



**Universidade Federal de Campina Grande**

**Centro de Engenharia Elétrica e Informática**

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

LUCIANO DUARTE MEDEIROS

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO**

Campina Grande, Paraíba  
Fevereiro de 2015

LUCIANO DUARTE MEDEIROS

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

*Relatório de Estágio 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 Karcus Marcelus Colaço Dantas, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba  
Fevereiro de 2015

LUCIANO DUARTE MEDEIROS

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

*Relatório de Estágio 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  
Componente da Banca

---

**Professor Karcus Marcelus Colaço Dantas, D. Sc., UFCG**  
Orientador

*Dedico este trabalho a minha avó, Amanda  
(In Memoriam)*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por todas as coisas.

Agradeço a toda minha família, em especial aos meus pais, Bonifácio e Edlene, por me darem suporte e também por me suportarem. A meu irmão, Janielson, por sempre acreditarem em mim e pelo apoio incondicional. E também aos meus sobrinhos, João Vitor e Sofia, por alegrarem o meu dia sempre que possível.

Agradeço, especialmente, a minha vó, onde ela estiver, por me mostrar a importância do trabalho.

Aos professores do Departamento de Engenharia Elétrica, por todo conhecimento repassado, em especial ao Professor Karcus Marcelus Colaço Dantas, D. Sc., UFCG, por ter aceitado me orientar durante este trabalho.

Aos meus familiares, que são tantos que não caberiam numa única página.

Aos amigos de sempre, Alex J. de Brito, Augusto Carvalho, Luciano Leite, Niton Gomes, Roberta Irizaga, Sara Miranda, Wellington Alves; e também aos mais recentes, que eu fico feliz em saber que são muitos e que não teria como listar todos. À Nita.

Aos companheiros, amigos de batalha e futuros colegas de profissão, Eng. Cláudio Moreira de Lima, Eng. José de Sousa Lima Junnior, Eng. Fausto Vilar Gonçalves, Eng. Francisco Luiz de Oliveira Júnior, Eng. Tiago da Silva Balbino e Eng. Wallysson de Sousa, que trilharam comigo parte dessa jornada.

Aos que ficaram ao longo do caminho e aos que já se foram.

A todos vocês, meu muito obrigado.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	Objetivos .....	10
1.2	Estrutura do Trabalho .....	10
2	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA .....	11
2.1	Local do Estádio:.....	12
3	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA).....	14
4	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	17
4.1	Análise dos Projetos .....	18
4.2	Instalação da Iluminação Externa do Estádio.....	21
4.2.1	Instalação de Refletores na Lateral do Estádio; .....	21
4.2.2	Instalação de Postes de Iluminação para o Estacionamento.....	23
4.2.3	Instalação de Refletores para a Iluminação Complementar do Estacionamento.....	26
4.2.4	Manutenção dos Postes de Iluminação do Estacionamento Privativo do Estádio .....	28
4.3	Instalação Interna do Estádio .....	29
4.4	Instalação da Iluminação do Campo .....	33
4.5	Elaboração de Laudo do SPDA.....	37
4.6	Montagem da Subestação.....	40
5	CONCLUSÃO.....	45

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Logotipo atual Viridis Engenharia.....	11
<b>Figura 2</b> – Fotografia da entrada principal do Estádio O Amigão .....	12
<b>Figura 3</b> – Diagrama com a divisão do Estádio Ernani Sátyro em eixos e setores. ....	13
<b>Figura 4</b> – Fotografia de captor tipo Franklin .....	15
<b>Figura 5</b> – Ilustração de SPDA tipo Gaiola de Faraday .....	15
<b>Figura 6</b> – Fotografia de SPDA tipo eletrogeométrico.....	16
<b>Figura 7</b> - Diagrama Unifilar do QD-Túnel. ....	19
<b>Figura 8</b> – Diagramas unifilares dos quadros QG e QDI-02. ....	20
<b>Figura 9</b> - Fotografia da fixação dos refletores de 400 W, utilizando plataforma elevatória do tipo tesoura. ....	21
<b>Figura 10</b> - Fotografia do quadro de comando utilizado para acionar os refletores de 400 W. ....	22
<b>Figura 11</b> – Fotografia da lateral do estádio após a conclusão da instalação dos refletores de 400 W. ....	22
<b>Figura 12</b> – Fotografia do posteamento realizado pela equipe da Viridis com auxílio de um muque de força. ....	23
<b>Figura 13</b> – Fotografia da fixação dos suportes para os cabos pela equipe da Viridis utilizando uma escada extensível. ....	24
<b>Figura 14</b> – Fotografia da passagem dos cabos, utilizando uma cesta aérea e uma plataforma elevatória tipo tesoura.....	24
<b>Figura 15</b> – Fotografia de uma haste de aterramento que entortou e retornou à superfície durante a fixação.....	25
<b>Figura 16</b> – Fotografia da fixação das luminárias, utilizando uma cesta aérea e uma escada extensível.....	25
<b>Figura 17</b> – Fotografia da subestação aérea concluída.....	26
<b>Figura 18</b> – Fotografia do estacionamento, após a conclusão da instalação da iluminação externa. ....	26
<b>Figura 19</b> – Fotografia de um eletricista da Viridis Engenharia fixando um refletor de 2000 W em uma das torres de iluminação. ....	27

<b>Figura 20</b> – Fotografia de um refletor de 2000 W fixado no topo da marquise para iluminar o estacionamento. ....	27
<b>Figura 21</b> – Fotografia da fixação dos refletores de 2000 W nas torres de iluminação. ....	28
<b>Figura 22</b> – Fotografia dos postes de iluminação do estacionamento privativo, após a conclusão da manutenção. ....	29
<b>Figura 23</b> – Fotografia dos teto da área interna do estádio.....	30
<b>Figura 24</b> – Fotografia da equipe da Viridis Engenharia realizando a fixação de eletrodutos. ....	30
<b>Figura 25</b> – Fotografia da substituição da instalação antiga pela nova. ....	31
<b>Figura 26</b> – Fotografia da instalação das eletrocalhas no túnel.....	31
<b>Figura 27</b> – Fotografia da equipe da Viridis Engenharia realizando a montagem de um dos quadros de distribuição. ....	32
<b>Figura 28</b> – Fotografia do Quadro de Distribuição Geral, QG.....	32
<b>Figura 29</b> – Diagrama do estádio com a posição das tores e refletores da marquise. ....	33
<b>Figura 30</b> – Fotografia do Estádio O Amigão, na qual podem ser vistas as torre de iluminação 2, 3 e 4. ....	34
<b>Figura 31</b> – Fotografia do Estádio O Amigão, na qual podem ser vistos a torre de iluminação 1 e os conjuntos de refletores no topo da marquise (marquise 1 e marquise 2). ....	34
<b>Figura 32</b> – Parte frontal do quadro de comando dos refletores.....	35
<b>Figura 33</b> – Parte interna do quadro de comando dos refletores. ....	35
<b>Figura 34</b> – Fotografia dos eletrodutos para passagem dos cabos de alimentação dos quadros da marquise.....	36
<b>Figura 35</b> – Fotografia dos refletores localizados no topo da marquise.....	36
<b>Figura 36</b> – Diagrama do estádio “O Amigão” com a localização dos Pontos de Medição da Resistência de Aterramento do SPDA.....	37
<b>Figura 37</b> - Fotografia de um ponto de medição da resistência de aterramento.....	38
<b>Figura 38</b> - Fotografia da conexão de medição da resistência de aterramento.....	38
<b>Figura 39</b> – Fotografia do Terrômetro utilizado nas medições da resistência de aterramento. ....	38
<b>Figura 40</b> – Fotografias da equipe do Grupo VIA auxiliando na fixação das hastes de teste. ....	39
<b>Figura 41</b> – Fotografia da equipe da Viridis Engenharia realizando as medições com o Terrômetro. ....	39
<b>Figura 42</b> – Fotografia das escavações do alicerce da subestação. ....	41
<b>Figura 43</b> – Fotografia de um ponto de solda da malha de aterramento. ....	41



<b>Figura 44</b> – Fotografia da construção da subestação.....	42
<b>Figura 45</b> – Fotografia do interior da subestação, na qual podem ser vistos alguns suportes já fixados. ....	42
<b>Figura 46</b> – Fotografia da equipe da Viridis Equipe da Viridis Engenharia instalando as buchas de passagem interno/externo na subestação. ....	43
<b>Figura 47</b> – Fotografia do transformador já conectado à chave seccionadora. ....	43
<b>Figura 48</b> – Fotografia do poste de entrada do ramal de alta tensão. ....	44

# 1 INTRODUÇÃO

Este relatório descreve as atividades desenvolvidas na disciplina de Estágio Integrado do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, realizado na Viridis Engenharia LTDA., com sede na cidade de Campina Grande – PB. O estágio ocorreu no período de 14 de Julho a 30 de Novembro de 2014, totalizando 800 horas.

