



Universidade Federal
de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

ANTONIO BARBOSA DE OLIVEIRA NETO

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO NA GERÊNCIA
DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA DA SECRETARIA DE OBRAS DA
PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINA GRANDE**

Campina Grande, Paraíba.
Outubro de 2013

ANTONIO BARBOSA DE OLIVEIRA NETO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO NA GERÊNCIA
DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA DA SECRETARIA DE OBRAS DA
PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINA GRANDE

*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: Processamento de Energia

Orientador:

Professor Tarso Vilela Ferreira, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba.
Novembro de 2013

ANTONIO BARBOSA DE OLIVEIRA NETO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO NA GERÊNCIA
DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA DA SECRETARIA DE OBRAS DA
PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINA GRANDE

*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: Processamento de Energia

Aprovado em ____ / ____ / _____

Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pela minha vida e pelo dom da perseverança, que me permitiu concluir este trabalho.

Agradeço também à minha mãe Maria e meu pai Francisco, por terem se esforçado tanto para me proporcionar uma boa educação, por ter me alimentado com saúde, força e coragem, as quais que foram essenciais para superação de todas as adversidades ao longo desta caminhada.

Tenho agradecer toda minha família, em Especial a minha irmã Erismá, por ter sido meu amparo em momentos difíceis e que em todo discorrer da minha vida não mediu esforços para eu chegar a esta etapa.

Não posso esquecer Lidja Nayara, que se mostrou empenhada na causa deste trabalho e meu sucesso pessoal, assim como apoio moral indispensável.

Também há espaço para agradecer Engenheiro Genildo Oliveira Silva, um grande profissional e uma grande pessoa, que se mostrou empenhado na causa deste trabalho, eliminando todas as barreiras ao seu encargo.

Reconheço todos os professores do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, por terem dado suas contribuições diversas no campo do conhecimento e da vida. Em especial, agradeço ao Professor D. Sc. Tarso Vilela, pelo apoio estrutural disciplinar, emotivo e direcional em todas as minhas atividades.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem sou hoje.

*“Tudo vale a pena
quando a alma não é pequena.”*

Fernando Pessoa.

RESUMO

Neste relatório são descritas as atividades do Graduando Antonio Barbosa de Oliveira Neto, desenvolvidas no estágio supervisionado creditado em 180 horas sem vínculo financeiro, junto à Secretaria Municipal de Obras da cidade de Campina Grande, em especial na Gerência de Iluminação Pública. Os serviços prestados tiveram abordagem técnica, econômica e financeira dentro das funcionalidades e observâncias da referida Secretaria. Na esfera de ação da citada gerência, foram desenvolvidos estudos, fiscalizações e apoios técnicos diversos para subsidiar as decisões envolvendo o sistema de iluminação pública e as consequências destas.

Palavras-chave: Fiscalização, Obras, Estudo de viabilidade, Licitação, Tecnologia, LED, Vapor de Sódio.

SUMÁRIO

1	Introdução.....	9
1.1	Objetivos.....	9
2	Secretaria Municipal de Obras da PMCG	10
3	Atividades Desenvolvidas	11
3.1	Atividades de Fiscalização em Obras	11
3.1.1	Projeto de Iluminação no Conjunto Habitacional Novo Jardim	11
3.1.2	Fiscalização Do Projeto de Iluminação da Praça Joana D’Arc.....	12
3.2	Atividades de Apoio Técnico em Processos Licitatórios	15
3.3	Estudo de Viabilidade para Instalação de Células Fotovoltaicas no Teatro Municipal Severino Cabral de Campina Grande.....	17
3.4	Estudo de Viabilidade para Modernização e Eficiêntização da Iluminação Pública na Avenida Floriano Peixoto em Campina Grande	22
3.4.1	Iluminação a Vapor de Sódio	22
3.4.2	Iluminação a LED.....	23
3.4.3	Razão S/P e Eficiência Luminosa Efetiva	26
3.4.4	Comparativo Técnico e Econômico.....	29
3.4.5	Estudo de Caso: Avenida Floriano Peixoto	31
3.4.6	Considerações Afins	34
4	Conclusões.....	35
	Bibliografia.....	36
	Anexo I.....	38
	Anexo II.....	39

1 INTRODUÇÃO

Uma das principais dificuldades das administrações públicas diversas em suas funcionalidades específicas é atender a população à qual a fundamenta. No âmbito de uma prefeitura ou uma de suas secretarias não é diferente. Na Gerência de Iluminação Pública (GEILP), vinculado à Secretária Municipal de Obras (SECOB), há constantemente problemas que envolvem o sistema de iluminação pública da Cidade de Campina Grande, incluído também seus Distritos.

Neste trabalho serão detalhadas atividades que correspondem e se engajam para melhor intermediar esses problemas entre a Prefeitura Municipal de Campina Grande (PMCG), no que diz respeito à GEILP, e a população, para a qual há prestação de serviços. Procurou-se sem intermédios a eficiência, eficácia e presteza no atendimento de tais atividades.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral constante neste trabalho é colocar o estudante em contato com o mercado de trabalho, para que o mesmo possa consolidar os conhecimentos e atividades profissionais.

Além disso, são ainda buscados os seguintes objetivos específicos:

- Fiscalização, para averiguar o devido cumprimento de cláusulas contratuais;
- Apoio técnico, visando fundamentar em contextos diversos a elaboração de preços, orçamentos e estruturação de planilhas comerciais para processos licitatórios;
- Estudos diversos objetivando analisar e relatar de forma técnica, econômica e financeira a viabilidade de manutenções e projetos de modernização.

2 SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS DA PMCG

A concedente para prestação do estágio supervisionado foi a Secretaria Municipal de Obras (SECOB), que é órgão integrante da administração direta da Prefeitura Municipal de Campina Grande, situada na Rua Treze de Maio s/n, centro, Campina Grande, Estado da Paraíba, constando de CNPJ Nº 08.993.917/0004-46.

A atuação da SECOB consiste principalmente no desenvolvimento e execução de projetos, sendo responsável pela construção, reformas e recuperação de bens e prédios públicos, realização de drenagem, pavimentação em paralelepípedos e pavimentação asfáltica, recuperação de ruas, avenidas e vias públicas, operações tapa-buracos, dentre outros serviços. Além destas funções também cabe a esse órgão a fiscalização de licença de construção, reformas, acréscimos e habite-se de imóveis e/ou prédios públicos e privados da cidade, embargos, notificações, alvarás de localização de funcionamento e legalização de obras [1].

A contratação para execução de tais obras é feita por meio de processo licitatório nos moldes da lei 8.666/1993 (institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências) e 10.520/2005 (institui a modalidade de licitação pregão), esta última quando se trata de bens e serviços.

Estruturando a SECOB existe a Gerência de Iluminação Pública (GEILP), sendo esta responsável pela fiscalização, estudos e apoio técnico relacionados com o sistema de iluminação pública do Município em questão. O corpo técnico atual da GEILP é preenchido com um engenheiro fiscal. Todas as atividades relacionadas à manutenção e modernização diversos do sistema são feitas por empresas contratadas por licitação, sendo a atual empresa prestadora de serviços referentes às medições do sistema, a Lançar Construtora e Incorporação Ltda, com sede na cidade de Recife, Estado de Pernambuco e abrangência em diferentes cidades do Brasil.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

As atividades desenvolvidas no decorrer do referido estágio são de naturezas diversas, em concordância com o proposto e corroborando com as responsabilidades inferidas à Gerência de iluminação Pública do Município de Campina Grande.

3.1 ATIVIDADES DE FISCALIZAÇÃO EM OBRAS

Foram realizadas inspeções em caráter fiscalizatório em diversas obras executadas e em execução no âmbito da iluminação pública em Campina Grande. O propósito para tal baseia-se de fato, em se ter a empresa contratada por meio de processo licitatório, devidamente desempenhando as atividades para seu fim, além do compromisso com a população, a qual é o fundamento de todo esse sistema.

3.1.1 PROJETO DE ILUMINAÇÃO NO CONJUNTO HABITACIONAL NOVO JARDIM

Teve-se por objetivo o acompanhamento na execução da instalação da iluminação pública no Conjunto Habitacional Novo Jardim, com base na plantas contidas nos Anexos I e II, disponibilizado pela engenheiro projetista Célio Anésio.

Várias foram as irregularidades da execução em relação ao que havia no projeto:

- Disposição geográfica diferente do projeto elaborado;
- Postes instalados em meio à rua;
- Braços, luminárias e lâmpadas em falta.

A solução para o problema com a disposição geográfica se deu com algumas poucas atualizações dos projetos, já que eram apenas em torno de três residências que não estavam em conformidade. O fato foi que não houve plena correspondência entre a execução e os projetos elétricos e de construção civil elaborados.

Quanto aos postes em meio à rua, foi encaminhada documentação à ENERGISA para que se pudesse fazer o desligamento e remoção dos postes. Até o exato momento ainda não houve a solução integral para tal.

Já no que diz respeito aos itens faltosos, a própria GEILP tem fundamentos organizacionais para solucionar problemas desse tipo. Foi acionada a empresa que presta serviços de manutenção no sistema em Campina Grande e que deveria ter executado o serviço, a LANÇAR, para que a mesma diante suas atribuições pudesse implantar ou repor equipamentos e fazer a respectiva ligação à rede objetivando ter a iluminação devidamente em funcionamento, atendendo portanto a população local.

