

Procedimentos de Gerenciamento e Logística da Manutenção de Iluminação Pública

A. Areias F., CPFL; M. Carneiro S., Joule Energy; U. Castellano, Joule Energy; N. Guaraldo, Joule Energy; H. B. Pinheiro, Tele Design; D. B. Pinheiro, Tele Design; P. D. Silveira, Tele Design;.

Resumo- Neste Trabalho apresentamos os resultados do projeto de P&D realizado junto à CPFL. O objetivo do projeto era desenvolver novas metodologias aplicadas aos procedimentos de manutenção e a logística e roteamento de turmas e disponibilizar para a concessionária uma ferramenta de software para otimizar os procedimentos de manutenção. Com esse ferramental de apoio à tomada de decisão, a concessionária terá a sua disposição uma base de dados de manutenção de Iluminação Pública (IP) para implantação de programas de redução do custo unitários de manutenção da iluminação pública e melhoria da qualidade de serviço de IP em relação ao tempo para efetivar a manutenção e restabelecer o serviço. O sistema foi implantado na Estação Avançada de Americana (SP) e o projeto piloto foi testado durante 2 meses para as operações de manutenção de IP dentro da cidade de Americana.

Palavras-chave—Iluminação Pública, Gerenciamento, Logística.

I. INTRODUÇÃO

Neste projeto buscamos trazer inovações para a área de gestão de IP através da pesquisa, adaptação, desenvolvimento e aplicação de ferramentas de logística. A inovação desse projeto está na utilização de métodos e procedimentos integrados de gestão de IP em uma única ferramenta computacional com uma grande abrangência dentro do processo.

A CPFL tem atualmente em sua área de concessão cerca de 1 milhão de pontos de iluminação pública (IP). A manutenção desse aparato, distribuído em ampla base geográfica, representa custos de deslocamento e homem hora significativos frente aos próprios custos dos ativos. Desta forma, o emprego de novas metodologias aplicadas aos procedimentos de manutenção e a logística e roteamento de turmas da manutenção de IP pode trazer ganhos significativos através da redução do custo unitário de manutenção da iluminação pública.

A. Areias F. trabalha na Companhia Paulista de Força e Luz (e-mail: areias@cpfl.com.br).

M. Carneiro S. é consultor da Joule Energy (e-mail: marcos@facens.br).

U. Castellano trabalha na Joule Energy (e-mail: ubiratan@jenergy.com.br)

N. Guaraldo, é consultor da Joule Energy (e-mail: anematec@hotmail.com)

H. B. Pinheiro trabalha na Tele Design (e-mail: pinheiro@teledesign.com.br).

D. B. Pinheiro trabalha na Tele Design (e-mail: danielbp@teledesign.com.br).

P. D. Silveira trabalha na Tele Design (e-mail: pdaniel@teledesign.com.br).

II. ILUMINAÇÃO PÚBLICA

As primeiras empresas geradoras de energia elétrica no Brasil surgiram entre o final do século XIX e início do século XX, com a finalidade de atender os serviços municipais de iluminação pública. O primeiro serviço de iluminação pública do Brasil e da América do Sul, por meio de energia elétrica, foi inaugurado no final de 1883 na cidade de Campos, no estado do Rio de Janeiro.

Até 1934 o fornecimento de eletricidade era considerado uma atividade privada, exercida mediante contratos de concessão celebrados diretamente com as municipalidades. Com o advento da Constituição de 1934 e a publicação do Código de Águas, essa atividade passou a ser definida como serviço público de competência da União. Entretanto, ainda permaneceu reservada aos municípios a responsabilidade legal para exploração e prestação dos serviços de iluminação pública.

O primeiro regulamento específico que estabeleceu os critérios e procedimentos a serem adotados no fornecimento de energia elétrica destinado à iluminação pública, foi a Portaria no.158 do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE, editada em 17 de outubro de 1989. O DNAEE era o órgão concedente, regulador e fiscalizador dos serviços de eletricidade no Brasil à época, atualmente sucedido pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

Segundo a Resolução 456 da ANEEL [1], Iluminação Pública é o serviço que tem por objetivo prover de luz, ou claridade artificial, os logradouros públicos no período noturno ou nos escurecimentos diurnos ocasionais, inclusive aqueles que necessitam de iluminação permanente no período diurno. Esta resolução também rege as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica e, especificamente para a IP, estabelece que a responsabilidade pelos serviços de elaboração de projeto, implantação, expansão, operação e manutenção das instalações de iluminação pública é de pessoa jurídica de direito público (Prefeituras) ou por esta delegada mediante concessão ou autorização, podendo a concessionária prestar esses serviços mediante celebração de contrato específico para tal fim, ficando o consumidor responsável pelas despesas decorrentes.