## 1.1 OBJETIVOS

O estágio integrado tem como objetivo geral complementar a formação do aluno, que poderá colocar em prática os conhecimentos adquiridos durante o curso. Sendo este de grande importância para familiarizar o profissional com o ambiente do mercado de trabalho.

Como objetivos específicos, podem ser citados o aprendizado em termos de planejamento de obra, liderança, organização e análise de projetos, assim como, a contribuição para o desenvolvimento da empresa Viridis Engenharia LTDA.

## 1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Inicialmente, no Capítulo 2, são apresentados uma breve introdução sobre a Viridis Engenharia e sobre o local do estágio. Em seguida, no Capítulo 3, é apresentado uma breve revisão bibliográfica sobre Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA). No Capítulo 4, são descritas as atividades realizadas durante o estágio, desde as mais genéricas até as específicas. No Capítulo 5, é apresentada uma conclusão, na qual são feitas as considerações finais sobre o estágio.

## 2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A VIRIDIS Engenharia é uma empresa com foco em consultoria, execução e projetos de engenharia. Formada por engenheiros eletricitas com comprovada experiência nas áreas de projetos e implantação de sistemas elétricos de potência, saneamento, sistemas de supervisão e controle e gestão de projetos. As equipes de campo da empresa são formadas por engenheiros eletricitas, eletricitas, ajudantes de eletricitista, encarregados ou líderes de equipes, e estagiários. A empresa está sediada na cidade de Campina Grande, Paraíba, Brasil, e também possui escritório em João Pessoa, Paraíba, Brasil, e seu logotipo atual pode ser observado na **Figura 1**.



**Figura 1** – Logotipo atual Viridis Engenharia  
Fonte: Viridis Engenharia LTDA.

A seguir, são descritos alguns dos serviços prestados pela empresa:

- Execução de projetos de instalações elétricas;
- Inspeção e elaboração de prontuários de SPDA's;
- Desenvolvimento de projetos de engenharia;
- Especificações técnicas de equipamentos;
- Análise técnica de projetos elétricos;
- Suporte técnico para aquisição de equipamentos e materiais;
- Projetos de automação e sistemas de supervisão e controle;
- Gestão de Projetos;
- Consultoria em eficiência energética e no processo de migração para o mercado livre: técnica, administrativa e legal;
- Geração distribuída e cogeração;
- Micro e míni geração: estudo de viabilidade, projeto e instalação de sistemas com fontes alternativas de energia;

- Projetos de plantas de geração de energia elétrica com base na tecnologia fotovoltaica;
- Instalação e manutenção de sistemas de geração fotovoltaica.

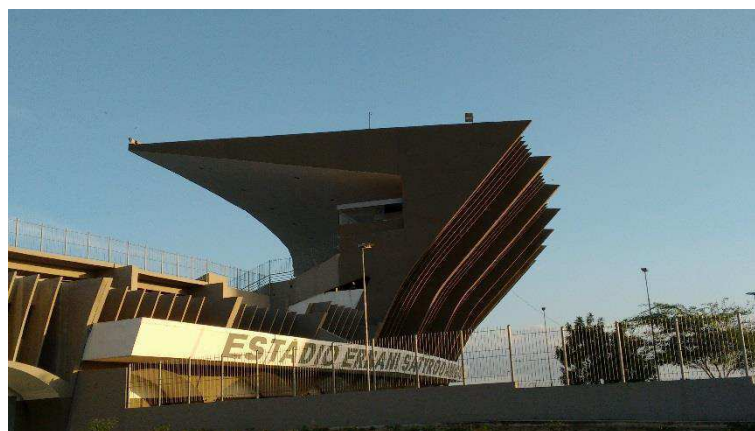
O estágio contemplou os seguintes serviços prestados pela empresa:

- Execução de projetos de instalações elétricas;
- Inspeção e elaboração de prontuários de SPDA's;
- Análise técnica de projetos elétricos;

## 2.1 LOCAL DO ESTÁGIO:

O local de realização do estágio foi o Estádio Ernani Sátiro, O Amigão, localizado na Av. Vigário Calixto, Catolé, Campina Grande – PB, durante as obras de reforma do mesmo. Na **Figura 2**, é apresentada uma fotografia da entrada principal do estádio, na qual também pode ser vista a marquise da arquibancada sombra.

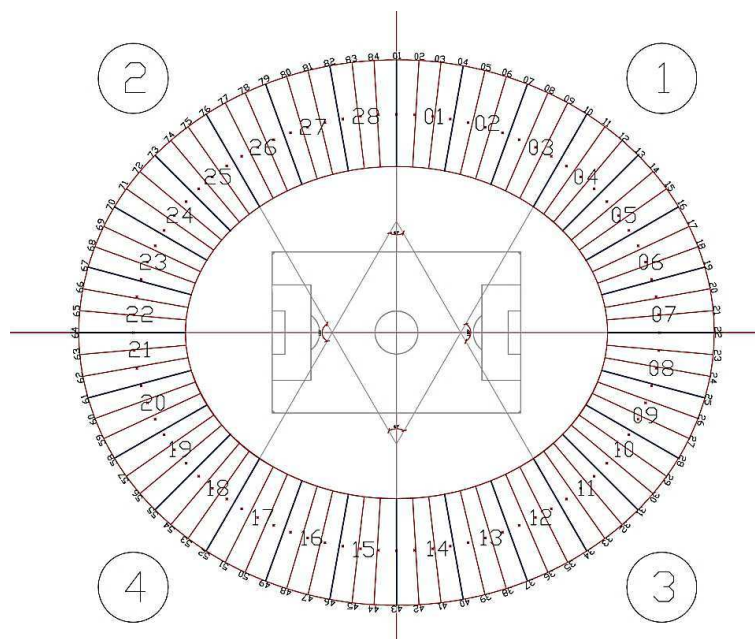
O Estádio O Amigão foi inaugurado em 1975, e até então nunca havia passado por uma reforma completa da sua estrutura, sendo esta a primeira. A Viridis Engenharia foi contratada pelo Grupo VIA, empresa vencedora do processo de licitação da reforma, para realizar a reforma elétrica do estádio. A Viridis Engenharia também foi responsável pela reforma elétrica do Estádio José Américo de Almeida, O Almeidão, localizado na Cidade de João Pessoa - PB.



**Figura 2** – Fotografia da entrada principal do Estádio O Amigão

Fonte: Acervo do autor.

A estrutura física do estádio está organizada em 84 eixos, sendo 28 setores de 3 eixos, cada, e 4 setores maiores (quadrantes). A maioria dos setores do estádio possui dois níveis (pavimentos), enquanto outros possuem 3 ou 5 níveis, como a região que compreende a área da marquise. Na **Figura 3**, é apresentado um diagrama com as divisões do estádio em eixos e setores. Essa organização foi amplamente utilizada para a organização dos trabalhos.



**Figura 3** – Diagrama com a divisão do Estádio Ernani Sátiro em eixos e setores.

### 3 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)

O tema SPDA foi algo bastante discutido no estágio, pois foi algo de grande importância durante o estágio, tanto pela sua função técnica, quanto pelos custos com mão-de-obra e materiais para sua instalação. Por este tema ser um pouco mais específico que os demais assuntos tratados nesse trabalho, e também devido a sua importância dentro do estágio, decidiu-se acrescentar este capítulo com um breve resumo teórico sobre este assunto.

De acordo com a norma NBR 5419: 2005, o SPDA é um sistema completo destinado a proteger as edificações e estruturas contra a incidência direta dos raios. A proteção se aplica também contra a incidência direta dos raios sobre os equipamentos e pessoas que se encontrem no interior destas edificações e estruturas ou no interior da proteção imposta pelo SPDA instalado. Para tanto, o SPDA deve escoar ao solo, no caminho mais curto e rápido, os raios que porventura venham a atingir a edificação em que está instalado.

O SPDA é tipicamente classificado em função do nível de proteção, que varia entre 1, o nível mais rigoroso, e 4, o menos rigoroso.

O nível de proteção aplicável à determinada estrutura é calculado levando e conta dois tipos de análise:

- A avaliação do risco de exposição, que compreende uma análise estatística da densidade de descargas atmosféricas em uma região;
- A avaliação geral da estrutura, levando em conta o tipo de ocupação da estrutura, a natureza da construção, valor do seu conteúdo, a localização e a altura da estrutura.