3.1.2 FISCALIZAÇÃO DO PROJETO DE ILUMINAÇÃO DA PRAÇA JOANA D'ARC

A obra em questão tem por objetivo levar à comunidade local a acessibilidade no que diz respeito a iluminação pública. A fiscalização descrita a seguir, foi feita quando o projeto já se apresentava em fase conclusiva. Muitas foram as irregularidades constatadas:

- i. Falta de projeto de execução;
- ii. Falta de avaliação pela ENERGISA, uma vez que a mesma não recebeu os projetos de execução;
- iii. Postes com base parafusada faltando porcas, conforme pode ser observado na Figura 1;
- iv. Postes desalinhados e com inclinação comprometida, conforme pode ser observado na Figura 2;
- v. Fiação inadequada para instalações subterrâneas em termos de isolamento para 750 V quando deveria ser para 1000 V, em desacordo com o que estabelece as NBR's 5101 e 5410 da ABNT, podendo ocorrer superaquecimento de condutores com riscos iminentes de curtos-circuitos de baixa e alta impedância;
- vi. Ausência de aterramentos nos postes, que por serem metálicos potencializam o risco de eletrocussão com pessoas e animais, considerando ainda que trata-se de área pública bastante frequentada por crianças e adolescentes;

- vii. Por fim foram constatados vários pontos luminosos apagados, o que é grave por se tratar de uma instalação nova, tornando questionável a qualidade do serviço executado. Esta situação foi fotografada e pode ser observada na Figura 3.



Figura 1. Base do poste parafusado mas faltando porcas.



Figura 2. Presença de postes desalinhados e alguns com inclinação comprometida .

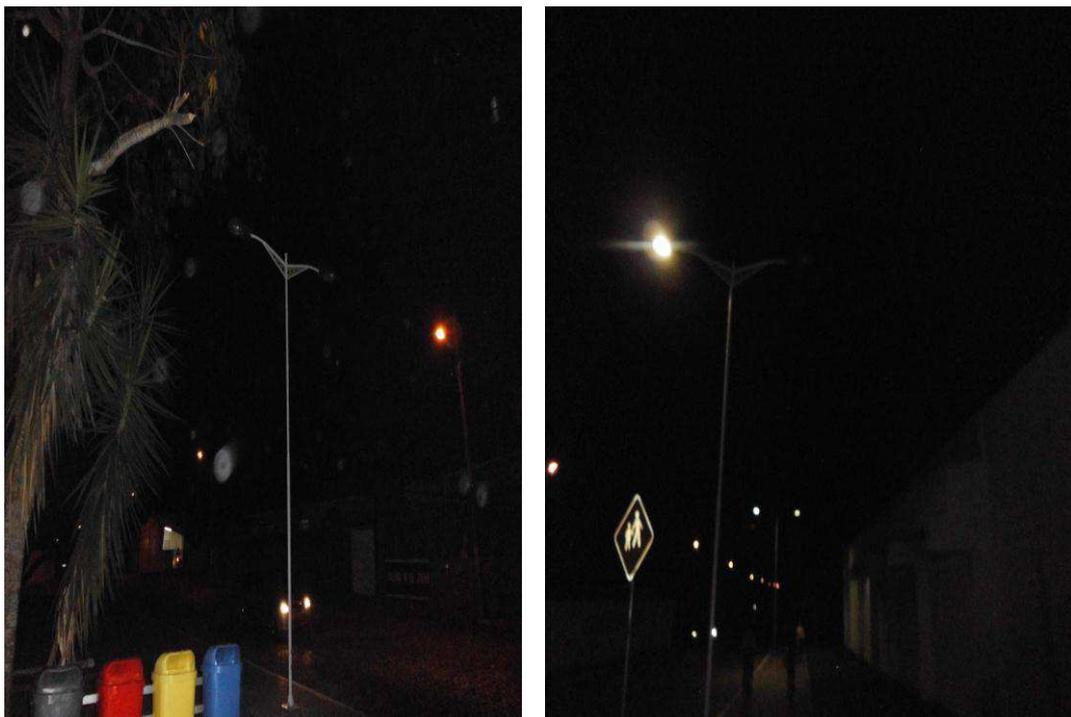


Figura 3. Imagens de alguns pontos da praça com lâmpadas apagadas.

A solução para os problemas dos itens (i) e (ii), existentes entre as três entidades envolvidas (ENERGISA, Construtora Silva & Arruda Ltda e SECOB) foi apresentada através da confecção e atualização do projeto de execução por parte da empreiteira contratada. No projeto constam o tipo de poste, luminária, lâmpadas, e os demais equipamentos necessários, além do quantitativo utilizado. O mesmo atualmente está em fase de avaliação pela ENERGISA.

Quanto aos problemas apresentados nos itens (iii) a (vii), referentes à execução em si, a Gerência de Iluminação Pública (GEILP) encaminhou em 24 de outubro de 2013 um Memorando ao Secretário da SECOB, relatando todas as irregularidades, para que o mesmo, diante os fatos, tomasse as devidas providências administrativas e contratuais, sem perda de outras penalidades cabíveis.

As irregularidades constantes desse projeto também são alvo de críticas realizadas pela população local, sendo esta a principal afetada. Relata-se que as providências estão sendo tomadas, e até o momento ainda não foram solucionados todos os problemas. Por fim, salienta-se que tudo que estava ao alcance da GEILP, teve sua constatação e procedimento feitos.

Vale salientar ainda a fiscalização feita em outras obras em execução ou executadas pela mesma empreiteira, apontando irregularidades similares, em especial a

falta de projeto de execução. Foram as obras de iluminação no Distrito de São José da Mata (iluminação do trecho urbano da BR-230 que tem passagem pelo mesmo), na entrada do Distrito de Galante e na Praça Professor Ivan Coelho no Bairro Castelo Branco. Assim como para a praça Joana D'Arc, a solução para tal foi a apresentação dos projetos de execução, que estão em fase de avaliação pela ENERGISA, para que possa ser regularizada a situação do sistema perante a concessionária local e que as medições possam ser normalizadas para os devidos fins legais.

3.2 ATIVIDADES DE APOIO TÉCNICO EM PROCESSOS

LICITATÓRIOS

Como partes integrantes da administração direta, a Prefeitura e a SECOB estão submetidas a processos licitatórios nos moldes da lei 8.666/1993 e da lei 10.520/2005, sendo esta última aplicável quando se trata de bens e serviços. Assim é necessário um apoio técnico para que a administração possa estabelecer preços para as modalidades e tipos diversos de licitação.

O que é feito normalmente pelo corpo técnico vinculado a GEILP é a pesquisa e análise de planilhas de preços e materiais, em sua maioria, fornecidos por empresas do mercado que já trabalham no contexto de processos licitatórios em área técnica objeto da licitação. Após essa análise as planilhas de preços diversos são submetidas à Comissão Setorial de Licitação, órgão com fins específicos da SECOB para apreciação e determinação de valores estipulados para a licitação em questão. Dá-se então o início do processo licitatório.

Para efeitos desse trabalho foi acompanhada a licitação para a decoração natalina em Campina Grande, compreendendo a iluminação de natal do Açude Velho, Parque da Criança e Praça da Bandeira. Esta licitação foi estimada em R\$ 600.000,00 e em se tratando de obra ou serviço de engenharia se enquadra na modalidade “tomada de preço”, e por interesse da administração, no tipo “menor preço”. Foram apresentadas algumas propostas e a LANÇAR, empresa responsável pela manutenção e modernização do sistema no município em questão, por apresentar o menor preço entre as licitantes, foi adjudicada a vencedora. Os trabalhos já estão em processo de execução

e a empresa está até o exato momento cumprindo as designações para a qual foi contratada.

Outro processo licitatório que ainda está em andamento, mas que teve uma prévia avaliação técnica pela GEILP, refere-se à concessão para o serviço de manutenção e modernização do sistema de iluminação pública em Campina Grande, que será iniciado no ano de 2014, tendo um valor proposto pela administração de R\$ 6.000.000,00 anualmente, podendo ser prorrogado havendo interesse de ambas as partes. O contrato atual se encerrará ao final do ano 2013. Em obediência às leis vigentes, se classifica na modalidade de licitação “concorrência”, a mais ampla e abrangente da 8.666/1993, e por interesse da administração na tipologia de “menor preço”. Várias são as empresas que concorrem para essa licitação, como a CITÉLUZ, subsidiária brasileira do grupo CITÉLUM de France e a própria LANÇAR, atual prestadora de serviço.

É possível constatar que na GEILP há falta de uma gerência propriamente dita para atender as demandas de apoio técnico necessário em processos licitatórios, visando elaborar um orçamento próprio, baseada em pesquisa e análise de preços existentes em tabelas governamentais, evitando assim tomada preços de forma precipitada ou em consulta a potenciais interessados no processo licitatório, o que pode ser prejudicial para a Administração. Observou-se que em diversos processos consultam-se orçamentos feitos por empresas potencialmente concorrentes na licitação, a partir dos quais a administração fará uma prévia análise, para que então se possa estabelecer um valor estimativo e enquadrar a licitação em uma das suas modalidades e tipos. Assim uma devida estruturação na gerência iria fortalecer a estimativa de orçamentos diversos, economizando o dinheiro público.