III. GERENCIAMENTO DA IP

Um sistema de gerenciamento é a base para a gestão com-

pleta do negócio, integrando o planejamento, a operação, a análise e o tratamento dos resultados; permitindo alcançar a eficiência e a eficácia desejadas (ou especificadas) na operação desse negócio. Sendo que eficiência estará ligada à qualidade programada para sua operação, e eficácia está associada aos resultados previstos em comparação com os realizados. Dependendo das definições do que se deseja como resultado, deve-se dispor ou adotar um sistema de gerenciamento suficiente ao objetivo (empresarial); nada mais, sob pena de gerar custos e atividades excessivas, e nada menos, sob pena de ser insuficiente para garantir o resultado projetado, e isso tem associação direta com o modelo e a forma de trabalho adotado ou procurado.

O Gerenciamento da Iluminação Pública envolve uma série de processos que vão desde o projeto à construção das redes e desde a definição dos equipamentos (lâmpadas, luminárias, etc) utilizados à compra e substituição pelas equipes de manutenção. A Figura 1 mostra, de forma geral, os processos que compõem uma gestão de Iluminação Pública comum.



Figura 1. Processos componentes da Iluminação Pública.

Administração

A administração aparece muitas vezes com o termo gestão ou gerenciamento e agrega as atividades de planejamento, orçamento, faturamento. A função de Planejamento e Controle coordena e analisa os dados técnicos, econômicos e administrativos do sistema, incorporando as seguintes atividades principais: Análise dos custos de operação e manutenção; Acompanhamento e monitoramento dos processos inerentes às demais equipes; Planejamento da expansão e remodelação do sistema em conjunto com a área de Engenharia; Planejamento de estoques e compra de materiais em conjunto com a equipe de suprimento; Avaliação da satisfação do usuário.

A administração utiliza relatórios, gráficos e tabelas de acompanhamento de atividades, e compõe os dados agregados dos serviços executados e materiais utilizados.

Engenharia

A Engenharia (ou Projetos) é encarregada das atividades de definição dos padrões de equipamentos e materiais e pesquisa de novas tecnologias, com enfoque na eficiência energética; Estabelecimento de padrões e critérios de projeto para as diversas finalidades em conformidade com os requisitos das normas técnicas e recomendações aplicáveis e as Ferramentas (CAD, Software) utilizadas; Arranjos; Classificação de vias; Normas e recomendações; Cálculo luminotécnico; Medição no campo; Iluminância e luminância; Reflexão das superfícies das vias; Visibilidade; Segurança;

Análise e elaboração dos projetos luminotécnicos e elétricos ou gerenciamento desses serviços quando executados por terceiros.

Tele-atendimento (Call Center)

Sistema de recebimento de pedidos de regularização de alguma anomalia em instalação de IP, como lâmpadas apagadas à noite ou acesas de dia. Geralmente estão disponibilizados recursos de comunicação, como telefone 0800 ou e-mail, e atendimento por funcionários alocados em uma sede central (ou vários locais regionalizados) para falar com a pessoa que telefona pedindo a regularização de IP.

Manutenção

Responsável pelos serviços de manutenção corretiva e preventiva. Gerenciamento da Manutenção e Procedimentos de campo. No âmbito do Projeto de P&D 101, o foco foi desenvolver pesquisas para a implementação de alternativas visando a redução dos tempos e custos das intervenções, e prover recursos para controle e acompanhamento das intervenções da manutenção.

Cadastro

Responsável pelo cadastro das instalações físicas. Registra a localização dos equipamentos e materiais da IP: rua, número, poste, e circuitos elétricos. Utilizado para gerenciar a energia elétrica fornecida às lâmpadas, as perdas técnicas e daí a energia total gasta/adquirida pela concessionária para suprir a IP. A totalização das lâmpadas com suas respectivas potências e dispositivos associados, mais a consideração do tempo de operação e inclusão das tarifas, é denominado de balanço energético e permite compor a conta de energia aos municípios. Idealmente o cadastro deve estar associado a uma base geo-referenciada.

Suprimentos

Função que engloba o planejamento e o controle das compras, a administração dos almoxarifados, e a distribuição dos materiais. Possui uma grande interface com a área de Engenharia, no tocante à padronização e aos requisitos e recomendações das normas técnicas aplicáveis. Realiza ainda a gestão de materiais novos e o descarte dos inservíveis, a especificação e execução das compras; controle dos almoxarifados e logística de estoques e compras.

