



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

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

**DEIBLY ARAUJO LIRA**

**ESTUDO DO CICLO E PRODUÇÃO DE UMA DRAGA: estudo realizado na  
Marconcelos Mineração**

**Palmas – TO  
2015**

**DEIBLY ARAUJO LIRA**

**ESTUDO DO CICLO E PRODUÇÃO DE UMA DRAGA: estudo realizado na  
Marconcelos Mineração**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCCII)  
elaborado e apresentado como requisito parcial  
para obtenção do título de Engenheiro de Minas  
pelo Centro Universitário Luterano de Palmas  
(CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. M.Sc. Daniel Padilha Setti  
Co-Orientador: Prof. M.Sc. Joaquim José de  
Carvalho

**Palmas – TO  
2015**

**DEIBLY ARAUJO LIRA**

**ESTUDO DO CICLO E PRODUÇÃO DE UMA DRAGA: estudo realizado na  
Marconcelos Mineração**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Minas pelo Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Aprovada em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. M.Sc. Daniel Padilha Setti  
Centro Universitário Luterano de Palmas

---

Prof. M.Sc. Daniel dos Santos Costa  
Centro Universitário Luterano de Palmas

---

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

**Palmas – TO  
2015**

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes da minha vida: minha esposa Mayra e meu filho Davi, minhas inspirações para chegar até aqui.

Aos meus amados e queridos pais que sempre me deram amor, compreensão, amizade, aconchego, tranquilidade e incentivo, sem eles não teria forças suficientes para completar esse sonho.

Às pessoas que sempre estiveram ao meu lado, torcendo pelo meu sucesso, trazendo palavras de carinho, amizade e companheirismo, fazendo dessa jornada um caminho mais suave.

A toda minha família, que sempre acreditou em mim.

A todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para concretização desse grande e tão esperado sonho.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, pelo dom da vida, pela força, saúde, coragem e sabedoria, por seu amor incondicional que me fez chegar até este momento tendo motivos apenas para agradecê-lo.

Aos meus amados pais **Manoel** e **Joana**, motivo de todos os meus esforços, pelo apoio, paciência, dedicação e amor incondicional nas horas que sempre precisei.

À minha querida esposa **Mayra**, pelo amor, cumplicidade e palavras de incentivo.

Aos meus irmãos, por toda colaboração.

A meus tios e tias e a minha Avó que sempre me ajudaram.

A família da minha esposa, que nestes últimos anos foi parte desta história.

Aos meus amigos e irmãos da IPB 603 Norte, pelo carinho de sempre.

Aos meus amigos do curso, que durante essa jornada me ajudaram e compartilharam seus sonhos comigo.

Ao meu orientador, professor Daniel Padilha Setti, pelos conhecimentos transmitidos e suporte durante todo esse trabalho, por sempre abraçar as causas dos alunos ajudando da melhor forma possível.

Ao professor Joaquim José de Carvalho pelo apoio e suporte na realização deste trabalho.

A todos os professores do curso de Engenharia de Minas, do CEULP/ULBRA, pela formação e ajuda constante na concretização dessa etapa tão importante em minha vida.

A empresa Marconcelos Mineração, na pessoa do amigo Marco Aurélio pela disponibilização dos dados que auxiliaram nos resultados desse estudo e de todo apoio para que ele se concretizasse.

Enfim, a todos que contribuíram para a realização desse projeto que, por conseguinte participaram de mais essa vitória em minha vida.

*“E Ele (Deus) ti deu as mais loucas pra confundir as mais sábias, e ti deixou as mais fracas pra ti livrar da tua força, e Ele escolheu bem as que não são pra ti lembrar que você não é, e que não precisa ser o que não precisa.”*

*(Banda Resgate)*

## RESUMO

LIRA, Deibly Araújo. **DIMENSIONAMENTO DE TEMPO CICLO E PRODUÇÃO DE UMA DRAGA: estudo realizado na Marconcelos Mineração**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Curso de Engenharia de Minas, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas, 2015.

O termo dragagem é amplamente empregado para qualquer tipo de mineração ou obra em que o material é retirado em um leito d'água, incluindo tanto máquinas que operam por simples escavação mecânica, quanto as que utilizam a força da água. Independente do tipo, todas são aplicadas para retirada das camadas dos sedimentos arenosos submersos no fundo dos rios, lagoas, represas, etc. Na sua maioria as dragas são utilizadas na mineração para extração de agregados para construção civil, como areia e cascalho, que estão depositados nos leitos dos rios, sendo este um dos métodos mais utilizados atualmente para lagos com grande extensão como é o caso do Lago da UHE de Lajeado. Com a grande demanda das empresas desse setor, as preocupações com rotinas bem definidas e equipamentos operando de forma eficiente a determinação dos tempos de ciclo e da produção total, são parâmetros que ajudam as organizações a pensar nas formas de se produzir melhor, diminuindo as falhas, o tempo ocioso de equipamentos e funcionários e de obter um cálculo preciso da sua produção total. O presente estudo foi realizado através do acompanhamento das atividades e da rotina da empresa Marconcelos Mineração, com foco na embarcação de dragagem, realizando tomadas de tempo para as etapas realizadas pela embarcação durante a sua rota de dragagem, e com cálculos da capacidade de carga da mesma. A partir dos cálculos realizados observou-se um desconhecimento do tempo de ciclo da embarcação bem como a produção total da empresa. Desta forma foram traçadas estratégias de melhorias que serão capazes de melhorar o processo produtivo e aumentar a produção da empresa.

**Palavras-chave:** Dragagem; Agregados para construção civil; Tempo de ciclo e produção.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas

**CV** – Cavalo Vapor

**NBR** – Norma Brasileira Regulamentadora

**NR** – Norma Regulamentadora

**UHE** – Usina Hidrelétrica

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01:</b> Ilustração da embarcação Vasconcelos I .....	16
<b>Figura 02:</b> Embarcação Vasconcelos I .....	17
<b>Figura 03:</b> Motor SCANIA 420 CV. ....	17
<b>Figura 04:</b> Compartimentos de matéria I .....	18
<b>Figura 05:</b> Fluxograma de produção da Marconcelos Mineração.....	19
<b>Figura 06:</b> Tubulação de saída de material .....	20
<b>Figura 07:</b> Engate da tubulação de alimentação da peneira vibratória.....	21
<b>Figura 08:</b> Tubulação de alimentação da peneira vibratória .....	21
<b>Figura 09:</b> Peneira vibratória .....	22
<b>Figura 10:</b> a) seixo rolado nº1 b)seixo rolado nº 2.....	22
<b>Figura 11:</b> caixa de areia .....	23
<b>Figura 12:</b> Compartimento de material .....	30

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01:</b> Amostragem de tempos .....	29
--	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Agregados para construção civil.....</b>	<b>13</b>
2.1.1 Areia .....	13
2.1.2 Cascalhos .....	14
<b>2.2 Métodos de extração.....</b>	<b>14</b>
2.2.1 Desmonte Hidráulico.....	14
2.2.2 Desmonte Mecânico .....	15
2.2.3 Dragagem .....	15
2.2.3.1 <i>Dragagem na Marconcelos Mineração</i> .....	16
<b>2.3 Tempo de ciclo .....</b>	<b>23</b>
2.3.1 Tempo de ciclo mínimo.....	24
2.3.2 Tempo de ciclo efetivo .....	24
2.3.3 Produção de um equipamento .....	25
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1 Determinação do ciclo da embarcação .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2 Determinação da capacidade do compartimento de material.....</b>	<b>28</b>
<b>3.3 Determinação da produção total de areia e cascalho.....</b>	<b>28</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>29</b>
4.1 Tempo de ciclo da embarcação .....	29
4.2 Capacidade do compartimento de material .....	30
4.3 Produção de areia e cascalho.....	32
4.4 Implantação de viagem noturna .....	34
<b>5 ESTUDOS FUTUROS.....</b>	<b>36</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>37</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A determinação dos tempos de ciclo e da produção total, são parâmetros que ajudam as organizações a pensar nas formas de se produzir melhor, diminuindo as falhas, o tempo ocioso de equipamentos e funcionários, bem como aprimorar as suas rotinas de produção.

