



Universidade Federal
de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

PABLO FABRÍCIO CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Campina Grande, Paraíba.
Dezembro de 2015

PABLO FABRÍCIO CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

*Relatório de Estágio integrado submetido à
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Campina Grande
como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Processamento da Energia

Orientador:

Professor Leimar de Oliveira, M. Sc.

Campina Grande, Paraíba.
Dezembro de 2015

PABLO FABRÍCIO CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

Relatório de Estágio integrado submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Processamento da Energia

Aprovado em / /

Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Leimar de Oliveira, M. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, aos meus pais, a minha família, a minha namorada, aos meus amigos e a todos que me incentivaram de alguma forma nesta caminhada.

*“Todas as vitórias ocultam uma
abdicação”.*

Simone de Beauvoir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pela minha vida e por me conceder a oportunidade e o suporte para cursar uma graduação.

Agradeço também a meus pais Saulo e Celina, por todo o esforço que tiveram para me proporcionar uma boa educação, que dentre todas as dificuldades sempre me proporcionaram o melhor estudo possível, e por serem prova viva que não há distância que separe uma família.

Agradeço aos meus irmãos Diego e Camila (*in memoriam*), pelos exemplos de determinação, aos meus familiares e amigos, pelo incentivo e pelos momentos de alegria e descontração que me proporcionaram. Também agradeço à minha namorada, Raisa, pelo carinho, companheirismo e compreensão em toda minha vida acadêmica.

Agradeço em especial ao professor Leimar de Oliveira pela orientação em todo o relatório; Elson Dantas e Luiz Albuquerque, pela excelente chance e pelo compartilhamento dos seus conhecimentos os quais foram de extrema importância para o aprendizado durante o estágio. E a toda equipe da Rocha Asfalto, desde os ajudantes até a parte administrativa.

Enfim, agradeço a todas as pessoas com as quais tive a oportunidade e o privilégio de conviver durante o estágio, que de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram para a construção do profissional que sou hoje.

RESUMO

O presente relatório visa apresentar a experiência de estágio do aluno Pablo Fabrício Cavalcanti de Albuquerque, realizado na empresa Rocha Asfalto – Indústria de Asfalto, Locação de equipamentos e Terraplenagem LTDA, localizada em Campina Grande, Paraíba. O estágio foi realizado no período entre junho e dezembro de 2015, teve como objetivo acompanhar o processo produtivo de um britador, manutenção e operação do mesmo e máquinas de escavação, a construção de uma subestação abrigada de 13,8 kV, sob a supervisão dos engenheiros Elson Dantas e Luiz Albuquerque. Durante o estágio o estagiário pode aprender a vivência de campo, experiência na qual é muito importante para a formação do profissional.

Palavras-chave: Estágio Integrado, Subestação, Processo Produtivo, Máquinas de Escavação.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, UNIDADES E TERMOS EM INGLÊS

A – Ampère

ANFO – Nitrato de amônia

EPI – Equipamento de proteção individual

LTDA - Limitada

MVA – Mega volt-ampère

QGBT - Quadra geral de baixa tensão

cm - Centímetro

m - Metro

m² - Metro quadrado

m³ - Metro cúbico

mm - Milímetro

kV – Quilovolt

kW – Quilowatt

MVA – Mega volt-ampère

SE – Subestação

V – Volt

TC – Transformador de corrente

TP – Transformador de potencial

By-pass

check-lists

Ω - ohm

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Logomarca da empresa.	13
Figura 2: Esquema do processo produtivo.....	15
Figura 3: Equipamentos de proteção individual.	16
Figura 4: Rompedor hidráulico.	17
Figura 5: Visão geral do equipamento MC120Z.	19
Figura 6: Painel de controle do MC120Z.	20
Figura 7: Visão geral do equipamento MCO11.....	21
Figura 8: Britadeira em cone.	22
Figura 9: Armário distribuição do MCO11.	23
Figura 10: Visão geral do equipamento MS19.	24
Figura 11: Unidade de alimentação.	25
Figura 12: Pá carregadeira I580.....	25
Figura 13: Escavadeira hidráulica R944C.	26
Figura 14: Caminhões ROSSETTI modelo 01 516 0000.	26
Figura 15: SE externa ou ao tempo.	28
Figura 16: SE interna ou abrigada.	28
Figura 17: Transformador de força.....	29
Figura 18: TP e TC.	30
Figura 19: Disjuntor de média tensão.	31
Figura 20: Chave seccionadora tripolar.....	31
Figura 21: Planilha de acompanhamento de material enviado.	35
Figura 22: Gráfico de acompanhamento da saída de insumos da pedreira.	35
Figura 23: Transporte do cônico para a empresa.	36
Figura 24: Planilha de acompanhamento de abastecimento de máquinas.	37
Figura 25: Máquina utilizada para perfuração.	39
Figura 26: Emulsão encartuchada.....	39
Figura 27: ANFO.....	40
Figura 28: Acessório de ignição.	40
Figura 29: Plano de fogo da detonação.	41
Figura 30: Antes e depois da detonação.	41
Figura 32: Configuração da subestação com o aterramento.	45
Figura 33: Fundação da SE (radier).....	46
Figura 34: Elevação das paredes da SE.	46
Figura 35: Laje da SE.	46
Figura 36: Preparando a solda e solda concluída.....	48
Figura 37: Alicates amperímetro.....	48
Figura 38: Cubículo de transformação redimensionado.	49
Figura 39: Barramento da SE.	49
Figura 40: Barramento com a nova configuração.....	50
Figura 41: Aquecendo o cabo para retirar a umidade.	50
Figura 42: Colocando a manta de alívio de tensão.	51
Figura 43: Buraco para poste 12/300.....	51
Figura 44: Poste 12/300.....	52
Figura 45: Chave seccionadora no suporte.	52
Figura 46: Disjuntor com relé de proteção acoplado.	53
Figura 47: Painel elétrico do MC120Z.	54
Figura 48: Cravando a haste para a malha de terra da balança de pesagem.	55
Figura 49: Cabo partido após a solda exotérmica.	55
Figura 50: Conexão feita com o conector GTDU.....	56
Figura 51: Conexão com a massa calafetar do tipo 3M.....	56

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Relatório diário de obra (rdo)	43
Tabela 2: Viabilidade de instalação da subestação	44

SUMÁRIO

1.	Introdução	12
1.1	A Empresa.....	12
1.2	Tarefas Desenvolvidas no Estágio	13
2.	Processo Produtivo	15
2.1	Detonação da mina.....	16
2.2	Equipamentos de britagem.....	18
2.2.1	Britador primário do tipo mandíbula modelo MC120Z.....	18
2.2.2	Britador secundário do tipo cônico modelo MCO11	21
2.2.3	Peneira modelo MS19D.....	23
2.3	Equipamentos de Escavação	25
2.4	Caminhão de Transporte	26
3.	Subestação.....	27
3.1	Classificação das Subestações	27
3.2	Principais equipamentos de uma Subestação	29
3.2.1	Equipamentos de transformação	29
	Transformadores de potência	29
	Transformadores de instrumentos	30
3.2.2	Equipamentos de manobra.....	30
	Disjuntores	30
	Chaves Seccionadoras	31
3.2.3	Projetos de subestações	32
4.	Atividades Acompanhadas	34
4.1	Atividades Administrativas.....	34
4.1.1	Solicitação de Material	34
4.1.2	Recebimento de Material.....	35
4.1.3	Controle da Produção	35
4.2	Atividades Técnicas	36
4.2.1	Britador.....	36
4.2.2	Acompanhamento da Detonação	38
4.2.3	Acompanhamento de Obras.....	42
6.	Considerações Finais.....	57
	Bibliografia	58

1. INTRODUÇÃO

O estágio aqui relatado foi realizado de modo a cumprir a carga horária da disciplina estágio integrado para conclusão do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, e proporcionar ao estudante a consolidação e desenvolvimento dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso.

Neste trabalho serão descritas as atividades realizadas pelo estagiário Pablo Fabrício Cavalcanti de Albuquerque durante o período de estágio na empresa Rocha Asfalto – Indústria de Asfalto, Locação de equipamentos e Terraplanagem LTDA, supervisionada pelos Engenheiros Elson Dantas (eng. Eletricista) e Luiz Albuquerque (eng. de Minas), por meio de um convênio entre a empresa e a Universidade Federal de Campina Grande. O estágio ocorreu durante o período compreendido entre 03 de Junho e 02 de Outubro de 2015, contudo, um termo aditivo foi assinado e prolongou o estágio até dia 05 de Dezembro do mesmo ano, assim, totalizando uma carga horária de 1012 horas.

1.1 A EMPRESA

A Rocha Asfalto - Indústria de Asfalto, Locação de Equipamentos e Terraplanagem LTDA, é a mais nova empresa do grupo Rocha Cavalcante e, atua em um novo segmento, britagem móvel, com o objetivo de ampliar a área de operação do grupo. A sede da empresa está localizada na cidade de Campina Grande no bairro do Velame.

Investir em um britador móvel com capacidade de produção de aproximadamente *200 toneladas/hora* é apenas mais um desafio que vêm sendo gradativamente superado pela Rocha Asfalto. A pedreira estende-se por uma área de aproximadamente $86.000m^2$ e, as máquinas de responsabilidade da empresa para seu contínuo funcionamento são: três máquinas que compõem o conjunto de britagem, uma escavadeira, uma pá carregadeira e dois caminhões.

Figura 1: Logomarca da empresa.



Fonte: Autoria própria.

A equipe de gestão da Rocha Asfalto é composta por:

- Dois gerentes, sendo um de produção (Engenheiro de Minas) e um operacional (Engenheiro Eletricista);
- Um supervisor administrativo;
- Dois estagiários.

E a equipe de operação da Rocha Asfalto é formada por:

- Um operador de máquinas britagem;
- Dois operadores de máquinas de escavação;
- Um mecânico industrial;
- Dois ajudantes;
- Dois motoristas de caminhão.