A proposta de criação feita anteriormente também possibilitaria a estruturação e arquivamento de dados do sistema, como tipos de equipamentos, materiais e preços, cada qual referenciado em seu tempo de uso, para que os mesmos possam servir de base para estudo presentes e futuros, enriquecendo ainda mais a tomada de decisão.

3.3 ESTUDO DE VIABILIDADE PARA INSTALAÇÃO DE CÉLULAS FOTVOLTAICAS NO TEATRO MUNICIPAL SEVERINO CABRAL DE CAMPINA GRANDE

Objetivando fundamentar em um contexto técnico e econômico à instalação de células fotovoltaicas no teatro municipal de Campina Grande, foi realizado um estudo do potencial de geração de energia solar nessa região.

Por meio de uma pesquisa fundamentada em processamento digital de imagens e em características relevantes para a geração de energia solar no Estado da Paraíba feita pelo autor em seu Trabalho de Conclusão de Curso [4], é que o estudo de viabilidade proposto neste trabalho se estruturou.

Foram levados em consideração os seguintes fatores:

- Radiação solar;
- Insolação solar;
- Precipitação;
- Proximidade de centros consumidores;
- Proximidade de linhas de transmissão (LTs);
- Presença de reservas florestais;
- Presença de rios, açudes, etc.

Dos fatores utilizados alguns têm relação direta com os raios solares, como a radiação solar e insolação solar, e o Estado da Paraíba inteiro possui bons índices destes para a geração de energia solar como mostram as Figura 4 e a Figura 5.

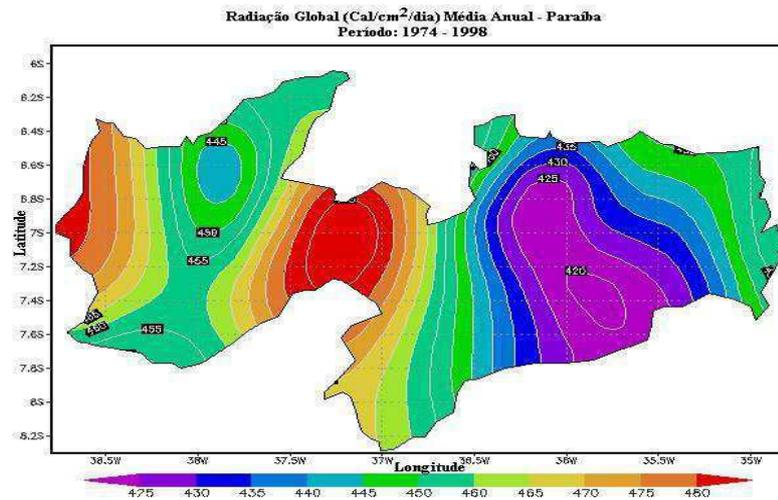


Figura 4. Mapa da Radiação global no Estado da Paraíba considerando a média anual em 25 anos [5].

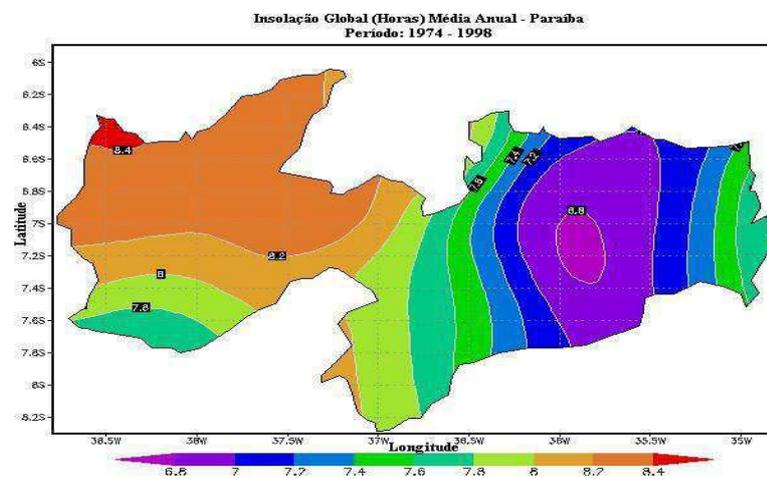


Figura 5. Mapa de Insolação global no Estado da Paraíba considerando a média anual em 25 anos [6].

As características fornecidas em formas de mapas por fontes diversas foram pontuadas no padrão de porcentagens de 0 % a 100 %, conforme Tabela 1, e sobrepostas nesta ordem, objetivando formar áreas onde há efetivamente potencial de geração, como pode ser observado na Figura 6.

Tabela 1. Valores relativamente ao mapa/parâmetro avaliado [7].

Mapa/Parâmetro	Máximo (100%)	Mínimo (0%)
Mapa 1 - Insolação Solar	Onde há mais	Onde há menos
Mapa 2 - Densidade Demográfica	Onde há mais	Onde há menos
Mapa 3 - Cobertura Vegetal	Onde não há reservas vegetais	Onde há reservas vegetais
Mapa 4 - Eletrogeografia	Pontos próximos às LTs	Ponto mais distante das LTs
Mapa 5 - Precipitação	Onde há menos	Onde há mais
Mapa 6 - Hidrografia	Onde não há cursos d'água	Onde há cursos d'água
Mapa 7 - Radiação Solar	Onde há mais	Onde há menos

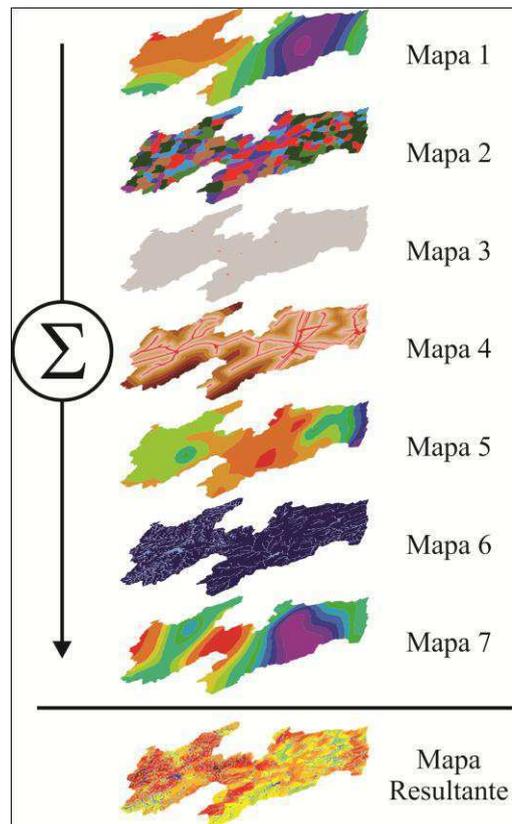


Figura 6. Sobreposição dos mapas/parâmetros e obtenção de um mapa resultante [7].

O resultado final é apresentado com destaque na Figura 7, onde as regiões em vermelho intenso (vermelho escuro) representam as melhores regiões e as em tons azulados representam as piores regiões (menos propícias).

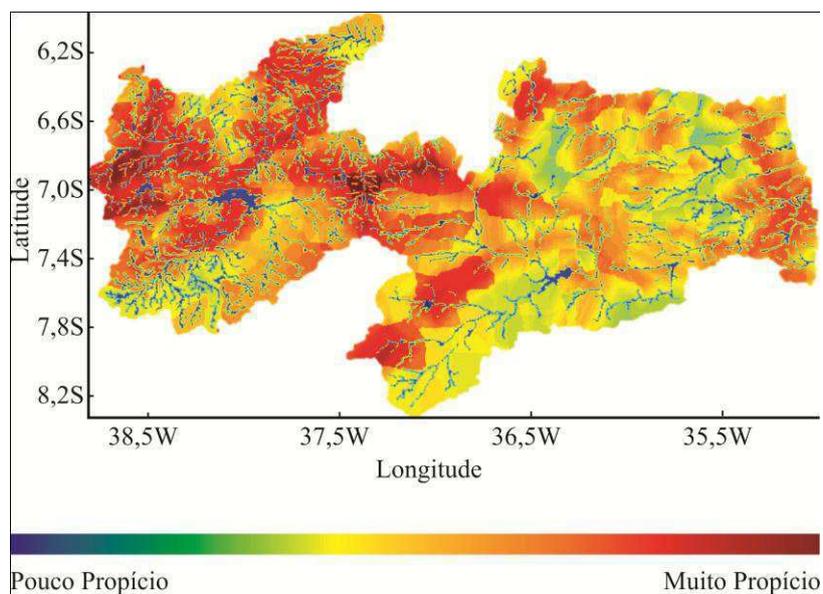


Figura 7. Mapa em contorno do mapa do Estado da Paraíba [4].

De forma mais clara, pode ser observado na Figura 8 uma vista tridimensional do mapa da Paraíba, enfatizando as curvas com o quanto uma região é propícia.

