



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

SHAMIRA MARTINIANO DE LIMA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Campina Grande, Paraíba
Outubro de 2013

SHAMIRA MARTINIANO DE LIMA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de Estágio Supervisionado 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: Instalações Elétricas

Orientador:

Professor Tarso Vilela Ferreira, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba
Outubro de 2013

SHAMIRA MARTINIANO DE LIMA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de Estágio Supervisionado 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: Instalações Elétricas

Aprovado em / /

Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Tarso Vilela Ferreira, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho à minha avó. Pessoa essencial para minha formação e que sempre me incentivou.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, divino Mestre por ter me dado força nos momentos em que tudo parecia cada vez mais distante e impossível, enchendo sempre o meu caminho de Luz.

Agradeço à minha família que apesar da distância física sempre estava ao meu lado. Ao meu pai que embora muito calado sempre soube como passar boas lições. As minhas irmãs que apesar das discursões comuns entre irmãs sempre estiveram comigo. Aos meus avós que acreditaram nesse sonho junto comigo.

Também agradeço ao meu namorado Antonio Carlos por toda paciência, incentivo, amor, companheirismo, cumplicidade e por nunca ter medido esforços para me fazer feliz.

Aos que fazem parte da COMTÉRICA, meu sincero agradecimento. Em especial ao senhor Newton Mousinho pela oportunidade oferecida.

Agradeço ao Professor Tarso pela orientação neste trabalho, em nome do qual também agradeço a todos os funcionários do Departamento de Engenharia Elétrica.

Agradeço também a todos os amigos, sejam eles de infância ou os que fiz durante o curso, o apoio de todos foi essencial durante cada trecho desse percurso.

*“O insucesso é apenas uma oportunidade
para recomeçar de novo com mais inteligência”*

Henry Ford

RESUMO

Este relatório é referente ao estágio supervisionado realizado na COMTÉRICA, uma empresa que atua no ramo da construção civil, durante um período de 330 horas. As duas principais atividades realizadas durante o estágio foram o cálculo luminotécnico para iluminação de ambientes da escola de dança na obra da reforma do Espaço Cultural José Lins do Rego e o acompanhamento de parte da instalação de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas. O cálculo luminotécnico para cada ambiente foi feito utilizando-se do método dos lúmens e o iluminamento indicado pela norma regente. O sistema de proteção contra descargas atmosféricas foi feito através de captadores de Franklin e o método da gaiola de Faraday montados de forma estrutural. Ambas atividades tornaram o estágio bastante proveitoso solidificando conhecimentos adquiridos durante o curso e proporcionando novas experiências.

Palavras-chave: Luminotécnico, Descargas atmosféricas, Sistemas de proteção contra descargas atmosféricas, SPDA.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa Isoceraúnico do brasil.	7
Figura 2 - Cone de proteção para edifícios baixos.	8
Figura 3 - Gaiola de Faraday.	9
Figura 4 - Luminária FAC06.	13
Figura 5 – RE-BAR em pilar já concretado da obra.	16
Figura 6 - Conexão de 20cm entre as RE-BARS.	17
Figura 7- Detalhe genérico das conexões das RE-BARS.	17
Figura 8 - Conexão entre as RE-BARS feitas na obra.	18
Figura 9 - Detalhe das re-bars nos pilares externos e internos.	18
Figura 10 - Detalhe interno da caixa de equalização.	19
Figura 11 - Detalhe equalização de tubulações metálicas.	19
Figura 12 - RE-BARS vertical partindo da fundação.	20
Figura 13 - Construção da fundação e alocação das RE-BARS.	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Iluminância de acordo com a atividade desenvolvida (ABNT, 2002).	6
Tabela 2 - Peso de acordo com observador e atividade desenvolvida (ABNT, 2002).	6
Tabela 5 - Índice ceraúmico de algumas cidades (INPE, 2001).....	7
Tabela 6 - Ângulo de proteção do método de Franklin (COUTINHO; ATLOÉ, 2003). 10	
Tabela 7 - Dimensão da malha de proteção pelo método da gaiola de Faraday (COUTINHO; ATLOÉ, 2003).	10
Tabela 8 - Dimensões de cada ambiente da escola de dança.....	12
Tabela 9 - Fator local por ambiente.....	13
Tabela 10 - Fator de utilização da luminária FAC06.	14
Tabela 11 - RCR por ambiente.	14
Tabela 12 - Número de luminárias de cada ambiente.	15

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

COMTÉRmica – Comercial Térmica

CREA – Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura

INSS – Instituto Nacional do Seguro Social

TCE – Tribunal de Contas do Estado

IPEM – Instituto de Pesos e Medidas

CREI – Centro de Referência a Educação Infantil

TRT – Tribunal Regional do Trabalho

IFPB – Instituto Federal da Paraíba

SPDA – Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR – Norma Brasileira

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

CNEN – Conselho Nacional de Energia Nuclear

SUMÁRIO

1	Introdução	1
1.1	A Empresa.....	1
2	Fundamentação teórica	3
2.1	Luminotécnica	3
2.1.1	Grandezas e conceitos da Luminotécnica	3
2.1.2	Cálculo Luminotécnico	5
2.2	Sistema de proteção contra descargas atmosféricas	6
2.2.1	Captor Franklin	7
2.2.2	Para-raios de Melsens.....	8
2.2.3	Níveis de Proteção.....	9
2.2.4	SPDA Estrutural.....	10
3	Atividades Desenvolvidas.....	12
3.1	Reforma do Espaço Cultural José Lins do Rego	12
3.2	Obra do Edifício sede do Fórum Maximiano de Figueredo	15
4	Conclusão.....	21
	Bibliografia.....	22

1 INTRODUÇÃO

A disciplina Estágio Supervisionado é integrante da grade curricular do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande e, tem por objetivo consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso e proporcionar experiência extra acadêmica.

