



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA



RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

REALIZADO NA PETROBRÁS

Unidade de Negócio de Exploração e Produção da Bahia

Aluno: Pedro Manoel Costa Gondim

Professor Orientador: Francisco das Chagas F. Guerra

Campina Grande, Paraíba Outubro de 2010

PEDRO MANOEL COSTA GONDIM

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

REALIZADO NA PETROBRÁS

Unidade de Negócio de Exploração e Produção da Bahia

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 Engenharia
Elétrica.

Campina Grande Paraíba Outubro de 2010

PEDRO MANOEL COSTA GONDIM

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

REALIZADO NA PETROBRÁS

Unidade de Negócio de Exploração e Produção da Bahia

Data de Aprovação __ / __ / __

BANCA EXAMINADORA:

Francisco das Chagas F. Guerra

Universidade Federal de Campina Grande

Professor Orientador

Professor Convidado

Universidade Federal de Campina Grande

Avaliador

Campina Grande – Paraíba, Outubro de 2010

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a DEUS, que sempre foi a minha maior fonte de forças.

À minha mãe Idalina, que com toda a sua calma e dedicação sempre esteve do meu lado, não medindo esforços para me ajudar.

Aos meus irmãos José Carlos e Ana Camila, por toda a amizade e companheirismo.

À minha filha Maria Clara, por me trazer tanta felicidade.

E a todos os meus amigos que contribuíram durante minha estadia em Campina Grande.

Ao professor Francisco das Chagas F. Guerra, pela orientação e pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

SUMÁRIO

	Pág.
CAPÍTULO I – Introdução.....	8
CAPÍTULO II – A empresa.....	9
CAPÍTULO III – Ambientação e treinamentos.....	10
3.1 O programa de ambientação.....	10
3.2 Qualificação em segurança, meio-ambiente e saúde (QSMS).....	11
3.3. Curso Básico De Segurança Industrial (CBASI).....	12
3.4. Oficina de ética.....	13
CAPÍTULO IV –Atividades realizadas.....	14
4.1. Acompanhamento de Auditorias NR-10.....	14
4.2. Cálculo da Energia Incidente.....	15
4.2.1. O método IEEE 1584 com as seguintes limitações.....	15
4.2.1.1 O cálculo para determinação da corrente de curto-circuito.....	17
4.2.1.2. Cálculo com tensão nominal entre 1000 V e 15000 V.....	17
4.2.1.3. Para tensão do sistema acima de 15.000 V.....	17
4.2.2. O cálculo da energia incidente.....	17
4.2.2.1 Cálculo Energia incidente Normalizada.....	18
4.2.2.2 Cálculo da Energia Incidente.....	18
4.3. Cálculo de curto circuito utilizado o programa ELPLEK.....	19
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3.1- Combate a incêndio.....	12
Figura 4.3.1- Tela inicial do Elplek.....	21
Figura 4.3.2- Cálculo de curto circuito EP-BA Entre Rios.....	22

LISTA DE TABELAS

	Pág.
TABELA 4.2.1 – Fatores por tipo do equipamento e classe de tensão.....	19
TABELA 4.2.2 – Distância de segurança de Trabalho.....	19
TABELA 4.2.3- Categorias de riscos, requisitos para EPI.....	20

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

A disciplina Estágio Integrado tem como objetivo integrar o aluno com a problemática tecnológica, econômica, política e humanística, existentes nos setores de indústria e de serviços, permitindo uma visão realista do funcionamento das empresas, assim como, aperfeiçoar o processo de ensino-aprendizagem, permitindo aos alunos a aplicação dos conhecimentos teóricos na prática.

Neste relatório serão descritas as atividades exercidas durante o estágio referente à disciplina Estágio Integrado, realizado na empresa Petrobras, localizada na cidade de Salvador-Bahia. O estágio foi realizado entre 05/04/2010 e 18/10/2010, e as atividades foram desenvolvidas na Unidade de Negócio de Exploração e Produção da Bahia.

Serão objetos de estudo deste relatório a ambientação dos estagiários, as atividades desempenhadas durante o período do estágio, os cursos e palestras oferecidos, atividades desenvolvidas e a contribuição do estágio para a vida profissional do estudante.