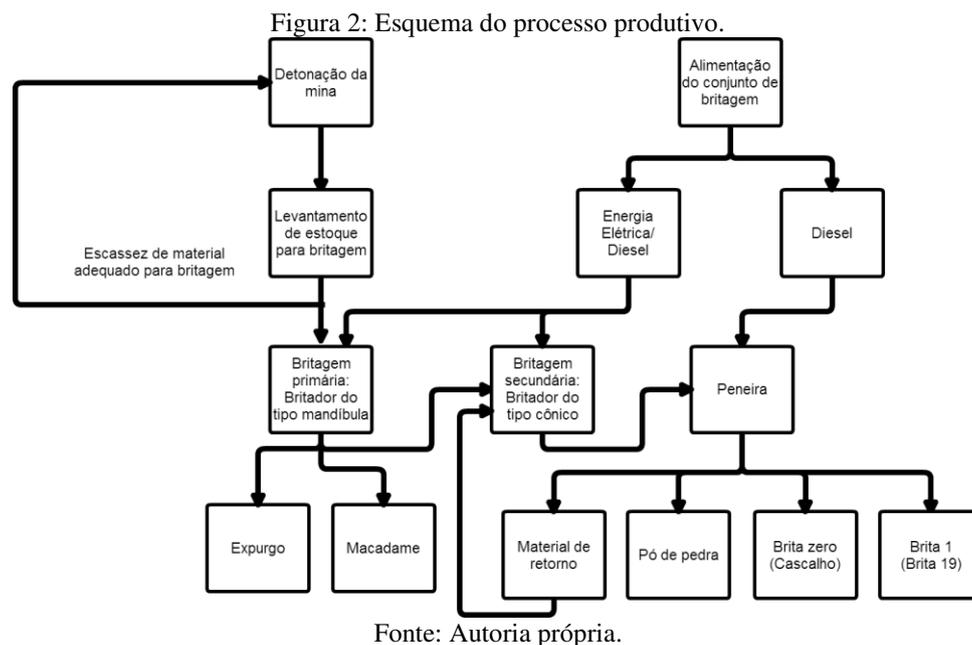
1.2 TAREFAS DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO

Durante o período de estágio foram realizadas diversas atividades de cunho técnico e administrativo. São elas:

- Solicitações de compra, verificações e recebimento de materiais que chegaram à empresa;
- Acompanhamento de projetos elétricos: instalação painel elétrico e subestação de 13,8kV;
- Acompanhamento diário de obra e máquina;
- Acompanhamento da Manutenção Preventiva, Preditiva e Corretiva;
- Controle de Abastecimento, e Planejamento das Manutenções e dos equipamentos de britagem e escavação;
- Controle da produção.

2. PROCESSO PRODUTIVO

Neste tópico, será apresentado todo o processo produtivo da empresa. Abordando desde a extração da matéria-prima até a extração da manufatura, estes destinados para estoque e/ou transporte. Um esquema explicativo está mostrado na Figura 2.



A grande preocupação da empresa consiste na operação e acompanhamento do processo produtivo com segurança. A segurança no trabalho pode ser entendida como o conjunto de medidas adotadas visando minimizar e/ou evitarem acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, bem como proteger a integridade e a capacidade de trabalho do trabalhador.

Com o propósito de diminuir os riscos de acidentes de trabalho é de fundamental importância o uso de equipamentos de proteção individual (EPI). Os principais EPI utilizados pelos operadores e ajudantes de britagem são:

➤ **Capacete de Segurança:** utilizado para proteção contra impactos de objetos sobre o crânio.

- **Óculos de Segurança:** utilizados para proteção dos olhos contra impacto de partículas volantes (estilhaços ou fagulhas), poeira, luminosidade intensa, radiação ultravioleta e infravermelha e respingos de produtos químicos.
- **Luva de Segurança:** utilizada para proteção das mãos contra os segmentos de pedra.
- **Calçado de Segurança:** as botas são utilizadas para proteção dos pés contra impacto mecânico (queda de objetos, agentes cortantes, etc.), agentes térmicos e respingos de produtos químicos.
- **Protetor Auricular:** utilizado para proteção do sistema auditivo contra elevados níveis de ruídos.
- **Vestimenta de Segurança:** formado por calça e blusão; serve para proteção do tronco e membros superiores e inferiores contra raios ultravioletas. Ilustram-se na Figura 3 alguns EPI.

Figura 3: Equipamentos de proteção individual.



Fonte: Sorocabairros guia.

2.1 DETONAÇÃO DA MINA

O processo produtivo inicia-se com a detonação da mina para extrair o material propício de britagem. Antes da execução das operações de perfuração e desmonte, é necessário a preparação do terreno e o decapeamento, destacando-se a importância da preservação de parte do solo removido para posterior recuperação da área degradada. Além disso, é de suma importância o levantamento topográfico da superfície, de forma a obter o posicionamento planimétrico e a diferença de nível entre pontos, possibilitando assim a correta marcação e comprimento dos furos.

A granulometria máxima do material que deve ser obtida no desmonte é limitada pela abertura do britador primário. Entretanto, caso o material resultante apresente blocos com dimensões inapropriados para o britador, recorre-se a utilização de rompedores hidráulicos conforme mostrada na Figura 4 ou executa-se um desmonte secundário para redimensionamento do material.

Figura 4: Rompedor hidráulico.



Fonte: Autorial própria.

A escolha do método e dos equipamentos de perfuração, a distribuição, o diâmetro e a profundidade dos furos, o tipo de explosivo a ser utilizado e a qualificação da equipe de desmonte são fatores relevantes para o sucesso do desmonte, mas, as condições geológicas têm papel fundamental e sempre devem ser consideradas no projeto. De modo geral, são elementos que compõem uma detonação:

- Perfuração: Tem como finalidade abertura de furos com distribuição e geometria adequada para alojar explosivos e promover o desmonte de rochas;
- Desmonte: Em pedreiras é realizado tradicionalmente por meio de explosivos;
- Explosivos: Substância, ou mistura de substâncias, que tem a propriedade de sofrer transformações químicas violentas e rápidas, e resultam na liberação de grandes quantidades de energia em reduzido espaço de tempo;
- Carregamento dos furos;
- Sequência de acionamento dos acessórios e cargas explosivas.

A equipe responsável pelo desmonte com permissão para manusear explosivos, realizar carregamento de furos e acionar o desmonte inclui apenas Engenheiros de Minas, estagiários da área, e Blasters (pessoas com Treinamento Técnico no uso de Explosivos Industriais).

2.2 EQUIPAMENTOS DE BRITAGEM

Dentro de uma britagem o principal equipamento se chama britador. Os britadores são máquinas usadas para a redução grosseira de grandes quantidades de sólidos como materiais rochosos.

A alimentação inicial do processo é realizada por caminhões e/ou máquinas de escavação tais como pá carregadeira e/ou escavadeira hidráulica. As máquinas de escavação, mais especificamente a pá carregadeira é responsável pela limpeza do pátio.

O processo de trituração envolve energia mecânica de caráter compressivo, de impacto ou de cisalhamento.

Atualmente, em pedreiras, dentre a variedade de britadores, os mais comumente encontrados são: mandíbulas, cônicos, e de impacto.

A planta de britagem acompanhada no estágio é do tipo móvel, e, é composto por três equipamentos: um britador primário do tipo mandíbula modelo MC120Z, um britador secundário do tipo cônico modelo MCO11 e uma peneira modelo MS19D, ambos da empresa Kleemann, companhia participante do Grupo Wirtgen.

Os Britadores móveis apresentam dispositivos de translação do tipo lagartas, e, no momento de movimentação da máquina, deve ocorrer à mudança do modo de operação de britagem para o modo de condução através de um interruptor rotativo no painel de comando, permitindo o deslocamento da máquina através de um controle remoto.

2.2.1 BRITADOR PRIMÁRIO DO TIPO MANDÍBULA MODELO MC120Z

O britador mandíbula é utilizado na linha de britagem primária.

O material é carregado para a tremonha de carregamento (1) com o auxílio de uma escavadeira ou pá carregadeira. A calha de carregamento (12) transporta o material para o crivo preliminar (2) que separa o material recebido a depender do seu revestimento.

Nas plataformas superior e inferior da planta em estudo são equipadas com chapas de aço perfuradas com diâmetros diferentes, logo:

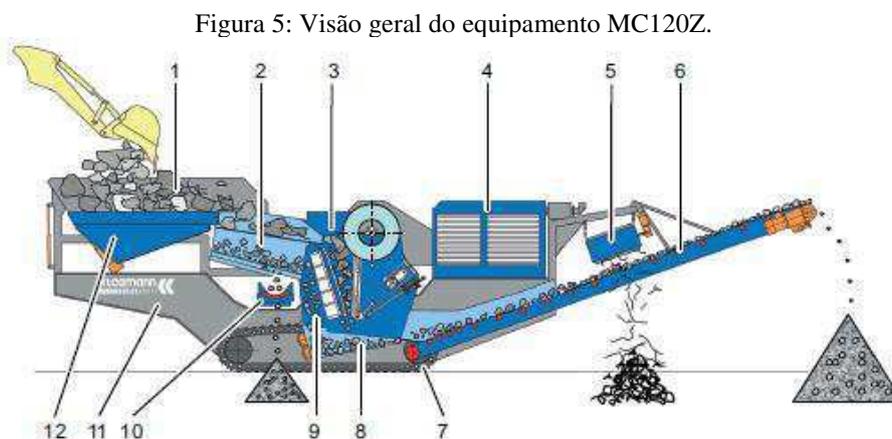
➤ Quando o material grosseiro não atravessa a plataforma superior do crivo preliminar, vai diretamente para o britador do tipo mandíbula;

➤ Quando o material atravessa a plataforma superior, mas não a plataforma inferior, ele é transportado através do *by-pass* (9) para a calha de descarga (8);

➤ Quando o material atravessa a plataforma inferior do crivo preliminar, ele é transportado sobre a cinta do crivo preliminar (10) para o primeiro montante de material, chamado expurgo.

A britadeira de maxilas (3) tritura os grãos sobre dimensionados do crivo segundo o ajuste da fenda da britadeira para um tamanho final de grão. Esse equipamento consiste de uma mandíbula fixa e uma mandíbula móvel ligada ao excêntrico, que fornece o movimento de aproximação e afastamento entre elas, fazendo com que o bloco alimentado, progressivamente desça entre as mandíbulas, enquanto ocorre a quebra do material que está sujeito à compressão.

O material é, então, encaminhado à calha de descarga que o repassa à cinta de descarga da britadeira (6). Por fim, se o material for encaminhado a um montante, pode-se obter macadame, caso contrário, o material segue para uma etapa secundária de britagem.



Fonte: Manual do equipamento KLEEMANN.

(1) Tremonha de carregamento; (2) Crivo preliminar; (3) Britadeira de maxilas; (4) Unidade de acionamento; (5) Separador magnético (Opcional); (6) Cinta de descarga da britadeira; (7) Trem de rodagem; (8) Calha de descarga; (9) By-pass; (10) Cinta do crivo preliminar; (11) Chassis; (12) Calha de carregamento.

As funções de instalação, comando, e partida são controladas durante os trabalhos de ajuste e manutenção no posto de comando, Figura 6. O armário de distribuição contém todos os elementos de comutação e proteção elétricos e estão identificados com designações abreviadas, para que em casos de emergência (ocorrência

de erro), essa abreviatura seja apresentada no painel de comando OP3 (controlador lógico programável).

Figura 6: Painel de controle do MC120Z.



Fonte: Autoria própria.