Este trabalho relata as atividades de Estágio Supervisionado -1404274, disciplina de 11 créditos, correspondendo a 330 horas, realizadas no período de 08 de julho de 2013 a 27 de setembro de 2013, junto a empresa COMTÉRmica – Comercial Térmica LTDA situada na cidade de Cabedelo – PB.

O estágio foi dividido em duas partes, a primeira parte realizada foi na obra da reforma do Espaço Cultural José Lins do Rego onde foram feitas algumas atividades de luminotécnica. A segunda parte foi realizada na construção da obra do prédio onde funcionará o Tribunal Regional do Trabalho, nessa foi possível acompanhar parte da implantação de um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA).

O estágio proporcionou experiências únicas, entre elas o convívio corporativo, o cotidiano em um canteiro de obras, acompanhamento e execução de atividades relacionadas à profissão de um Engenheiro.

1.1 A EMPRESA

Fundada em 17 de novembro 1983 a COMTÉRmica – Comercial Térmica Ltda. tem como representantes legais e técnicos:

- Newton Mousinho Moreira- Engenheiro Mecânico;
- Alexandre José Mousinho Moreira - Engenheiro Civil;
- Marcelo Júnior Miranda da Silva - Engenheiro Eletricista;
- Fábio Vinicius Ferreira Barbosa - Engenheiro Segurança do Trabalho.

A empresa tem sede localizada no Loteamento Jardim Atlântico, nº 207. No bairro de Camboinha, na cidade de Cabedelo – PB. Tem como área de atuação a construção civil em geral, com serviços do tipo:

- Instalação, manutenção e fornecimento de ar-condicionado;
- Telefonia;
- Manutenção de redes;
- Centrais de rádio frequência;
- Retificadoras e conversoras DG;
- Grupos geradores;
- Coleta de lixo domiciliar, seletivo e hospitalar,
- Locação de máquinas e equipamentos em geral.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção são apresentados conceitos teóricos necessários para compreensão das atividades realizadas.

2.1 LUMINOTÉCNICA

Iluminar não significa apenas destinar a um local ou superfície uma determinada quantidade de fluxo luminoso, mas criar condições com a luz para que as atividades sejam desenvolvidas pelo modo mais eficiente e confortável (MATIAS, 2012).

Esse motivo torna o estudo da iluminação artificial tanto em ambientes internos como externos, denominado luminotécnica, extremamente necessário. Uma vez que ela fornece as ferramentas necessárias para a criação de ambientes com iluminação adequada através de uma série de procedimentos que vão desde a escolha apropriada dos aparelhos de iluminação até a disposição dos mesmos, tudo isso da forma mais eficiente possível.

2.1.1 GRANDEZAS E CONCEITOS DA LUMINOTÉCNICA

Algumas grandezas e conceitos são importantes para luminotécnica, entre eles podemos destacar:

- **Intensidade Luminosa (I)** – Define-se, fisicamente, como sendo a potência de radiação visível que é emitida por uma fonte de luz em uma determinada direção. Indica como se distribui, em todas as direções, a energia irradiada. A unidade mais comumente usada é a Candela (*cd*), que é definida pela NBR 5461 como a intensidade luminosa emitida, em uma dada direção, por uma fonte de luz monocromática de frequência 540×10^{12} Hertz e cuja intensidade de radiação em tal direção é de 1/683 watts por esferorradiano. Essa frequência é percebida como luz verde, para a qual o olho humano possui a elevada capacidade de absorção.

- **Fluxo Luminoso (φ):** É a potência de radiação emitida por uma fonte luminosa em todas as direções do espaço. A unidade definida pela ABNT através da Norma Brasileira (NBR) 5461 é o Lúmen (*lm*), que é definido como o fluxo luminoso emitido no interior de um ângulo sólido de 1 esferorradiano por uma fonte puntiforme de intensidade invariável e igual a 1 candela, em todas as direções.

Iuminância ou Iuminamento (E):Corresponde ao fluxo luminoso incidente por área iluminada, definida pela equação.

$$E = \frac{\varphi}{S} \quad (1)$$

Onde φ é o fluxo luminoso e S a área a ser iluminada. A unidade padrão é o *Lux (lx)*, onde 1 *lx* é definido como sendo a iuminância de uma superfície plana, de área igual a 1m² que recebe, na direção perpendicular, um fluxo luminoso igual a 1 *lúmen*, uniformemente distribuído. Em geral o iuminamento costuma em termos de iuminância média no plano de trabalho, sendo este plano imaginário localizado acima do piso a uma altura de 0,75m a 1 m cobrindo toda a superfície.

- **Luminância(L):**É uma medida da densidade da intensidade de luz refletida numa dada direção, se refere à quantidade de potência luminosa que poderá ser percebida pelo olho humano quando este observa uma superfície a partir de um dado ângulo de visão. Ela é a sensação de claridade de uma superfície iluminada.
- **Eficiência Luminosa(η):**Relação da quantidade de lúmens emitidos pela lâmpada por watts consumido, definido a seguir a na equação (2).

$$\eta = \frac{\varphi}{P} \quad (2)$$

Onde φ é o fluxo luminoso e P a potência consumida. Sua unidade é o *lm/Watts*

- **Refletância(ρ):** É a relação entre o fluxo luminoso incidente sobre a superfície e o fluxo luminoso refletido, definido na equação (3) geralmente fornecida em termos percentuais.

$$\rho = \frac{\varphi_{\text{refletido}}}{\varphi_{\text{incidente}}} \quad (3)$$

- **Curva Fotométrica ou Curva de Distribuição Luminosa:** Representa a variação da intensidade luminosa de uma fonte segundo um plano passando pelo centro, em função da direção. Trata-se de um diagrama polar, em que a fonte luminosa é reduzida a um ponto no centro do diagrama, onde as intensidades luminosas, em função do ângulo formado com a vertical, são medidas e registradas. Costuma-se na representação polar, referir os valores de intensidade luminosa constantes a um fluxo de 1000 lumens.