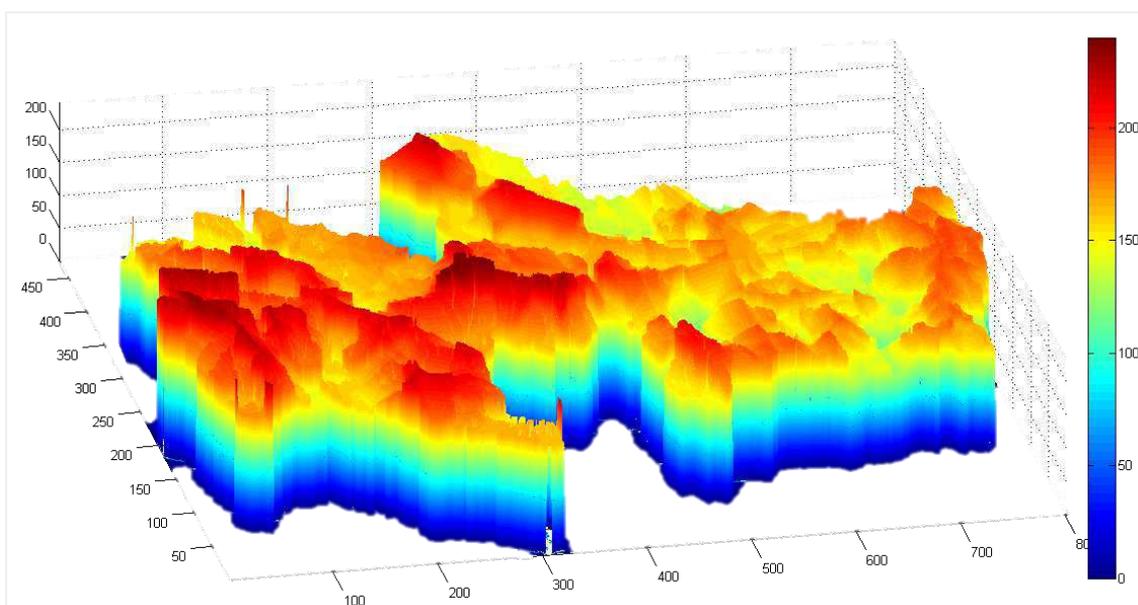


Figura 8. Vista tridimensional do mapa final, enfatizando a sobreposição das regiões [4].

Constatou-se que a cidade de Campina Grande não se apresenta entre as melhores do Estado da Paraíba, porém possui um considerável potencial na geração de energia solar. A Tabela 2 traz um agregado de valores com respectivas porcentagens dos potenciais de geração de algumas cidades.

Tabela 2. Regiões do Estado da Paraíba com maiores potenciais energéticos solares [4].

Regiões com proximidade às Cidades de	Intensidade do Potencial Energético (%)
Patos	95,34
Cajazeiras	93,65
Santa Luzia	90,47
Sousa	89,23
São José de Piranhas	89,23
Monteiro	88,89
Pombal	87,30
São João do Rio do Peixe	87,30
Catolé do Rocha	86,50
Sumé	85,32
Coremas	83,33
Soledade	80,95
Campina Grande	65,08

Pode ser observado que campina grande consta com um valor de intensidade de potencial energético de 65,08 %, o que é um potencial apreciável dentro do contexto da Paraíba, e ainda mais quando comparada a outras regiões do Brasil. É praticável,

portanto, o aproveitamento quanto à energia solar, se assim a administração tiver recursos e interesses suficientes.

É sabido que a geração de energia solar ainda é uma tecnologia cara, ensejando muitos encargos, porém é uma energia renovável e do ponto de vista ambiental sua prática é determinante. Além disso, há a expectativa de em tempos não muito distantes, essa ser uma energia bastante aproveitada e conseqüentemente ter custo benefício relativizado.

Vale salientar que o estudo até então visa o potencial quanto à localização, a primeira decisão que deve ser tomada em meio à geração de energia elétrica. Quanto à escolha de qual tipo de células, materiais e preços, corresponde a uma segunda etapa para a instalação efetiva e geração de energia elétrica.

3.4 ESTUDO DE VIABILIDADE PARA MODERNIZAÇÃO E EFICIÊNTIZAÇÃO DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA NA AVENIDA FLORIANO PEIXOTO EM CAMPINA GRANDE

Objetivando substituir a iluminação existente que é de vapor de sódio pela iluminação a LED, um estudo de viabilidade se fez necessário. A iluminação atual possui baixa eficiência se comparada a tecnologias mais recentes, juntamente com uma vida útil finda, apresentando indícios fortes para motivar uma modernização. A tecnologia proposta é a iluminação a LED, a qual se infere características relevantes e significativas de como sua implementação técnica é possível. Será apresentado um detalhamento visando estudo de viabilidade econômica da aplicação desta.

3.4.1 ILUMINAÇÃO A VAPOR DE SÓDIO

As lâmpadas de vapor de sódio emitem uma luz quase que perfeitamente monocromática, resultando deste, objetos iluminados que adquirem luminosidade incomum e cores dificilmente distinguíveis. Seu uso em grandes áreas urbanas leva em noites nubladas, que a luz seja refletida pelas nuvens, criando uma luminosidade amarelo-alaranjada difusa, dificultando ainda mais a visualização humana [8].

A lâmpada a alto vapor de sódio de 400 W Figura 9 (a) é a encontrada na Avenida Floriano Peixoto, juntamente com luminária adequada para essa especificação Figura 9 (b).

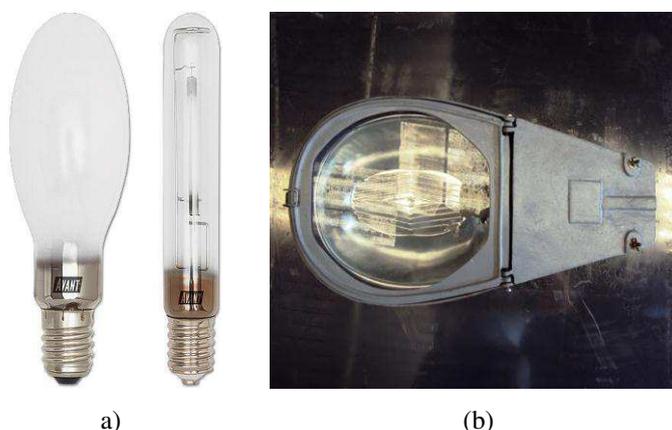


Figura 9. (a) Exemplo de lâmpada a alto vapor de sódio de 400 W [9];
(b) Exemplo de luminária adequada a esse tipo de lâmpada [10].

3.4.2 ILUMINAÇÃO A LED

A seguir um detalhamento sobre a estrutura e funcionamento dos LEDs, compondo um embasamento para as aplicações na iluminação pública.

A. Estrutura dos LEDs

Atualmente existem vários formatos de LED, no entanto, suas estruturas internas são similares ao LED mais comum. Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** pode ser observada a estrutura do LED com relação aos materiais utilizados em sua confecção. Logo após a figura é explicado com detalhes o uso de cada um desses materiais [11].

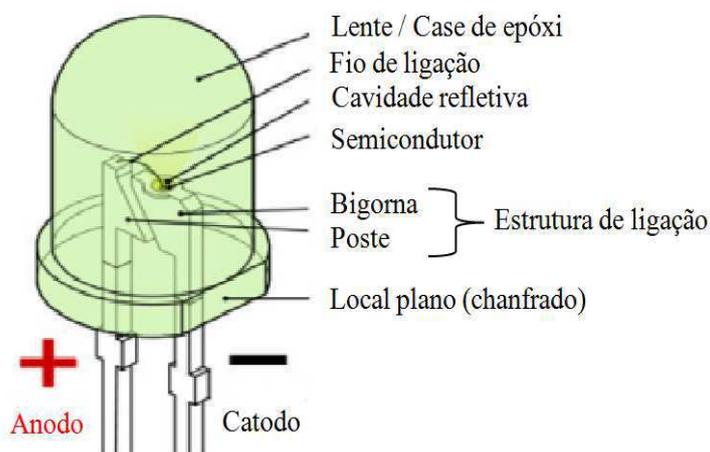


Figura 10. Estrutura de um LED [12].

Materiais utilizados:

- Lente / Case de epóxi: é uma cobertura que serve para a proteção e fixação do semicondutor além de promover a propagação da luz de uma forma específica que depende do seu formato. Se um LED usa plástico vermelho, é porque este plástico tem a mesma cor da luz emitida (para facilitar a identificação quando desligado) e não é ele que determina a cor. LEDs com plástico transparente ou branco podem emitir luz de diversas cores. A parte chanfrada dessa estrutura plástica indica o lado do catodo (-);
- Fio de ligação: o mesmo serve apenas para fazer a ligação entre o anodo (poste) e uma extremidade do semicondutor;

- Cavidade refletiva: além de servir como cavidade para comportar o semicondutor a mesma também tem revestimento refletivo para concentrar a luz emitida em certa direção;
- Semicondutor: é o material responsável pela emissão de luz que dependendo do qual seja, emitirá uma luz de cor específica;
- Estrutura de ligação: composta por dois condutores chamados de poste e bigorna devido ao seu formato; servem para fazer a ligação com o meio externo. O poste é o anodo (+) e normalmente tem o terminal maior que o lado da bigorna, que é o catodo (-).
- Local plano (chanfrado): facilita a identificação do terminal do catodo.