As mensagens de falha são apresentadas através das luzes de controle, luzes de advertência, e sirenes. Além disso, são distribuídos por toda a máquina dispositivos de paragem de emergência. No sistema elétrico do MC120Z são distinguidas duas redes elétricas:

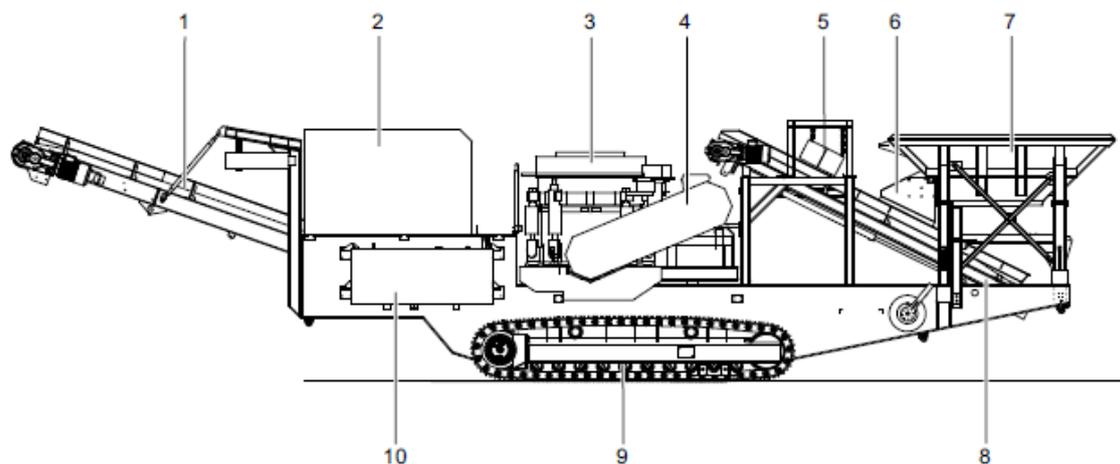
- Rede de corrente contínua de 24V que alimenta o sistema elétrico do motor e de comando;
- Rede de corrente trifásica de 400V que alimenta os acionamentos elétricos;

O gerador de 24V é acionado através de um acionamento de correias trapezoidais do motor a gasóleo. A alimentação elétrica de 24 V ocorre através de duas baterias do motor de arranque de 12 V ligadas em linha. Já o gerador de 400 V é um gerador síncrono sem escovas, autoexcitado e autorregulado e é acionado através de um acoplamento de flange.

2.2.2 BRITADOR SECUNDÁRIO DO TIPO CÔNICO MODELO MCO11

Os britadores do tipo cônico são recomendados e utilizados principalmente em britagens secundárias para redução intermediária ou fina de material, favorecendo a alta produção. O processo de funcionamento deste modelo, mostrado na Figura 7, inicia-se com o carregamento de material para a tremonha de carregamento (7) a partir da cinta de descarga do britador primário.

Figura 7: Visão geral do equipamento MCO11.



Fonte: Manual de instalação KLEEMANN.

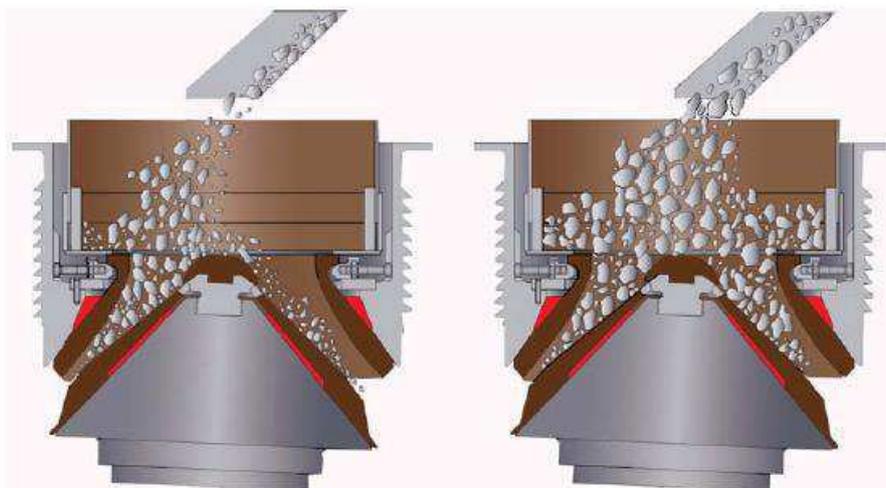
(1) Cinta de saída da britadeira; (2) Unidade de acionamento; (3) Britadeira em cone; (4) Acionamento da britadeira; (5) Separador magnético (Opcional); (6) Calha de carregamento; (7) Tremonha de carregamento; (8) Cinta de carregamento; (9) Trem de rodagem de lagartas; (10) Sistema elétrico.

A calha de carregamento (6) transporta o material para a cinta de carregamento (8) que conduz o material até a britadeira em cone (3). Este tipo de britadeira realiza a fragmentação do material a partir de um cone inserido em uma carcaça com movimento excêntrico. Os ajustes da fenda da britadeira de cone dependem das propriedades do material britado e do consumo de energia do motor nas condições locais. A fim de garantir um funcionamento livre de interferências e para a obtenção de um desempenho perfeito da britadeira, algumas condições devem ser satisfeitas, tais como:

- Enchimento uniforme da britadeira de cone com o material de trituração;
- Enchimento suficiente (britadeira de cone em plena carga);
- Composição homogênea do grão do material de trituração;
- Estado do material de trituração:

- Menor que a fenda da britadeira do lado aberto (unidades de tamanho excessivo originam obstruções e danos na britadeira);
- Na medida do possível sem material colante e/ou aglutinantes como, por exemplo, argila;
- Menos que 10% de proporção fina de material menor que a amplitude de fenda.

Figura 8: Britadeira em cone.



Fonte: Manual do cone KLEEMANN.

O material é, então, encaminhado à cinta de saída da britadeira (1). Por fim, se o material for encaminhado a um montante, obtêm-se material sem graduação específica, sendo assim, o material segue ou para etapa terciária (composta por equipamentos com britadeira) ou para etapa de peneiramento.

As funções de instalação, comando, e partida são controladas durante os trabalhos de ajuste e manutenção no posto de comando, que é similar ao apresentado na Figura 5. O armário de distribuição visto na Figura 9 contém todos os elementos de comutação e proteção elétricos e estão identificados com designações abreviadas, para que em casos de emergência (ocorrência de erro), essa abreviatura seja apresentada no painel de comando OP3 (controlador lógico programável).

Figura 9: Armário distribuição do MCO11.



Fonte: Autoria própria.

As mensagens de falha são apresentadas através das luzes de controlo, luzes de advertência, e sirenes. Além disso, são distribuídos por toda a máquina dispositivos de paragem de emergência. No sistema elétrico do MCO11 são distinguidas duas redes elétricas com características similares ao do MC120Z:

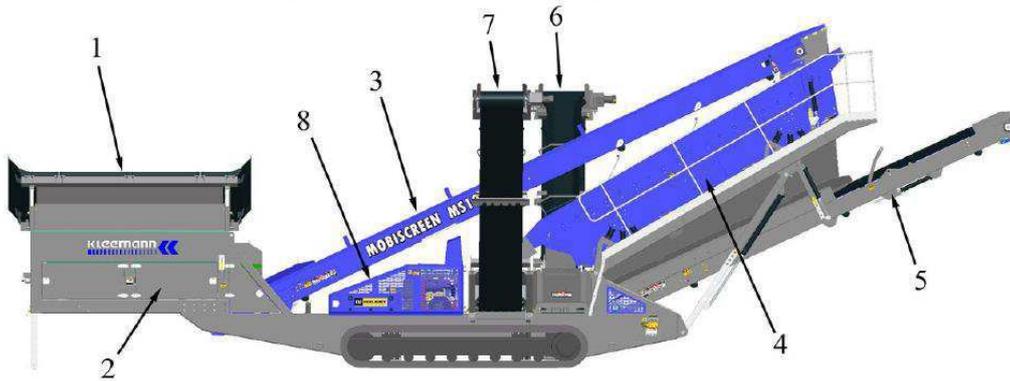
- Rede de corrente contínua de 24V que alimenta o sistema elétrico do motor e de comando;
- Rede de corrente trifásica de 400V que alimenta os acionamentos elétricos;

O gerador de 24V é acionado através de um acionamento de correias trapezoidais do motor a gásóleo. A alimentação elétrica de 24 V ocorre através de duas baterias do motor de arranque de 12 V ligadas em linha. Já o gerador de 400 V é um gerador síncrono sem escovas, autoexcitado e autorregulado e é acionado através de um acoplamento de flange.

2.2.3 PENEIRA MODELO MS19D

As peneiras são máquina de separação de material, que incluem tipicamente os materiais: areia, cascalho, pedra, solo, carvão e terra. O processo de funcionamento deste modelo, mostrado na Figura 10, inicia-se com o carregamento de material para o alimentador (1) a partir da cinta de saída do britador secundário.

Figura 10: Visão geral do equipamento MS19.



Fonte: Manual de instalação KLEEMANN.

(1) Grelha; (2) Alimentador; (3) Transportador principal; (4) Unidade de crivo; (5) Transportador de extremidade traseira; (6) Transportador lateral esquerdo; (7) Transportador lateral direito; (8) Unidade de alimentação [4].

O material é encaminhado para o transportador principal (3) e conduzido até a unidade de crivo (4), que é responsável pelo peneiramento da matéria-prima para quatro produtos em três níveis de revestimento, dentre os quais:

- Tela de 25mm: Primeira etapa de peneiramento; obtêm-se brita não graduada para repasse no britador secundário ou terciário a depender da planta de britagem; o material segue para um transportador lateral esquerdo (6);
- Tela de 12mm: Segunda etapa de peneiramento; obtêm-se brita 19; o material segue para o transportador lateral direito (7);
- Tela de 5mm: Terceira etapa de peneiramento; obtêm-se cascalho; o material segue para um transportador lateral esquerdo (6);
- O material residual, produto mais fino, pó de pedra, segue para o transportador de extremidade traseira (5).

A angulação dos transportadores e da unidade de crivo é regulável de acordo com as exigências de produção. As funções de partida são controladas durante os trabalhos de ajuste e manutenção na unidade de alimentação, apresentada na Figura 11, que inclui o motor, o depósito hidráulico e os controles operacionais da máquina.

Figura 11: Unidade de alimentação.



Fonte: Autoria própria.

As mensagens de falha são apresentadas através das luzes de controlo e luzes de advertência. Além disso, são distribuídos por toda a máquina dispositivos de paragem de emergência.

2.3 EQUIPAMENTOS DE ESCAVAÇÃO

Os equipamentos de escavação são máquinas que tem a finalidade de escavar e carregar material para uma unidade de depósito ou transporte. As pás carregadeiras, mostrada na Figura 12, são tratores de pneus ou esteiras, com caçambas na dianteira que escavam, levantam e descarregam materiais. O mecanismo de translação de carregadeiras com pneus garante mobilidade no canteiro de obra.