Na extração de agregados para construção civil, essas preocupações não faziam parte do cotidiano das empresas, mas estas começaram a rever seus conceitos e buscar formas de não apenas elevarem a sua produção mas também melhorarem constantemente os seus processos, e obtendo um controle eficiente sobre as operações realizadas.

Este trabalho tem como objetivo mostrar o quanto a definição do tempo de ciclo de uma embarcação de dragagem bem como a sua produção podem influenciar de forma positiva na operação de uma empresa e trazer consideráveis melhorias.

Neste contexto, a Marconcelos Mineração que trabalha com dragagem de areia e cascalho no leito do Lago da Usina Hidrelétrica de Lajeado foi alvo deste estudo, visando determinar o tempo de ciclo e a produção da sua embarcação de dragagem.

O estudo foi realizado através do acompanhamento das atividades e da rotina da empresa, com foco na embarcação de dragagem, realizando tomadas de tempo para as etapas realizadas pela embarcação durante a sua rota de dragagem, e com cálculos da capacidade de carga da mesma.

Com base nos dados obtidos, e nas observações realizadas durante a realização deste estudo foi possível traçar estratégias e propostas para melhorias no processo produtivo da empresa, bem como o aumento da produção total e um maior controle sobre a rotina da embarcação.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Agregados para construção civil

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2005) os agregados são caracterizados como materiais sem forma ou volume definidos, geralmente inertes, de dimensões e propriedades adequadas para a produção de argamassas e concretos.

Agregados é materiais rochosos utilizados na construção civil na forma granular, podendo se apresentar em forma de placas e são denominadas rochas ornamentais ou pedras de revestimento. Os materiais naturais utilizados como agregados na construção civil são rochas consolidadas e sedimentos como areias e cascalhos. Para atingir as especificações de granulometria necessária as rochas passam processos de britagem e moagem (LUZ & LUIZ, 2012).

Segundo LUZ & LUIZ (2012), os agregados tem um vasto campo de aplicações na indústria de construção civil como agregados para concreto e argamassa de cimento Portland (uso com finalidade estrutural e uso sem finalidade estrutural), agregados para concreto asfáltico, lastro de ferrovia, aterros, tratamentos superficiais em pavimentos, drenagem e filtros, proteção e contenção de taludes, controle de erosão e componente de argamassa para alvenaria e revestimento.

#### 2.1.1 Areia

A Areia é um sedimento clástico gerado por processos de fragmentação de rocha, é constituída basicamente por partículas de quartzo, podendo conter também minerais secundários como: feldspato, mica, magnetita, ilmenita, zircão, mônazita, cassiterita, entre outros (BRASIL, 2009).

A areia é um bem mineral que tem idade indefinida, levando em consideração que as rochas ígneas das quais a areia é originária são formadas sob uma enorme pressão e grande profundidade onde foram convertidas em granito. A areia é proveniente da desintegração mecânica das rochas que emergiram, através do efeito dos ventos, da água, das geadas, da vegetação entre outros, que provocam nas rochas erosão e desgaste ao longo do tempo, transformando-as em pedregulhos e areias, solos de partículas grossas, siltes partículas intermediárias e por último, as argilas, que são as partículas finas e formadas normalmente, pela decomposição química (MINEROPAR, 2006).

Segundo a NBR 7225 a areia deve ter granulometria inferior a 2,0 mm e superior a 0,075 mm, podendo dessa forma ser classificada como areia grossa (granulometria de 2 a 1,2 mm), areia média (granulometria de 1,2 a 0,42 mm) e areia fina (granulometria de 0,42 a 0,075 mm).

A areia tem uma vasta utilização, sendo o mais comum o uso como agregados para construção civil, mas também utilizada como moldes de fundição, nas indústrias de transformação (vidros, abrasivos, química, cerâmica, siderurgia, filtros, jateamento, defensivos agrícolas, ferro-ligas, cimento, refratários), tratamento de águas e esgotos, além de minério portador de minerais de interesse econômico, como: monazita (cério e terras-raras), ilmenita (titânio), ouro, cassiterita entre outros minerais (BRASIL, 2009).

### 2.1.2 Cascalhos

Denomina-se cascalho ao depósito, nível ou acumulação natural de fragmentos inconsolidados de rochas ou minerais mais grossos do que areia, principalmente com tamanho de seixo. Também é chamado de cascalho o material rochoso desagregado resultante da alteração de rochas ígneas, principalmente basaltos e diabásios (MINEROPAR, 2006).

Os cascalhos podem ser de dois tipos distintos: material arenoso, com granulometria superior a 2,0 mm (areia grossa) e inferior a 256 mm, geralmente obtido como um subproduto da extração de areias, e material rochoso desagregado, resultante da alteração e fragmentação natural de rochas ígneas (granito, gnaisse, basaltos, etc.) (BRASIL, 2009).

## 2.2 Métodos de extração

Os métodos de extração da areia e do cascalho são vários e podem variar em função das suas formas de ocorrência, das características intrínsecas da jazida e também da região. Os métodos mais comuns são: dragagem, desmonte hidráulico e desmonte mecânico (BRASIL, 2009).

### 2.2.1 Desmonte Hidráulico

Segundo BRASIL (2009) o desmonte hidráulico é um método simples e normalmente é realizado em cavas secas e em mantos de alteração de maciços rochosos. Neste método, o desmonte do minério é realizado pela ação de um jato de

água sob pressão. O método consiste basicamente no direcionamento de um jato de água de alta pressão sobre a base do talude. Dessa forma, o material desmorona de forma controlada, sendo carregado em forma de polpa, com o auxílio da gravidade. Em alguns casos, são usadas canaletas para auxiliar no direcionamento do transporte do material.

### 2.2.2 Desmonte Mecânico

O desmonte mecânico é realizado em depósitos homogêneos e de grande extensão horizontal. O método trata-se de escavação mecânica direta do minério, por equipamentos de escavação e carregamento em caminhões basculantes que fazem o transporte do material (BRASIL, 2009).