2.1.2 CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

De acordo com as normas da ABNT (NBR5413), cada ambiente requer um determinado nível de iluminância (E) ideal, estabelecido de acordo com as atividades a serem ali desenvolvidas. Os valores mínimos de iluminância são determinados de acordo com as características da atividade a ser desenvolvida, do ambiente e dos operadores, são alguns fatores: idade, velocidade e precisão e refletância do fundo da tarefa. Na Tabela 1 são apresentadas as recomendações sobre os níveis de iluminação em função das características da atividade a ser desenvolvida. Na Tabela 2 tem-se os itens que influenciam para escolha entre o iluminamento mínimo, médio ou máximo recomendado que levam em consideração a idade do observador, velocidade e precisão da tarefa a ser desenvolvida e a refletância do fundo de tarefa.

De acordo com a norma NBR 5413 da ABNT deve-se analisar as características das tarefas do observador e a refletância do fundo de tarefa, de modo a determinar o seu peso (-1, 0 ou +1), posteriormente soma-se, algebricamente, os três valores encontrados, considerando o sinal.

Tabela 1 - Iluminância de acordo com a atividade desenvolvida (ABNT, 2002).

	Iluminância (lux)	Tipo de ambiente/atividade
<i>CLASSE A (áreas de uso contínuo e/ou execução de tarefas simples)</i>	20-30-50 50-75-100 100-150-200	-ruas públicas e estacionamento -ambientes de pouca permanência -depósitos
<i>CLASSE B (áreas de trabalho em geral)</i>	200-300-500 500-750-1.000 1000-1500-2000	-trabalhos brutos e auditórios -trabalhos normais: escritórios e fábricas -trabalhos especiais: gravação, inspeção, indústrias de tecidos
<i>CLASSE C (áreas com tarefas visuais minuciosas)</i>	2000-3000-5000 5000-7500-10000 10000-15000-20000	-trabalho contínuo e exato: eletrônica -trabalho que exige muita exatidão: placas eletroeletrônicas -trabalho minucioso especial: cirurgia

Tabela 2 - Peso de acordo com observador e atividade desenvolvida (ABNT, 2002).

Características do observador	Peso		
	-1	0	1
<i>Idade</i>	Inferior a 40 anos	De 40 a 55 anos	Superior a 55 anos
<i>Velocidade e Precisão</i>	Sem importância	Importante	Crítica
<i>Refletância do fundo de tarefa</i>	Superior a 70%	De 30 a 70%	Inferior a 30%

Devendo-se usar a iluminância inferior do grupo quando o valor total for igual a -2 ou -3, a iluminância superior quando a soma for +2 ou +3 e a iluminância média nos outros casos. Com esses valores é possível determinar o número de luminárias e suas respectivas distribuições, a partir de um dos seguintes métodos (ambos descritos em detalhe na ABNT NBR 5413):

- Método dos lumens;
- Método ponto a ponto.

2.2 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS

ATMOSFÉRICAS

As descargas atmosféricas são um fenômeno natural que atingem todo o planeta. O Brasil tem sido recordista mundial em incidência por quilômetro quadrado, de acordo com pesquisa realizada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em

parceria com a NASA. A quantidade de raios em uma determinada região é dada pelo seu Índice Ceraúnico, na Figura 1 é mostrado o mapa isoceraúnico do Brasil. Na Tabela 3 tem-se o índice ceuraúnico de algumas cidades brasileiras.



Figura 1 - Mapa Isoceraúnico do Brasil.
Fonte: Centro de gestão e estudos estratégicos CGEE

A título de exemplo, este mesmo índice para as cidades na Europa fica entre 5 a 30, e justamente lá os sistemas de proteção contra descargas são bastante rigorosos. Entre os sistemas de proteção contra descargas atmosféricas mais utilizados estão os captosres de Franklin e a gaiola de Faraday, o captor radioativo já foi muito utilizado, mas hoje tem seu uso proibido.

Tabela 3 - Índice ceraúnico de algumas cidades (INPE, 2001)

Cidade	Índice ceraúnico (dias/ano)
Curitiba – PR	53
Rio de Janeiro – RJ	24
Porto Alegre – RS	20
Joinville – SC	76
São Paulo	38

2.2.1 CAPTOR FRANKLIN

O captor tipo Franklin trata-se de um captor metálico que tira proveito do “efeito das pontas” (o qual diz que cargas elétricas tendem a se acumular nas pontas) que facilita a formação de um arco voltaico entre o captor e a nuvem carregada e vice versa. Esse tipo de captor protege tudo que estiver à sua sombra segundo um cone com vértice na ponta do captor. Para prédios baixos até 20 metros (entre a ponta do captor e o terreno), a norma considera protegidos os edifícios com área pequena localizados dentro de um cone que tenha abertura de até 45 graus, como é mostrado na Figura 2.



Figura 2 - Cone de proteção para edifícios baixos.
Fonte: Watanabe, Roberto Massaru

2.2.2 PARA-RAIOS DE MEISENS

O para-raios de Meisens adota o princípio da gaiola de Faraday. A Gaiola de Faraday foi um experimento conduzido por Michael Faraday, em 1836 para demonstrar que uma superfície condutora eletrizada possui campo elétrico nulo em seu interior dado que as cargas se distribuem de forma homogênea na parte mais externa da superfície condutora.