Figura 12: Pá carregadeira 1580.



Fonte: Autoria própria.

Com característica de execução estacionária, isto é, sem efetivo deslocamento no momento de operação, as escavadeiras hidráulicas ilustradas na Figura 13, são montadas principalmente sobre esteiras.

Figura 13: Escavadeira hidráulica R944C.

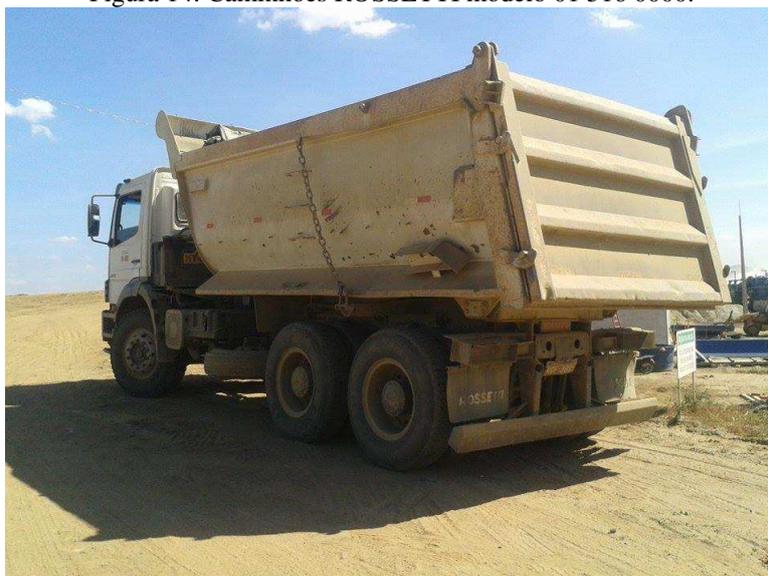


Fonte: Liebherr.

2.4 CAMINHÃO DE TRANSPORTE

Os equipamentos destinados ao transporte de material são, em geral, caminhões basculantes, pois estes são capazes de transportar material bruto, abrasivo ou aderente em uma diversidade de terrenos, garantindo um bom rendimento de produção.

Figura 14: Caminhões ROSSETTI modelo 01 516 0000.



Fonte: Autoria própria.

3. SUBESTAÇÃO

Uma subestação (SE) é um conjunto de equipamentos de manobra e/ou transformação e ainda eventualmente de compensação de reativos usado para conduzir o fluxo de energia em sistemas de potência e possibilitar a sua diversificação através de rotas alternativas, possuindo dispositivos de proteção capazes de detectar os diferentes tipos de faltas que ocorrem no sistema e de isolar os trechos de ocorrência. Os principais equipamentos que compõe uma SE são: transformadores, chaves seccionadoras, disjuntores, relés, transformadores de potencial (TP), transformadores de corrente (TC), reatores e para-raios.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DAS SUBESTAÇÕES

Podem-se classificar as subestações quanto a sua função e seu modo de instalação em relação ao meio ambiente. Segue abaixo essas classificações.

QUANTO A FUNÇÃO NO SISTEMA ELÉTRICO:

- **Subestação Transformadora:** é aquela responsável por converter a tensão de suprimento para um nível diferente. Sendo designada, respectivamente, SE Transformadora Elevadora e SE Transformadora Abaixadora. Em geral, subestações próximas aos centros de geração são do tipo SE Transformadora Elevadora, característica que proporciona transporte econômico da energia. Esta elevação no nível de tensão é comumente utilizada para facilitar o transporte da energia, diminuir das perdas do sistema e melhorar o processo de isolamento dos condutores.

Subestações presentes no final de um sistema de transmissão, próximas aos centros de carga, ou de suprimento a uma indústria são do tipo SE Transformadora Abaixadora e evitam inconvenientes para a população como rádio interferência e campos magnéticos intensos.

- **Subestação de Manobra, Seccionadora ou de Chaveamento:** é aquela que interliga circuitos de suprimento, os quais são alimentados pelo mesmo nível de tensão.

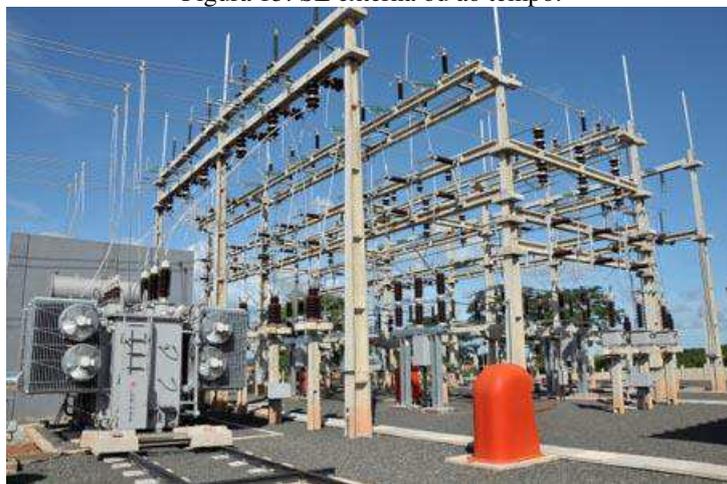
Este tipo de subestação é capaz de realizar manobras, seccionar, energizar e multiplicar circuitos.

QUANTO AO MODO DE INSTALAÇÃO EM RELAÇÃO AO MEIO AMBIENTE:

- **Subestação Externa ou Ao Tempo:** é aquela em que os equipamentos são instalados ao ar livre (ao tempo) e, portanto, sujeitos as intempéries atmosféricas, como: chuva, temperatura, vento, poluição, etc., exigindo assim uma manutenção mais frequente devido ao desgaste dos componentes, a exemplo da Figura 15.

- **Subestação Interna ou Abrigada:** é a subestação na qual os equipamentos são instalados ao abrigo do tempo, este abrigo pode consistir de uma edificação ou de uma câmara subterrânea, como mostrado na Figura 16.

Figura 15: SE externa ou ao tempo.



Fonte: Blog Curimatá-PI, 2013.

Figura 16: SE interna ou abrigada.



Fonte: RA Studio.

3.2 PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS DE UMA SUBESTAÇÃO

3.2.1 EQUIPAMENTOS DE TRANSFORMAÇÃO

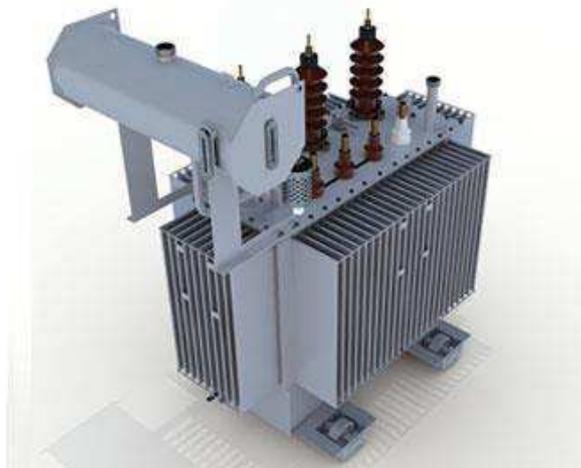
TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA

O transformador é um conversor de energia eletromagnética, cuja operação pode ser explicada em termos do comportamento de um circuito magnético excitado por uma corrente alternada. Consiste de duas ou mais bobinas de múltiplas espiras enroladas no mesmo núcleo magnético e isoladas deste. Uma tensão variável aplicada à bobina de entrada (primário) provoca o fluxo de uma corrente variável, criando assim um fluxo magnético variável no núcleo que induz uma tensão na bobina de saída (ou secundário).

Com relação ao número de fases, os transformadores de potência podem ser classificados em monofásicos ou trifásicos. Já quanto ao número de enrolamentos eles se classificam em transformadores de dois ou mais enrolamentos ou autotransformadores.

Sem os transformadores de força seria praticamente impossível o aproveitamento econômico da energia elétrica, pois a partir deles foi possível a transmissão em tensões cada vez mais altas, possibilitando grandes economias nas linhas de transmissão em trechos cada vez mais longos. Tem-se um exemplo de transformador de força na Figura 17.

Figura 17: Transformador de força.



Fonte: Tubos Trans Eletric empresa.

TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTOS

São os transformadores de corrente (TC) e transformadores de potencial (TP) e têm a finalidade de reduzir a corrente ou a tensão, respectivamente, a níveis compatíveis com os valores de suprimento de relés e medidores. Portanto, estes equipamentos têm como finalidades isolar o circuito de baixa tensão (secundário) do circuito de alta tensão (primário) e reproduzir os efeitos transitórios e de regime permanente aplicado ao circuito de alta tensão, o mais fielmente possível, no circuito de baixa tensão. Ilustram-se estes transformadores na Figura 18.

Figura 18: TP e TC.



Fonte: FIEE, 2015.

3.2.2 EQUIPAMENTOS DE MANOBRA

DISJUNTORES

A principal função dos disjuntores é a interrupção de correntes de falta tão rapidamente quanto possível, de forma a limitar a um mínimo os possíveis danos aos equipamentos por curtos-circuitos. Observa-se este equipamento na Figura 19.

Figura 19: Disjuntor de média tensão.



Fonte: Autoria própria.

CHAVES SECCIONADORAS

Chaves Seccionadoras são dispositivos destinados a isolar equipamentos ou zonas de barramento, ou ainda, trechos de linhas de transmissão por necessidade operativa ou por necessidade de realizar manutenções. Neste último caso, as chaves abertas, que isolam o componente em manutenção, devem ter uma suportabilidade entre terminais, às solicitações dielétricas de forma que o pessoal de campo possa executar o serviço de manutenção em condições adequadas de segurança. Mostrada na Figura 20 esse tipo de chave.

Figura 20: Chave seccionadora tripolar.



Fonte: SHACK.

3.2.3 PROJETOS DE SUBESTAÇÕES

O desenvolvimento de projetos de uma subestação é condicionado às exigências de fornecimento e suprimento, sendo assim, são informações imprescindíveis ao projetista: planta de localização, demanda a suprir, tensão de alimentação e previsão de crescimento. Os projetos têm a finalidade de prever e direcionar a execuções de operações e devem obedecer às especificações das correspondentes normas brasileiras (NBRs).

Estes projetos compreendem:

➤ Projetos civis: Contêm principalmente informações de drenagem, caixas de passagem, pavimentação, cercas, muros, portões, base para equipamentos e estruturas, e, anexados a estes têm-se o memorial de cálculo;

➤ Projetos elétricos: O memorial descritivo deste projeto compreende o sistema básico de operação da instalação, características e detalhes de ligação de equipamentos, identificação de componentes, equipamentos, código de cores, mensagens e memorial de cálculos. Estes projetos são subdivididos em projetos de:

- Aterramento;
- Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA);
- Proteção;
- Telecomunicação;
- Circuitos:
 - Especificação de Equipamentos;
 - Diagrama Unifilar Básico;
 - Plantas e Cortes;
 - Memorial Descritivo.