### 2.2.3 Dragagem

O método de drenagem é um sistema de bombeamento muito simples que realiza a sucção do material que está depositado no leito dos rios ou lagos. Existem varias variações deste método, que são aprimoradas e utilizadas conforme a necessidade. Cada método tem suas particularidades que devem ser observadas para a melhor utilização (BRASIL, 2009).

Em cavas alagadas o método mais utilizado é o de draga fixa, onde um motor sustentado por flutuadores fica na cava bombeando o material diretamente para o beneficiamento (COMPTON'S ENCYCLOPEDIA, 1998).

Um dos métodos muito utilizados em leitos de rios é o de draga móvel fixada por cabos. Neste método a embarcação fica no leito do rio, sustentada por flutuadores, onde realiza a sucção do material e o bombeia diretamente para beneficiamento, se difere do método em cavas por que esta pode se movimentar no leito do rio conforme a necessidade (COMPTON'S ENCYCLOPEDIA, 1998).

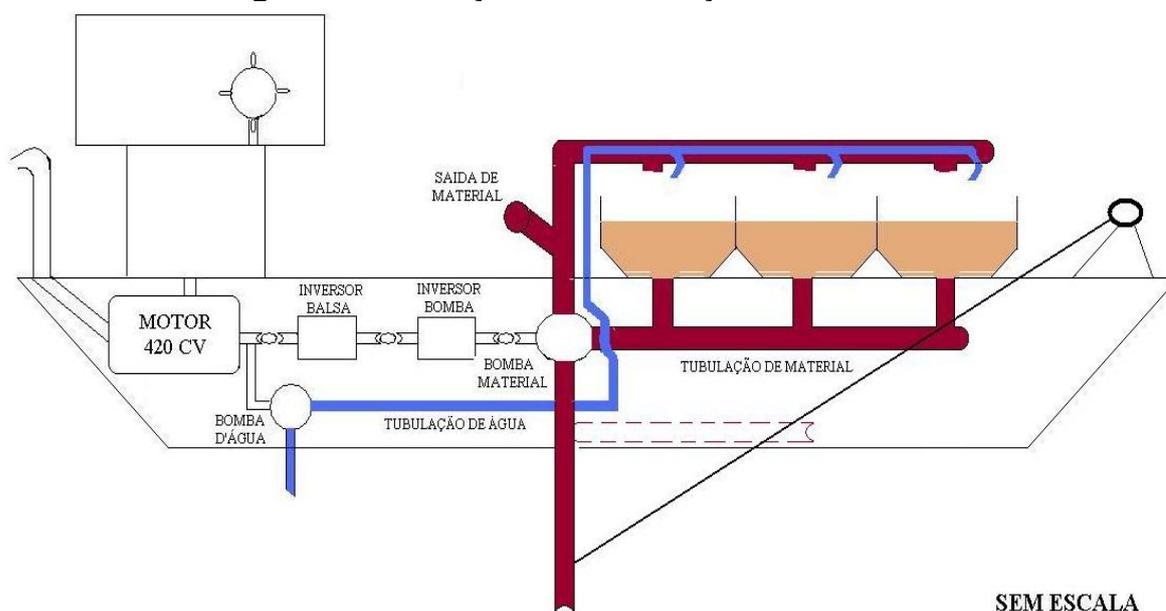
O método que é mais utilizado em grandes lagos, consiste em uma embarcação composta por um motor que realiza a sucção do material e o deposita em compartimentos da própria embarcação, este mesmo motor ao chegar ao porto de descarga bombeia o material para o beneficiamento. Esse método apresenta uma grande versatilidade, pois a draga pode se movimentar em áreas diferentes, sendo de grande utilidade em locais onde o depósito possui uma ampla distribuição ao longo de um rio ou lago. A sucção é realizada por meio de uma tubulação que fica em contato com a superfície do leito (COMPTON'S ENCYCLOPEDIA, 1998).

### 2.2.3.1 Dragagem na Marconcelos Mineração

A Marconcelos Mineração realiza a dragagem do bem mineral no leito do antigo Rio Tocantins, onde hoje se encontra o Lago da UHE de Lajeado. A empresa conta com dois locais de dragagem sendo os 2 localizados a aproximadamente oito quilômetros do porto de descarga da empresa.

Segue abaixo (figura 01) a representação da embarcação da Marconcelos Mineração.

**Figura 01:** Ilustração da embarcação Vasconcelos I



Fonte: Autoria própria (2015)

A figura 01 apresenta uma visão lateral da embarcação Vasconcelos I e de como estão distribuídos cada componente da embarcação, os principais componentes são: motor, inversores, bomba de material e de água e as tubulações de água e de material. Cada componente da embarcação será apresentado e explicado a seguir:

- **A embarcação:** a figura 02 apresenta a embarcação Vasconcelos I em funcionamento no Lago da UHE de Lajeado onde é realizada a dragagem do bem mineral:

**Figura 02:** Embarcação Vasconcelos I



Fonte: Marconcelos Mineração

A embarcação possui aproximadamente 47 metros de comprimento e 8 metros de largura, totalizando uma área de 376 m<sup>2</sup> onde estão dispostos o compartimento de material que apresenta uma área de 108 m<sup>2</sup>, motor, bombas de material e água, cabine de controle e demais componentes da embarcação.

- **Motor:** o motor da Vasconcelos I é da marca SCANIA e tem potência de 420 CV e apresenta um consumo de aproximadamente 20 litros de óleo diesel por hora. O motor da Vasconcelos I e apresentado na figura 03:

**Figura 03:** Motor SCANIA 420 CV.



Fonte: Aatoria própria (2015)

O motor é a parte principal da embarcação, pois é o responsável por todos os trabalhos no processo de dragagem: realiza a movimentação da embarcação, aciona a bomba de sucção e bombeamento de material e também a bomba de água para gerar a polpa de material e pelo bombeamento do material até a peneira vibratória.

- **Bomba de material:** é uma bomba de 12" (doze polegadas) e é um componente muito importante e crucial no processo de dragagem. A bomba de material é acionada pelo motor, ela é responsável pela realização da sucção do material, enviando este para os compartimentos da embarcação, e no momento de descarregar os compartimentos é esta mesma bomba que bombeia o material até o beneficiamento.

- **Bomba de água:** é uma bomba de 6" (seis polegadas) acionada pelo motor principal, é responsável por bombear água para os compartimentos de material, gerando assim a polpa que será bombeada para o beneficiamento.

- **Inversores:** A embarcação é composta por dois inversores, m dos inversores inverte o sentido de movimentação da embarcação, fazendo com que ela se movimente para frente e para traz. O outro inversor é da bomba de material, este inverte o sentido de funcionamento da bomba, para que ele faça sucção de material e depois para que faça o bombeamento do mesmo.

- **Compartimentos de material:** Na figura 04 podemos observar o compartimento de material da embarcação Vasconcelos I.

