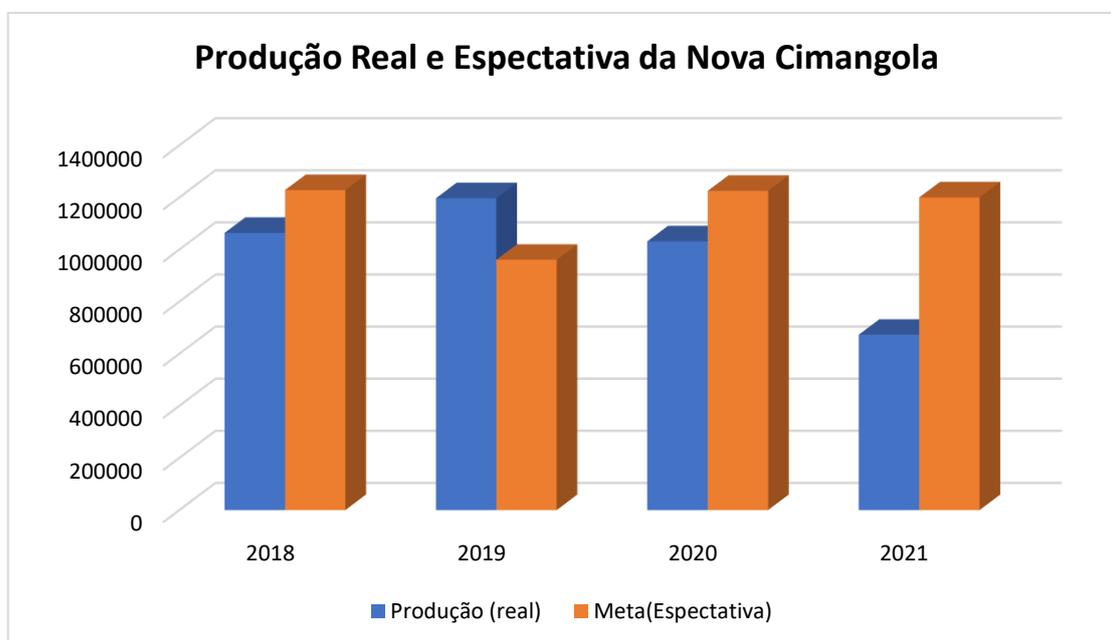
### 5.1 Productividade dos equipamentos da NC 1

Este estudo tem como objectivo fazer uma aplicação prática do dimensionamento dos equipamentos empregados nas operações da NC 1, a fim de conhecer a produtividade dos equipamentos perante o plano de produção exposto, tal como apresenta a dados a seguir da tabela 6 e gráfico 3.

**Tabela 6 :** Produção real e expectativa anual de 2018 à 2021 da matéria-prima

Ano	Produção (Real) (t/ano)	Meta (expectativa) (t/ano)
2018	1.063.996	1.228.000
2019	1.196.829	960.606
2020	1.031.362	1.225.176
2021	672.899	1.200.000 /são apenas dados de 8 meses

Fonte: Nova Cimangola 1



**Gráfico 3:** Produção real e expectativa anual de 2018 à 2021

Fonte: Nova Cimangola 1

Tabela 7: Capacidade produtiva da NC 1

Nome do índice	Índice	Unidade
Peso específico do calcário siderítico (antes da extração)	1,7	Kg/l – t/m <sup>3</sup>
Peso específico do calcário siderítico (depois da extração)	1,3	Kg/l – t/m <sup>3</sup>
<b>Produção do calcário siderítico</b>		
Produção anual do calcário siderítico	500	t/dia
	185 556	t/ano
<b>Produção de Clinker</b>		
Produção diária do clinker	5 000	t/dia
	1 855 556	t/ano
<b>Produção de cimento</b>		
Produção diária de cimento	6 000	t/dia
	2 226 667	t/ano

Fonte: Nova Cimangola / Autora

#### Dados obtidos na Pedreira

Volume do balde da giratória:  $V_{bg}=1,3 \text{ m}^3$

Volume de balde da pá-carregadora:  $V_{bp}=2 \text{ m}^3$ .