B. Funcionamento dos LEDs

No silício e no germânio, que são os elementos básicos dos diodos e transistores, entre outros componentes eletrônicos, a maior parte da energia é liberada na forma de calor, sendo insignificante a luz emitida devido à opacidade do material. Os componentes que trabalham com maior capacidade de corrente chegam a precisar de irradiadores (dissipadores) de calor.

Já em outros materiais, como o arsenieto de gálio (GaAs) ou o fosfeto de gálio (GaP), o número de fótons emitido é suficiente para constituir fontes de luz bastante eficientes.

A luz é uma forma de energia que pode ser liberada por um átomo. Ela é feita de uma grande quantidade de pequenos pacotes tipo partículas que têm energia e momento, mas nenhuma massa. Essas partículas, chamadas de fótons, são as unidades básicas da luz.

Os fótons são liberados como um resultado do movimento de elétrons. Em um átomo, os elétrons se movem em orbitais ao redor do núcleo. Elétrons em orbitais diferentes têm quantidades diferentes de energia. De maneira geral, os elétrons com mais energia se movem em orbitais mais distantes do núcleo.

Para um elétron mudar de um orbital mais baixo para um mais alto, algo deve aumentar seu nível de energia. No LED isso é feito aplicando uma diferença de potencial entre os seus terminais. Inversamente, um elétron libera energia quando muda de um orbital mais alto para um mais baixo. Essa energia é liberada na forma de um fóton (luz).

Quanto maior for a queda orbital maior será a frequência da radiação emitida, ou seja, inicia na infravermelha, passa pela luz visível (vermelha, amarela, verde, azul e violeta, por exemplo) e chega a ultravioleta. Observar Figura 11.

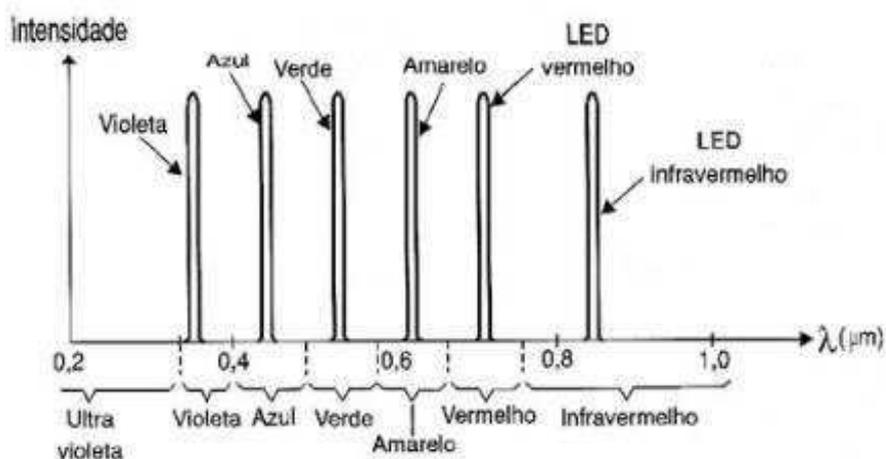


Figura 11. Relação entre frequências (ou comprimentos de ondas) e cores [13].

Uma lâmpada normalmente é caracterizada por seu fluxo luminoso (em lúmens), no entanto o LED é comumente caracterizado pela intensidade luminosa (em milicandelas). Isso ocorre porque a candela é relacionada a um ângulo sólido (em esferorradianos) e como o LED funciona como um spot emitindo um “cone de luz”, a mesma se torna uma medida adequada. Porém, o valor do ângulo de fecho que varia com a lente de epóxi deve ser informado.

C. Lâmpadas LEDs

As lâmpadas LED são construídas a partir da associação de vários LEDs em paralelo (ou série e paralelo) firmados em uma estrutura normalmente plástica e tem seu formato variado de acordo com a necessidade. Tais lâmpadas, também têm diferentes bases, comumente encontrado em residências. Uma lâmpada LED pode não ter base, daí chama-se luminária LED, sendo essas normalmente utilizadas para a iluminação pública ou de grandes áreas, mas ambas podem ser chamadas de lâmpada, para simplificar.

A tecnologia LED em iluminação Pública já é uma realidade no Brasil, compreendendo grandes cidades como São Paulo e Rio de Janeiro. As soluções baseadas em LED oferecem novas possibilidades para melhorar a vida das pessoas com luz de forma única e inovadora, em todos os lugares. Além da economia gerada, esse tipo de tecnologia possibilita a criação de diversos cenários com recursos de

dimerização que controla a intensidade da luz e deixa o ambiente mais aconchegante [14].

A disposição preferencial para o uso da iluminação LED em locais públicos é por meio de módulos LED. Estes apresentam facilidades para substituição, assim como manutenções diversas que podem ser feitas ao longo de sua vida útil. Além disso, essa tipologia e disposição são bem aceitos quando se pretende fazer a reciclagem das luminárias com outros tipos de lâmpadas.

Tendo em vista dados técnicos observados em catálogos diversos, assim como o que se pratica em sistemas de iluminação pública com características similares, se tem exemplos de luminárias utilizando os módulos LED, e que atendem as especificações para utilização de módulos LED, como mostra a Figura 12.

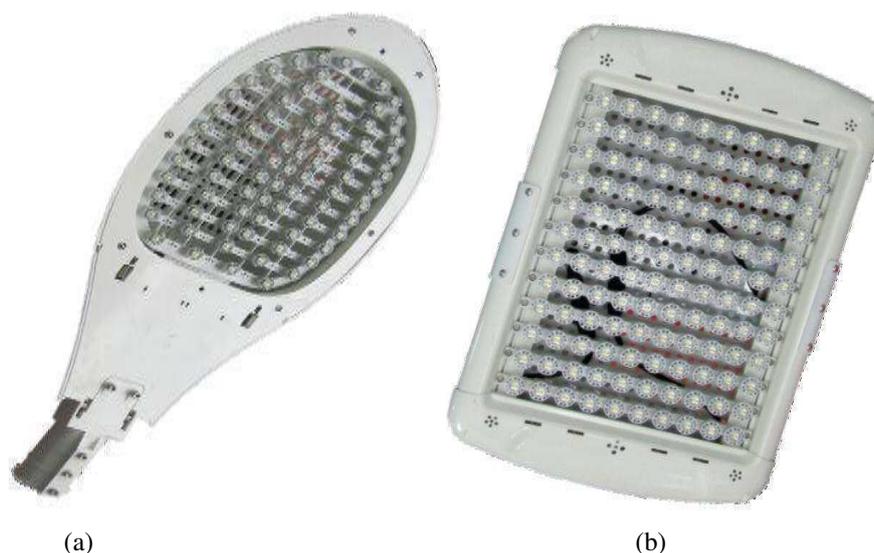


Figura 12. (a) Exemplo de luminária Golden linha LED Iluminação Pública CH [15]. (b) Exemplo de luminária Golden linha Extreme LED Iluminação Pública [15].

A iluminação com LED apoia projetos sustentáveis de várias maneiras. Ao considerar a sustentabilidade dos LEDs o primeiro aspecto que geralmente vem à mente é o baixo consumo de energia, mas há muitos outros, incluindo a redução de resíduos, reciclagem, o uso de materiais e recursos verdes e os efeitos sobre a construção e o design [16].

3.4.3 RAZÃO S/P E EFICIÊNCIA LUMINOSA EFETIVA

Para o devido entendimento da eficiência luminosa efetiva é necessário ter em mente os conceitos de visão fotópica, escotópica e mesópica.

No olho humano há três tipos de cones que são azul, verde e vermelho, nomes estes ligados as suas sensibilidades ao espectro de luz. A Figura 13 mostra o espectro de luz relativo aos três tipos de cone.

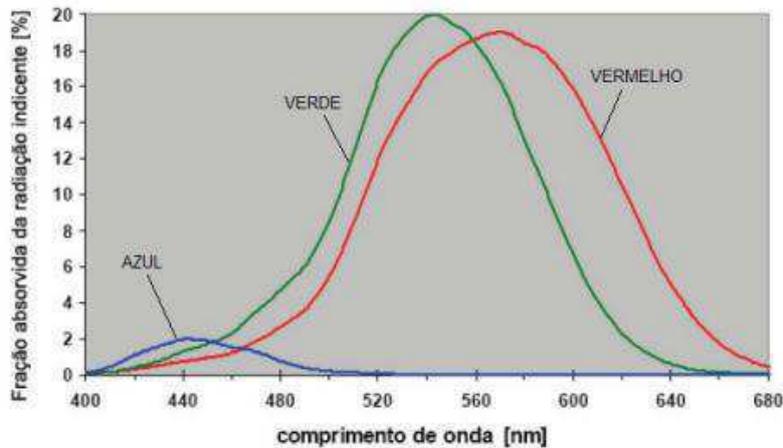


Figura 13. Espectros de luz dos três tipos de cones [11].

A resultante dessas três curvas nos dá a chamada visão fotópica, cujo espectro com pico em 555 nm (comprimento de onda correspondente a cor verde amarelada) é mostrado na Figura 154 (a). A maior eficiência alcançável nessa região é de 683 lm/W.