**Figura 04:** Compartimentos de matéria I

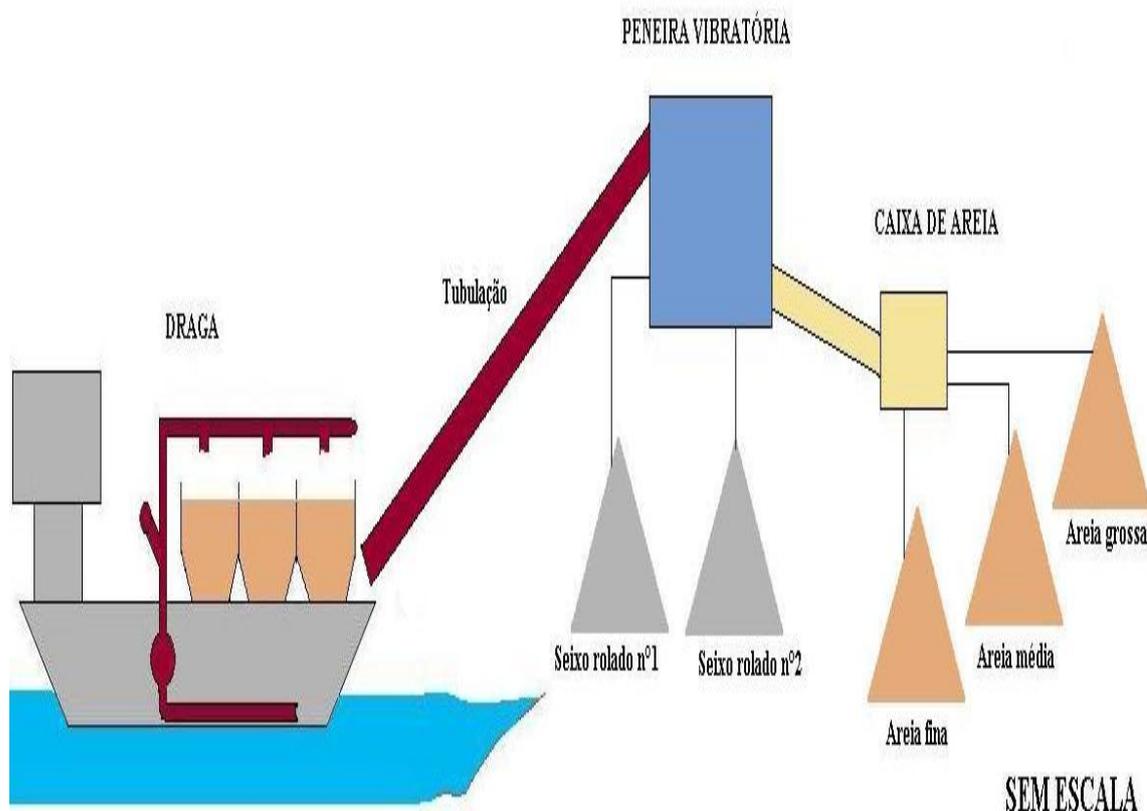


Fonte: Autoria própria (2015)

O compartimento de material da embarcação possui 18 metros de comprimento por 6 metros de largura, e uma profundidade de 3,5 metros, o compartimento é dividido em três recipientes.

A descarga do material é feita através da tubulação de saída do material que é conectada a tubulação que levará o material até uma peneira vibratória de três decks. Na peneira é feita a seleção do material que é composto de areia e seixo, separando assim um seixo mais grosso (seixo rolado nº 1/2) que posteriormente será levado para o britador da empresa e o seixo rolado nº 0 que é comercializado sem beneficiamento posterior. O restante do material passante vai para a caixa de areia onde será separada a areia grossa, o que passa na caixa de areia será separado por gravidade, ou seja, a areia média que tem os grãos maiores e mais pesados que da areia fina são depositados próximo a saída da caixa de areia, e os grãos de areia fina vão sendo levados pela água e são depositados um pouco mais a frente. A figura 05 traz uma ilustração do processo de beneficiamento de areia e cascalho na Marconcelos Mineração.

**Figura 05:** Fluxograma de produção da Marconcelos Mineração



Fonte: Autoria própria (2015)

A figura 05 apresenta como é realizado o processo de beneficiamento do material dragado, apresentando como é feita a separação e distribuição dos materiais produzidos. Para melhor entendimento e visualização segue abaixo as imagens de algumas partes do processo de beneficiamento da areia na Marconcelos Mineração.

A figura 06 representa a tubulação de saída do material, mostrando a junção das tubulações de saída e de sucção de material.

**Figura 06:** Tubulação de saída de material



Fonte: Autoria própria (2015)

Na figura 06 podemos visualizar a tubulação que sai da bomba de material, essa tubulação no momento da sucção leva o material até os compartimentos, e no momento de descarga conduz o material até a peneira.

A figura 07 mostra o porto da empresa, que é o local onde a embarcação é atracada no momento de descarga da mesma.

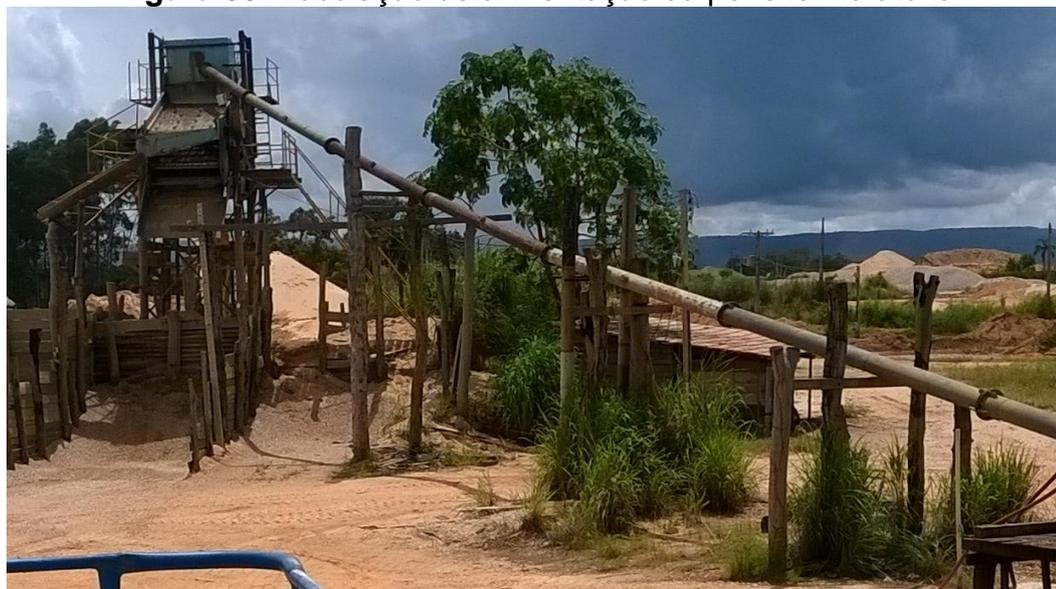
**Figura 07:** Engate da tubulação de alimentação da peneira vibratória



Fonte: Aatoria própria (2015)

A conexão da tubulação da embarcação com a tubulação de alimentação da peneira é feita através de um engate “rápido” que é feito de forma simples para facilitar e agilizar a conexão. A tubulação que leva o material até a peneira é apresentado na figura 08.