Volume do camião:  $V_c=22 \text{ m}^3$

Peso específico antes da extração:  $\rho_{\text{calcário}}=1,7 \text{ kg/l} - \text{ton/m}^3$

Peso específico depois da extração:  $\rho_{\text{calcário}}=1,3 \text{ kg/l} - \text{ton/m}^3$

$$\text{Empolamento (e): } \frac{\rho_{a.e}}{\rho_{d.e}} = \frac{1,7 \text{ ton/m}^3}{1,3 \text{ ton/m}^3} = 1,3$$

Tempo de ciclo:  $T=10,2 \text{ min}$

Tempo de carga:  $T_c=3,78 \text{ min}$

#### Determinar:

- ✓ A produção horária da escavadora;
- ✓ A produção horária do equipamento de transporte.

## 5.2 Aplicação Prática do Dimensionamento dos Equipamentos

Número de baldes necessários para o carregamento de uma unidade de transporte.

$$N = \frac{\text{Volume da caçamba dos camiões}}{\text{Volume da caçamba de carregamento}} \quad (1)$$

**Onde:**

Vc - Volume do camião: 22 m<sup>3</sup>

Vbg - Volume do balde da giratória: 1,3 m<sup>3</sup>

Logo o número de baldes necessários para carregamento um camião é o seguinte:

$$N = \frac{22 \text{ m}^3}{1,3 \text{ m}^3} = 17$$

Neste caso para encher o camião é necessário 17 baldes da giratória.

### 5.2.1 Produção Horária da Escavadora

A escavadora tem a função de extrair o calcário e encher o camião.

Segundo Jaworski (1997), a produção horária da escavadora é definida pela seguinte equação:

$$Ph = \frac{60 * Q * f * E * K}{T}; \left( \frac{\text{ton}}{\text{h}} \right) \quad (2)$$

Capacidade da rasa do balde (**Qr**) será calculada pela fórmula

$$Qr = Vc * \rho; (\text{ton}) \quad (3)$$

**Onde:**

Vbg=1,3 m<sup>3</sup>

$\rho_{cal} = 1,3 \text{ t/m}^3$

Logo, a capacidade da rasa do balde é o seguinte:

$$Qr = 1,3 \text{ m}^3 * 1,3 \text{ ton/m}^3 = 1,69 \text{ ton}$$

Factor de empolamento (**f**) será calculada pela fórmula

$$f = \frac{100}{100 + e} \quad (4)$$

**Onde:**

$$e=1,3$$

Logo, o factor de empolamento é o seguinte:

$$f = \frac{100}{100 + 1,3} = 0,99$$

A eficiência de trabalho da escavadora (**E**), devido o tempo de uso, adotar-se-á  $E=0,8$ .

Factor de eficiência do balde (**K**), considerando depósito de Formação Cacuaco, sendo ele calcário adotar-se-á  $K=0,84$ .

Tempo de ciclo da escavadora por camião (**T**) será calculada pela fórmula

$$T=T_c * N ; (s) \quad (5)$$

**Onde:**

**T<sub>c</sub>** – Tempo de ciclo da escavadora por balde: 0,22min

**N** - Número de baldes: 17

Logo, o tempo de ciclo da escavadora por camião é o seguinte:

$$T=0,22\text{min} * 17 = 3,74$$

Produção horária da giratória:

$$Ph = \frac{60 * 1,69 \text{ ton} * 0,99 * 0,8 * 0,68}{3,74\text{min}} = 14,6 \text{ ton/h} \approx 15 \text{ ton/h}$$