CAPÍTULO 2

A EMPRESA

A **Petrobras - Petróleo Brasileiro S/A** é uma empresa de capital aberto (sociedade anônima), cujo acionista majoritário é o Governo do Brasil (União). É, portanto, uma empresa estatal de economia mista. Fundada em 3 de outubro de 1953 e sediada no Rio de Janeiro, opera hoje em 28 países, no segmento de energia, prioritariamente nas áreas de exploração, produção, refino, comercialização e transporte de petróleo e seus derivados, no Brasil e no exterior. Seu lema atual é "Uma empresa integrada de energia que atua com responsabilidade social e ambiental".

A empresa está em segundo lugar no ranking das maiores petrolíferas de capital aberto do mundo. Em valor de mercado, é a segunda maior empresa do continente americano e a quarta maior do mundo, no ano de 2010. Em Setembro de 2010, passou a ser a segunda maior empresa de energia do mundo, sempre em termos de valor de mercado.

A Petrobras oferece programas de estágio, os quais são organizados por cada uma das suas unidades de negócio. A Unidade de Negócios de Exploração e Produção da Bahia (UN-BA) desenvolveu um ciclo de estágio em 2010, em parceria com o Instituto Euvaldo Lodi – IEL (responsável pela triagem dos candidatos), contemplando estudantes do nível técnico e superior.

CAPÍTULO 3

AMBIENTAÇÃO E TREINAMENTOS

3.1. O PROGRAMA DE AMBIENTAÇÃO

O programa de ambientação, coordenado por Návila Libório coordenadora de estágio, foi desenvolvido entre os dias 05 e 16 de Abril de 2010, aplicado a 62 estudantes, sendo 29 de nível superior e 33 de nível técnico. No primeiro dia, os estudantes receberam os crachás e foram reunidos no Auditório da Universidade Petrobrás (UP), para a abertura do Ciclo de Estágio Petrobrás 2010.

Neste encontro, foram ministradas palestras sobre as políticas de Recursos humanos na UN-BA, as ações de responsabilidade social, a estrutura da gestão de segurança, meio ambiente e saúde (SMS) além de uma apresentação geral da Petrobrás e da Unidade de Negócios Bahia. O foco da atividade de estágio no aprendizado do estudante foi amplamente citado pelos palestrantes, além da necessidade de sigilo das informações corporativas. O IEL ressaltou a importância dos estágios nas empresas para os estudantes. A coordenadora do programa de estágio transmitiu as orientações sobre o programa de ambientação.

Nos dias subsequentes, os estudantes participaram de um curso QSMS (Questões de Segurança, Meio Ambiente e Saúde), com duração de 16 horas, um Curso Básico de Segurança Industrial (CBASI), com duração de 4 horas, e de uma oficina de desenvolvimento comportamental, com duração de 8 horas, ambos desenvolvidos na Universidade Petrobras.

O programa de ambientação foi finalizado com visitas técnicas ao Museu do Petróleo, onde foi mostrada a história das atividades de exploração de petróleo, e aos projetos Tamar e Baleia Jubarte, em Praia do Forte, onde foi apresentada a responsabilidade ambiental da empresa.

O programa de ambientação desenvolvido permitiu uma preparação eficiente para o estágio, ao promover a apresentação da estrutura da corporação, o aprendizado de temas necessários para o início das atividades, além de propiciar a integração entre os estagiários

3.2. QUALIFICAÇÃO EM SEGURANÇA, MEIO-AMBIENTE E SAÚDE (QSMS)

O curso, ministrado por Silvano Alves da Silva técnico de Logística da Petrobras, teve por objetivo principal transmitir aos alunos noções básicas de segurança, meio ambiente e saúde, bem como a sua importância para as atividades desenvolvidas.

Foram abordados os princípios de SMS, as normas adotadas pela Petrobras para prevenção de acidentes e exemplos, retratando as principais causas de acidentes, incidentes e doenças, ocorridos em geral por descaso com relação a essas normas.

Política de Segurança, Meio Ambiente e Saúde (SMS) da Petrobras:

- Educar, capacitar e comprometer os trabalhadores com as questões de SMS, envolvendo fornecedores, comunidades, órgãos competentes, entidades representativas dos trabalhadores e demais partes interessadas;
- Estimular o registro e tratamento das questões de SMS e considerar, nos sistemas de consequência e reconhecimento, o desempenho em SMS;
- Atuar na promoção da saúde, na proteção do ser humano e do meio ambiente mediante identificação, controle e monitoramento de riscos, adequando a segurança de processos às melhores práticas mundiais e mantendo-se preparada para emergências;
- Assegurar a sustentabilidade de projetos, empreendimentos e produtos ao longo do seu ciclo de vida, considerando os impactos e benefícios nas dimensões econômica, ambiental e social;
- Considerar a ecoeficiência das operações e produtos, minimizando os impactos adversos inerentes às atividades da indústria.