Outra classificação possível para o SPDA é realizada em função do método de captação utilizado, e que são descritos a seguir:

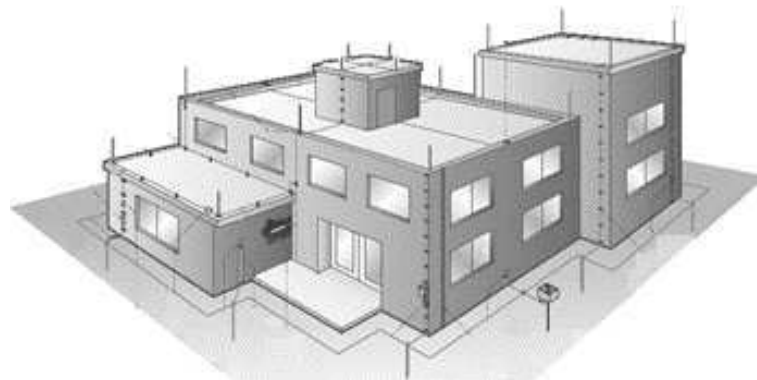
**Método Franklin:** Baseia-se no uso de captos pontiagudos colocados em mastros verticais para se aproveitar o chamado efeito das pontas. O volume protegido tem a forma de um cone formado pelo giro de um triângulo em torno do mastro, no qual está situado o captor, que pode ser observado na **Figura 4**. O ângulo de abertura do triângulo é dado pela NBR 5419: 2005, em função da altura do captor e nível de proteção.



**Figura 4** – Fotografia de captor tipo Franklin

Disponível em: <[www.tel.com.br/product/captos-res-tipo-franklin-uma-descida/](http://www.tel.com.br/product/captos-res-tipo-franklin-uma-descida/)>. Acessado em: 30 de Novembro de 2014.

**Método Gaiola de Faraday:** caracterizado pela instalação de condutores horizontais ou inclinados interligados em forma de malha, como pode ser observado na **Figura 7**. A vantagem do método é oferecer inúmeros pontos de impacto. Ideal para construções extensas, como galpões, ou altas, como prédios. Pode ser utilizado em conjunto com o método Franklin.



**Figura 5** – Ilustração de SPDA tipo Gaiola de Faraday

Disponível em: <[www.completaautomacao.com.br/servicos.aspx](http://www.completaautomacao.com.br/servicos.aspx)>. Acessado em 30 de Novembro de 2014.

**Método eletrogeométrico:** também designado método da esfera rolante ou fictícia, serve para delimitar o volume de proteção dos captos de um SPDA e seu posicionamento, baseando-se no mecanismo de formação das descargas atmosféricas. Os captos podem ser constituídos de hastes, cabos ou de uma combinação de ambos e pode ser observado na **Figura 8**.



**Figura 6** – Fotografia de SPDA tipo eletrogeométrico  
Fonte: BOETEC INSTALAÇÕES, 2014.

O SPDA também pode ser classificado em externo e estrutural. O estrutural utiliza a própria estrutura da edificação como subsistema de descida. Já o SPDA externo utiliza-se de condutores de descidas instalados de modo externo à edificação.



## 4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Neste capítulo, estão descritas as principais atividades desenvolvidas durante o estágio. Todas as atividades foram realizadas em campo durante as obras de reforma do Estádio Ernani Sátiro, O Amigão.

No plano de estágio, estavam previstas as seguintes atividades:

- Planejamento de atividades das equipes de campo;
- Fiscalização da execução de obras de instalações elétricas;
- Suporte técnico às equipes de campo;
- Elaboração de relatórios de acompanhamento de obra.

A fiscalização consistiu em verificar se as atividades eram realizadas de acordo com o que havia sido planejado e também de acordo com as normas. Caso algo estivesse em desacordo, a informação era repassada para o encarregado, e caso a situação não fosse resolvida, a informação era repassada ao engenheiro que tomaria as providências necessárias. Normalmente, o engenheiro sempre era informado sobre tudo o que se passava.

Parte da atividade de fiscalização também consistiu em fornecer suporte técnico às equipes de campo, caso surgisse alguma dúvida durante a realização das atividades, cujo planejamento era realizado em conjunto com o engenheiro e com o encarregado.

A elaboração do relatório de obra era realizada diariamente, seguindo o modelo apresentado no Anexo A, e nele constavam as informações principais sobre as atividades desenvolvidas. Também foram realizadas atividades específicas como:

- Análise de projetos;
- Instalação da iluminação externa do Estádio;
- Instalação interna do Estádio;
- Instalação da iluminação do Campo;
- Elaboração de Laudo do SPDA;
- Montagem da Subestação.

Estas atividades são descritas detalhadamente a seguir.

## 4.1 ANÁLISE DOS PROJETOS

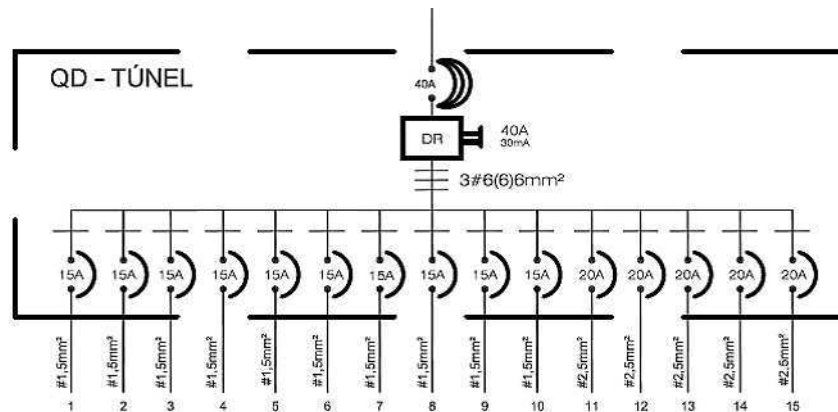
Antes do início das atividades das equipes de campo, foi realizada uma análise dos projetos, visando identificar possíveis falhas e dificuldades de execução. O novo projeto elétrico do estádio é constituído de 25 pranchas, que abrangem os circuitos de iluminação do campo, iluminação interna, tomadas, subestação, quadros de carga, SPDA e ramal de entrada. Todos fornecidos pela empresa contratante (Grupo VIA) e elaborados pela Amadeu Projetos e Construções Ltda., a pedido da SUPLAN-PB, (Superintendência de Obras do Plano de Desenvolvimento do Estado da Paraíba). O projeto da iluminação externa para o estacionamento, pista de caminhada e pista de skate não foi fornecido pela contratante, sendo este projetado pela própria Viridis Engenharia Ltda. a pedido do Grupo VIA.

Durante a análise do projeto, foram encontradas diversas dificuldades, sendo a divergência entre o projeto elétrico e a estrutura real do estádio a principal dificuldade encontrada. Primeiramente, os projetos fornecidos pela SUPLAN são do Estádio José Américo de Almeida, O Almeidão, localizado na cidade de João Pessoa – PB. Apesar dos estádios possuírem projeto civil idêntico, suas estruturas físicas diferem entre si. Também foi verificado que algumas áreas do estádio só existiam nos projetos e outras, que foram construídas no decorrer dos anos, visando satisfazer ao público, como bares e banheiros, não constam no projeto original. Estas últimas sequer foram levadas em consideração na elaboração do projeto, o que demonstra que os projetistas não visitaram previamente o local.

Alguns problemas mais sérios foram observados no projeto, como a não utilização do critério da queda de tensão na elaboração do mesmo. No projeto, foram atribuídos condutores de  $1,5 \text{ mm}^2$  para todos os circuitos de iluminação e condutores de  $2,5 \text{ mm}^2$  para todos os circuitos de tomadas, independentemente do comprimento dos mesmos. Isto foi verificado inicialmente ao se questionar o comprimento de alguns circuitos, como os aqueles de iluminação e tomadas localizados no túnel, cujos ramais, no projeto, atingiam 230 m de comprimento. Durante esta etapa, a queda de tensão para estes circuitos foi calculada em função das correntes de projeto, dos comprimentos dos circuitos, da secção transversal dos condutores e do tipo de isolamento dos condutores. Foi constatado que, para alguns desses circuitos, a queda de tensão seria superior ao máximo previsto pela norma NBR 5410, que é de 7% para instalações com subestação própria.

Também foi constatado, através de cálculos, que o critério de escolha dos disjuntores de proteção dos quadros terminais foi exclusivamente a proteção dos condutores de

alimentação, e não a proteção da carga a ser alimentada. Pois os valores de projeto dos disjuntores são bastante elevados para diversos valores de carga. Como exemplo do problema citado, é apresentado na **Figura 7** o diagrama unifilar de um dos quadros projetados (QD-Túnel). Neste diagrama pode ser verificado que, para todos os circuitos de iluminação (circuitos 1 a 10) foram atribuídos condutores de  $1,5 \text{ mm}^2$  e disjuntores de 15 A, e que para todos os circuitos de tomadas (circuitos 11 a 15) foram atribuídos condutores de  $2,5 \text{ mm}^2$  e disjuntores de 20 A. Isto foi verificado para todos os quadros do projeto.