O princípio de funcionamento de uma Gaiola de Faraday consiste na formação de uma rede de condutores próximos de modo que corrente resultante da descarga atmosférica é dividida nesses condutores. A gaiola de Faraday é um sistema que consiste de vários receptores colocados de modo a envolver o topo da estrutura e várias descidas, como é mostrado na Figura 3.

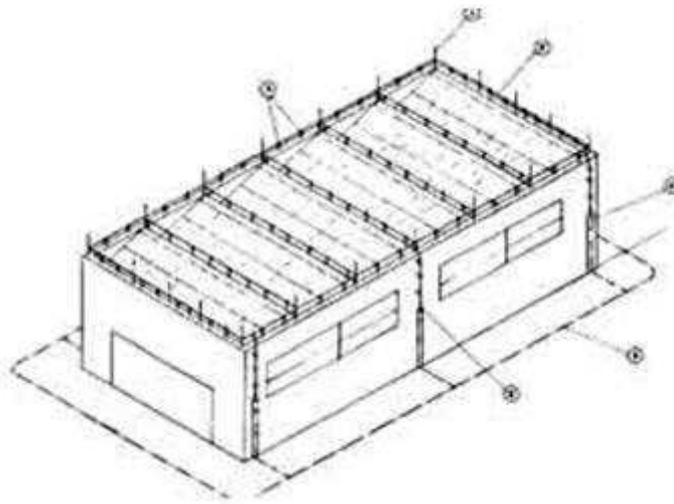


Figura 3 - Gaiola de Faraday.
Fonte: Impel para-raios

O método de Faraday é aplicável a edificações de grande área de cobertura e/ou altura (usualmente prédios industriais). Nestes, a adoção de outras técnicas de dimensionamento da rede captora implicaria na utilização de grande número de mastros captadores. A Norma Técnica ABNT NBR 5419/2005 é a base técnica e legal para nortear uma boa instalação de para-raios.

2.2.3 NÍVEIS DE PROTEÇÃO

De acordo com a norma técnica ABNT 5410 são definidos quatro níveis de proteção que são relacionados com as estruturas que se dará a instalação do sistema de proteção contra surtos:

- **Nível I** – Estruturas onde uma falha no sistema de proteção pode causar danos ao meio ambiente e estruturas vizinhas. Por exemplo, depósito de explosivos.
- **Nível II** – Estruturas onde a falha causará danos a bens insubstituíveis e/ou históricos, mas que se restringem a própria estrutura. Inclui-se também locais com grandes aglomerações de público, podendo causar risco de pânico. Por exemplo, ginásios e museus.
- **Nível III** – Estruturas de uso comum, residências e escritórios.
- **Nível IV** – Estruturas construídas de material não-inflamável e com pouco acesso de pessoas. Por exemplo, depósito de concreto armado.

Na Tabela 4 é mostrado o ângulo de proteção do método de Franklin e na Tabela 5 a dimensão da malha de proteção pelo método da gaiola de Faraday.

Tabela 4 - Ângulo de proteção do método de Franklin (COUTINHO; ATLOÉ, 2003).

Nível de proteção	Altura da estrutura a ser protegida			
	0 a 20m	21 a 30m	31 a 45m	46 a 60m
I	25°	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
II	35°	25°	Não se aplica	Não se aplica
III	45°	35°	25°	Não se aplica
IV	55°	45°	35°	25°

Tabela 5 - Dimensão da malha de proteção pelo método da gaiola de Faraday (COUTINHO; ATLOÉ, 2003).

Nível de proteção	Largura máxima da malha(m)	Comprimento da malha(m)
I	5	<10
II	10	<20
III	10	<20
IV	20	<40

2.2.4 SPDA ESTRUTURAL

Um sistema de para-raios pode oferecer além de segurança, ganho estético para a fachada das edificações, com redução de custos, tudo isso se sua implantação for iniciada juntamente com a estruturada da obra. O uso do SPDA incorporado as ferragens da estrutura da edificação está normatizado pela ABNT desde o ano de 1993.

O SPDA Estrutural consiste basicamente na substituição dos elementos de descida que seriam encaminhados pelo lado externo da edificação (geralmente condutores de cobre, alumínio ou até mesmo aço nu) por barras cilíndricas formadas por uma liga metálica com alta condutividade elétrica, a qual passa pelo interior da estrutura de concreto armado, sendo amarrada às ferragens da estrutura através de estribos e arames específicos.

Os diferenciais deste conceito são:

- Grande dispersão da corrente de descarga, minimizando o risco de centelhamentos perigosos;
- Eliminação de interferências estéticas causadas por condutores de descida nas fachadas das edificações;
- Redução dos custos de implantação e manutenção do SPDA;
- Certificação da regularidade do sistema através de testes de continuidade.

Um projeto de SPDA Estrutural precisa ser implementado junto com a própria estrutura da edificação, portanto, deve fazer parte do projeto inicial.

Durante a fase de concretagem as barras de condução do SPDA junto com as ferragens da edificação formam um conglomerado único, que deve garantir continuidade elétrica e ter estabilidade e resistência mecânica aos esforços comumente calculados para uma edificação. Como a amarração intencional destas ferragens não é o procedimento padrão nas edificações de concreto armado, o método mais seguro e na maioria das vezes o mais econômico para garantir a continuidade elétrica é a introdução de barras específicas para esta finalidade, estas barras denominam-se RE-BARS. A instalação de RE-BARS nas fundações substitui as malhas de aterramento convencionais, sendo usadas desde os pontos mais profundos das fundações, passando por blocos e vigas baldrames, e seguindo pelos pilares até a última laje.