3.3. CURSO BÁSICO DE SEGURANÇA INDUSTRIAL (CBASI)

O curso de CBASI objetivou a capacitação dos alunos prevenção e combate a incêndios no ambiente industrial. Foram apresentadas situações de risco e as medidas adequadas para tornar o ambiente seguro. O CBASI tem carga horária de 8 horas, sendo 4 horas de aulas teóricas e 4 horas de aulas práticas. O conteúdo programático é composto de temas como Teoria do Fogo, Classes de Incêndios, Agentes Extintores, Equipamentos de Combate a Incêndios, Conceitos de Abandono de Áreas, entre outros. Os alunos fazem aplicação direta destes conhecimentos, reforçando atitudes e comportamento de prevenção e combate à incêndios. A aula prática foi ministrada pela empresa CTA (Centro de Treinamento Asseg) localizada no município de Camaçari-Bahia.



Figura 3.1- Combate a incêndio.

3.4. OFICINA DE ÉTICA

A oficina, foi realizada visando a fixação dos conceitos de ética corporativa utilizada na Petrobras. O palestrante buscou, através de uma abordagem dinâmica, apresentar o conteúdo de forma intuitiva.

Foi apresentado o código de ética da Petrobras, observando uma preocupação em evitar qualquer tipo de discriminação entre a força de trabalho da organização. O curso teve ênfase nas formas de assédio (moral e sexual). A ética foi mostrada como uma característica inerente a toda ação humana e, por esta razão, é um elemento vital na produção da realidade social. Todo homem possui um senso ético, uma espécie de "consciência moral", estando constantemente avaliando e julgando suas ações para saber se são boas ou más, certas ou erradas, justas ou injustas.

A oficina demonstrou que os comportamentos humanos são classificáveis sob a ótica do *certo* e *errado*, do *bem* e do *mal*. Embora relacionadas com o agir individual, essas classificações sempre têm relação com as matrizes culturais que prevalecem em determinadas sociedades e contextos históricos.

Contudo, conclui que a ética está relacionada à opção ao desejo de realizar a vida, mantendo com os outros relações justas e aceitáveis. Via de regra está fundamentada nas idéias de bem e virtude, enquanto valores perseguidos por todo ser humano e cujo alcance se traduz numa existência plena e feliz.

CAPÍTULO 4

ATIVIDADES REALIZADAS

4.1. ACOMPANHAMENTO DE AUDITORIAS NORMA REGULADORA (NR-10).

A Norma Regulamentadora, NR-10, fixa as condições mínimas exigíveis para garantir a segurança dos empregados que trabalham em instalações elétricas, em suas diversas etapas, incluindo projeto, execução, operação, manutenção, reforma e ampliação e, ainda, a segurança de usuários e terceiros.

A Petrobras anualmente faz Auditoria de NR-10, tanto interna quanto externa nas suas Instalações Elétricas, busca reduzir ao mínimo as possibilidades de acidentes elétricos em seus estabelecimentos. Na Petrobras existe um Prontuário das Instalações Elétricas trazido pela nova Norma Regulamentadora NR-10, do MTE – Ministério do Trabalho e Emprego (Portaria no 598, do dia 07-12-2004), que contém laudos técnicos e documentos sobre o sistema elétrico da empresa. O Prontuário é o instrumento pelo qual pode manter controle total sobre as instalações elétricas de seus estabelecimentos.

As Auditorias foram realizadas em toda Unidade de Negócio de Exploração Produção da Bahia e visa o controle e acompanhamento das manutenções elétricas (preventiva e corretiva) feitas pelos eletricitistas das empresas contratadas e os funcionários da Petrobras.

As auditorias tem o objetivo de verificar, capacitação técnica, treinamentos de segurança NR 10 aos eletricitistas; os treinamentos que estão sendo exigidos pelo MTE são os seguintes:

I – Área Técnica: Capacitação em Eletrotécnica;

II – Área de Segurança: Curso Básico (baixa tensão) ou Curso Complementar (alta tensão), de reciclagem bianual.