Cada projeto deve atender os padrões adotados pela concessionária responsável, assegurando assim uma maior confiabilidade e segurança tanto na sua operação de instalação quanto no funcionamento. Em Campina Grande as normas a serem seguidas são as da Energisa.

➤ Projetos Eletromecânicos: Devem apresentar plantas referentes à situação, arranjos físicos, locação, barramentos e estruturas de suporte. Fazem parte dos projetos eletromecânicos de uma subestação:

- Estruturas;

- Projeto do Barramento;
- Pórticos e Ferragens.

4. ATIVIDADES ACOMPANHADAS

Neste capítulo serão detalhadas as atividades propostas ao estagiário pela empresa concedente Rocha Asfalto, mediante supervisão dos engenheiros responsáveis pela firma Elson Dantas e Luiz Albuquerque, cujo objetivo principal é permitir a fusão de conhecimentos teóricos adquirido de modo acadêmico aos conhecimentos práticos que a empresa ofereceu.

As atividades que foram desenvolvidas durante o estágio, se deram nas etapas de uma construção de uma subestação abrigada, uma britagem, dentre as quais foram selecionadas as práticas de maior importância que possuíam natureza administrativa e técnica.

4.1 ATIVIDADES ADMINISTRATIVAS

Dentre as atividades administrativas realizadas pelo estagiário, destacam-se a solicitações na compra de material e o recebimento do material que foram empregados nas construções da subestação e na planta de britagem.

4.1.1 SOLICITAÇÃO DE MATERIAL

O operador do britador ao fazer as manutenções diárias e semanais, observava toda a planta, quando o operador percebesse algum dano em algum material: esteira, filtros de ar, de óleo, telas, roletes dentre outros, o mesmo vinha ao estagiário e comunicava, para que o estagiário fizesse a solicitação do material. Mas como se trata de um equipamento caro, o estagiário tinha que comunicar ao supervisor a peça danificada e o mesmo solicitaria a compra do material. Já na parte do material da subestação, o engenheiro projetista fez uma lista de material necessário para a execução da obra, mas percebemos eletricitista e estagiário que ainda estavam faltando alguns materiais, logo o papel do estagiário era de ligar pra empresa fornecedora e solicitar esse material, também com autorização do supervisor.

4.1.2 RECEBIMENTO DE MATERIAL

O recebimento de materiais consiste em assegurar que o produto entregue esteja em conformidade com as especificações feita no pedido de compra e a conferência em conjunto com a nota fiscal do produto.

A abertura da embalagem e verificação se os produtos não foram danificados no transporte também é uma etapa importante, para em seguida haver a liberação do pagamento ao fornecedor.

4.1.3 CONTROLE DA PRODUÇÃO

Foi feita uma planilha pelo estagiário, para registrar o controle de todo o insumo que saísse da pedreira. Visando uma melhor organização, já que a empresa ainda não disponibiliza de algum software específico. E está mostrado na Figura 21 um modelo da planilha.

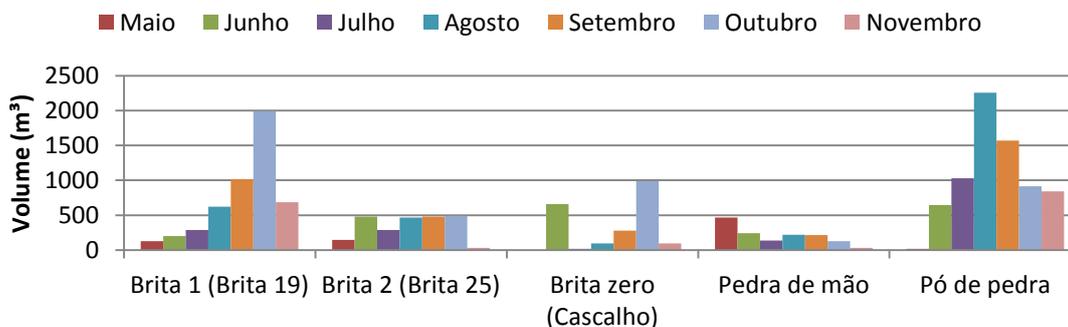
Figura 21: Planilha de acompanhamento de material enviado.

PEDREIRA ROCHA ASFALTO										
Material enviado										
Data	Quantidade	Placa	Destino	Material	Volume	Observações	VolxQuant (m³)	Preço	Preço consideran do frente	TOTAL
4/1/2015	1095	NQF - 3895	Loteamento Aluisio Campos	Aterro	16					
4/1/2015	148	NQF - 3895	Loteamento Aluisio Campos	Pedra de mão	16					

Fonte: Autoria própria.

Este acompanhamento está sendo importantíssimo para gerência administrativa quanto para gerência de produção, visto que, é possível acompanhar a quantidade de materiais que estão sendo vendidos mensalmente na pedreira conforme gráfico da Figura 22.

Figura 22: Gráfico de acompanhamento da saída de insumos da pedreira.



Fonte: Autoria própria.

4.2 ATIVIDADES TÉCNICAS

4.2.1 BRITADOR

O estágio começou juntamente com as atividades da Rocha Asfalto. Sendo assim, foi possível acompanhar a entrega técnica da planta de britagem Kleemann, composta por três partes, o britador primário, secundário e a peneira, dos quais, os dois primeiros podem ser alimentados por um gerador a óleo diesel S10 ou por energia elétrica.

Durante o treinamento realizado na entrega técnica, foi indicado pelo Eng. Vinícius Borin que o acompanhamento do conjunto de máquinas de britagem deve se realizado diariamente, a fim de verificar itens importantes de manutenção, consumo e produção, para isso os 30 minutos iniciais do expediente eram destinados ao preenchimento de *check-lists* diários e/ou semanais. Observa-se na Figura 23 o transporte do britador tipo cônico pertencente a planta de britagem.

Figura 23: Transporte do cônico para a empresa.



Fonte: Autoria própria.

Ao começar o dia de trabalho, todas as máquinas de britagem e escavação da empresa eram abastecidas. Para as máquinas de britagem, eram verificados e limpos caso necessário: Nível de óleo do motor diesel; Nível de água do radiador; Filtro de ar do motor; Presença de água do filtro separador, retirando-a; Nível de óleo hidráulico; Presença de vazamentos; Desgastes ou cortes nas correias.

O britador primário, MC120Z, deve, apenas, iniciar sua operação, com a mandíbula em vazio, para tanto, examina-se, também, o acúmulo de material na mesa vibratória; o britador secundário MCO11, deve também, apenas, iniciar sua operação, com o cone em vazio; Já a peneira MS19D era lubrificada com graxa Mobilith SHC 220 e furos ou falhas nas telas e ausência de parafusos ou parafusos frouxos eram inspecionados.

Semanalmente era realizada uma revisão mais específica que inclui a verificação de outros parâmetros. O estagiário acompanhou por um breve período os *check-lists* diários e semanais que indicavam as condições de operação das máquinas. Segue em Anexo A os *check-lists* semanais.

4.2.1.1. ABASTECIMENTO DAS MÁQUINAS E HORÍMETRO

O controle do consumo de óleo diesel por hora trabalhada foi um item acompanhado com cautela para todas as máquinas da empresa. Esse acompanhamento foi bastante importante na decisão de substituir a alimentação dos britadores primário e secundário por energia elétrica, item que será abordado mais a frente.

O primário e o secundário apresentam dois horímetros, dentre os quais um corresponde ao tempo de trabalho do motor e o outro ao mandíbula e cone respectivamente. O acompanhamento dos horímetros das máquinas de escavação e do odômetro dos caminhões é realizado apenas mediante abastecimento.

Figura 24: Planilha de acompanhamento de abastecimento de máquinas.

Máquina		PEDREIRA ROCHA ASFALTO												
		Acompanhamento de abastecimento												
Mês	MC 120Z		MCO 11		MS 19		Pá Carregadeira		Escavadeira		NQF - 3895		NQF - 3885	
	Horímetro (h)	Consumo (l/h)	Horímetro (h)	Consumo (l/h)	Horímetro (h)	Consumo (l/h)	Horímetro (h)	Consumo (l/h)	Horímetro (h)	Consumo (l/h)	Odometro (km)	Consumo (km/l)	Odometro (km)	Consumo (km/l)
Junho	153,4	26,62	177,8	37,80	566,9	15,23	473,0	16,82	838,6	35,38	26873,3	0,98	-	-
Julho	258,2	22,33	263,0	31,01	631,4	15,02	629,3	16,48	997,1	35,55	27611,7	0,73	-	-
Agosto	292,5	26,24	286,6	32,81	647,8	17,38	712,8	14,84	1102,9	34,33	29735,9	1,50	-	-
Setembro	209,3	26,40	210,4	39,87	704,9	15,67	817,9	12,82	1170,7	34,98	31535,9	1,25	107661,6	1,60
Outubro	252,8	24,75	246,3	38,93	736,9	15,04	856,9	11,18	1236,6	33,97	31765,4	1,26	109068	1,28
Novembro	301,7	30,9	292,5	42,6	779,0	16,9								
Dezembro														
Média consumo:	25,94		36,89		15,91		14,73		35,22		1,14		1,44	
Consumo total britador:	78,73													

Fonte: Autoria própria.

4.2.1.2. MANUTENÇÕES

As solicitações e acompanhamento dos serviços de manutenção eram realizados por cada operador de máquina em alinhamento com o estagiário por um breve período, que decidiam pela melhor opção de manutenções, entre os tipos mais utilizados: Corretiva, Preventiva e Preditiva.

A manutenção corretiva é caracterizada pela atuação das equipes de manutenção em fatos que já ocorreram, sejam estes fatos desempenhos inferiores ao almejado ou uma falha. Não há tempo para a preparação de componentes e nem de planejar o serviço; isto é, manutenção corretiva não planejada é a correção da falha de modo aleatório a fim de evitar outras consequências. Do ponto de vista do custo de manutenção, esse tipo tem custo menor do que prevenir falhas nos equipamentos. Porém, pode causar grandes perdas por interrupção da produção.

A empresa adota mais a política da manutenção preventiva, que se trata de atuação realizada de maneira a reduzir ou evitar a falha ou a queda no desempenho do equipamento, obedecendo a um plano de manutenção preventiva previamente elaborada pelo supervisor, e alinhado com o estagiário e os operadores de máquinas, baseado em intervalos definidos de tempo, ou seja, manutenção baseada no tempo.