Uma RE-BAR possui em média de 3 a 4m de comprimento e para garantir a continuidade elétrica das emendas entre as RE-BARS, as conexões são feitas através do transpasse de 20 cm e uso de 3 clips galvanizados. Embora existam divergências, a utilização do SPDA estrutural vem crescendo na construção civil.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

3.1 REFORMA DO ESPAÇO CULTURAL JOSÉ LINS DO REGO

A primeira parte do estágio foi realizada no período de 08 de julho de 2013 ao dia 04 de agosto de 2013 na reforma do Espaço Cultural José Lins do Rego. Durante esse período a principal atividade foi o cálculo luminotécnico para cada ambiente da Escola de dança do Espaço cultural através do método dos lúmens.

Na Tabela 6 são mostrados os ambientes e dimensões de cada um deles.

Tabela 6 - Dimensões de cada ambiente da escola de dança.

Ambientes	Dimensões em metros			Índice de reflexão**		
	C	L	h _m *	Teto	Parede	Chão
Sala 01	9	4,65	1,64	70%	50%	20%
Sala 02	9,66	6,83	1,64	70%	50%	20%
Sala 03	9,93	4,86	1,64	70%	50%	20%
Sala 04	16,29	7,20	1,64	70%	50%	20%
Sala 05	4,69	9,89	1,64	70%	50%	20%
Sala de vídeo	4,86	3,30	1,64	70%	50%	20%
Sala de Figurinos	4,39	3,30	1,64	70%	50%	20%
Biblioteca	10,30	3,30	1,64	70%	50%	20%
Depósito	2,75	2,47	1,45	70%	50%	20%
Sala Administração	3,62	5,59	1,75	70%	50%	20%
Fancoil	10,19	2,61	1,2	70%	50%	20%
Lanchonete	2,44	3,43	1,64	70%	50%	20%
Corredor biblioteca	19,86	1,37	1,45	70%	50%	20%
Corredor lanchonete	15,20	2,61	1,45	70%	50%	20%

* Altura considerando um plano de trabalho de 0,80 metros.

** Dados obtidos sendo o teto na cor branco neve, parede branco gelo e chão de madeira e consultando a tabela 3.

Alguns desses ambientes são para uso com atividades específicas e de acordo com a norma 5413 os índices de iluminância, em *lux*, para estessão:

- Biblioteca (sala de leitura) – 300 – 500 - 750;
- Fancoil: 100 – 150 – 200;
- Lanchonete: 150 – 200 – 300;
- Sala de aula: 200 – 300 – 500;
- Corredores e escadas: 75 – 100 – 150;

- Depósito: 75 – 100 – 150.

A partir dos dados da Tabela 6 foi possível calcular o fator local, k , definido na equação (4). Os dados obtidos foram reorganizados e são apresentados na Tabela 7.

$$k = \frac{c \cdot l}{h_m(c + l)} \quad (4)$$

Tabela 7 - Fator local por ambiente.

Ambientes	C	L	h_m*	Fator local k
Sala 01	9	4,65	1,64	1,869
Sala 02	9,66	6,83	1,64	0,828
Sala 03	9,93	4,86	1,64	1,99
Sala 04	16,29	7,20	1,64	3,044
Sala 05	4,69	9,89	1,64	1,94
Sala de vídeo	4,86	3,30	1,64	1,198
Sala de Figurinos	4,39	3,30	1,64	1,149
Biblioteca	10,30	3,30	1,64	1,524
Depósito	2,75	2,47	1,45	0,897
Sala Administração	3,62	5,59	1,75	1,256
Fancoil	10,19	2,61	1,2	1,736
Lanchonete	2,44	3,43	1,64	0,869
Corredor biblioteca	19,86	1,37	1,45	0,884
Corredor lanchonete	15,20	2,61	1,45	1,536

Posteriormente, foi calculado o fator de utilização, para o cálculo do mesmo foi considerada o uso da luminária mostrada na Figura 4 e os dados fornecidos pelo fabricante que se encontram descritos na Tabela 8.



Figura 4 - Luminária FAC06.
Fonte: Luminicenter

Tabela 8 - Fator de utilização da luminária FAC06.

Teto (%)	70			50			30			0
Parede (%)	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
Chão (%)	20			20			20			0
RCR*	Fator de utilização (%)									
0	92	92	92	88	88	88	84	84	84	79
1	83	80	78	80	78	76	77	75	73	70
2	74	70	66	71	68	65	69	66	63	60
3	66	61	57	64	59	56	62	58	55	52
4	59	54	49	57	52	48	56	51	4	46
5	54	47	43	52	47	42	50	46	42	40
6	49	42	38	47	42	38	46	41	37	35
7	44	38	34	43	37	33	42	37	33	31
8	40	34	30	39	34	30	38	33	30	28
9	37	31	27	36	31	27	35	30	27	25
10	34	28	25	33	28	24	33	28	24	23

*O RCR é um fator local usado por alguns fabricantes, chamado de fator local diferenciado e é dado por, em que h é altura em relação ao plano de trabalho, definido por $RCR = \frac{5 \cdot h(L+C)}{C \cdot L}$

Com base nas dimensões de cada ambiente foi calculado a área de cada um e o fator local diferenciado, RCR, após consulta a Tabela 8 foi determinado o fator de utilização, os dados obtidos são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - RCR por ambiente.