O Estado dos equipamentos de proteção individual (EPI), equipamentos de proteção coletivas (EPC), ferramentas, tipos de sinalização e instrumentos de medição aplicáveis à atividade, isolamento e certificados de ensaios de rotina (isolamento elétrico) também são analisados.

4.2. CÁLCULO DA ENERGIA INCIDENTE PELA NORMA DA IEEE 1584TM-2002.

No estágio foi desenvolvido um estudo que tem por objetivo estabelecer o valor da Energia Incidente e a distância segura de aproximação de um painel elétrico de uma Subestação, bem como especificar os EPI's adequados à operação do sistema elétrico energizado do referido painel a partir da norma IEEE 1584-2002, utilizado para realizar os cálculos dos perigos dos Arcos Elétricos, é o método mais amplamente utilizado para o cálculo do nível de perigo do arco elétrico. Este método procura ser mais realista chegando-se à EPI's de classes menores, com proteção, melhor conforto do trabalhador e desta forma evita excessos na determinação dos EPI's, o que também provoca condições inseguras (desconforto, diminuição da mobilidade, visibilidade).

A escolha da vestimenta ou roupa de proteção contra queimaduras por arco elétrico requer uma avaliação detalhada da natureza do arco elétrico e das práticas de trabalho e não deve ser realizada somente por analogia com os demais agentes térmicos. A engenharia elétrica pode e deve contribuir na identificação e avaliação do risco e tomar medidas para proteger as pessoas além da proteção da instalação e equipamentos elétricos

4.2.1. O método IEEE 1584 pode ser aplicado dentro das seguintes limitações:

- Tensão do sistema: 208 V a 15 kV
- Frequência: 50 ou 60 Hz
- Corrente de curto circuito entre 0.7 a 106 kA
- Espaçamento entre os condutores: 13 a 152 mm
- Arco dentro do invólucro de equipamentos e em locais abertos
- Tipo de aterramento: Não Aterrado, Aterrado, Aterrado por impedância
- Sistema trifásico

A Energia Incidente é a quantidade de energia térmica incidente em que o trabalhador é exposto com seu corpo de certa distância de trabalho do arco elétrico. A Energia incidente é a medida em Joule/cm² ou em Calorias/cm², a análise de processo para determinação da energia incidente segue os seguintes passos:

- **Passo 1:** O sistema de Coleta de dados de instalação ;
- **Passo 2:** Determinar o sistema de modos de operação ;
- **Passo 3:** Determinar a corrente de curto circuito;
- **Passo 4:** Encontrar o tempo de atuação do dispositivo de proteção;
- **Passo 5:** Tensões do sistema, documento e as classes de equipamento;
- **Passo 6:** Selecionar a distância de trabalho;
- **Passo 7:** Determine a energia incidente para todos os equipamentos ;
- **Passo 8:** Determinar o limite de proteção do arco elétrico para todos os equipamentos;

Modelo de cálculo para energia incidente na norma IEEE 1584/2002 é derivado de análises estatísticas de ensaios e testes que tentam reproduzir uma situação real de arco elétrico.

4.2.1.1 O cálculo para determinação da corrente de curto-circuito por arco elétrico tensão nominal inferior a 1000V ;

$$\text{Log}I_a = K + 0,662 * \text{Log}I_{bf} + 0,0966 * V + 0,000526 * G + 0,5588 * V * \text{Log}I_{bf} - 0,00304 * G * \text{Log}I_{bf}$$

Onde:

- **Ia** Corrente do arco elétrico (kA);
- **K** (- 0,153) para configuração aberta (sem invólucro);
(- 0,097) para configuração em caixa fechada;
- **Ibf** Corrente de curto circuito sólido trifásico simétrico (kAr);
- **V** Tensão do sistema (kV);
- **G** Distância dos condutores (mm), ver tabela 4.2.1

4.2.1.2. Cálculo com tensão nominal entre 1000 V e 15000 V ;

$$\text{Log}I_a = 0,00402 + 0,983 * \text{Log}I_{bf}$$

Convertendo o resultados das expressões acima: $I_a = 10^{\text{Log} I_a}$

4.2.1.3. Para tensão do sistema acima de 15.000 V;

$$I_a = I_{bf}$$

4.2.2. O cálculo da energia incidente;

O cálculo de energia incidente passa por duas equações, Energia Incidente Normalizada que é a energia que projeta no espaço a partir de um curto-circuito proveniente de um arco elétrico de duração de 200 (ms) sobre um corpo humano que está a um distância de 610 mm do arco elétrico.