**Figura 08:** Tubulação de alimentação da peneira vibratória



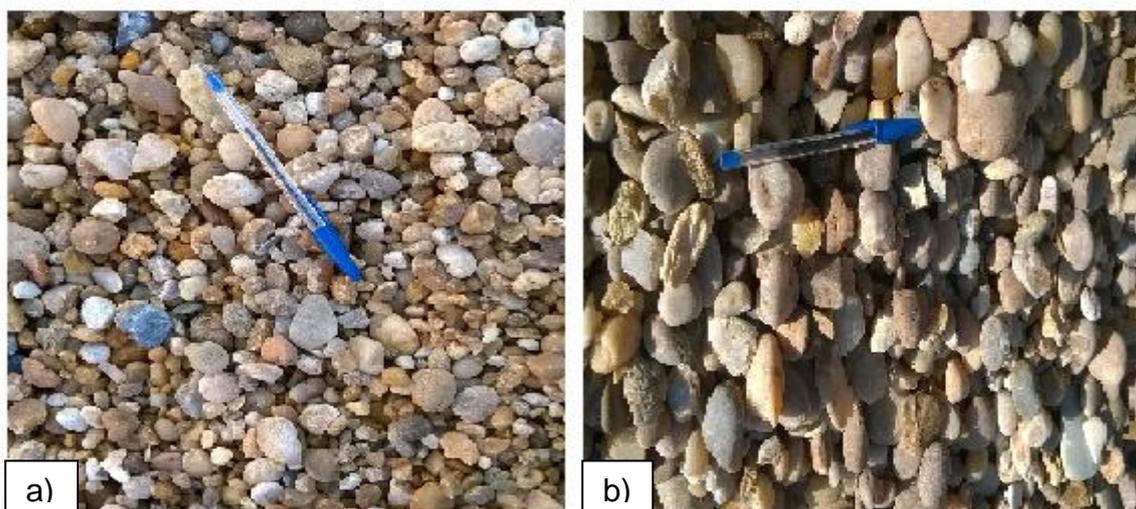
Fonte: Aatoria própria (2015)

A figura 08 mostra como é feita a alimentação da peneira vibratória, mostrando a tubulação que sai da embarcação e leva o material até a peneira vibratória, que é apresentada na figura 09.

**Figura 09:** Peneira vibratória

Fonte: Autoria própria (2015)

A peneira vibratória da Marconcelos Mineração possui 2 decks, no qual é feita a seleção do material dragado no Lago da UHE Luis Eduardo Magalhães, separando o seixo rolado nº1 (figura 10a), seixo rolado nº 2/3 (figura 10 b), e o passante é encaminhado para a caixa de areia (figura 11).

**Figura 10:** a) seixo rolado nº1 b)seixo rolado nº 2

Fonte: Autoria própria (2015)

O material passante da peneira vibratória segue para a caixa de areia, onde é feito a retirada da argila e de impurezas, e feito a separação da areia fina, areia média e areia grossa.

**Figura 11:** Caixa de areia



Fonte: Aatoria própria (2015)

O material que sai da caixa é composto por muita água, e após sedimentar é transportado até a pilha pulmão, onde fica armazenado, para posteriormente ser comercializado.

### **2.3 Tempo de ciclo**

Na mineração quando se executa qualquer tipo de serviço usando equipamentos podemos observar as operações básicas, que são atividades que ocorrem em sequência ou, às vezes com simultaneidade. Estas operações são:

**Dragagem:** é o processo de retirada do material que está depositado no leito dos rios e seu envio até o compartimento de carga, são atividades que ocorrem simultaneamente.

**Transporte:** O transporte é, por conseguinte a movimentação do material para outro ponto, ou seja, após a dragagem o material é armazenado no compartimento de cargas da embarcação e transportado até o local de descarga.

**Descarga:** a descarga nada mais é que a deposição do material no local desejado, dessa forma em uma embarcação de dragagem comumente o material é bombeado em forma de polpa do compartimento de carga para um beneficiamento ou silo de estocagem (RICARDO & CATALANI, 1990).

Segundo RICARDO & CATALANI (1990), essas operações se repetem através do tempo, tornando-se dessa forma em um trabalho cíclico, e o seu conjunto

determina-se ciclo de operação. Ciclo é o conjunto das operações que um equipamento executa num certo espaço de tempo, voltando, em seguida, para a posição inicial para recomeçar. Tempo de ciclo é o intervalo decorrido entre duas passagens consecutivas da maquina por qualquer ponto do ciclo. Quando se observa as operações que constituem o ciclo compreende-se que este pode ser decomposto numa sequencia de movimentos elementares repetidos através dos ciclos consecutivos.

Para cada movimento elementar existe um tempo elementar, que podem ser observados e medidos em um contexto geral de todos os ciclos. Quando se observa esse contexto, consegue-se verificar que muitos desses tempos se mantêm mais ou menos constantes para um determinado tipo de equipamento (tempos fixos), já outros tempos são variáveis, pois dependem de fatores como a distância percorrida (tempos variáveis). Entre os tempos fixos podemos destacar os tempos de carga, descarga e manobra. E entre os tempos variáveis podemos citar os tempos de transporte carregado ou vazio (RICARDO & CATALANI, 1990).

### 2.3.1 Tempo de ciclo mínimo

RICARDO & CATALANI (1990) definem tempo de ciclo mínimo, sendo a somatória de todos os tempos elementares, de que resulte o menor tempo de ciclo para que a ação possa ser executada.

Dessa forma podemos calculá-lo através da seguinte fórmula:

$$t_{cmin} = \sum t_f + \sum t_v$$

Onde:

$t_{cmin}$ : tempo de ciclo mínimo;

$\sum t_f$ : somatório dos tempos fixos;

$\sum t_v$ : somatório dos tempos variáveis.

### 2.3.2 Tempo de ciclo efetivo

É o tempo gasto realmente pelo equipamento para executar um ciclo de operação, onde é adicionado os tempos de paradas que ocorrem durante a realização dos ciclos. Este tempo pode ser calculado através das seguintes fórmulas (RICARDO & CATALANI, 1990):

$$t_{cef} = \sum t_f + \sum t_v + \sum t_p \quad \text{ou}$$

$$t_{cef} = t_{cmin} + \sum t_p$$

Onde:

$t_{cef}$ : tempo de ciclo efetivo;

$\sum t_p$ : somatório dos tempos de parada;

$t_{cmin}$ : tempo de ciclo mínimo;

$\sum t_f$ : somatório dos tempos fixos;

$\sum t_v$ : somatório dos tempos variáveis.

### 2.3.3 Produção de um equipamento

Para RICARDO & CATALANI (1990) produção de um equipamento é o volume dragado, transportado e descarregado na unidade de tempo, e pode ser representado pela letra Q, a produção pode ser representada pelo produto do volume na caçamba (C) pelo número de ciclos (f) realizados na unidade de tempo.

$$Q = C \cdot f$$

Com a frequência sendo o inverso do período, ou seja, o tempo de ciclo ( $t_c$ ) vamos ter a seguinte fórmula:

$$f = \frac{1}{t_c}$$

então:

$$Q = C \cdot \frac{1}{t_c}$$

Dessa forma a produção máxima ( $Q_{max}$ ) ou teórica seria:

$$Q_{max} = C_{max} \frac{1}{t_{cmin}}$$

E a produção efetiva seria:

$$Q_{ef} = C_{max} \frac{1}{t_{cef}}$$

Onde:

$Q_{ef}$ : produção efetiva;

$C_{max}$ : carga máxima da caçamba;

$t_{cef}$ : tempo de ciclo específico;

Sabe-se que quanto menos tempo levamos para executar uma operação ou conjunto de operações, menor será quantidade de mão-de-obra, energia, ou até mesmo material necessários para a produção, além de ter um aumento considerável de produção. Sendo assim, a partir dos cálculos da produção efetiva será possível realizar o cálculo da produção diária, semanal mensal e anual da embarcação, levando em consideração o tempo de funcionamento diário da mesma (MACHADO, 2012).