Também é conhecida como manutenção sob condição ou manutenção com base no estado do equipamento. É baseada na tentativa de definir o estado futuro de um equipamento ou sistema, por meio dos dados coletados ao longo do tempo por uma instrumentação específica, verificando e analisando a tendência de variáveis do equipamento. Esses dados coletados, por meio de medições em campo como temperatura, vibração, análise físico-química de óleos, ensaios por ultra-som, termografia, não permitem um diagnóstico preciso; portanto, trabalha-se no contexto de uma avaliação probabilística.

4.2.2 ACOMPANHAMENTO DA DETONAÇÃO

A observação das detonações foi realizada a distância, segundo as normas de segurança. Apesar de não ser uma atividade estritamente da área de Engenharia Elétrica, é de fundamental entendimento para compreender a continuidade do processo produtivo da empresa. Durante o período de estágio foram realizadas algumas detonações de grande porte (aproximadamente $6\ 000m^3$) e três de porte médio a pequeno (máximo $2\ 000m^3$).

Foi utilizada na detonação da mina a máquina de perfuração PWH-5000, auxiliada por um compressor Atlas Coco, modelo XAS 420, mostrado na Figura 25.

Figura 25: Máquina utilizada para perfuração.



Fonte: Autoria própria.

A emulsão encartuchada é um explosivo utilizado com alto poder de ruptura, alta resistência à água e grande potência de detonação, sendo utilizado na carga de fundo. Ilustrado na Figura 26.

Figura 26: Emulsão encartuchada.



Fonte: Autoria própria.

O ANFO, apresentado na Figura 27, é basicamente composto de nitrato de amônia, não possuem resistência à água, contém baixa densidade e baixo custo. Por ter baixa densidade, é utilizado para preenchimento de carga de coluna.

Figura 27: ANFO.



Fonte: A autoria própria.

O acessório de ignição utilizado foi à espoleta não elétrica, mostrada na Figura 28, sendo todo desmonte monitorado com um sismógrafo devido problemas de localização da pedreira. A pedreira está localizada próxima a estruturas de alta tensão, portanto, esse monitoramento é fundamental para posterior adaptação da carga máxima de explosivos.

Figura 28: Acessório de ignição.



Fonte: A autoria própria.

O plano de fogo é apresentado na Figura 29.

Figura 29: Plano de fogo da detonação.

 DESMONTEC <small>DESMONTEC SERVIÇO TÉCNICO MINERAÇÃO LTDA</small>		Pedreira Rocha Asfalto PLANO DE FOGO <small>CAMPINA GRANDE/PB</small>	
LOCAL: CAMPINA GRANDE/PB	FOGO Nº: 004	DATA: 16/06/2015	HORA: 12:00
TIPO DE ROCHA: GNAISSE () COMPACTA (<input checked="" type="checkbox"/>) FRATURADA () DECOMPOSTA () COM ÁGUA			
CARGA MÁXIMA POR ESPERA	150	ALT. BANCADA (m)	11,2
DENSID. T/M ³	2,7	ALT. SUB FURAÇÃO	0,30
Nº DE LINHAS	10	DIAMETRO FURO	2 1/2"
AFAST / ESPAÇ	1,5 x 3	ÂNGULO	15°
TOTAL FURDS	120	COMP. DA BANCADA (m)	11,5
LARG. BANCADA	48	VOL. POR FURO (m ³)	50,40
TAMPÃO	1,30	VOL. TOTAL (m ³)	6182,40
RAZÃO CARGA (kg/m ³)	0,554	CARTUCHO KG	1,38
EXPLOS. C. FUNDO	2x24	TOTAL DE EXPLOSIVOS (Kg)	600,00
EXPLOS. C. COLUNA	granulado	TOTAL EXPLOSIVOS (Kg)	2825,00
CORDEL DETONANTE	N.A.	METRO	N.A.
EXEL COLUNA C/ 3,60/6,0/9,0	120	TOTAL CARGA (F/C) KG	3425,00
HTD / RETARDO	90	TOTAL HTD/RETARDOS	90
ESPOLETIM	espoleta c/ estopim	UNIDADE	6
ENGENHEIRO: Luis Eduardo V. Chaves		BLASTER: Roberto	
	Data	Hora	
Ass.:			
Liberado pela Fiscalização		Data	Hora
Ass.:			
Liberado pela Segurança do Trabalho		Data	Hora
Ass.:			
<p>OBS.: O desmonte com uso de explosivos deve obedecer as seguintes condições: a área de influência da detonação deve ser evacuada e devidamente vigiada; horários de fogo previamente definidos e consignados em placas visíveis na entrada de acesso às áreas de trabalho; As estradas de acesso devem ser bloqueadas. O retorno à frente detonada só é permitido com autorização do responsável pela área e após verificação do resultado da detonação pelo profissional competente (blaster).</p>			

Fonte: Autoria própria.

O resultado do desmonte foi avaliado pelos responsáveis técnicos como satisfatório. Na Figura 30 são apresentadas imagens da mina antes e depois da detonação.

Figura 30: Antes e depois da detonação.



Fonte: Autoria própria.

As demais detonações que ocorreram foram observadas e apresentavam características similares a esta primeira, diferindo às vezes no acessório de ignição que algumas vezes foi utilizado o cordel detonante e a quantidade de explosivos acarretando em um volume de material diferente.

4.2.3 ACOMPANHAMENTO DE OBRAS

As obras que o estagiário acompanhou pela empresa são elas: a construção de uma subestação 13.8 kV com uma potência de 1 MVA, instalação do quadro elétrico da máquina de britagem e instalação de balanças.

A atividade de documentação é fundamental em trabalhos de campo, além de ser um registro exigido ao estagiário, o diretor da empresa pode observar à distância a evolução das atividades de sua empresa. É mostrado na Tabela 1, um Relatório Diário de Obra (RDO) preenchido pelo estagiário.

Tabela 1: Relatório diário de obra (rdo).

PEDREIRA ROCHA ASFALTO									
COMPLEXO ALUISIO CAMPOS - CAMPINA GRANDE/PB									
LATORIO DIÁRIO DE OB		SEQUÊNCIA	DATA:	14/10/15					
		083	IA DA SEMAN	QUARTA-FEIRA					
EXPEDIENTE	HORA NORMAL								
	ENTRADA:	07:00	SAÍDA:	17:00					
	HORA EXTRA								
	ENTRADA:	0	SAÍDA:	0					
CONDIÇÕES DO TEMPO		ACIDENTES		CONDIÇÕES DA ÁREA					
CONDICÕES	MANHÃ	TARDE	SEN OCORRÊNCIA	X	OPERÁVEL	X			
TEMPO BON	X	X	SEN AFASTAMENT		OPERÁVEL EM PA				
TEMPO CURTOS			COM AFASTAMENT		INOPERÁVEL				
EFETIVO NA PEDREIRA									
GESTÃO		QTD	OPERAÇÃO		QTD				
GERENTE DE PRODUÇÃO		1	OPERADOR DE BRITAGEM		1				
GERENTE OPERACIONAL		1	MECÂNICO INDUSTRIAL		1				
ESTACIONÁRIO		2	AJUDANTE		2				
VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS									
ESCAVADEIRA		1	TRATOR		1				
PÁ CARREGADORA		1	RETROESCAVADEIRA		1				
BOMBEIRO HIDRÁULICO		1	PATRUL		1				
CAMINHÃO		1	BOLA		1				
OUTROS (DESCRIMINAR):									
BRITAGEM									
° TRM	INICI	°°°°	FIM:	°°°°	° TRM	INICIO:	°°°°	FIM:	°°°°
IMPEDIMEN									
FRENTES DE TRABALHO / COMENTÁRIOS									
ITEM	ATIVIDADES REALIZADAS:								
1	SUBESTAÇÃO: Colocaram o poste.								
2	GALPÃO: Piso do almoxarifado; Primeira mão de tinta branca (sala visita, sala administr banheiros, cozinha); Forro da cozinha; Forro da porta da sala da administração para o pátio d								
3	CARREGAMENTO DE MATERIAL:								
4	DETONAÇÃO: Perfuração para a próxima detonação.								
5	OUTROS: Caminhão 006 na oficina para consertar os Caminhão 007 consertou a primeira mola do feixe de r dianteiro direito.								
RESPONSÁVEL PELO DI		Pablo Fabrício				Rev. 01/2015			

Fonte: Autoria própria.

4.2.3.1. SUBESTAÇÃO

Surgiu à possibilidade de se alimentar as duas máquinas de britagem por meio de energia elétrica, então o supervisor conduziu ao estudo da viabilidade de instalação de uma subestação, para substituição do óleo diesel. O projeto da subestação em avaliação, é do tipo transformadora abaixadora, abrigada, de média tensão (13,8kV/380 – 220V) com carga instalada de 1 MVA. O estudo é apresentado na Tabela 2.

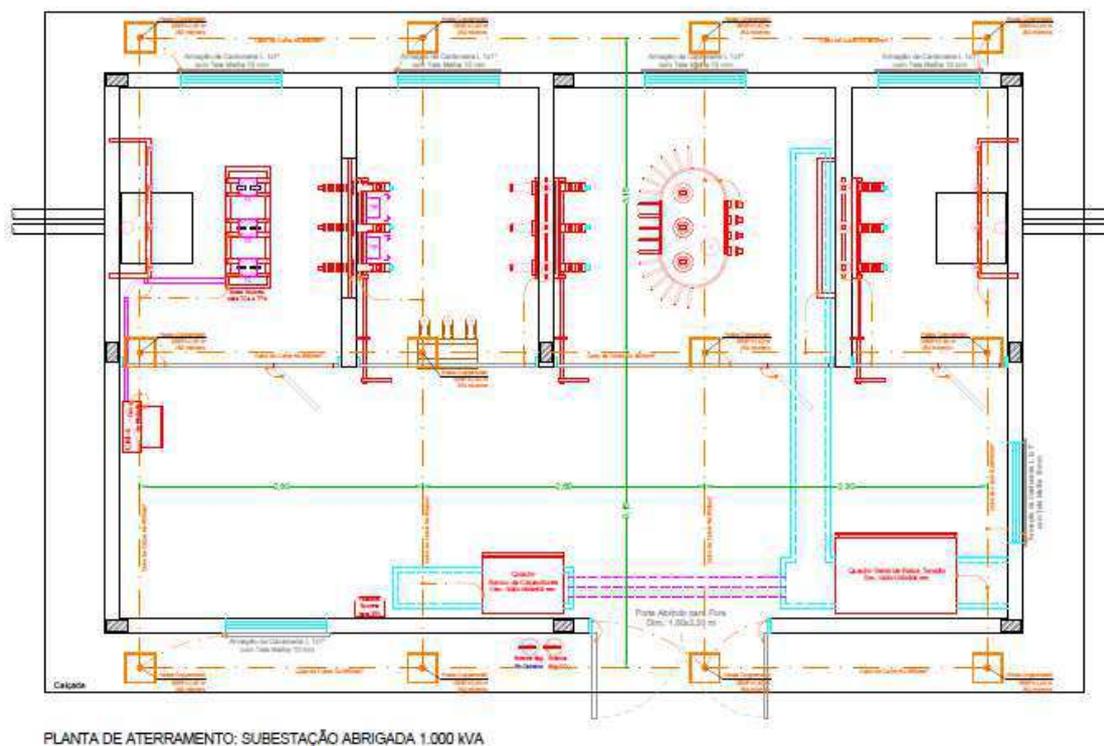
Tabela 2: Viabilidade de instalação da subestação.