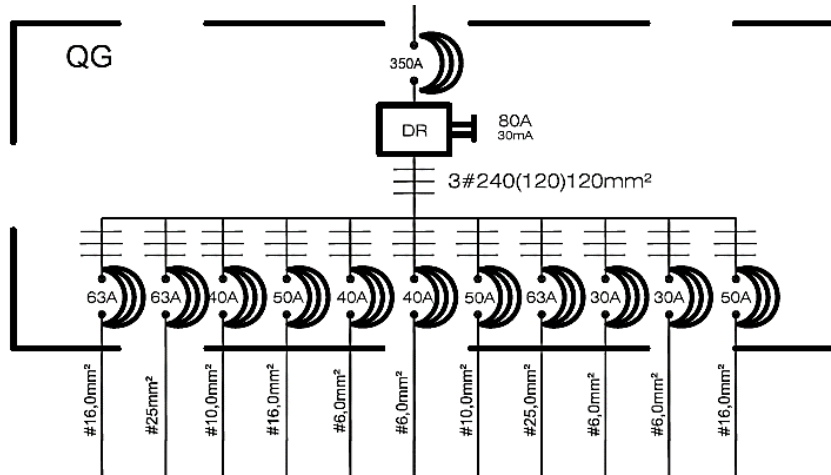


**Figura 7** - Diagrama Unifilar do QD-Túnel.

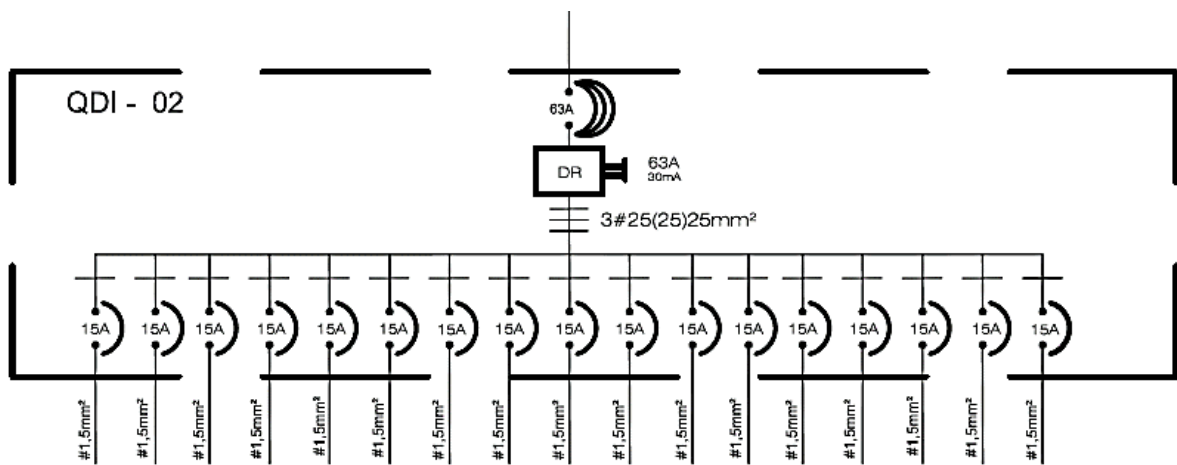
Fonte: Extraído do projeto elétrico

Para outros circuitos, como os de iluminação do campo, cujos comprimentos variam entre 115 m e 305 m, foi verificado que alguns circuitos estavam sobredimensionados e outros subdimensionados, considerando o critério da queda de tensão no dimensionamento dos circuitos. Nos quais, apesar da variação no comprimento, no projeto, foram sugeridos cabos de mesma secção para todos os circuitos. Esta simplificação de projeto, ou seja, a não utilização do critério da queda de tensão para o dimensionamento de condutores também demonstra uma falta de atenção por parte do projetista.

Outro problema verificado no projeto foi uma falha na seletividade entre os dispositivos de proteção, visto que disjuntores de mesma corrente nominal foram projetados para serem conectados em série, em quadros distintos. Deste modo, apenas o disjuntor mais próximo ao alimentador desarmaria em casos de sobrecarga ou curto circuito, praticamente inutilizando a função do outro disjuntor. Isto foi algo verificado em todos os circuitos no diagrama unifilar do projeto. Como exemplo do que foi verificado, são apresentados os diagramas unifilares dos quadros QG e QDI-02, **Figura 8**, em que o primeiro disjuntor de 63 A do QG foi descrito no projeto como sendo ligado em série com o disjuntor geral de 63 A do QDI-02.



(a) Diagrama unifilar do Quadro QG.



(b) Diagrama unifilar do quadro QDI-02.

**Figura 8** – Diagramas unifilares dos quadros QG e QDI-02.

Fonte: Projeto Elétrico do Estádio.

De modo geral, foram constatadas diversas simplificações que influenciariam de maneira prejudicial o funcionamento da instalação. Todos os problemas encontrados foram repassados para os responsáveis do Grupo VIA e da SUPLAN. Foram solicitadas as devidas alterações junto ao projetista, visto que a Viridis Engenharia Ltda. não possuía autonomia para realizar estas alterações no projeto.

## 4.2 INSTALAÇÃO DA ILUMINAÇÃO EXTERNA DO ESTÁDIO

A iluminação externa do estádio consistiu na iluminação do estacionamento e das áreas de uso dos pedestres, e foi dividida em 4 etapas:

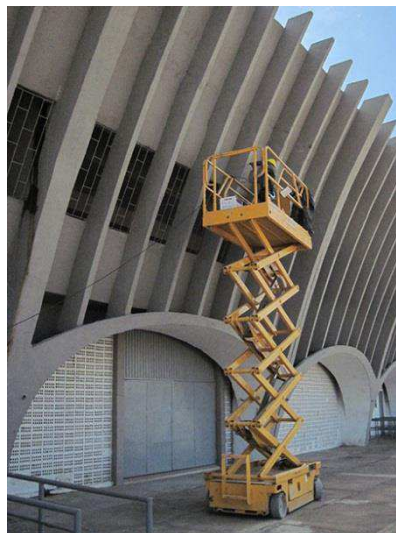
- Instalação de refletores de 400 W no muro do Estádio;
- Instalação de postes de iluminação para o estacionamento, pista de caminhada e pista de skate;
- Instalação de refletores de 2000 W nas torres de iluminação e no topo da marquise para a iluminação complementar do estacionamento;
- Manutenção dos postes de iluminação do estacionamento privativo do Estádio.

### 4.2.1 INSTALAÇÃO DE REFLETORES NA LATERAL DO ESTÁDIO;

Na primeira etapa da obra, foram instalados 47 refletores de 400 W, fator de potência 0,92, divididos em 6 circuitos, ao redor do estádio. Estes refletores utilizam lâmpadas de vapor metálico e têm como função iluminar todas as entradas de acesso do público ao estádio, bem como áreas utilizadas por pedestres.

Esta etapa não constava em projeto, mas foi uma solicitação do contratante. Para tanto, foram observadas a disponibilidade de carga nos quadros que deverão alimentar estes circuitos, bem como o balanceamento de carga entre as fases.

Na **Figura 9**, é apresentada uma fotografia da instalação dos refletores.



**Figura 9** - Fotografia da fixação dos refletores de 400 W, utilizando plataforma elevatória do tipo tesoura.

O acionamento dos refletores foi pensado para ser realizado apenas à noite, de modo automático, através de quadros de comando com contatores acionados por relés fotoelétricos. Na **Figura 10**, é apresentada uma fotografia do quadro de comando utilizado para o acionamento dos refletores.



**Figura 10** - Fotografia do quadro de comando utilizado para acionar os refletores de 400 W.

A proteção dos circuitos foi realizada, exclusivamente, através de disjuntores.

Na **Figura 11**, é apresentada uma fotografia noturna da lateral do estádio após a conclusão da instalação dos refletores.



**Figura 11** – Fotografia da lateral do estádio após a conclusão da instalação dos refletores de 400 W.

#### 4.2.2 INSTALAÇÃO DE POSTES DE ILUMINAÇÃO PARA O ESTACIONAMENTO

O projeto de iluminação externa para o estacionamento, pista de caminhada e pista de skate foi realizado pela Viridis Engenharia. Ao total, foram instalados 27 postes, dos 30 previstos no projeto, atendendo às solicitações do Grupo VIA, cada um possuindo 3 luminárias com lâmpadas do tipo vapor metálico de 400 W, e reatores de alto fator de potência ( $\geq 0,92$ ). Totalizando uma potência de 35,2 kVA.