**Número de escavadeira (n)** será calculada pela fórmula

$$n = \frac{\text{Tempo de ciclo}}{\text{Tempo de carga}} \quad (6)$$

**Onde:**

Tempo de ciclo= 10,2 min

Tempo de carga=3,78 min

Logo, o número de escavadora é o seguinte:

$$n = \frac{10,2 \text{ min}}{3,78 \text{ min}} = 2,69 \approx 3$$

### 5.2.2 Produtividade do camião de transporte da pedreira até a fábrica

$$Ph = \frac{60 * C * E * F}{T}; \text{ (m}^3/\text{h ou ton/h)} \quad (7)$$

Capacidade do camião (**Cc**) será calculada pela fórmula

$$Cc = Vc * \rho; \text{ (ton)}$$

**Onde:**

$$Vc = 22 \text{ m}^3$$

$$\rho_{cal} = 1,3 \text{ t/m}^3$$

Logo, a capacidade do camião é o seguinte:

$$Cc = 22 \text{ m}^3 * 1,3 \text{ ton/m}^3 = 28,6 \text{ ton}$$

Factor de empolamento (**f**) já é conhecido a partir da fórmula (4),  $f=0,99$

A eficiência de trabalho do camião (**E**), devido o tempo de uso, adotar-se-á  $E=0,7$ .

Tempo de ciclo (**T**) será calculada pela fórmula

$$T = t_f + t_v \quad (8)$$

Tempo fixo (**t<sub>f</sub>**) será calculada pela fórmula

$$t_f = t_c + t_{pdp} \quad (9)$$

Tempo de carregamento com a giratória (**t<sub>c</sub>**) será calculada pela fórmula

$$t_c = t_{ciclo} * N \quad (10)$$

**Onde:**

**t<sub>ciclo</sub>** - Tempo de ciclo por balde=0,22 min

**N** - Número de baldes necessários para o carregamento de uma unidade de transporte=17

Logo, o tempo de carregamento com a giratória é o seguinte:

$$t_c = 0,22 \text{ min} * 17 = 3,74 \text{ min}$$

O tempo de parada, descarga e partida (**t<sub>pdp</sub>**) varia com o volume da caçamba do caminhão e pode ser extraído, diretamente da Tabela 7.

**Tabela 8:** Tempo de parada, descarga e partida do caminhão

Volume da caçamba do caminhão(m <sup>3</sup> )	T <sub>pdp</sub> (min)
4	0,8
5	1,0
6	1,2
7	1,4
22	4,4

**Fonte:** Apostila de Equipamentos-Tadeo Jaworski

Tempo de partida, descarga e parada (**t<sub>pdp</sub>**) será  $t_{pdp} = 4,4 \text{ min}$

Logo, o tempo fixo para caminhões é o seguinte:

$$t_f = 3,74 \text{ min} + 4,4 \text{ min} = 8,14 \text{ min}$$

Tempo variável (**t<sub>v</sub>**) será calculada pela fórmula

$$t_v = \frac{60 * d}{v} \quad (11)$$

Sabendo que a distância da pedreira até a fábrica é de 1 km.

**Tabela 9:** Velocidade média dos caminhões

Tipo de pavimentos	Com carga (km/h)	Sem carga (km/h)
Estrada de terra	30,0	39,0
Estrada ensaibrada	35,0	45,5
Estrada asfaltado	40,0	52,0

**Fonte:** Apostila de equipamentos- Tadeo Jaworski

Logo, o tempo variável de ida e regresso do camião é o seguinte:

$$t_{v\text{-ida}} = \frac{60 \cdot 1}{30} = 2 \text{ min}$$

$$t_{v\text{-reg}} = \frac{60 \cdot 1}{39} = 1,54 \text{ min}$$

Logo, o tempo variável é o seguinte:

$$t_v = 2 \text{ min} + 1,54 \text{ min} = 3,54 \text{ min}$$

Logo, o tempo de ciclo é o seguinte:

$$T = 8,14 \text{ min} + 3,54 \text{ min} = 11,68 \text{ min}$$

Número de camiões necessários para serviço contínuo

$$N = \frac{T}{t_c} = \frac{11,68 \text{ min}}{3,74} = 3,21 \approx 3$$

Logo, a produção horária do camião de transporte é o seguinte:

$$Ph = \frac{60 \cdot 28,6 \text{ ton} \cdot 0,7 \cdot 0,99}{11,68 \text{ min}} = 102 \text{ ton/h ou } 79 \text{ m}^3/\text{h}$$

Segundo a informação obtida na pedreira, por dia são necessárias 500 toneladas de calcário para fábrica processar em 24 horas. Sendo estipulada 8 horas de extração na pedreira.