A Energia Incidente (Real), é a energia que é calculada a partir da energia incidente normalizada, incidente sobre a pele ou a vestimenta do trabalhador.

4.2.2.1 Cálculo Energia incidente Normalizada:

$$\text{Log}E_n = K_1 + K_2 + 1,081 * \text{Log}I_a + 0,0011 * G$$

Onde:

- **En** Energia incidente (J/cm²) para tempo de 200 ms e distância de 610 mm;
- **K1** (- 0,792) para configuração aberta (sem invólucro);
(- 0,555) para configuração em caixa fechada;
- **K2** (0) para sistema isolado e aterrado por alta resistência;
(- 0,113) para sistema solidamente aterrado;
- **G** É a distância dos condutores (mm), ver tabela 4.2.1.

4.2.2.2. Cálculo da Energia Incidente:

$$E = 4,184 * C_f * E_n * \left(\frac{t}{0,2} \right) * \left(\frac{610^x}{D^x} \right)$$

Onde:

- **E** Energia incidente (J/cm²);
- **C_f** Fator de cálculo;
1,5 para tensão igual ou menor do que 1 kV;
1,0 para tensão acima de 1 kV;
- **En** Energia incidente normalizada;
- **t** Tempo do arco (s);
- **D** Distância do ponto do arco (mm), ver tabela 4.2.2.
- **x** Fator de distância (Dependente do nível de tensão do sistema elétrico e do tipo de equipamento).

<u>Tensão do sistema (kV)</u>	<u>Tipo do equipamento</u>	<u>Distância típica entre condutores (mm)</u>	<u>Fator de distância (x)</u>
0.208 - 1	Condutores nus	10-40	2
	Disjuntor	32	1.473
	Painéis e CCM	25	1.641
	Cabos isolados	13	2
>1 - 5	Condutores nus	102	2
	Disjuntor	13-102	0.973
	Painéis e CCM	102	0.973
	Cabos isolados	13	2
>5 - 15	Condutores nus	13-153	2
	Disjuntor	153	0.973
	Painéis e CCM	153	0.973
	Cabos isolados	13	2

TABELA 4.2.1 – Fatores por tipo do equipamento e classe de tensão.

Classes of equipment	Typical working distance^a (mm)
15 kV switchgear	910
5 kV switchgear	910
Low-voltage switchgear	610
Low-voltage MCCs and panelboards	455
Cable	455
Other	To be determined in field

TABELA 4.2.2 – Distância de segurança de Trabalho.

A escolha da roupa de proteção contra queimaduras por arco elétrico requer uma avaliação detalhada da natureza do arco elétrico e das práticas de trabalho e não deve ser realizada somente por analogia com os demais agentes térmicos. A engenharia elétrica pode e deve contribuir na identificação e avaliação do risco e tomar medidas para proteger as pessoas além da proteção da instalação e equipamentos elétricos na tabela 4.2.3, identifica a categorias de riscos e indica os requisitos das vestimentas adequadas.

REQUISITOS BÁSICOS PARA USO DE EPI		
<i>Categorias de riscos</i>	<i>Energia incidente Cal/cm² (J/cm²)</i>	<i>Requisitos de vestimenta em função da categoria necessária para o EPI</i>
0	1,2 (5,02)	Algodão não tratado
1	5 (20,92)	Camisa FR e calça FR
2	8 (33,47)	Roupas de baixo em algodão, camisa FR e calça FR
3	25 (104,6)	Roupas de baixo em algodão, camisa FR, calça FR e, sobretudo, FR
4	40 (167,36)	Roupas de baixo em algodão, camisa FR, calça FR e conjunto de casaco e calça de manobra com dupla camada

TABELA 4.2.3- Categorias de riscos, requisitos para EPI.

Fonte: Norma NFPA 70E.

Nota: FR (Flame Retardant), material retardante de chama.

4.3. CÁLCULO DE CURTO CIRCUITO UTILIZADO O PROGRAMA ELPLEK

Para o cálculo de curto circuito foi utilizado o programa Elplek. Este programa calcula as correntes e tensões na rede, nos casos de faltas diferentes. Os cálculos podem ser efetuados de acordo com a norma IEC 60909, ou usando o método da superposição, neste último caso a corrente após a ocorrência da falta, é calculada em função do tempo. Para o estado “prefault” o método da superposição pode ser solucionado diretamente da rede, ou pode resolver o problema de fluxo de carga da rede.