Já os bastonetes, são responsáveis pela chamada visão escotópica, cujo espectro com pico em 507 nm (comprimento de onda correspondente a cor verde azulada) é mostrado na Figura 154 (b). A maior eficiência alcançável nessa região é de 1.700 lm/W.

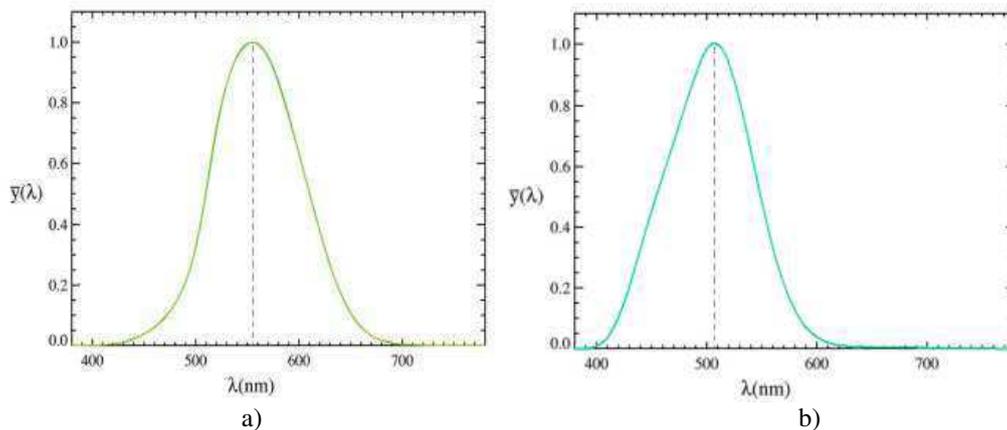


Figura 14. a) Espectro de luz da visão fotópica [11]. b) Espectro de luz da visão escotópica [11].

A visão mesópica é a designação dada a combinação dos espectros de luz das visões fotópica e escotópica. O resultado disso pode ser visto na Figura 15 seguinte.



c)

Figura 15. Espectro de luz da visão mesópica [11].

A partir de dados coletados experimentalmente para diversos tipos de lâmpadas, cientistas obtiveram os chamados “S/P ratio” ou “razão S/P” (S de *scotopic* e P de *photopic*) que determinam a partir da eficiência luminosa fotópica, determinada pelos instrumentos atualmente utilizados ou por catálogos de fabricantes, a eficiência escotópica, como pode ser visto na equação a seguir.

$$\eta_S = \eta_P \cdot (S/P) \quad (1)$$

A visão humana em um ambiente normal de trabalho deve levar em consideração a visão mesópica, daí uma relação entre as eficiências fotópica e escotópica foi determinada e chamada de eficiência efetiva (ou de pupila) a qual é vista a seguir. Nessa equação, o expoente 0,78 foi determinado experimentalmente.

$$\eta_{EF} = \eta_P \cdot (S/P)^{0,78} \quad (2)$$

Razões S/P de alguns modelos de lâmpadas, além das eficiências luminosas fotópica, escotópica e efetiva (ou de pupila), podem ser vistos na Tabela 3.

Tabela 3. Razões S/P e os diferentes tipos de eficiência luminosa para as lâmpadas [11].

Tipo da Lâmpada	S/P	η fotópica (lm /W)	η escotópica (lm /W)	η efetiva (lm/W)
Incandescente – 100 W / 2700 K	1,41	13,5	19,0	17,6
Halógena – 50 W / 3000 K	1,50	15	22,5	20,6
Fluorescente Tubular – 20 W / 5000 K	1,96	55	107,8	93,0
LFC – Luz do dia – 20 W / 6500 K	1,46	55	80,3	73,9
Vapor de Mercúrio – 400 W / 3900 K	1,09	55	60,0	58,8
Vapor de Sódio – 400 W / 2000 K	0,66	118	77,9	85,3
Vapor Metálico – 400 W / 4300 K	1,49	77,5	115,5	105,8
Luz Mista – 500 W / 3400 K	1,16	28	32,5	31,4
LED – 20 W / 6000 K (com drive)	2,05	80	164,0	140,0
LED – 100 W / 6000 K (sem drive)	2,05	90	184,5	157,5

Partindo do pressuposto que os fluxos luminosos eficazes devem ser iguais, sabendo ainda que o rendimento é o fluxo luminoso pela potência da lâmpada, equação (3), é que se tem a potência equivalente de uma iluminação a LED em relação a outra lâmpada qualquer, equação 4.

$$\eta = \frac{\varphi}{P} \quad (3)$$

$$P_{LED} = \frac{\eta_{FOT-LAMP}}{\eta_{FOT-LED}} \left[\frac{(S/P)_{LAMP}}{(S/P)_{LED}} \right]^{0,78} \cdot P_{LAMP} \quad (4)$$

Tomando-se como exemplo lâmpadas de alto vapor de sódio de 400 W (e observando os dados da tabela anterior), percebe-se que um equivalente a LED para o mesmo teria apenas luminária de 150 W.

3.4.4 COMPARATIVO TÉCNICO E ECONÔMICO

Diante uma descrição feita a respeito dos dois sistemas de iluminação, é indispensável uma comparação dos mesmos, tanto do ponto de vista técnico como econômico. A Tabela 4 apresenta um comparativo técnico.

Tabela 4. Ponto de vista técnico - alto vapor de sódio versus LED [17].

ITENS	SÓDIO EM ALTA PRESSÃO (HPS)	LÂMPADAS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA COM LED
Vida útil	Curta (16.000 horas)	Longa (>50.000 horas)
Faixa de frequência de operação	Curta ($\pm 7\%$)	Longa ($\pm 20\%$)
Consumo elétrico	Alto	Baixo (economia acima de 50 %)
Tempo de startup	Devagar (Acima de 5 min)	Rápido (2s)
Strobe	Sim (driver de corrente alternada)	Não (driver de corrente contínua)
Eficiência Efetiva	Baixa (85,3 lm/W)	Alta (157,5 lm/W)
Índice de Reprodução de Cores (IRC)	Baixo (IRC<50 – Cores alteradas e desconfortáveis)	Boa (IRC>75 – Cores reais e confortáveis)
Temperatura de cor	Desconfortável (Amarelo ou âmbar)	Confortável (temperatura de cor ideal)
Brilho adverso	Brilho forte (ofuscamento)	Sem brilho de ofuscamento
Aquecimento	Alto (>300 °C)	Baixo (<60 °C)
Escurecimento da lâmpada	Fácil (Absorção de poeira)	Pouco existente (À prova de estática)
Amarelamento da lâmpada	Rápido	Pouco existente
Resistência ao impacto	Baixa (Frágil)	Boa (Ausência de filamentos e fragmentos de vidro)
Poluição ambiental	Alta (Chumbo, mercúrio, etc)	Quase nenhuma
Custo de manutenção	Alto	Baixo
Perfil do produto	Grande	Pequeno (Slim)
Peso do produto	Pesado	Leve
Relação custo-benefício	Baixa	Alta
Desempenho integrado	Ruim	Excelente

O comparativo econômico neste momento leva em consideração por principal o item consumo de energia de cada tecnologia, sendo apresentado pela Tabela 5. Novamente compara-se uma luminária LED 150 W e uma lâmpada de sódio com luminária, de 400 W.

Tabela 5. Ponto de vista econômico – alto vapor de sódio versus LED.

ITENS	Alto Vapor de Sódio	LED
Lâmpada	HPS 400 W	LED 150 W
Potência da lâmpada	400 W	150 W
Reator	Sim	Não usa
Perda no reator com selo Procel	32 W	Não usa
Potência do conjunto	432 W	150 W
Horas de uso diário	12 h	12 h
Consumo mensal	155,52 kWh	54,00 kWh
Valor da tarifa de energia	R\$ 0,14003 por kWh	R\$ 0,14003 por kWh
Custo do consumo mensal	R\$ 21,78 por mês	R\$ 7,56 por mês
Economia Gerada	65,29 %	

Pode ser observado que há vantagens técnicas e econômicas, sendo esta última de 65,29 %, o que implica em uma economia de R\$ 14,22 mensalmente sobre cada lâmpada de alto vapor de sódio de 400 W.

3.4.5 ESTUDO DE CASO: AVENIDA FLORIANO PEIXOTO

A Avenida Floriano Peixoto é umas das principais do Município de Campina Grande, se não a principal, devido ao fato de percorrê-la inteiramente de um extremo ao outro, conforme pode-se ver na Figura 16. Por meio de um levantamento dos pontos de luz da avenida em questão foi possível constatar a quantidade de postes, luminárias e lâmpadas, estas duas últimas, objetos de estudo e análise para uma possível adequação ao sistema de iluminação à LED.