**Sendo:**

Produção horária (Ph)=102 t

Produção diária desejada =500t

Então se:

102t-----1h

500t-----x

$$x \cdot 102t = 500t \cdot 1h \rightarrow x = \frac{500t \cdot 1h}{102t}$$

$$x = 4,9h \approx 5h$$

## CAPÍTULO VI: APRESENTAÇÃO E DISCUSÃO DOS RESULTADOS

### 6.1 Resultados da Análise do processo de extração e produção de cimento

Nesse capítulo, será apresentada análise de sensibilidade relativamente a análise crítica do processo de produção da matéria-prima e processo de produção do cimento. Essa análise, ajudará na tomada de decisão para seleção dos equipamentos, evitando assim atrasos nas operações.

A tabela 9 abaixo apresenta os principais parâmetros técnicos para uma análise relativamente a produção horária da giratória e camião de transporte. Os cálculos para dimensionamento dos equipamentos foram efetuados baseando na tecnologia em uso actualmente no processo de extração da matéria-prima e processo de produção de cimento da Nova Cimangola 1.

**Tabela 10:** Resumo de alguns parâmetros

Parâmetros	Capacidade	Unidade
Produção horária da giratória	15	<i>Ton/h</i>
	12	<i>m<sup>3</sup>/h</i>
Produção horária do camião de transporte	102	<i>Ton/h</i>
	79	<i>m<sup>3</sup>/h</i>
Capacidade da fábrica	500	<i>Ton/dia</i>
	385	<i>m<sup>3</sup>/dia</i>

Para o processamento da produção do cimento a fábrica precisa de 500t/dia de calcário, sendo que a pedreira opera 8h/dia.

Com uma produção horária de 102 toneladas da matéria-prima, automaticamente reduziria horas de produção para 5 horas, permitindo com que a produção programada diária, mensal e anual sejam cumpridas. Facto este que nos leva a afirmar que a Nova Cimangola 1 precisa fazer um novo estudo de dimensionamento dos equipamentos para aumentar o seu rendimento anual.

## **CAPÍTULO VII: CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

### **7.1 Conclusões**

Tendo-se determinado os principais parâmetros técnicos, chegou-se as seguintes conclusões sistemáticas e sucintas:

- ✓ devido à grande força de escavação e segurança que possui, em seus movimentos quando bem aplicados em terrenos adequados, do ponto de vista tecnológico as Giratória (escavadora) com capacidade do balde de  $1,3\text{m}^3$  não são ideais para serem empregues em “serviços pesados”.
- ✓ Depois de apresentados os resultados dos parâmetros técnico que são necessários números elevados de operações e equipamentos para cumprimento da produção diária isto é 17 balde da giratória para encher um camião de  $22\text{ m}^3$ . Assim sendo, para resolver a dificuldade no processo de extração da matéria prima e processo produtivo do cimento é necessário que haja o aumento de número de camiões para o transporte da matéria prima e assim obtermos quantidade suficiente no Stock.

Portanto, este facto leva a sugerir o redimensionamento dos equipamentos da Nova Cimangola 1 para cumprimento da produção diária. Ainda assim, requer um estudo mais aprofundado, pois que a seleção de equipamentos para aplicações de mineração não é um processo bem definido, uma vez que, equipamentos de carregamento são tipicamente selecionados para corresponder às condições das Pedreiras em termos de capacidade necessária, às condições climáticas, exigências de mobilidade e número de frentes de lavra, ao mesmo tempo. Porém, o conhecimento do pessoal e experiência do Engenheiro de Minas ou dos operadores do equipamento de carga será a principal influência sobre a escolha dos equipamentos.