### **3 METODOLOGIA**

O presente projeto de pesquisa foi realizado durante o segundo semestre do ano de 2015, buscando junto a Marconcelos Mineração o máximo de informações necessárias para a sua realização. Diante das informações e do conhecimento das atividades da empresa pode-se delimitar um tema e a partir dele realizar o trabalho.

Localizada na região norte de Palmas – TO, Gleba III, Loteamento Portos de Areia, Lote 01, com acesso pela entrada do Residencial Polinésia, na altura da quadra 409 norte. A Marconcelos Mineração foi fundada no ano de 1991. É uma empresa de médio porte, que atua no segmento de extração de areia e agregados, produzindo e comercializando Areia fina, media e grossa, brita 0, brita 1, Pó de brita e seixo rolado. A maior parte da produção da empresa é para atender o principal consumidor, a Bloco Engenharia Ltda., e para atender ao mercado consumidor do ramo da construção civil de Palmas e arredores.

Com base nas referências bibliográficas pesquisadas para realização deste projeto foi traçado um plano de trabalho para a coleta dos dados necessários para calcular o tempo de ciclo da embarcação, o volume do compartimento de material e a produção total de areia e cascalho.

#### **3.1 Determinação do ciclo da embarcação**

Após o acompanhamento das atividades da empresa pode-se definir o ciclo a partir do momento que a embarcação sai do porto em direção ao local de dragagem do material, e encerrando-se no momento que a embarcação realiza manobra e fica novamente pronta para iniciar uma nova viagem.

Com o ciclo definido, definiu-se como sendo os tempos fixos os tempos de carregamento, descarga e manobra da embarcação. E os tempos variáveis sendo os tempos de transporte carregado e vazio.

A amostragem contém quatro repetições de tempo que foram observadas e anotadas durante a realização da dragagem no leito do lago da UHE de lajeado, as repetições são apresentadas em forma de tabela, e através destes valores e do devido tratamento destes dados foi possível obter informações relevantes ao processo de dragagem bem como definir estratégias para melhoramento da produção.

### **3.2 Determinação da capacidade do compartimento de material**

Para dimensionar a capacidade do compartimento de material da embarcação foram realizadas as medidas das dimensões do compartimento e em seguida realizado os cálculos necessários para se obter o volume total do mesmo. Como o compartimento de material possui 3 recipientes de mesmo tamanho e forma as medidas foram realizadas em apenas um dos recipientes, e desta forma sendo observado a soma dos três recipientes na determinação do volume.

### **3.3 Determinação da produção total de areia e cascalho**

Após determinar o tempo de ciclo da embarcação e a capacidade do compartimento de material foi possível dimensionar a produção total de areia e cascalho da Marconcelos Mineração. Para realizar estes cálculos foi necessária a limpeza da saída de cascalho da peneira e de areia na caixa de areia, e após uma dragagem foi realizada uma cubagem do material produzido, desta forma foi possível dimensionar a produção de cascalho e de areia em cada viagem.

Com a produção total por viagem definida, partiu-se então para a determinação da produção mensal da empresa, que foi realizada a partir da carga horária da empresa, que trabalha com horários especiais no tocante a embarcação, pois esta inicia suas atividades as 05:00 horas da manhã e finaliza as 17:00 horas, durante 6 dias na semana.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Tempo de ciclo da embarcação

Após o acompanhamento das atividades da embarcação os tempos gastos por ela para realização de cada atividade foram anotados e dispostos na tabela 01 para melhor visualização:

**Tabela 01:** Amostragem de tempos

AMOSTRAGEM				
VARIÁVEIS	TEMPO, (horas)			
	R1	R2	R3	R4
Carregamento	1,585	1,561	1,599	1,579
Manobra	0,179	0,163	0,177	0,170
Descarga	1,537	1,522	1,553	1,535
Deslocamento vazio	0,578	0,566	0,573	0,584
Deslocamento carregado	0,619	0,624	0,630	0,635
Paradas	0,097	0,087	0,109	0,094

Fonte: Autoria própria (2015)

Com base nos dados da tabela 01 podemos calcular a média das repetições e definir os tempos de carregamento, manobra, descarga, deslocamento vazio e deslocamento carregado para realizar o cálculo do tempo de ciclo mínimo.

O tempo de ciclo mínimo é definido pelo somatório dos tempos fixos e dos tempos variáveis, que foram definidos anteriormente, dessa forma temos os tempos de ciclo fixos sendo o tempo de carregamento, manobra e descarga, e os tempos variáveis sendo o tempo de deslocamento vazio e carregado.

Desta forma o tempo de ciclo mínimo será:

$$t_{\text{cmin}} = \sum t_f + \sum t_v$$

$$t_{\text{cmin}} = 3,290 + 1,202$$

$$t_{\text{cmin}} = \mathbf{4,493 \text{ horas}}$$

Com o tempo de ciclo definido podemos então calcular o tempo de ciclo efetivo, que é o tempo de ciclo mínimo somado com o tempo de paradas durante a realização do ciclo.

$$t_{\text{cef}} = t_{\text{cmin}} + \sum t_p$$

$$t_{\text{cef}} = 4,493 + 0,097$$

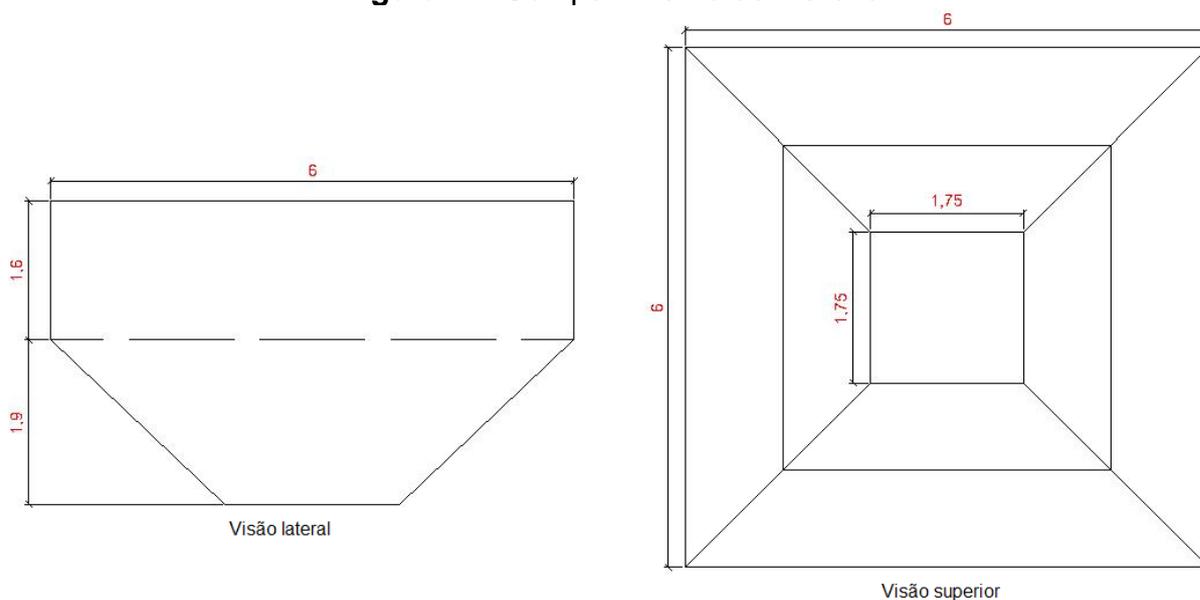
$$t_{\text{cef}} = \mathbf{4,589 \text{ horas}}$$