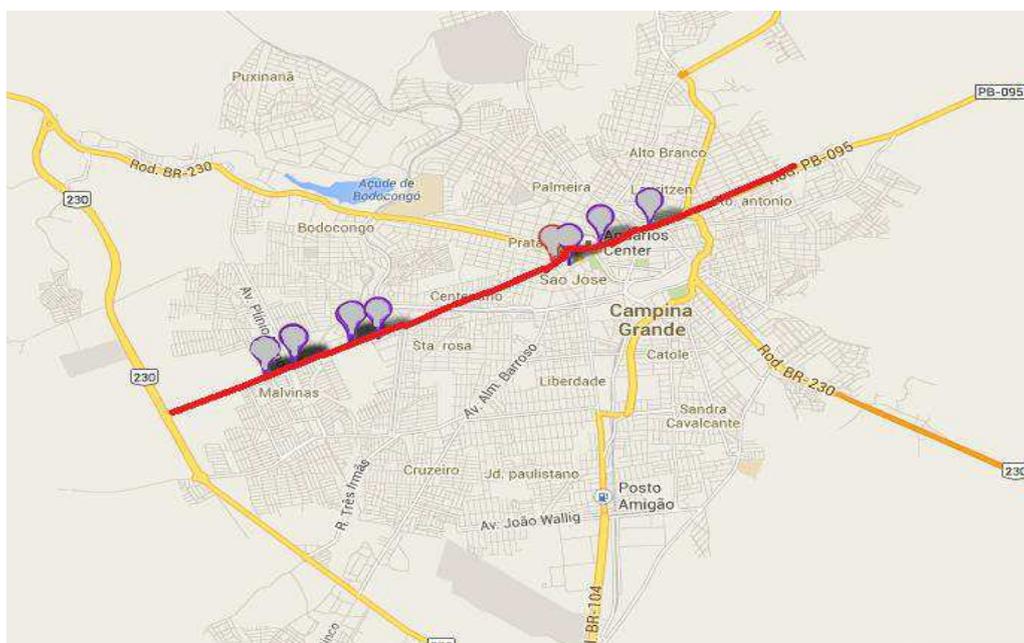


Figura 16. Mapa destacando a Avenida Floriano Peixoto (linha em vermelho) na cidade de Campina Grande [18].

Vale salientar que um trecho da Avenida em questão apresenta postes com pouco tempo de uso (postes novos), e constam de luminárias que podem ser aproveitadas para a iluminação a LED. Também existem postes antigos, estes possuindo luminárias obsoletas, em processo de corrosão, gerando curtos-circuitos, e que não apresentam condições de perfeito funcionamento, estando em fim da vida útil independentemente do sistema devem ser substituídas. Tendo ainda em vista que cada luminária possui exatamente uma lâmpada de alto vapor de sódio de 400 W, é que a Tabela 6 traz o quantitativo de postes, lâmpadas e luminárias.

Tabela 6. Levantamento do numerário de postes, luminárias e lâmpadas da Avenida Floriano Peixoto.

Quantidade de postes antigos			
Com 2 luminárias	Com 3 luminárias	Com 4 luminárias	Subtotal
101	1	2	104
Quantidade de postes novos			
Com 2 luminárias	Com 3 luminárias	Com 4 luminárias	Subtotal
47	0	0	47
Total geral de postes			
Com 2 luminárias	Com 3 luminárias	Com 4 luminárias	Novos e Antigos
148	1	2	151
Quantidade de lâmpadas/luminárias			
Em postes antigos		Em postes novos	Total geral
213		94	307

Assim a partir de uma análise entre essas duas tecnologias é possível elaborar um comparativo levando em consideração o valor inicial investido em ambos, e se realmente é viável do ponto de vista técnico-econômica, uma possível modernização para o caso de estudo, a Avenida Floriano Peixoto.

Por meio de consultorias e análises de mercado foram levantados preços atuais praticados por empresas especializadas, e a partir desses valores de mercado pode ser feita uma análise financeira, onde os investimentos iniciais propostos para comparação já incluem fatores como custos para instalação e encargos como BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) e IPI (Impostos sobre Produtos Industrializados). A Tabela 7 traz o comparativo por ponto luminoso.

Tabela 7. Viabilidade vapor de sódio versus LED por ponto luminoso.

ITENS	Tipo de tecnologia	
	Vapor de Sódio	LED
Potência (W)	400	150
Investimento inicial das lâmpadas/módulos (R\$)	112,39	1114,96
Investimento inicial lâmpada/módulos e luminária (R\$)	1.338,22	2.353,55
Consumo anual (R\$)	261,36	90,72
Vida útil das lâmpadas (anos)	3,7	11,4
Custo lâmpada e luminária após 11,4 anos (R\$)	4.654,90	3.387,76
Economia por ponto luminoso (R\$)	1.267,14	

Observa-se que em meio à vida útil dos módulos LED já há um compensativo em relação aos investimentos iniciais, uma vez que os custos com a tecnologia a alto vapor de sódio são maiores do que a tecnologia a LED. A Figura 17 mostra a evolução dos custos durante os 11,4 anos de vida útil dos módulos LED englobando algumas vidas úteis das lâmpadas a alto vapor de sódio, concluindo portanto o ciclo comparativo.

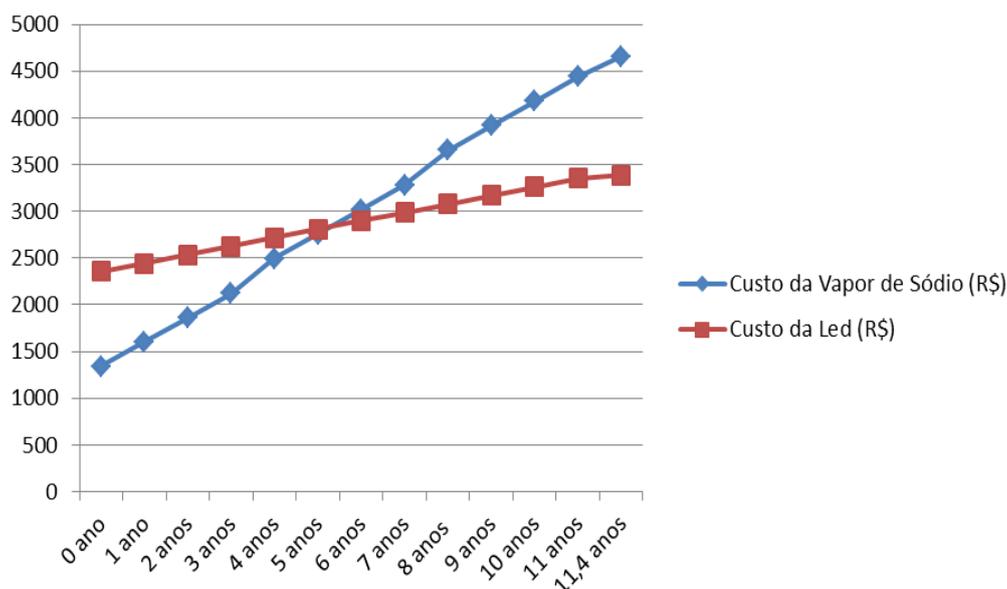


Figura 17. Gráfico mostrando a evolução dos custos por ponto luminoso em um período de 11,4 anos.

Para uma completa análise de todo o sistema da Avenida em questão é que a Tabela 8 traz um comparativo econômico considerando todos os pontos luminosos e também os resultados até então obtidos.

Tabela 8. Viabilidade vapor de sódio versus LED para todos os pontos luminosos da Avenida Floriano Peixoto.

Postes antigos		
ITENS	Tipo de tecnologia	
	Vapor de Sódio	LED
Quantidade de lâmpadas/luminárias	213	213
Investimento inicial das lâmpadas e luminárias (R\$)	285.040,86	501.306,15
Custo lâmpadas e luminárias após 11,4 anos (R\$)	721.592,45	991.492,42
Economia gerada (R\$)	269.899,968	
Postes novos		
ITENS	Tipo de tecnologia	
	Vapor de Sódio	LED
Quantidade de lâmpadas	94	94
Investimento inicial das lâmpadas e luminárias (R\$)	125.792,68	221.229,00
Custo após 11,4 anos (R\$)	437.560,036	318.449,252
Economia gerada (R\$)	119.110,784	
Totais Gerais		
ITENS	Tipo de tecnologia	
	Vapor de Sódio	LED
Quantidade de lâmpadas e luminárias	307	307
Investimento inicial das lâmpadas e luminárias (R\$)	410.833,54	722.535,15
Custo após 11,4 anos (R\$)	1.429.052,46	1.040.041,71
Economia gerada (R\$)	389.010,75	

3.4.6 CONSIDERAÇÕES AFINS

Alguns pontos importantes podem fazer nota ao estudo apresentado:

- Do ponto de vista econômico, grandes vantagens são notadas no decorrer do tempo, como constatada-se nas análises feitas;
- Quanto aos aspectos técnicos, os benefícios relacionados à eficiência, padronização, melhores índices de iluminação entre outros são imediatos;
- Há o destaque da cidade de Campina Grande, que com tal iniciativa faz cumprir seu papel valorizando abordagem ambiental em seus projetos, visto que a União e os Estados estão compromissados com acordos globais de redução dos Gases do Efeito Estufa (GEE).
- Pode haver a inclusão em programas governamentais federais como o Procel Reluz da Eletrobras, com incentivos fiscais ampliando por conseguinte a base de recursos municipais destinados ao setor de iluminação pública.
- Além disso, há indiretamente o benefício quanto à segurança pública, já que melhores índices de iluminação facilitam o acesso de locomoção individual, assim como a atividade policial quando necessária.

4 CONCLUSÕES

Conforme relatado neste trabalho, a atividade de Estágio se mostrou bastante enriquecedora do ponto de vista profissional, levando a confraternização dos conhecimentos teóricos e sua implementação prática.