## **7.2 Recomendações**

Depois dos resultados e conclusões obtidas com as análises crítica de extração da matéria-prima e produção, recomenda-se:

- ✓ Que os futuros trabalhos de fim do curso do departamento de minas possam dar continuidade deste trabalho, afim de mostrar os equipamentos a alocar para resolver o problema da NC1;
- ✓ Que aumentem investimento nos equipamentos de extração a fim de aumentar a produção de cimento da Nova Cimangoal 1;
- ✓ Que haja aplicabilidade desse trabalho na Nova Cimangola 1 a fim de redimensionar os equipamentos.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA**

- [1] Apontamentos da Cadeira de Operações Mineiras I do Departamento de Engenharia de Minas da UAN – Ano lectivo 2017.
- [2] Apontamentos da Cadeira de Máquinas e Equipamentos do Departamento de Engenharia de Minas da UAN – Ano lectivo 2017.
- [3] **Daniela Albuquerque**-Análise Crítica (22/02/2016);
- [4] **Elisângela Assis**-Avaliação dos impactos ambientais causado durante a produção de Clinquer de Cimento da cimangola e medidas de mitigação;
- [5] **Engº. António Kisungua Seke**-Curso de Controlo de Qualidade (Nova Cimangola S.A, Direcção de Produção e Qualidade) - Julho 2010;
- [6] **Gustavo Nos**-Projecto de Produto: Moinho de Bolas de Baixo Custo(Junho de 2011);
- [7]Hélio de Sousa Ricardo/Guilherme Catalani- Manuel Prático de Escavação (2ª Ed. – São Paulo: Pini, 1990)
- [8] **João Alves Sampaio/Salvador Luiz Matos de Almeida**-Calcário e Dolomito (.CETEM/2005);
- [9] **Pedro Gutierrez Galhardo**-Estudo da Produção de Cimento com Enfase no Classe G (Agosto de 2014);
- [10] **Pedro Alexandre Melo de Oliveira Pato**-Análise do Ciclo de Vida do Cimento (Setembro, 2015);
- [11] [Pt.wikipedia.org/wiki/Gesso](http://Pt.wikipedia.org/wiki/Gesso);
- [12] **Tadeo Jaworski**–Equipamento para escavação, compactação e transporte (2018)
- [13] **Oswaldo Lourenço Fernandes**, Avaliação Tecnológica Da Cadeia De Exploração De Calcário Na Empresa Cimangola Tendo Em Conta A Optimização E A Redução Dos Custos Operacionais, Trabalho Apresentado Como Requisito Parcial Da Disciplina De Conclusão De Curso De Licenciatura Em Engenharia De Minas Da Universidade Agostinho Neto.
- [14] **Claudinei José Pinto Rodrigues**–Noções básicas de Higiene e Segurança do Trabalho GUARATINGUETÁ, SP (2017).

- [15] **Albuquerque, D.** (2016). Análise Crítica: como analisar criticamente a sua empresa? Brasil: <https://certificacaoiso.com.br>.
- [16] **Carvalho, G. d.** (2006). Geologia Sedimentar. Vol. III. Lisboa: A. M. [17] **Catalani, H. d.** (1977). Manual Prático de Escavação. SP- São Paulo: Mcgraw hill.
- [17] **Galhardo, P. G.** (2014). ESTUDO DA PRODUÇÃO DE CIMENTO COM ÊNFASE NO CLASSE G. Rio de Janeiro: Escola Politecnica.
- [18] **Patricio Chirindza, G. K.** (2010). construcao-civil-aplicada-cimento-portland. <http://www.patriciosalomao.comunidades.net/>.
- [19] **Seke, E. A.** (2015). Gestão e Operação da Mina. Luanda: Nova Cimangola SA.
- [20] **Mishra, S., & Siddiqui, N. A.** (2014). A Review on Environmental and Health Impacts of Cement Manufacturing Emissions. International Journal of Geology, Agriculture and Environmental Sciences 2, pp. 26-31.
- [21] **VAN OSS, Hendrik G. & PADOVANI, Amy C.** Cement Manufacture and the Environment. Part I: Chemistry and Technology. *Journal of Industrial Ecology*. Volume 6, Number 1. 2002. Acesso em <http://mitpress.mit.edu/JIE>.
- [22] **JAWORSKI. T.** Manual de Equipamentos para Escavação – Compactação e Transporte. Revisão e digitalização por Prof. Camilo Borges Neto, Ms.C.Eng. Civil, 1997.