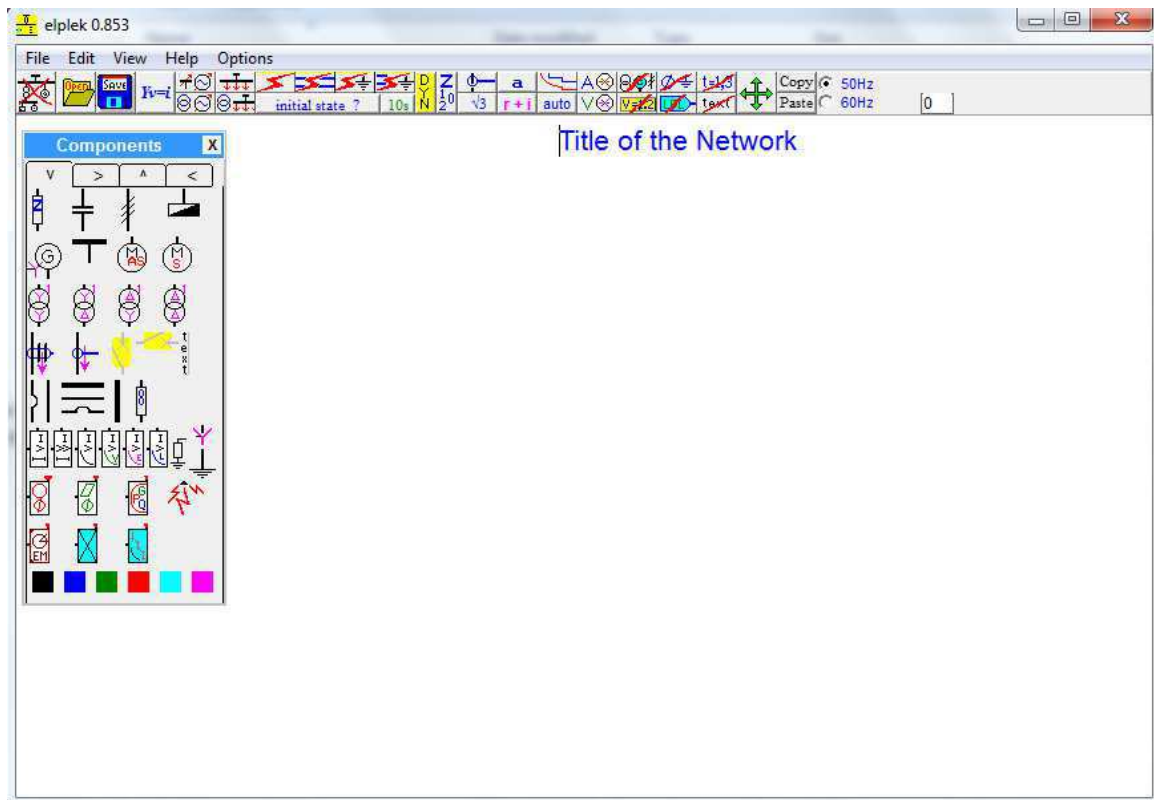


Figura 4.3.1- Tela inicial do Elplek

Inicialmente foram calculadas as impedâncias das linhas e redes elétricas da UN-BA pelo Excel e posteriormente utilizando os dados para realizar os cálculos no Elplek, obtendo a corrente de curto circuito da rede Petrobras.