As fiscalizações realizadas se mostraram dignas de apreço relativamente tanto ao aprendizado correlato quanto ao resultado, tendo em vista que as autoridades responsáveis tiveram conhecimento das irregularidades e soluções foram propostas, muitas já implantadas.

O apoio técnico fez corpo aos processos licitatórios em tempo a este trabalho, fortalecendo discussões sobre planilhas de preços, bases orçamentárias, novas tendências do mercado, incluindo ainda a sugestão de estruturação da GEILP, em vista algumas deficiências existentes no seu sistema atual.

No que diz respeito aos estudos de viabilidades, constatou-se que tanto para instalação de células fotovoltaicas quanto para inovação e efficientização da iluminação na Avenida Floriano Peixoto, os resultados encontrados podem compor a tomada de decisão da administração, uma vez a integridade dos dados e análises feitas.

Demonstra-se ainda a flexibilidade da vivência profissional técnica, administrativa e interpessoal que se adquiriu ao exercício do estágio em questão, características estas, valorizadas no mercado de trabalho. Por fim, todas as atividades desenvolvidas demonstram que o serviço público pode ser eficaz, eficiente para seus fins legais e institucionais e ter a devida presteza com a população, contribuindo deveras para a sociedade e o tão buscado desenvolvimento da nação.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Prefeitura de Campina Grande. Administração: Secretarias. Disponível em: <<http://campinagrandepb.com.br/administracao/secretarias/>>. Acesso em: 10 nov. 2013.
- [2] ABNT. NBR 5101 – Iluminação Pública- Procedimento. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2012.
- [3] ABNT. NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2008.
- [4] NETO, Antonio Barbosa de Oliveira; FERREIRA, Tarso Vilela; LYRA, George Rossany Soares. *Um Algoritmo Desassistido Baseado em Processamento Digital de Imagens Para Localização Eficiente de Usinas Solares*. Trabalho de Conclusão de Curso. Campina Grande. UFCG. 2013.
- [5] DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ATEMOSFÉRICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE (DCA/UFCG). *Mapa de Radiação Global do Estado da Paraíba*. 2002
- [6] DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ATEMOSFÉRICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE (DCA/UFCG). *Mapa de Insolação Solar Global do Estado da Paraíba*. 2002.
- [7] NETO, Antonio Barbosa de Oliveira; ALVES, Lidja Nayara Tavares; LUCENA, Matheus Dantas; FERREIRA, Tarso Vilela. *Um Algoritmo Baseado em PDI para Localização de Regiões Propícias à Instalação de Usinas Solares*. SBSE. 2013.
- [8]Wikipedia. Lâmpada a vapor de Sódio. Disponível em: <http://wikipedia.org/wiki/L%C3%A2mpada_de_vapor_de_s%C3%B3dio>. Acesso Em: 03 nov. 2013.
- [9] Avant. Catálogo de Produtos - Lâmpadas de Descarga - Vapor de Sódio. Disponível em: <<http://www.avantsp.com.br/pt/catalogo-de-produtos/lampadas-descarga/vapor-de-sodio>>. Acesso em: 03 nov. 2013.
- [10] MercadoLivre. Luminária para Poste Público com Lâmpada Vapor de Sódio de 400 W em 220 V. Disponível em: <http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-515568262-luminaria-p-poste-p-lmpada-vapor-sodiometalico-400w-220v-_JM>. Acesso em: 02 nov. 2013.
- [11] NETO, José Romão Pimentel; ALMEIDA, Genoilton João de Carvalho; COSTA, Edson Guedes. *A Inovadora Iluminação a LED, a Revolução no Conceito de Iluminação e Um Estudo de Viabilidade*. Trabalho de Conclusão de Curso. Campina Grande. UFCG. 2012.

[12]Boot Block Bios Info. LED – Diodos Emissores de Luz. Disponível em: <<http://bootblockbios.com/eletronica/led-diodos-emissores-de-luz/>>. Acesso em: 22 nov. 2013.

[13] BRAGA, Newton Carvalho. Como Funcionam os LEDs (ART553). Instituto Newton C. Braga. Disponível em: <<http://www.newtonbraga.com.br/index.php/como-funciona/4076-art553.html>>. Acesso em: 25 nov. 2013.

[14]Terra. Notícias: Philips é Pioneira em Iluminação Pública com LED. Disponível em: <<http://tecnologia.terra.com.br/noticias/0,,OI592816-EI15608,00-hilips+e+pioneira+em+iluminacao+publica+com+LEDs.html>>. Acesso em: 21 out. 2013.

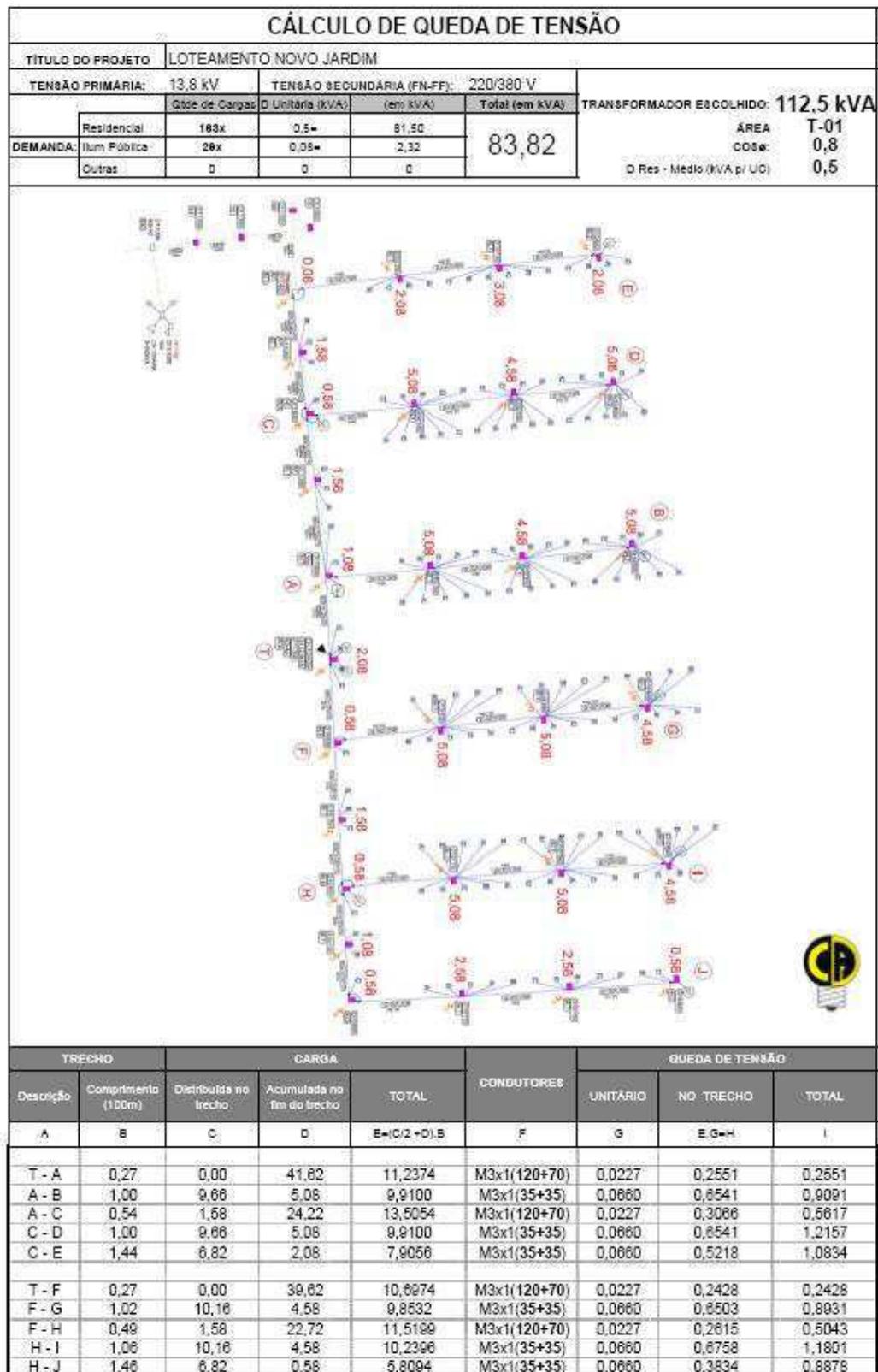
[15]Golden. Catálogos - Catálogo Extreme LED. Disponível em: <<http://www.lampadasgolden.com.br/catalogos/catalogoExtremeLED.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2013.

[16]Philips. Sustentabilidade com LED. Disponível em: <http://www.lighting.philips.com.br/lightcommunity/trends/led/sustainability_and_led.wpd>. Acesso em: 21 out. 2013.

[17]Nowaxled. Sustentabilidade - Análise Comparativa. Disponível em: <<http://www.nowax.com.br/simulacao.php>>. Acesso em: 25 out. 2013.

[18] Googlemaps. Campina Grande - Avenida Floriano Peixoto. Disponível em: <<http://zip.net/bblJJT>>. Acesso em: 22 nov. 2013.

ANEXO II



Eng. Célio Anésio da Silva
CREA: 160.610.614-7