## ANEXOS

Tabela 11: Qualidade de calcário da pedreira da Nova Cimangola 1

Composto	Área I	Área II	Mistura (Stock Pile)	Objectivos
CaO	48.0	49.7	48.9	47-52
MgO	2.6	0.5	1.6	0-.2,5
SiO <sub>2</sub>	4.2	2.9	3.6	1.0-4.0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.3	3.5	2.4	0.5-2.5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.1	0.6	0.9	0.5-2.5
CaCO <sub>3</sub>	85.7	88.7	87.3	≥ 80
MgCO <sub>3</sub>	5.4	1.1	3.4	≤5,0

Tabela 12: Análise Típica de Matérias-Primas na Natureza

Composto	Calcário	Argila	Areia	Gesso	Minério de Ferro	Escoria de Alto Forno
SiO <sub>2</sub>	2,16	60,48	88,00	0,62	6,70	33,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,09	17,79	4,53	0,23	1,40	9,10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,54	6,77	1,39	0,08	89,70	0,90
CaO	52,72	1,61	0,00	37,76	---	35,50
MgO	0,68	3,10	1,42	0,04	0,40	16,40
So <sub>3</sub>	0,03	0,21	---	42,01	---	---
P.R	42,39	6,69	2,34	---	0,20	2,10
K <sub>2</sub> O	0,26	2,61	1,553	0,033	---	---
Na <sub>2</sub> O	0,11	0,74	0,111	0,111	---	---



Autora



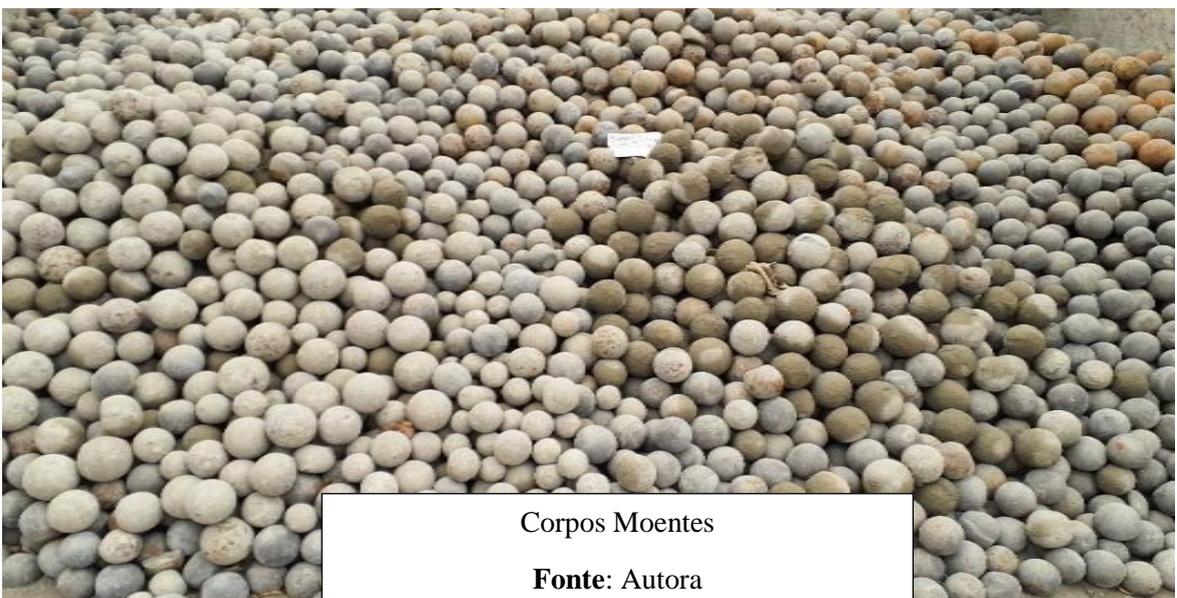
Correcção da Bancada

Fonte: Autora



Cintas/Correias Transportadora

Fonte: Autora



Corpos Moentes

Fonte: Autora



Mina da NC 1

**Fonte:** Autora



Moinho

**Fonte:** Autora



Tolda de Abastecimento

Fonte: Autora



Cimento

Fonte: Autora



Prensa Mecânica

Fonte: Autora