Ambientes	Área em m²	RCR	Fator de utilização (%)
Sala 01	41,85	2,676	66
Sala 02	65,98	6,039	49
Sala 03	48,25	2,513	61
Sala 04	117,29	1,643	74
Sala 05	46,384	2,577	66
Sala de vídeo	16,038	4,174	59
Sala de Figurinos	14,87	4,352	59
Biblioteca	33,99	3,281	66
Depósito	6,79	5,574	49
Sala Administração	20,24	3,981	59
Fancoil	26,60	2,88	66
Lanchonete	8,37	5,754	49
Corredor biblioteca	27,21	5,656	49
Corredor lanchonete	39,67	3,255	66

Considerando que a maioria dos frequentadores possui idade inferior a 40 anos, a velocidade e a precisão da tarefa não possuem importância e a refletância do fundo da tarefa é de 50% por tratar-se de uma superfície clara, e somando os índices referente a essas características disponíveis na Tabela 2 obteve-se -3, portanto a iluminância utilizada deverá ser a menor das três recomendadas. O fator de manutenção ou

depreciação da luminária foi considerado de uso normal. O fluxo da lâmpada utilizada pela luminária ϕ é fornecido no *site* do fabricante. O fluxo total do ambiente foi calculado de acordo com a equação (5) e número de luminária de acordo com a equação (6). Os dados obtidos estão apresentados na Tabela 10 - Número de luminárias de cada ambiente.

$$\phi = \frac{S \times E}{u \times d} \quad (5)$$

$$n = \frac{\phi}{\varphi} \quad (6)$$

Tabela 10 - Número de luminárias de cada ambiente.

Ambientes	Área em m ²	Fatores					Nº de Luminárias	Nº de Luminárias utilizadas
	S	E	U	d	φ	ϕ		
Sala 01	41,85	200	0,66	0,80	5200	15852,27	3,05	4
Sala 02	65,98	200	0,49	0,80	5200	33663,26	6,47	7
Sala 03	48,25	200	0,61	0,80	5200	19742,23	3,80	4
Sala 04	117,29	200	0,74	0,80	5200	39625	7,62	8
Sala 05	46,384	200	0,66	0,80	5200	17569,7	3,38	4
Sala de vídeo	16,038	200	0,59	0,80	5200	6795,77	1,31	2
Sala de Figurinos	14,87	200	0,59	0,80	5200	6300,85	1,21	2
Biblioteca	33,99	300	0,66	0,80	5200	12875	2,48	3
Depósito	6,79	75	0,49	0,80	5200	1299,11	0,25	1
Sala Administração	20,24	200	0,59	0,80	5200	8576,27	1,65	2
Fancoil	26,60	100	0,66	0,80	5200	5037,88	0,97	1
Lanchonete	8,37	150	0,49	0,80	5200	3202,81	0,61	1
Corredor biblioteca	27,21	75	0,49	0,80	5200	5205,99	1,00	1
Corredor lanchonete	39,67	75	0,66	0,80	5200	5634,94	1,08	2

S = Área do Ambiente (m²)

E = Nível de iluminação (lux)

u= Fator de Utilização

d=Fator de Manutenção

φ =Fluxo da lâmpada utilizada pela Luminária (lumens) fornecido pelo fabricante

ϕ = S.E/u.d - Fluxo total do ambiente

$n = \phi/\varphi$ - número de luminárias

3.2 OBRA DO EDIFÍCIO SEDE DO FÓRUM MAXIMIANO DE FIGUEREDO

Nessa segunda parte do estágio, realizada do dia 06 de agosto de 2013 ao dia 27 de setembro de 2013, foi possível acompanhar uma parte da instalação de um sistema de

proteção contra descargas atmosféricas, cujo projeto foi elaborado pela empresa Globo Engenharia e Arquitetura.

Para Edifício Maximiano de Figueredo, por se tratar de um edifício com extensão considerável, foi projetado um SPDA do tipo gaiola de Faraday em conjunto com captores de Franklin, de forma a preservar a arquitetura da edificação, além de proporcionar segurança e economia.

O subsistema de captação a ser instalado na cobertura do prédio será constituído de malhas com interligações as RE-BARS verticais e coberturas metálicas que atuarão como captos naturais.

As descidas são constituídas de vergalhões exclusivos dentro de todos os pilares da torre do prédio, as RE-BAR, como é mostrado na Figura 5, que se estendem desde a conexão com a fundação até o ponto mais alto onde serão conectadas aos elementos de captação que ficarão na cobertura.



Figura 5 – Fotografia de um RE-BAR em pilar já concretado da obra.

As RE-BAR são barras nuas de cobre com 35 mm^2 e com 3,40 m de comprimento. As RE-BAR são conectadas uma a outra através de um transpasse 20 cm com conexão assegurada por 3 clips. Sempre que há um cruzamento da ferragem vertical dos pilares com a ferragem horizontal das vigas, lajes e blocos, a RE-BAR é obrigatoriamente ligada, através de ferro comum em forma de “L” de 20 cm x 20 cm, conforme mostrado na Figura 6. Na Figura 7 é mostrada a amarração PE realizada com arame recozido comum, de forma que as demais ferragens verticais são amarradas em posições alternadas.



Figura 6 - Conexão de 20cm entre as RE-BARS.

Na Figura 8 é mostrada uma conexão entre as RE-BARS já realizada na obra.