O tempo de ciclo efetivo é o tempo real que a embarcação gasta para realizar todas as suas atividades, desta forma, podemos perceber que é uma operação que demanda bastante tempo, o que reflete na quantidade de viagens realizadas em um dia de trabalho.

## 4.2 Capacidade do compartimento de material

Para realização do cálculo da produção máxima da embarcação é necessário conhecer a capacidade do compartimento de cargas da mesma desta forma foram realizadas medidas no compartimento. O compartimento de material da embarcação apresenta uma figura geométrica indefinida, mas dividindo em duas partes observa-se a forma de um troco de pirâmide e de um cubo, e com base nas medidas realizadas no compartimento e observadas na figura 12 podemos visualizar suas dimensões e dessa forma realizar o cálculo do volume deste compartimento.

**Figura 12:** Compartimento de material



Fonte: Autoria própria (2015)

Como observado na figura 12 observa-se que as medidas são irregulares o que dificulta os cálculos do volume total do compartimento de material, sendo assim será necessário utilizar a seguinte fórmula para determinar o volume do tronco de pirâmide:

$$V = \frac{h}{3} \times (A + \sqrt{A \times a} + a)$$

Onde:

V : Volume;

A : Área do retângulo superior (maior);

a : Área do retângulo inferior (menor);

h : Altura.

Utilizando esta fórmula temos então o volume do tronco de pirâmide:

$$V = \frac{1,9}{3} \times ( 36 + \sqrt{36 \times 3,06} + 3,06 )$$

$$\mathbf{V = 31,385 \text{ m}^3}$$

Com o volume do tronco da pirâmide definido é necessário calcular o volume do cubo cuja fórmula é simples, basta multiplicar o comprimento de um dos lados pela altura, esta fórmula é apresentada a seguir:

$$V = A \times h$$

Onde:

V : Volume;

A: área da base;

h : Altura.

A partir desta fórmula pode-se definir então o volume do cubo:

$$V = 36 \times 1,6$$

$$\mathbf{V = 57.6 \text{ m}^3}$$

Fazendo a soma dos volumes das duas partes do compartimento de material obtem-se o volume total de cada recipiente:

$$V_r = V_p + V_c$$

Onde:

V<sub>r</sub>: Volume do recipiente;

V<sub>p</sub>: Volume do tronco de pirâmide;

V<sub>c</sub>: Volume do cubo.

O volume de cada recipiente então será:

$$V_r = 31,385 + 57,6$$

$$V_r = 88,985 \text{ m}^3$$

O compartimento de material da Vasconcelos I possui 3 recipientes de mesma forma e tamanho, então para se obter a capacidade total da embarcação basta multiplicar o volume de um recipiente por 3. O volume total do compartimento de material então será:

$$V_T = 88,985 \times 3$$

$$V_T = 266,955 \text{ m}^3$$

#### 4.3 Produção de areia e cascalho

Com os tempos de ciclo mínimo e efetivo calculados e a capacidade de carga do compartimento definido temos os parâmetros necessários para o cálculo da produção máxima e efetiva da embarcação:

$$Q_{\max} = C_{\max} \frac{1}{t_{\text{cmin}}}$$

$$Q_{\max} = 266,955 \frac{1}{4,493}$$

$$Q_{\max} = 59,415 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Após o cálculo da produção máxima podemos calcular a produção efetiva da embarcação:

$$Q_{\text{ef}} = C_{\max} \frac{1}{t_{\text{cef}}}$$

$$Q_{\max} = 266,955 \frac{1}{4,589}$$

$$Q_{\text{ef}} = 58,172 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Desta forma a produção por viagem será a produção efetiva multiplicada pelo tempo de ciclo efetivo:

$$Q_v = Q_{ef} \times t_{cef}$$
$$Q_v = (58,172) \times 4,589$$
$$Q_v = 266,951 \text{ m}^3$$

Para realização dos cálculos da quantidade de areia e cascalho produzido em cada viagem da embarcação, foi feita a limpeza da caixa de areia e das saídas de cascalho da peneira, e logo após o descarregamento do material, foi realizado a cubagem do material.

Após a cubagem do material observou-se então que existe uma porcentagem bem definida da quantidade de material que é produzido em cada viagem. Em uma viagem que a embarcação coletou 266,951 m<sup>3</sup> notou-se que aproximadamente 70% deste material é areia, ou seja, 186,77 m<sup>3</sup> e os outros 30%, 80,04 m<sup>3</sup> é cascalho.

É importante lembrar que esta porcentagem pode variar, pois estes valores dependem das características do depósito onde a dragagem é realizada e da necessidade da empresa por cada material.

Ao observarmos os cálculos realizados e os resultados obtidos, faz-se necessário analisá-los de forma que se entenda como estes podem ser aplicados de forma prática e eficiente na rotina da Marconcelos Mineração no tocante a embarcação Vasconcelos I.

Conforme observado nos cálculos, o tempo de ciclo da embarcação é bem definido, e com certas particularidades pertinentes a este tipo de extração de minérios. O tempo de ciclo é definido de forma a obter dados corretos e confiáveis para a elaboração deste trabalho, e como consequência, os tempos foram separados e realizados um correto tratamento dos dados obtidos.

O tempo de ciclo da embarcação apresenta um valor elevado, mas devemos considerar a distância do porto da empresa até o local de dragagem, sem deixar de citar as particularidades do local de dragagem, pois o material está disposto de forma irregular, o que ocasiona uma constante mudança de local, bem como o abaixamento e elevação da tubulação de sucção para que o material dragado seja de boa qualidade. Com base nestas informações, não se observam soluções imediatas para diminuição do tempo de ciclo da embarcação, pois a mesma já está trabalhando com sobrecarga e produzindo o máximo que sua capacidade permite.