Consumo mensal britador: Energia x Diesel					
Tempo de trabalho:	8	h/dia			
Dias de trabalho:	22	dias/mês			
Dados de placa			Dados de placa		
Potência ativa:	328	kW	Potência ativa:	440	kW
Potência aparente:	410	kVA	Potência aparente:	550	kVA
Fator de potência:	0,8		Fator de potência:	0,8	
Tensão de fase:	220	V	Tensão de fase:	220	V
Corrente:	592	A	Corrente:	794	A
Energia			Energia		
Corrente média:	200	A	Corrente média:	200	A
Tarifa kWh:	0,425	R\$	Preço kWh:	0,425	R\$
Potência:	105,6	kW	Potência:	105,6	kW
Consumo mensal:	18585,60	kWh	Consumo mensal:	18585,60	kWh
Valor final:	R\$ 7.898,88		Valor final:	R\$ 7.898,88	
Combustível (diesel)			Combustível (diesel)		
Média de combustível:	26,62	litros/h	Média de combustível:	38,49	litros/h
Preço diesel:	2,8	R\$	Preço diesel:	2,8	R\$
Consumo mensal:	4685,12	litros/mês	Consumo mensal:	6774,24	litros/mês
Valor final:	R\$ 13.118,34		Valor final:	R\$ 18.967,87	
Investimento da subestação:				R\$ 100.000,00	
Investimento mensal em energia:				R\$ 15.797,76	
Investimento mensal em combustível:				R\$ 32.086,21	
Lucro mensal:				R\$ 16.288,45	
Tempo de retorno:				6 meses	

Fonte: Autoria própria.

A subestação construída durante o período de estágio tem a seguinte configuração:

Figura 31: Configuração da subestação com o aterramento.



Fonte: Memorial descritivo.

Coube ao estagiário acompanhar, providenciar eventuais necessidades e até mesmo supervisionar (por um período de 17 dias em que o supervisor se ausentou) toda parte de fundação, construção civil, posicionamento de equipamentos e montagem dos mesmos, de modo a garantir que todo o projeto fosse executado conforme o projetado.

➤ **Construção Civil:** Pode-se observar o processo de fundação da subestação, observa-se que foi feito o esquadrejamento com estrutura de madeira para alinhar a construção. Tem-se duas etapas da fundação na Figura 33, o radier e a sapata, respectivamente. É a partir da sapata que se dá a elevação das paredes. Pode-se observar na Figura 34 a elevação das paredes. Em seguida foi feita a laje, de concreto, com trilhos e blocos de tijolo, com uma inclinação de 8° para a queda d'água, mostrada na Figura 35. Uma observação em que o estagiário não tinha visto na universidade e pode aprender na prática foi essa inclinação alertada pelo engenheiro projetista.

Figura 32: Fundação da SE (radier).



Fonte: Autoria própria.

Figura 33: Elevação das paredes da SE.



Fonte: Autoria própria.

Figura 34: Laje da SE.



Fonte: Autoria própria.

Malha de aterramento: Um sistema de aterramento bem dimensionado permite que a instalação elétrica funcione com desempenho satisfatório sendo suficientemente segura contra risco de acidentes fatais.

Para execução da malha de terra da SE utilizaram-se cabos de cobre nu, com seção nominal de 50 mm², com profundidade média de 0,5 m. A malha abrange todo o perímetro da subestação estendendo-se até os limites do calçada sobre o qual há passagem de pessoas. Para melhor entendimento, pode-se observar na Figura 32 a malha de terra.

A malha é complementada por 12 hastes de cobre, com 2,40 m comprimento e 5/8 polegada de diâmetro. Elas foram distribuídas uniformemente, de modo a garantir que as tensões de toque e de passo estejam dentro de limites permitidos para segurança das pessoas e dos equipamentos. Algumas dificuldades foram encontradas na hora de cravar as hastes, devido a um solo rochoso, e as que não entraram o pré-estabelecido por projeto, foi serrada com uma makita.

Os cabos de cobre são conectados entre si e às hastes de aterramento através de solda exotérmica. Para tanto, utiliza-se um molde de grafite e um cartucho para solda, que são escolhidos de acordo com o tipo de conexão a ser realizada. O cartucho para solda contém uma mistura balanceada de óxido de cobre e alumínio (reagentes), um pó de ignição (inicia o processo) e um disco metálico que retém ambos na parte superior do molde. O processo de solda inicia-se com a limpeza dos condutores (cabos e hastes). Em seguida, eles são colocados na posição de junção e se coloca o molde sobre eles prensando-os com um alicate. O disco metálico é colocado no interior do molde sendo preenchido com o composto exotérmico. Por último, coloca-se o pó de ignição. O molde é fechado e com um acendedor dá-se início ao processo que desencadeia uma reação exotérmica atingindo temperaturas superiores a 2000 °C. A esta temperatura, o óxido de cobre do composto exotérmico reage com o alumínio liberando cobre puro que se liquefaz, fundi o disco metálico e cai na parte inferior do molde fazendo a conexão permanente entre os condutores. Para melhor entendimento, mostra-se na Figura 36 a malha de terra e as conexões feitas com solda exotérmica e com o molde.

Figura 35: Preparando a solda e solda concluída.



Fonte: Aatoria própria.

Por fim, para garantir que a malha estava dentro dos limites estabelecidos por norma, foi feita a medição da resistência da malha. Foi utilizado o alicate amperímetro como o instrumento de medição, foi aplicado em três pontos distintos, e o resultado obtido foi muito satisfatório, com um valor de 0.018Ω . Tem-se na Figura 37 o modelo do alicate utilizado.

Figura 36: Alicate amperímetro.



Fonte: Aatoria própria.

➤ **Equipamentos e acessórios a instalar na subestação:** Esta etapa da execução da obra foi muito importante, para fins econômicos foi utilizado um transformador com condutores de cobre e meio de extinção a óleo com resfriamento do tipo natural à Óleo Natural e Ar Natural (ONAN), que acarretou em mudanças no projeto civil, pois o dimensionamento do cubículo de transformação não atenderia às normas de instalação do transformador, isto é, entre a carcaça do transformador e as paredes do cubículo deve ter uma distância mínima de 50cm, então teve-se que

aumentar a parede corta-fogo em 90 cm na profundidade e 1,90 m na altura. Como mostra a Figura 38.

Figura 37: Cubículo de transformação redimensionado.



Fonte: Autoria própria.

Depois de concluída essa parte do cubículo de transformação, aconteceu um pequeno problema, foi que o tanque de expansão do transformador estava próximo a uma fase, então teve-se que comprar mais três isoladores tipo coluna, para se fazer uma nova configuração no barramento. Após a compra dos isoladores, foram feitos os barramentos com vergalhões de cobre, de diâmetro 3/8 polegada, pintados nas cores vermelho, branco e cinza, como mostrado nas Figuras 39 e 40.

Figura 38: Barramento da SE.



Fonte: Autoria própria.

Figura 39: Barramento com a nova configuração.



Fonte: Autoria própria.

➤ **Emendas e Terminais:** A mufla, terminal destinado a reestabelecer as condições de isolamento da extremidade de um condutor isolado quando este é conectado a um condutor nu, é um componente imprescindível em projetos de subestações e não é abordado durante o curso de Engenharia Elétrica. Na subestação executada na empresa o terminal tensão de isolamento de 20/35 kV. O estagiário teve a experiência de acompanhar a preparação desse terminal mufla, dado que, é muito minuciosa a sua preparação. Serão mostradas nas Figuras 41 e 42 algumas etapas desta preparação.

Figura 40: Aquecendo o cabo para retirar a umidade.



Fonte: Autoria própria.

Figura 41: Colocando a manta de alívio de tensão.



Fonte: Autoria própria.

➤ **Postes:** Foram colocados 22 postes pela concessionária até chegar ao poste de entrada da subestação. Quem executou a obra de implantação dos postes foi à empresa I&M Martins. Foram colocados alguns postes variados, uns com a medida de 11/150 e outros de 12/300, a primeira numeração diz respeito à altura do poste e o segundo número, ao esforço de tração mecânica ocasionada pelos cabos. Temos uma equação para cavar a profundidade correta do poste, para que o mesmo não venha a cair. A equação é : $L = \left(\frac{h}{10}\right) + 0,6m$; onde L é a profundidade e h é a altura do poste. Então para um poste 12/300, a profundidade que ele tem que ser enterrado é de 1,80m. Sabe-se também que o poste tem a parte lisa e a parte gaveta, na qual, a parte lisa suporta o dobro do esforço da parte com gaveta. Pode-se observa nas Figuras 43 e 44 um buraco e um poste, respectivamente.

Figura 42: Buraco para poste 12/300.



Fonte: Autoria própria.

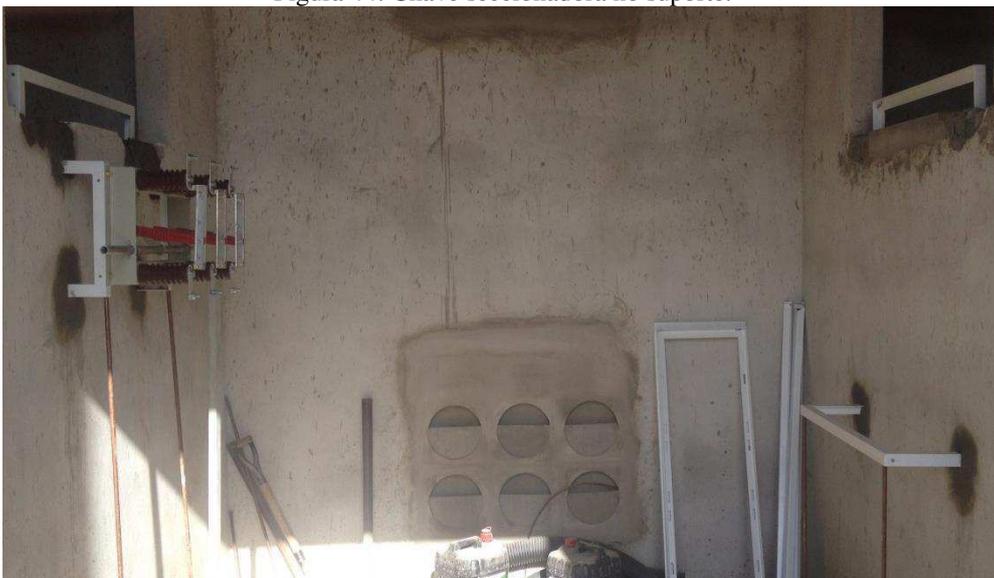
Figura 43: Poste 12/300.