Os 27 postes foram separados em 2 circuitos. Sendo cada circuito acionado por um quadro de comando próprio, através de relés fotoelétricos, e cuja alimentação é realizada através de uma subestação aérea localizada no limite da via pública.

Esta atividade foi dividida nas seguintes etapas:

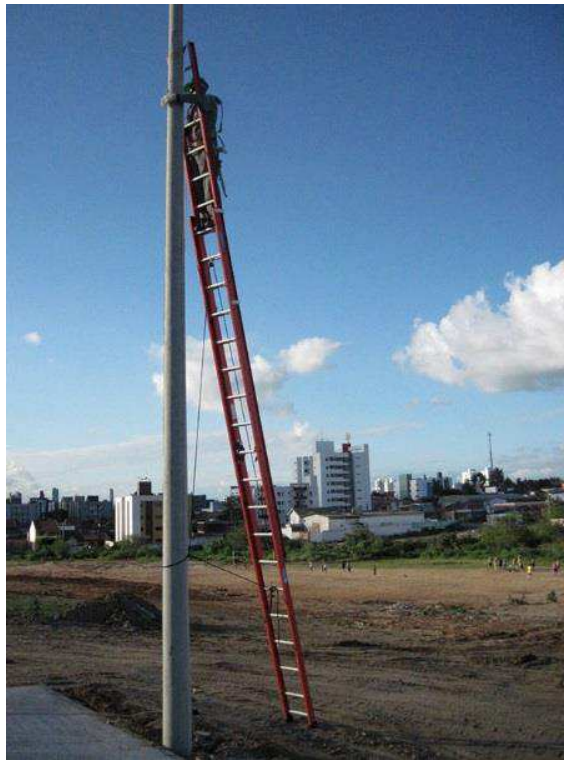
- Postejamento;
- Fixação de suportes para os cabos;
- Passagem de cabos que compõem a rede;
- Colocação das hastes de aterramento e aterramento do condutor neutro da rede;
- Fixação e interligação das luminárias à rede;
- Instalação dos quadros de comando;
- Montagem do padrão de entrada;
- Montagem da subestação aérea pela concessionária, Energisa Borborema.

Na etapa de postejamento, foram fixados os postes com o auxílio de um muque de força, como pode ser observado na fotografia da **Figura 12**.



**Figura 12** – Fotografia do postejamento realizado pela equipe da Viridis com auxílio de um muque de força.

Em seguida, foi realizada a fixação dos suportes dos cabos nos postes, como pode ser visto na **Figura 13**, e a passagem dos cabos multiplex, como pode ser visto na **Figura 14**.



**Figura 13** – Fotografia da fixação dos suportes para os cabos pela equipe da Viridis utilizando uma escada extensível.



**Figura 14** – Fotografia da passagem dos cabos, utilizando uma cesta aérea e uma plataforma elevatória tipo tesoura.

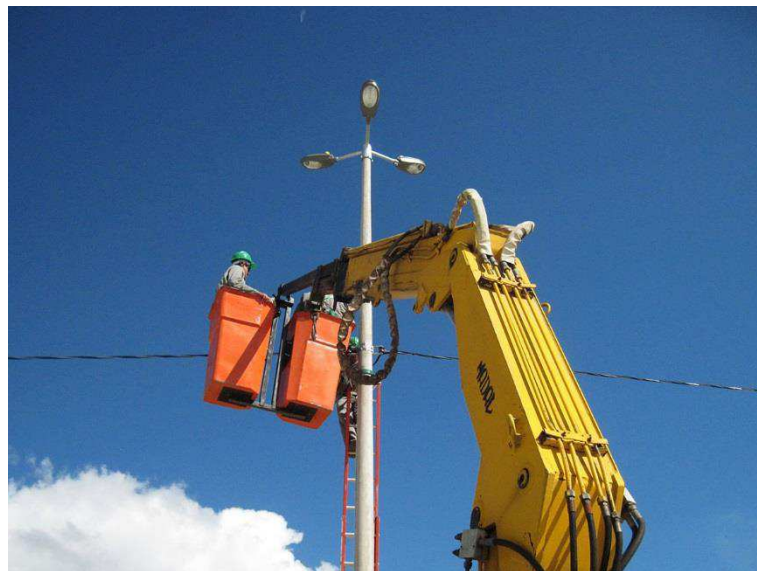


A próxima etapa foi a fixação das hastes de aterramento, e a interligação das mesmas ao condutor neutro. Um fato curioso aconteceu durante a colocação das hastes de aterramento, quando uma das hastes entortou e retornou à superfície, como pode ser visto na fotografia apresentada na **Figura 15**. O detalhe na fotografia corresponde ao ponto onde a haste foi inserida no solo. A haste ficou inutilizada, e outra haste teve que ser colocada.



**Figura 15** – Fotografia de uma haste de aterramento que entortou e retornou à superfície durante a fixação.

A fixação das luminárias nos postes foi realizada com auxílio de uma cesta aérea e uma escada extensível, como pode ser visto na **Figura 16**.



**Figura 16** – Fotografia da fixação das luminárias, utilizando uma cesta aérea e uma escada extensível.

A penúltima etapa desta atividade consistiu na montagem do padrão de medição e instalação dos quadros de comando. Por fim, foi solicitada pela Viridis Engenharia LTDA a ligação do ramal de alimentação junto à concessionária de energia, Energisa Borborema.

Na **Figura 17**, é apresentada uma fotografia, na qual podem ser vistos a subestação aérea (poste da esquerda), que foi instalada pela concessionária, e os dois quadros de comando instalados pela Viridis Engenharia (poste da direita).



**Figura 17** – Fotografia da subestação aérea concluída.

Uma fotografia da iluminação externa após a conclusão da instalação é apresentada na **Figura 18**.



**Figura 18** – Fotografia do estacionamento, após a conclusão da instalação da iluminação externa.

#### 4.2.3 INSTALAÇÃO DE REFLETORES PARA A ILUMINAÇÃO COMPLEMENTAR DO ESTACIONAMENTO

Visando complementar a iluminação da área do estacionamento público do estádio, foram instalados refletores de 2000 W nas torres de iluminação e no topo da marquise, sendo 3 refletores em cada torre e 6 refletores no topo da marquise. Para cada conjunto de refletores (3 para as torres, e 6 para a marquise) foi utilizado um quadro de comando específico acionado por relés fotoelétricos.

Os quadros de comando utilizados são semelhantes ao apresentado na **Figura 10**. A alimentação destes quadros foi realizada, em caráter provisório, através dos quadros das torres, e a proteção dos circuitos também foi realizada através de disjuntores. Essa etapa não constava em projeto, mas também foi uma solicitação do contratante. Para tanto, foi verificada no projeto a disponibilidade de carga do quadro correspondente e solicitado, junto ao projetista, alterações para comportar os novos circuitos. Esta atividade foi dividida nas seguintes etapas:

- Fixação dos refletores nas torres e instalação dos quadros de comando;
- Fixação dos refletores na marquise e instalação dos quadros de comando;
- Passagem dos cabos de alimentação para os respectivos quadros de comando.

Na **Figura 19**, é apresentada uma fotografia da fixação dos refletores no alto de uma das torres de iluminação, e na **Figura 20**, um dos refletores instalados no topo da marquise.

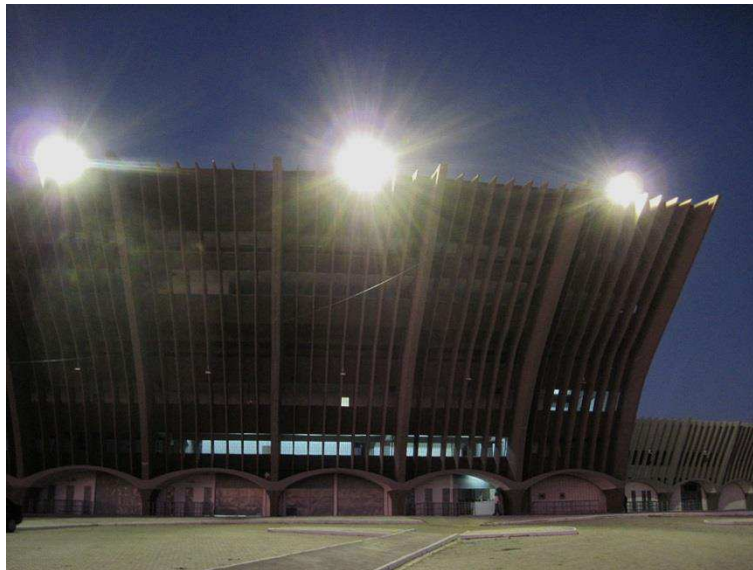


**Figura 19** – Fotografia de um eletricista da Viridis Engenharia fixando um refletor de 2000 W em uma das torres de iluminação.