Como observado nos cálculos realizados, a produção total por viagem é de aproximadamente 266,951 m<sup>3</sup>, desta forma a produção diária da embarcação que

realiza normalmente 3 viagens por dia daria uma produção de 800,853 m<sup>3</sup> de material. A rotina da embarcação só é interrompida nas segundas-feiras quando a mesma fica parada para manutenção preventiva, mas antes de parar para a manutenção que se inicia as 8:00 horas da manhã, a embarcação realiza uma viagem, desta forma a produção mensal chega em torno de 20.288,299 m<sup>3</sup>.

A partir dos cálculos realizados é possível perceber que a embarcação já esta trabalhando com sua capacidade máxima, e desta forma produzindo o máximo que seu compartimento de carga pode carregar por viagens.

Uma sugestão para aumentar a produção esta na diminuição do tempo de ciclo da embarcação, fazendo com que a mesma consiga realizar pelo menos mais uma viagem por dia, o que ocasionara um aumento considerável da produção da empresa.

Como a embarcação Vasconcelos I já está trabalhando com sua capacidade máxima a empresa já adquiriu uma nova embarcação, que entrara em funcionamento ainda no mês de outubro de 2015, desta forma a produção será duplicada, melhorando assim os lucros da empresa.

Com as duas embarcações funcionando a empresa necessitaria de um controle efetivo dos ciclos das embarcações, pois como conta apenas com uma tubulação de descarga no porto, as embarcações não podem chegar juntas para descarregar, pois desta forma causara em um gargalo, e que diminuirá a produção de uma das embarcações e conseqüentemente a produção.

#### **4.4 Implantação de viagem noturna**

A diminuição do tempo de ciclo da embarcação pode ser uma solução para a mesma realizar mais uma viagem diariamente, aumentando assim a produção total, mas por ser uma solução de difícil realização a implantação de uma viagem noturna pode ser uma solução viável.

A empresa trabalha com 2 equipes de dragagem, uma inicia as atividades as 4:00 horas da manhã e realiza 1 viagem, a segunda equipe assume as 9:00 horas e realiza 2 viagens. Assim a implantação de uma viagem noturna é bastante viável, e trará lucros.

Levando em consideração o tempo de ciclo da embarcação podemos definir os horários de trabalho de cada equipe, sendo necessário compreender que imprevistos podem acontecer e que a equipe pode não conseguir realizar as duas

viagens propostas. Com a equipe 1 iniciando as atividades as 4:00 horas da manhã, conseguiu realizar 2 viagens até as 14:00, horário que a segunda equipe então assumira, esta conseguiu realizar as 2 viagens até a 00:00 horas.

Com a implantação da viagem noturna a embarcação conseguiu realizar 5 viagens a mais por semana, isso levando em consideração o fato de que toda segunda feira a embarcação fica parada para manutenção, e que no domingo a empresa paga uma equipe terceirizada para realizar a dragagem.

Com a realização da viagem noturna a empresa terá que pagar adicional noturno a equipe, mas segundo a legislação trabalhista o adicional deve ser pago a partir das 22:00 horas, sendo assim a empresa deve arcar com apenas com 3 horas de adicional por dia 2 horas das 22:00 as 00:00 horas e mais 1 hora das 4:00 as 5:00 horas, isso durante os 5 dias da semana que a embarcação realizar as viagens noturnas, na segunda feira pagara apenas uma hora de adicional, para a equipe que inicia as 4:00 da manhã.

Observando essas peculiaridades a produção da empresa terá um aumento de 26,31%, passando a produzir aproximadamente 5.339,026 m<sup>3</sup> a mais do que produz atualmente, um aumento considerável da produção e que também trará um aumento no lucro da empresa.

## 5 ESTUDOS FUTUROS

Com a implantação da viagem noturna a empresa terá um aumento considerável em sua produção mensal. Com base neste dado a empresa pode então avaliar a necessidade e as vantagens e desvantagens de continuar pagando uma equipe terceirizada para realizar as atividades no domingo.

Outro ponto que pode ser estudado futuramente é a produção da empresa com a inserção da nova embarcação no processo produtivo, qual o aumento que a empresa terá, como será a logística para as duas embarcações trabalharem de forma a não provocarem gargalos na hora de realizar o descarregamento no porto da empresa.

A empresa pode a partir do momento que inserir a nova embarcação analisar também se é viável manter a embarcação Vasconcelos I que já tem um tempo maior de uso, trabalhando em sobrecarga como acontece atualmente, o que pode aumentar ainda mais com a realização da viagem noturna, ou seja, dividir a carga de trabalho entre as duas embarcações, mas buscando uma forma de manter a produção.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização desse trabalho podemos compreender a importância de um tempo de ciclo bem definido e do devido conhecimento total da produção de uma empresa no ramo de produção de areia e cascalho. No intuito de reduzir o tempo ocioso e conseqüentemente aumentar a produção, o conhecimento do tempo de ciclo de um equipamento surge como uma importante ferramenta.

Através dos estudos realizados e de um importante embasamento teórico podemos realizar com maior segurança uma pesquisa aprofundada do tempo de ciclo e da produção de uma empresa do setor de dragagem de areia e cascalho.

Ao acompanhar a rotina da Marconcelos Mineração e principalmente da embarcação Vasconcelos I observou-se um desconhecimento do tempo de ciclo da embarcação bem como a produção total da empresa. Com a realização deste trabalho foi possível realizar o cálculo do tempo de ciclo da embarcação e determinar a sua capacidade de carga e conseqüentemente a sua produção.

Com base nos cálculos efetuados ficou evidente que a embarcação esta trabalhando no limite da sua capacidade, produzindo basicamente o que sua capacidade de carga permite, sendo assim a empresa pode buscar melhorar o ciclo e conseqüentemente diminuir o seu tempo, a fim de conseguir realizar mais uma viagem por dia. Como a diminuição do ciclo trata-se de um uma melhoria muito difícil de ser alcançada a introdução de uma viagem noturna acaba sendo uma vantagem com retorno imediato e de baixo custo para a empresa que terá um aumento considerável de sua produção.

Assim sendo, se for de interesse da empresa, e seus gestores considerarem viáveis as estratégias apresentadas neste trabalho alguns benefícios poderão ser conquistados a curto e longo prazo, como: maior disponibilidade da embarcação e, conseqüentemente, aumento da produtividade e dos lucros da empresa.

## 7 REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7225**: Materiais de pedra e agregados naturais. Rio de Janeiro: 1993.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia do. **PRODUTO 22 AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL**: Relatório Técnico 31 Perfil de areia para construção civil. Brasília: J. Mendo Consultoria, 2009. 33 p.

COMPTON'S ENCYCLOPEDIA, news release, **Enciclopedia Britannica**, CD, 1998

LUZ, A. Benvindo; LUIZ, Salvador; **Manual de Agregados para Construção Civil**, 2º edição/ Ed. Adão Benvindo da Luz e Salvador Luiz M. Almeida, 2012.

MACHADO, Marcio C. **Gestão de Operações IV, módulo 2**. São Paulo: 2012.

MINEROPAR - **Atlas geomorfológico**, 2006. Disponível em: <http://www.mineropar.pr.gov.br>. Acesso em 15 de agosto de 2015.

RICARDO, H.S. e CATALANI, G. **Manual Prático de Escavação – Terraplanagem e Escavação de Rocha**, Editora Pini, São Paulo, 1990.