Fonte: Autoria própria.

➤ **Chaves Seccionadoras e Disjuntor:** Foram colocadas três chaves seccionadoras de 15 kV com comando simultâneo, uma antes do disjuntor, outra depois do disjuntor e antes do Trafo e uma após o transformador. Todas as chaves foram colocadas em suportes e os suportes foram chumbados na parede. E no cubículo de disjunção, foi colocado um disjuntor de média tensão e com o mesmo veio acoplado o relé de proteção. Mostradas nas Figuras 45 e 46.

Figura 44: Chave seccionadora no suporte.



Fonte: Autoria própria.

Figura 45: Disjuntor com relé de proteção acoplado.



Fonte: Autoria própria.

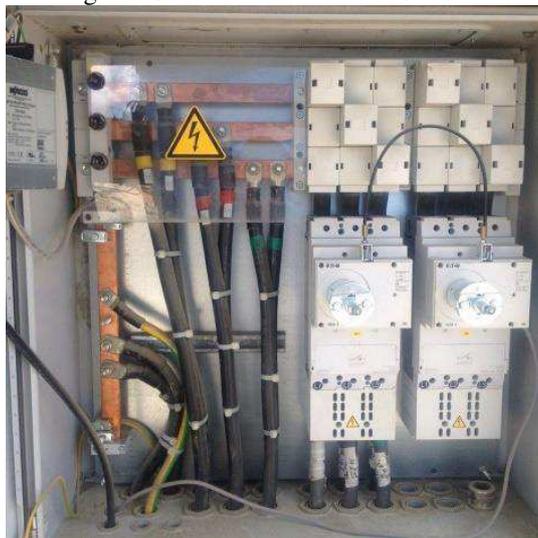
Para a subestação funcionar, faltam alguns detalhes, como o contrato do estagiário terminou, ele não poderá acompanhar o restante da obra, acarretando em perdas de algumas tarefas. São elas: à passagem dos cabos para as cargas, as telas nas janelas, aterramento das partes metálicas, a instalação do QGBT, a instalação do banco de capacitores, comissionamento e por fim a energização.

4.2.3.2. INSTALAÇÃO DE PAINEL ELÉTRICO DA MÁQUINA DE BRITAGEM

As máquinas de britagem primária e secundária permitiam a comutação entre alimentação a óleo diesel e energia elétrica. No entanto, apenas o MCO11 estava com o acionamento da parte elétrica disponível no armário de distribuição.

Quando a empresa optou por executar o projeto da subestação, a equipe técnica das máquinas foi acionada e foi implementado o painel e a instalação elétrica do MC120Z, sob responsabilidade do Eng. Vinícius Borim e acompanhamento do estagiário.

Figura 46: Painel elétrico do MC120Z.



Fonte: Autoria própria.

O circuito elétrico, da Figura 47, consiste em contactores que comutam, mediante seleção da chave, entre os dois tipos de alimentação.

4.2.3.3. BALANÇAS PESAGEM CARRETAS

➤ As balanças são instrumentos fundamentais dentro de uma pedreira e devem ser implementadas em cada unidade transportadora da peneira para controle efetivo de produção, como também, deve está disponível uma balança de pesagem para os caminhões.

➤ O dimensionamento das balanças a ser instalada na peneira leva em consideração os seguintes parâmetros: largura interna e externa e velocidade média de referência. Estas balanças já foram compradas, mas o processo de instalação ainda não foi iniciado.

➤ A instalação da balança de pesagem começou em novembro, mas ainda não foi concluída. O estagiário acompanhou o começo, observando malha de aterramento, e presenciou a dificuldade de se cravar as hastes. Entretanto, as hastes utilizadas nesta malha eram 5/8 polegadas de diâmetro e cabos de cobre nu de 35mm^2 . O estagiário pode acompanhar também a solda do tipo exotérmica, mas a equipe que executou não teve êxito com a solda, então a equipe fez a escolha por conexão com conectores GTDU e depois cobriu com massa calafetar. Observa-se nas Figuras 48, 49, 50 e 51 esses procedimentos.

Figura 47: Cravando a haste para a malha de terra da balança de pesagem.



Fonte: Aatoria própria.

Figura 48: Cabo partido após a solda exotérmica.



Fonte: Aatoria própria.

Figura 49: Conexão feita com o conector GTDU.



Fonte: Autoria própria.

Figura 50: Conexão com a massa calafetar do tipo 3M.



Fonte: Autoria própria.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio é um processo de aprendizagem indispensável à formação do estudante que deseja estar bem preparado para enfrentar os desafios do mercado de trabalho. Além de oferecer a oportunidade de conciliar teoria e prática, ele possibilita vivenciar o dia-a-dia da profissão que se pretende exercer.

No período de realização do estágio vale destacar a importante contribuição das disciplinas Instalações Elétricas, Sistemas Elétricos e Equipamentos Elétricos juntamente com seus respectivos laboratórios, as disciplinas Expressão Gráfica, Engenharia Econômica e Administração esta última apesar de não abordar gerenciamento de obra em sua ementa, auxiliaram de uma maneira mais abrangente a execução do estágio.

Durante esse período, o acompanhamento das atividades executadas no campo despertou a atenção do estagiário para a importância de algumas características que o profissional precisa ter, tais como capacidade de comunicação e poder de decisão, seja em qualquer área que venha atuar, assim também como dispor de uma equipe qualificada e que trabalhe em grupo, visando desta forma solucionar, em um curto espaço de tempo, problemas que poderão ocorrer durante as operações.

BIBLIOGRAFIA

KLEEMANN. **Manual de instruções MOBICAT MC120Z**. © Kleemann GmbH. 2011. BAL_K007_2260080_00_PT

KLEEMANN. **Manual de instruções MOBICONE MCO11**. © Kleemann GmbH. 2012. BAL_K0380216.

KLEEMANN. **Manual de utilização, manutenção e peças de substituição. Modelo: MS19D**. © Kleemann GmbH. 9. ed.

MAMEDE, J. Manual de Equipamentos Elétricos. 3. ed. LTC Editora. 2005. ISBN: 8521614365

UFF. Universidade Federal Fluminense. **Subestações: Tipos, Equipamentos e Proteção**. Disponível em: <<http://www.uff.br/lev/downloads/apostilas/SE.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2015

AREASEG. **Segurança e Saúde do Trabalho**. Disponível em: <<http://www.aseg.com/seg/>>. Acesso em: 01 dezt. 2015.

ANEXO A

Nome do executor da inspeção: _____	Data da inspeção: _____ / _____ / _____	
	Horímetro (motor): _____ h	
	Horímetro (mandíbula): _____ h	
	Tempo de trabalho: _____	

Checking List MC120 Semanal		
Descrição	Tipo	OK?
MOTOR DIESEL		
Nível de Combustível	Visual	
Nível de Óleo do motor	Visual	
Nível de Água do Radiador	Visual	
Nervuras do Radiador	Limpeza	
Filtro de Ar do motor	Limpeza	
Retirar água do Filtro separador	Visual	
Filtro de ar do painel	Limpeza	
Verificar pressão dos coxins do quadro de força	Visual	
Aspirar internamente o painel	Limpeza	
Reajuste da borracha raspadora	Visual	
Verificar Alinhamento da correias	Visual	
Verificar desgaste das borrachas de vedação dos transportadores	Visual	
Verificar limpeza do transportador	Visual	
Verificar Limpeza do correia final de produtos	Visual	
Verificação dos Roletes	Visual	
Verificação dos raspadores internos	Visual	
Verificar se existe algum dano na grelha furada	Visual	
Verificar bicos de água	Visual	
Verificar desgaste das telas da peneira abaixo da grelha	Visual	
Lubrificar o cardan	NLGI-2 EP2	
Lubrificar os rolamentos da peneira (2 x 35g)	SKF LGHB 2 / 0.4 / 70g	
Verificar desgaste das Mandíbulas	Visual	
Verificar desgaste das cunhas laterais	Visual	
Lubrificação dos mancais dos rolamentos da carcaça (12 pontos de lubrificação - 6 x 40g - 4 x 15g - 2 x 30g)	NLGI-2 EP2	
Verificar tensão das correias trapezoidais - primeiras 50h	360 g	
Verificar integridade do cabo elétrico	Visual	
MESA VIBRATORIA		

Nome do executor da inspeção: _____

Data da inspeção: _____ / _____ / _____

Horímetro (motor): _____ h

Horímetro (cone): _____ h

Tempo de trabalho: _____

Checking List MCO11 H/S Semanal		
	Descrição	Tipo
MOTOR DIESEL	Nervuras do Radiador	Limpeza
	Filtro de ar do painel	Limpeza
PAINEL	Verificar pressão dos coxins do quadro de força	Visual
	Aspirar internamente o painel	Limpeza
SISTEMA HIDRAULICO	Verificar nível de óleo hidráulico	Visual
	Verificar se há vazamento de óleo hidráulico	Visual
	Reajuste da borracha raspadora	Visual
	Verificar Alinhamento da correias	Visual
CORREIAS	Verificar desgaste das borrachas de vedação dos transportadores	Visual
	Verificar desgaste dos roletes	Visual
	Verificação dos raspadores internos	Visual
ALIMENTADOR	Verificar desgaste ou presença de rachaduras	Visual
	Verificar aberto dos parafusos	Visual
	Verificar aperto dos parafusos	
	Visualizar presença de vazamentos	
CONE	Verificar trincas ou rachaduras	
	Verificar desgaste no bojo e manta	
	Lubrificar o anel de ajuste com a bojo destravado (15g) e após travado (15g)	NLGI-2 EP2 30g para cada bico
	Verificar presença de partes metálicas na gaveta do tanque de óleo	Visual
	Nervuras do Radiador	Limpeza
Limpeza Geral	Limpeza	
Temperatura dos mancais		

Nome do executor da inspeção: _____

Data da inspeção: _____ / _____ / _____

Horímetro: _____ h

Tempo de trabalho: _____

Checking List MS19 Semanal			
	Descrição	Tipo	OK?
MOTOR DIESEL	Limpeza do Radiador	Ar + Agua	
	Verificação das baterias	Nível agua	
	Verificação de vazamentos	Visual	
CORREIAS	Lubrificação dos mancais das correias	NLGI EP2	
	Ajuste dos raspadores	Visual	
	Verificação das borrachas de vedação	Visual	
	Verificar desgaste dos roletes	Visual	
SISTEMA HIDRAULICO	Verificação de possíveis vazamentos	Visual	
	Aperto dos parafusos	Visual	
PENEIRA	Verificação das telas	Visual	
	Verificar possíveis rachaduras	Visual	
	Verificar temperatura dos rolamentos	Medir	