**Figura 20** – Fotografia de um refletor de 2000 W fixado no topo da marquise para iluminar o estacionamento.

Na **Figura 21**, é apresentada uma fotografia dos refletores após a conclusão da instalação.



**Figura 21** – Fotografia da fixação dos refletores de 2000 W nas torres de iluminação.

Ao término do estágio, a alimentação dos refletores ainda era realizada, em caráter provisório, através dos quadros de alimentação das torres.

#### 4.2.4 MANUTENÇÃO DOS POSTES DE ILUMINAÇÃO DO ESTACIONAMENTO PRIVATIVO DO ESTÁDIO

Nesta etapa, foi realizada a manutenção dos postes de iluminação do estacionamento privativo. O estacionamento é iluminado por 8 postes, cada um com 2 luminárias, utilizando lâmpadas de vapor de mercúrio. Estes circuitos de iluminação também não estavam previstos, de modo que, também foram solicitadas modificações de projeto para comportá-los.

A manutenção consistiu apenas na substituição das lâmpadas de vapor de mercúrio com reatores por lâmpadas de vapor misto sem reatores e também na substituição da parte da rede de alimentação que estava danificada. A potência das lâmpadas foi mantida a mesma, 250 W, assim como o acionamento das luminárias através de disjuntores.

Na **Figura 22**, é apresentada uma fotografia dos postes de iluminação, após a realização da manutenção.



**Figura 22** – Fotografia dos postes de iluminação do estacionamento privativo, após a conclusão da manutenção.

### 4.3 INSTALAÇÃO INTERNA DO ESTÁDIO

As instalações elétricas internas do estádio podem ser divididas em circuitos de iluminação, tomadas e motores (motobombas). Os circuitos foram divididos em onze quadros. Foi planejada a instalação de dois quadros por quadrante, sendo um quadro de iluminação e outro de tomada; um quadro para os circuitos de iluminação e tomadas do túnel, e motobombas; e dois quadros para a iluminação e tomadas do nível 5.

Os circuitos de iluminação da área interna do estádio são constituídos, basicamente, por luminárias fluorescentes com duas lâmpadas de 36 W, acionadas por reatores eletrônicos. Já os circuitos de tomadas, utilizam tomadas 2P+T, seguindo o novo padrão de plugues e tomadas descritos na NBR 14136.

Toda a instalação foi planejada para ser realizada de maneira aparente utilizando eletrodutos PVC, condutes, perfilados e eletrocalhas.

Algumas alterações de projeto foram necessárias nesta etapa da obra, como a substituição dos perfilados por eletrodutos. Isto ocorreu devido aos desníveis existentes no teto da área interna do estádio, já que esta área encontra-se abaixo das arquibancadas, bem como devido às vigas e outras estruturas de alvenaria que impossibilitaram a instalação dos perfilados, como pode ser visto na **Figura 23**.



**Figura 23** – Fotografia do teto da área interna do estádio.

Na **Figura 24**, é apresentada uma fotografia da equipe da Viridis realizando a instalação de eletrodutos.



**Figura 24** – Fotografia da equipe da Viridis Engenharia realizando a fixação de eletrodutos.

Fonte: Próprio Autor

Após a conclusão da instalação dos níveis 3 e 4, e parte do nível 1 do Quadrante 2, foi realizada uma reunião com o Grupo Via e com a SUPLAN. Após a reunião, ficou decidido que seria realizada apenas a instalação das áreas nas quais não existiam instalações. Isto também incluiu a instalação de novas eletrocalhas e novos quadros de distribuição, e a manutenção das instalações internas das áreas nas quais já haviam instalações.

Na **Figura 25**, é apresentada uma fotografia na qual podem ser vistas a instalação nova (acima) e a instalação antiga já deteriorada (abaixo).



**Figura 25** – Fotografia da substituição da instalação antiga pela nova.

Na fotografia apresentada na **Figura 26**, podem ser vistos, à esquerda, o leito, por onde passavam todos os ramais de alimentação dos quadros de distribuição e das torres de iluminação e, à direita, as eletrocalhas perfuradas, que estavam sendo instaladas para substituir o leito.



**Figura 26** – Fotografia da instalação das eletrocalhas no túnel.

Na **Figura 27**, é apresentada uma fotografia da equipe da Viridis realizando a montagem de um dos quadros de distribuição.



**Figura 27** – Fotografia da equipe da Viridis Engenharia realizando a montagem de um dos quadros de distribuição.

Na **Figura 28**, é apresentada uma fotografia do quadro de distribuição geral, QG, na qual pode ser vista uma eletrocalha com alguns dos cabos de alimentação dos demais quadros de distribuição.



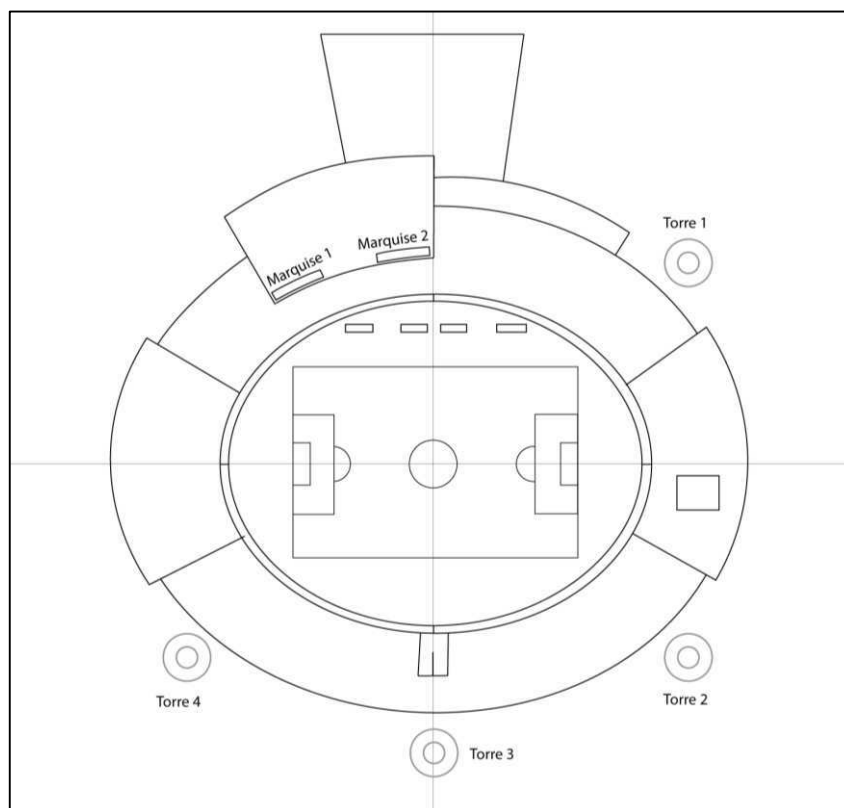
**Figura 28** – Fotografia do Quadro de Distribuição Geral, QG.

Ao término do estágio, a maior parte da instalação já havia sido concluída. Faltavam serem instalados apenas alguns ramos de alimentação dos quadros de distribuição e concluir a instalação do quadro de distribuição geral.



#### 4.4 INSTALAÇÃO DA ILUMINAÇÃO DO CAMPO

A iluminação do campo corresponde a maior parte da carga instalada no estádio, e é realizada através de 4 torres de iluminação e 2 conjuntos de refletores localizados no topo da marquise. Cada torre ou conjunto de refletores possui 24 refletores de 2000 W, com fator de potência 0,92 cada. Totalizando 144 refletores, e uma potência total de 313 kVA. Na **Figura 29**, é apresentado um diagrama do estádio com a localização aproximada das torres e refletores da marquise.



**Figura 29** – Diagrama do estádio com a posição das torres e refletores da marquise.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Na **Figura 30**, é apresentada uma fotografia, na qual podem ser vistas as torres 2, 3 e 4, e na **Figura 31**, uma fotografia, na qual podem ser vistos os conjuntos de refletores (Marquise 1 e Marquise 2) no topo da marquise e a torre de iluminação 1.



**Figura 30** – Fotografia do Estádio O Amigão, na qual podem ser vistas as torres de iluminação 2, 3 e 4.



**Figura 31** – Fotografia do Estádio O Amigão, na qual podem ser vistas a torre de iluminação 1 e os conjuntos de refletores no topo da marquise (marquise 1 e marquise 2).