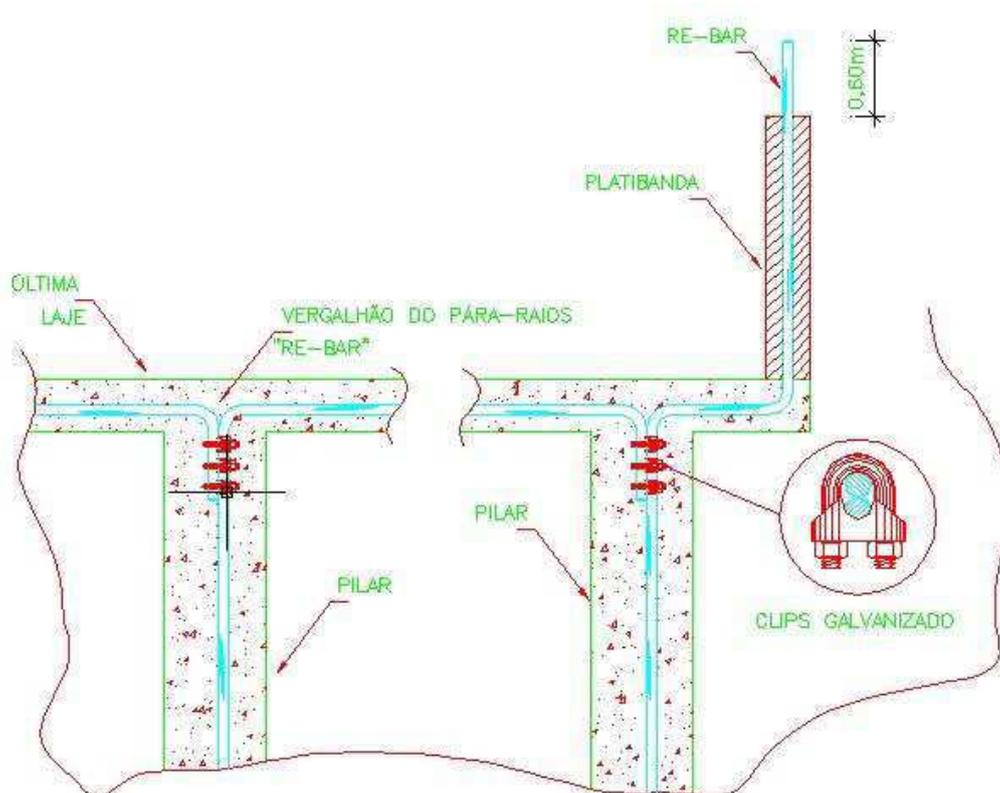


Figura 7- Detalhe genérico das conexões das RE-BARS.
Fonte: COMTÉRICA, projeto SPDA

Este procedimento é feito para garantir a equalização em toda a edificação. Nos pilares externos a RE-BAR é colocada na face mais externa do pilar de modo a receber as descargas laterais, conforme mostrado na Figura 9.



Figura 8- Conexão entre as RE-BARS feitas na obra.

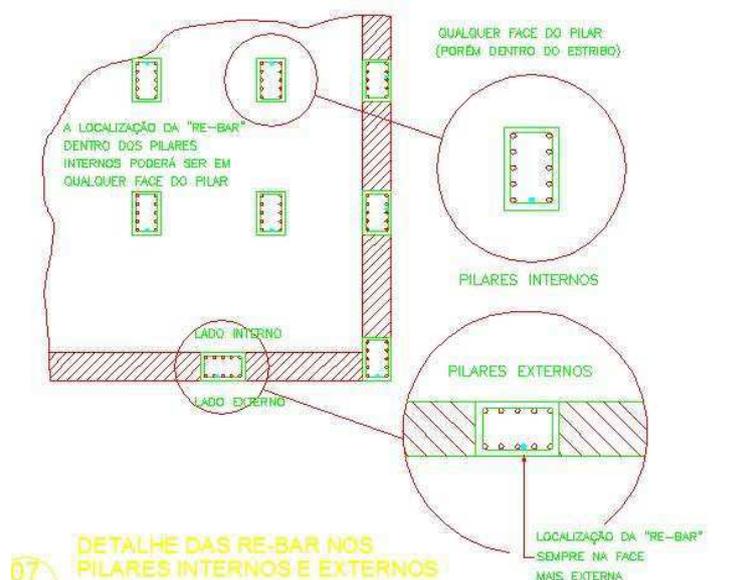


Figura 9 - Detalhe das re-bars nos pilares externos e internos.

Fonte: COMTÉRICA, projeto SPDA

Todos os andares possuirão pelo menos uma caixa de equalização, conforme a mostrada na Figura 10, secundária na sala técnica que são interligadas entre si e desta a caixa de equalização principal que ficará localizada no pavimento semienterrado do prédio. Para garantir a equalização mais alguns itens foram projetados como:

- Caixas de equalização de potencial, mostrada na Figura 10 na sala de quadros, na sala do gerador, subestação, casa de gás e sala de exaustão;
- Partes metálicas e de tubulações deverão ser aterradas através do uso de fitas perfuradas, conforme mostrado na Figura 11.

- Todos os equipamentos e materiais metálicos deverão ser conectados a malha de captação e/ou RE-BAR.
- Os cabos de terra dos painéis gerais (PGBTs) serão interligados a caixa de equalização da sala de quadros.