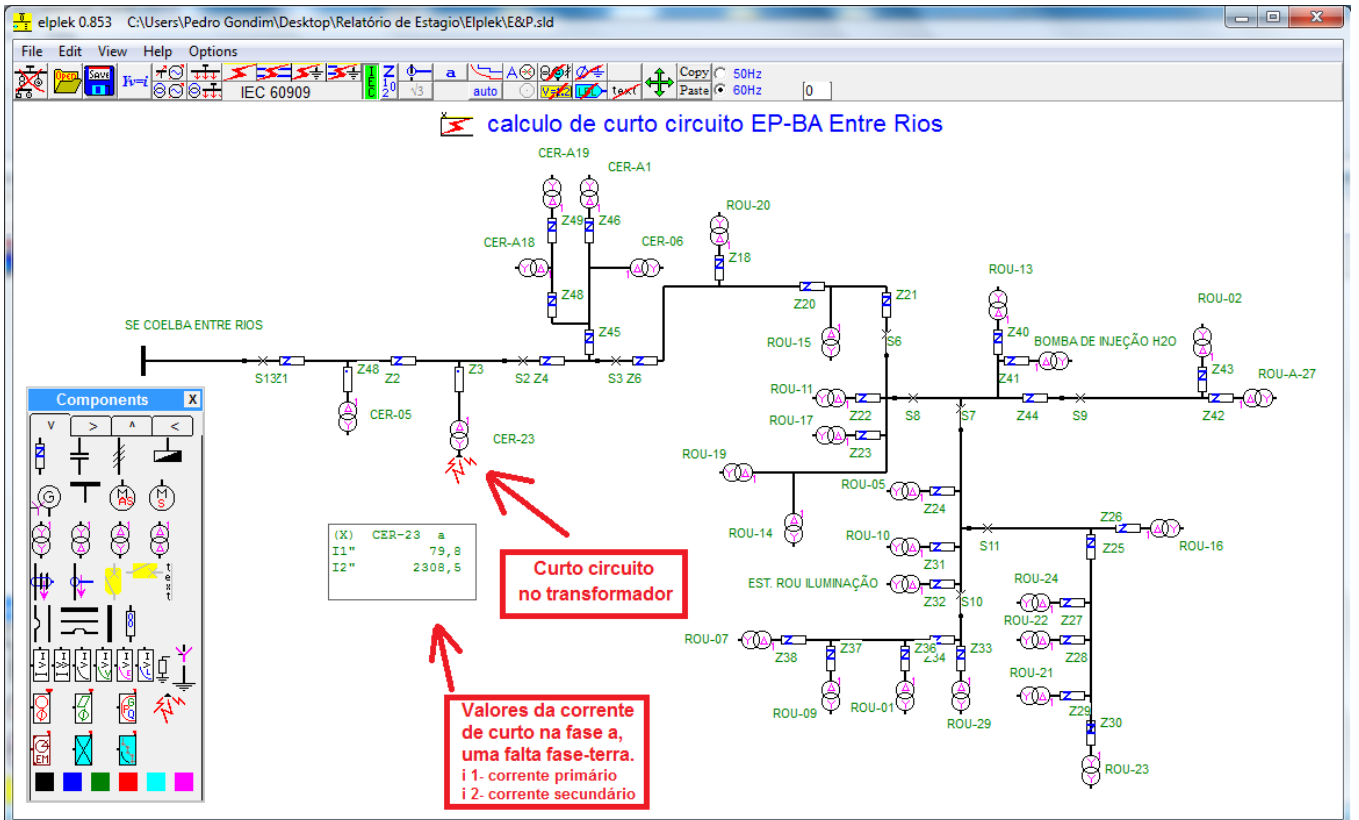


Figura 4.3.2- Cálculo de curto circuito EP-BA Entre Rios.

Apartir dos valores apresentado pelo programa, e fazendo cálculos teóricos comparando com os valores fornecidos pelo programa, os resultados foram aceitáveis e compatíveis com o esperado, apesar de ser um programa simples e pequeno para essa tarefa o Elplek foi de grande utilidade.

Considerações finais

O estágio realizado na UN-BA propiciou a aplicação da teoria assimilada no ambiente acadêmico sobre sistema elétrico de potencia, permitindo a fixação destes conceitos.

As atividades contribuíram para o desenvolvimento profissional, proporcionando o contato com as tecnologias, além de permitir o aprendizado de conceitos referentes aos métodos de auditorias internas.

O programa de estágio foi estruturado de modo a possibilitar aos estudantes a familiarização com a estrutura da companhia, a preparação adequada com relação aos conhecimentos necessários de segurança e outros tópicos, além de permitir uma integração entre o grupo de estagiários, fortalecendo as relações humanas e profissionais entre estes.

O estágio foi de grande importância para familiarização com novas tecnologias, conhecimento prático da área de manutenção e instalações elétricas, bem como a experiência enfrentando os problemas presentes em uma empresa.

Referências bibliográficas

[1] G. Kindermann, *Proteção de Sistema Elétrico de Potência*, 1st ed. Florianópolis: Edição do Autor, 1999, vol. 1.

[2] ABNT, *Normas Reguladoras Diversos*, Rio de Janeiro: ABNT.

[3] IEEE 1584TM-2002, "IEEE-Guide for Performing Arc-Flash Hazard Calculations " 2002. [Online]. Disponível em: <http://www.ieee.org>