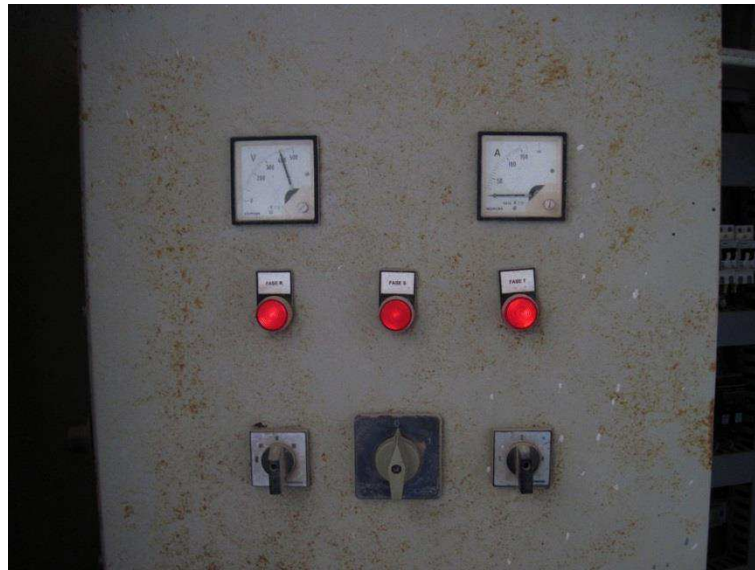
Cada torre ou conjunto de refletores é acionado por um quadro de comando específico, como o que é apresentado na **Figura 32** e na **Figura 33**. Estes quadros são temporizados e acionam grupos de 6 refletores por vez, até que os 24 refletores estejam todos ligados.

Estes quadros de comando possuem três tipos de proteção:

- Proteção geral: realizada através de fusíveis NH e um disjuntor termomagnético;
- Proteção dos grupos de 6 refletores: realizada através de disjuntor tripolar;
- Proteção individual: realizada através de disjuntores bipolares, visto que a tensão de alimentação dos mesmos é 380 V;
- Proteção do circuito de comando: realizada através de fusíveis Diazed.

A parte frontal dos quadros possui um voltímetro e um amperímetro, para indicar as medições em uma das fases, bem como indicadores de tensão, lâmpadas piloto, e chaves

seletoras, para ligar os refletores e escolher a fase na qual são realizadas as medições mostradas nos instrumentos.



**Figura 32** – Parte frontal do quadro de comando dos refletores.



**Figura 33** – Parte interna do quadro de comando dos refletores.

No novo projeto elétrico da iluminação do campo, foram previstas apenas a manutenção dos quadros de comando dos refletores. Esta manutenção incluiu uma reconfiguração dos circuitos de comando e força, a substituição dos cabos de alimentação utilizando novos eletrodutos para a passagem dos cabos até o nível 5. Também foi prevista a instalação de um quadro para acionar remotamente os quadros de comando dos refletores das torres e marquise, visando facilitar o trabalho do operador (eletricista do estádio).

Na **Figura 34**, é apresentada uma fotografia dos eletrodutos utilizados para a passagem dos cabos de alimentação dos quadros de comando dos refletores da marquise e do nível 05.



**Figura 34** – Fotografia dos eletrodutos para passagem dos cabos de alimentação dos quadros da marquise.

Na **Figura 35**, é apresentada uma fotografia dos refletores instalados na marquise, na qual também pode ser visto o abrigo para reatores construídos pela Grupo VIA, para proteger os mesmos contra a chuva.



**Figura 35** – Fotografia dos refletores localizados no topo da marquise.

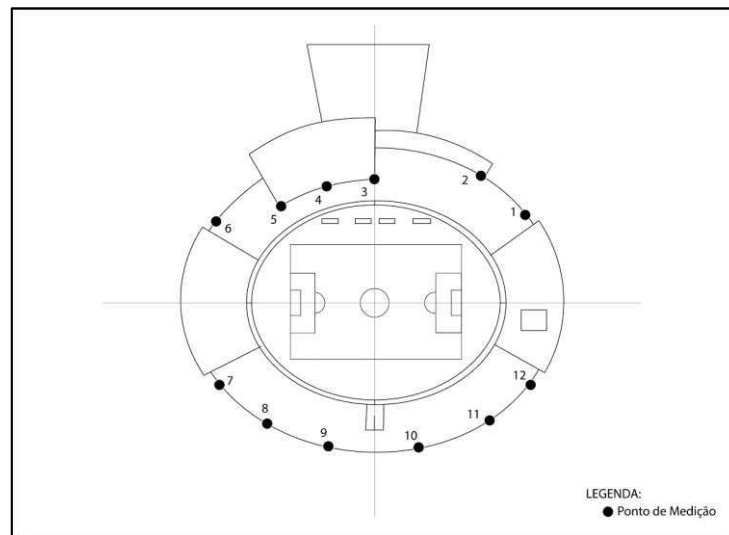
Ao término do estágio, esta atividade ainda não havia sido concluída. Apenas as eletrocalhas e eletrodutos haviam sido instalados, e toda a iluminação do campo continuava sendo realizada através dos circuitos antigos.

## 4.5 ELABORAÇÃO DE LAUDO DO SPDA

O projeto do novo Sistema de Proteção para Descargas Atmosféricas (SPDA) elaborado para o estádio é do tipo Gaiola de Faraday, e é composto por duas malhas: uma malha de captação situada na parte superior do estádio; e uma malha de aterramento situada no solo em volta do estádio e interligada a 42 hastes de aterramento cobreadas 5/8” x 2,40 m (254 micrones). Ambas as malhas são constituídas por condutores de cobre nu de 50 mm<sup>2</sup>.

Após uma análise detalhada do projeto, os engenheiros da Viridis Engenharia propuseram algumas alterações de projeto, visando a economia de material e mão-de-obra. Foi sugerido utilizar apenas uma malha de captação, na parte superior do estádio, como prevista no projeto, e utilizar a própria estrutura metálica da fundação do estádio para realizar o aterramento, ao invés de uma malha de cobre prevista no projeto.

Foi necessária a elaboração de um laudo técnico baseado nas medições da resistência de aterramento da estrutura. Para tanto, foram escolhidos 12 diferentes pontos na estrutura do estádio para realizar as medições. A localização destes pontos é apresentada no diagrama da **Figura 36**.



**Figura 36** – Diagrama do estádio “O Amigão” com a localização dos Pontos de Medição da Resistência de Aterramento do SPDA

Em cada um dos pontos, a estrutura do estádio foi escavada de modo a expor a ferragem. Em seguida, a ferragem foi escareada, visando um melhor contato elétrico com os condutores durante a realização dos testes. Na **Figura 37** é apresentada uma fotografia de um dos pontos utilizados, e na **Figura 38** a conexão de medição.



**Figura 37** - Fotografia de um ponto de medição da resistência de aterramento.



**Figura 38** - Fotografia da conexão de medição da resistência de aterramento.

O instrumento utilizado para a medição da resistência de aterramento é um Terrômetro Analógico, modelo 3235, da Yokogawa Electric Works, **Figura 39**, cujas especificações técnicas são fornecidas no Anexo B.



**Figura 39** – Fotografia do Terrômetro utilizado nas medições da resistência de aterramento.

Durante a realização das medições, a equipe da Viridis Engenharia foi auxiliada por uma equipe do Grupo VIA, que era responsável pela sinalização do local, com objetivo de evitar acidentes por parte dos pedestres que transitam na área ao redor do estádio, e pela fixação das hastes de teste nos pontos determinados. Na **Figura 40**, são apresentadas fotografias da equipe do Grupo VIA, e na **Figura 41**, uma fotografia de parte da equipe da Viridis Engenharia realizando as medições com o Terrômetro.



(a) Equipe sinalizando a passagem com cones.



(b) Equipe fixando as hastes.

**Figura 40** – Fotografias da equipe do Grupo VIA auxiliando na fixação das hastes de teste.



**Figura 41** – Fotografia da equipe da Viridis Engenharia realizando as medições com o Terrômetro.

Para cada um dos pontos, foram realizadas três medições, visando minimizar os erros. Foi verificado que os valores de resistência de aterramento, para todas as medições, encontravam-se abaixo de  $1,20 \Omega$ .

Segundo a NBR 5419: 2005, para o uso de eletrodos não naturais, recomenda-se uma resistência de aterramento de aproximadamente  $10 \Omega$ , como forma de reduzir os gradientes de potencial no solo e a probabilidade de centelhamento perigoso. Portanto, de acordo com a norma citada, para este caso, é possível utilizar a estrutura metálica da própria edificação do

estádio para o SPDA, visto que o valor máximo medido, 1,20  $\Omega$ , situa-se abaixo do valor máximo recomendado pela norma, 10  $\Omega$ .

Os resultados dos testes foram agrupados num documento, juntamente com as especificações técnicas do instrumento utilizado e enviados a uma empresa contratada pelo Grupo VIA para fornecer o laudo técnico final sobre o SPDA. Após a emissão do laudo técnico final, as alterações foram aprovadas, implicando numa economia inicial de, aproximadamente, R\$ 25.000,00 (vinte e cinco mil reais) em materiais. Ao término do estágio, o SPDA ainda não havia sido instalado.