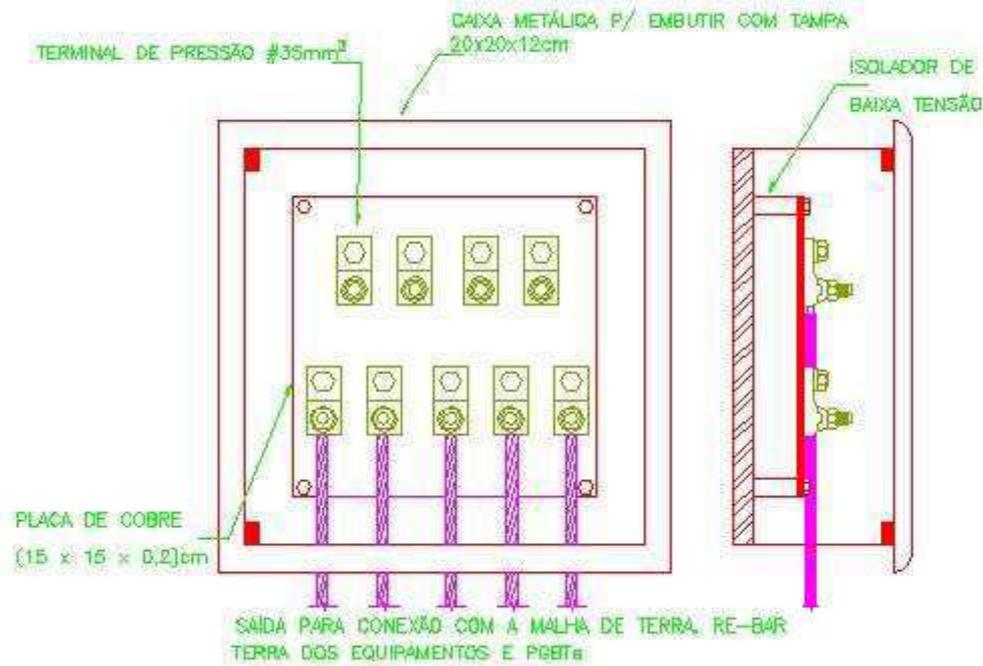


Figura 10 - Detalhe interno da caixa de equalização.

Fonte: COMTÉRICA, projeto SPDA

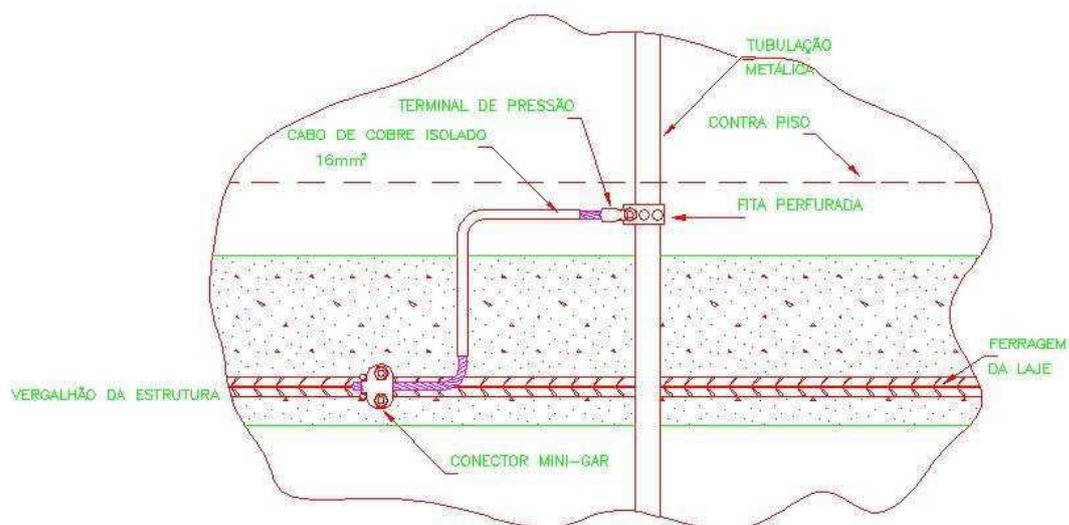


Figura 11 - Detalhe equalização de tubulações metálicas.

Fonte: COMTÉRICA, projeto SPDA

O aterramento recebe as correntes elétricas da descida e as dissipa no solo e também possuem a função de equalizar os potenciais das descidas e os potenciais do solo. O aterramento ao nível do solo e a equalização são formados basicamente de RE-BARS horizontais, caixas de equalização, fitas perfuradas e cabos de cobre nus.

Na Figura 12 e na Figura 13 são mostradas RE-BARS horizontais colocadas na fundação do prédio.



Figura 12 - Fotografia RE-BARS vertical partindo da fundação.



Figura 13 - Construção da fundação e alocação das RE-BARS.

4 CONCLUSÃO

As atividades realizadas durante o estágio foram de grande importância do ponto de vista técnico, possibilitando a solidificação de conhecimentos adquiridos durante o curso e a aquisição de novos conhecimentos baseados nas tendências do mercado, como, por exemplo, o uso do SPDA estrutural. Outro ponto importante foi experiência de trabalho numa grande empresa, com engenheiros, arquitetos e tecnólogos, oportunizando ganho de segurança e troca de experiência.

Ao longo do estágio foi extremamente necessário o uso do *software* AutoCAD, ferramenta de grande importância na elaboração de projetos elétricos. A falta do aprendizado sobre o uso desse *software* durante o curso causou dificuldades à elaboração do projeto luminotécnico e compreensão do projeto do SPDA.

Ficou clara a necessidade de um bom profissional estar sempre atualizado dos produtos disponíveis no mercado e de suas características para melhor atender a necessidade da empresas e clientes.

BIBLIOGRAFIA

ABNT. **NBR 5410 – Instalações de baixa tensão.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. [S.l.]: ABNT. 2005.

ABNT. **NBR 5413 – Iluminação de interiores.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. [S.l.]: ABNT. 2002.

ABNT. **NBR 5419 – Proteção de estruturas contra descargas atmosf.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. [S.l.]: ABNT. 2001.

COSTA, E. G.; D., M. V. **Guia Experimental de Fotometria.** UFCG. Campina Grande. 2008

COUTINHO, Fernando Nominato; ATLOÉ, Cássio Alexandre. **Levantamento de estruturas que necessitam de SPDA na UNB e análise de seus efetivos sistemas de Proteção.** Brasília, 2003.

CREDER, H. **Instalações Elétricas.** 15ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007

Histórico dos Pára-Raios Radioativos. Transiente sistemas de proteção LTDA. Disponível em: http://www.transiente.com.br/raios_radiotivo.php. Acedido em 15 de outubro de 2013

MATIAS, Rafael Rocha. **Luminotécnica – Instalações elétricas.** Universidade Federal do Piauí – UFPI. 2012.