## 4.6 MONTAGEM DA SUBESTAÇÃO

A nova subestação do estádio é do tipo abrigada com uma potência total de 750 kVA, em substituição às duas subestações existentes que alimentavam o estádio com uma potência total de 800 kVA. Vale salientar que esta potência é suficiente para alimentar todo o estádio. A equipe da Viridis ficou responsável apenas pela parte elétrica, enquanto as equipes do Grupo VIA ficaram responsáveis pela parte civil, assim como fornecer o suporte necessário à equipe da Viridis. A montagem da subestação foi realizada nas seguintes etapas:

- Escavação da fundação; (Grupo VIA)
- Montagem da malha de aterramento;
- Construção da estrutura física da subestação; (Grupo VIA)
- Fixação de suportes para os dispositivos; (Grupo VIA)
- Instalação da iluminação e tomadas;
- Fixação e instalação dos dispositivos;
- Fixação dos quadros de distribuição;
- Cabeamento;

Na **Figura 42**, é apresentada uma fotografia das escavações da fundação da subestação, onde foi montada a malha de aterramento.





**Figura 42** – Fotografia das escavações do alicerce da subestação.

A malha de aterramento da subestação é constituída por 12 hastes cobreadas de 2400 mm x 5/8”, interligadas por cabos de cobre nu de 50 mm<sup>2</sup>, e com derivações para os equipamentos utilizando cabos de cobre nu de 25 mm<sup>2</sup>. A interligação das hastes com os cabos e das derivações com a malha foram realizadas utilizando solda exotérmica, como pode ser visto na fotografia apresentada na **Figura 43**.



**Figura 43** – Fotografia de um ponto de solda da malha de aterramento.

Após a conclusão da montagem da malha de aterramento, as equipes do Grupo VIA realizaram a construção de toda a parte estrutural da subestação, como pode ser visto na fotografia da **Figura 44**.



**Figura 44** – Fotografia da construção da subestação.

Concluída a construção da subestação, foram fixados os suportes para os dispositivos, como pode ser visto na **Figura 45**.



**Figura 45** – Fotografia do interior da subestação, na qual podem ser vistos alguns suportes já fixados.

Em seguida, foi realizada a instalação da iluminação e tomadas e logo após, foram fixados os dispositivos elétricos, como pode ser visto na fotografia da **Figura 46**.



**Figura 46** – Fotografia da equipe da Viridis Engenharia instalando as buchas de passagem interno/externo na subestação.

Na **Figura 47** é apresentada uma fotografia do transformador já posicionado e interligado à chave seccionadora. Pode-se notar que os condutores de baixa tensão ainda não haviam sido conectados às saídas.



**Figura 47** – Fotografia do transformador já conectado à chave seccionadora.

Nas **Figura 48**, é apresentada uma fotografia do poste de entrada, no ponto de entrega da concessionária. Nota-se que ainda não haviam sido instalados as chaves, nem os cabos com isoladores de alta tensão.



**Figura 48** – Fotografia do poste de entrada do ramal de alta tensão.

Ao término do estágio, a subestação ainda não havia sido concluída.

## 5 CONCLUSÃO

Neste relatório foram descritas as atividades realizadas durante o estágio integrado na empresa Viridis Engenharia LTDA.

O estágio proporcionou uma oportunidade única de colocar em prática diversos conceitos, estudados durante o período de graduação do curso de engenharia elétrica. Principalmente os conceitos relacionados à disciplina de Instalações Elétricas, que foram usados de maneira recorrente durante todo este período. Conceitos das disciplinas Circuito Elétricos, Sistemas Elétricos e Máquinas Elétricas também foram bastante úteis.


O estágio também proporcionou a oportunidade de aprender novos conceitos, tais como, gerenciamento e liderança de pessoas; planejamento e fiscalização de obras; análise de projetos. Sendo, assim, o estágio foi importante não apenas por aplicar os conhecimentos técnicos específicos da engenharia. O que faz com que se note a deficiência da graduação ao não trabalhar esses temas.

Apesar de o período de estágio não ter sido suficiente para acompanhar a conclusão de todas as instalações, a maior parte dos serviços a serem realizados no estágio já haviam sido concluídas. E, mesmo com todas as dificuldades encontradas, todas as atividades solicitadas foram desempenhadas com sucesso.

## REFERÊNCIAS

- CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**. LTC. 2013.
- ABNT. **NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT. 2005.
- ABNT. **NBR 5413 – Iluminação de Interiores**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. [S.l.]: ABNT. 2005.
- ABNT. **NBR 5419 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. [S.l.]: ABNT. 2005.
- ABNT. **NBR 14136 – Plugues e tomadas para uso doméstico - Padronização**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. [S.l.]: ABNT. 2005.
- ENERGISA. **Norma de Distribuição Unificada – 001: Fornecimento de Energia Elétrica Em Tensão Secundária - Edificações Individuais ou Agrupadas em até 3 Unidades Consumidoras**. Energisa. 2010.
- ENERGISA. **Norma de Distribuição Unificada – 002: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária**. Energisa. 2010.
- ENERGISA. **Norma De Distribuição Unificada – 003: Fornecimento De Energia Elétrica em Tensão Primária e Secundária - Fornecimento de Energia Elétrica a Agrupamentos ou Edificações de Uso Coletivo Acima de 3 Unidades Consumidoras**. Energisa. 2010.
- ENERGISA. **Norma De Distribuição Unificada – 004: Instalações Básicas para Construção de Redes de Distribuição Urbana**. Energisa. 2010.
- ENERGISA. **Norma De Distribuição Unificada – 010: Padrões e Especificações de Materiais da Distribuição**. Energisa. 2010.
- BOETEC INSTALAÇÕES. **Proteção atmosférica método eletrogeométrico**. Disponível em: <<http://boetec.webnode.com.br/serviços>>. Acessado em 25 de Novembro de 2014.
- COMPLETA AUTOMAÇÃO, MANUTENÇÃO E INSTALAÇÃO ELÉTRICA. **SPDA e Aterramento**. Disponível em: <[www.completaautomacao.com.br/servicos.aspx](http://www.completaautomacao.com.br/servicos.aspx)>. Acessado em 30 de Novembro de 2014.
- TERMOTÉCNICA PARA-RAIOS. **Captres Tipo Franklin Uma Descida**. Disponível em: <<http://www.tel.com.br/product/captres-tipo-franklin-uma-descida/>>. Acessado em 30 de Novembro de 2014.
- Viridis Engenharia LTDA**. Disponível em: <<http://viridisengenharia.com.br>>. Acessado em: 09 Dezembro de 2014.

## ANEXO A - MODELO DO DIÁRIO DE OBRA

			RELATÓRIO DIÁRIO DE OBRA			
CLIENTE: UFRN		RELATORIO: 005/2014				
CONTRATO:		DATA: 17/10/2014				
CONDIÇÕES DE TEMPO			INCIDENTES		HORÁRIO DE TRABALHO	
MANHÃ	TARDE	NOITE	CONDIÇÕES			
X	X		ENSOLARADO	X	NENHUM	07:15 - 16:00
			NUBLADO		COM REMOÇÃO	INTERVALO 40 min
			CHUVOSO		SEM REMOÇÃO	
			TEMPO PARADO			
EQUIPE VIRIDIS - SUPERVISAO			EQUIPE VIRIDIS - COLABORADORES			
PRESENTES	TOTAL	DESCRIÇÃO	PRESENTES	TOTAL	DESCRIÇÃO	
1	1	ENGENHEIRO	2	2	ELETRICISTA	
1	1	COORDENADOR	2	2	AJUDANTE	
			0	0	MONTADORES	
			0	0	TRANSPORTADORES	
			0	0	COORDENADOR	
2	2	TOTAL	4	4	TOTAL	
RESUMO DOS TRABALHOS						
<p>Conclusão das instalações da planta fixa e da planta móvel.</p>						
RESPONSÁVEL VIRIDIS ENGENHARIA					DATA:	

## ANEXO B - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO TERRÔMETRO

<b>Fabricante</b>	<b>Yokogawa Electric Works, LTD.</b>	
<b>Modelo</b>	Earth Tester 3235	
<b>Precisão</b>	Resistência de terra:	±5 % de 2 Ω (de 0 a 2 Ω); ±2.5 % de 20 Ω (de 2 a 20 Ω); ±2.5 % de 200 Ω (de 20 a 200 Ω); ±5% de 1000 Ω (de 200 a 1000 Ω);
	Tensão de terra:	±5 % fs
<b>Frequência de medição</b>	500 Hz	
<b>Corrente de medição</b>	> 20 mA (500 Hz)	
<b>Calibração</b>	CRIEM nº 1070 24/10/2013	