IV. MANUTENÇÃO DE IP NA CPFL

Durante a fase de levantamento procedimentos de manutenção de IP da concessionária verificou-se que o fator mais relevante para a qualidade da manutenção da iluminação pública (IP) é o tempo de atendimento das reclamações e a antecipação, mediante a manutenção sem reclamação, principalmente em avenidas não residenciais. No caso da CPFL existe uma meta de atendimento das reclamações de IP em 48 horas a partir do recebimento pelo tele-atendimento. A partir da reclamação é criada uma Solicitação de Atendimento que é convertida em uma Ordem de Serviço (OS).

A manutenção da rede elétrica, incluindo a iluminação pública, em cidades em que a CPFL é a proprietária da rede de IP, é realizada por estruturas regionalizadas chamadas Estações Avançadas (EAs). Estas recebem as Ordens de Serviço e realizam a programação das equipes de manutenção. Dentro do projeto foi realizado o levantamento em três EAs: EA1-Americana, EA1-Piracicaba e EA1-Campinas-Norte. Também existem Estações Avançadas de nível 2, com estruturas menores que são subordinadas a uma EA de nível 1. Nestas as equipes de manutenção de iluminação pública também são responsáveis pelo atendimento de emergências dentro da rede de distribuição.

Do custo global de manutenção, excluídos os materiais de reposição, os principais itens estão associados ao trajeto percorrido: combustível e pneus do veículo, e nos homens-hora da equipe de campo. Como a redução destes custos traria um grande benefício em termos do custo da manutenção, resolveu-se focar uma das frentes de desenvolvimento na redução das rotas de atendimento das Ordens de Serviço de IP de forma a reduzir os gastos com veículos. Não é possível a redução do número de equipes pois estas também atendem às emergências da distribuição.

A outra frente de otimização envolve o conhecimento detalhado das intervenções realizadas na iluminação pública. No levantamento realizado na CPFL verificou-se que não havia um banco de dados com o registro histórico das manutenções realizadas na rede de IP. Sem estas informações é impossível realizar estudos sobre trocas preventivas (antes da falha) ou sobre regiões com grande ocorrência de manutenções recorrentes seja por vandalismo ou por falhas intermitentes em elementos da rede de IP ou na rede de distribuição, ou análises de desempenho de materiais na rede. A criação de um histórico não é em si uma otimização mais é um pré-requisito para que esta possa ser implementada no futuro.

V. SISTEMA DE GERÊNCIA DE IP

É um sistema informatizado composto de um banco de dados destinado a cadastrar as intervenções de manutenção na IP que pode contemplar todas as informações para permitir um gerenciamento completo e objetivo dessas ações, que facilita controlar os materiais colocados e também os retirados da rede, de forma sistemática e o menos subjetivo possível. Para isso é associado a uma rotina própria a ser executada no campo e destinada a alimentar adequadamente esse cadastro, a cada conclusão de ponto regularizado (em geral associado a uma Ordem de Serviço) com anotações pela turma executante do serviço, para posterior registro e atualização desse cadastro. A figura 3 mostra uma visão geral do sistema, enfatizando a troca de informações com os usuários, base de dados ou sistemas já existentes na CPFL.

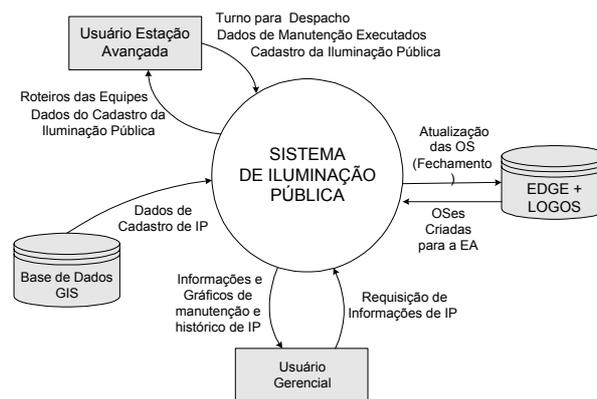


Figura 3. Diagrama de Fluxo de Dados do Sistema de Gerência de IP.

Módulos que compõem o sistema:

1. Cadastro das Informações de Infra-estrutura de IP O módulo para cadastro da infra-estrutura de Iluminação Pública mantém as informações disponíveis no GIS dos elementos relativos à iluminação pública que estão instalados na rede da CPFL. Essa manutenção são operações de inclusão, alteração e consulta dos dados.

Além da possibilidade de inclusão de novos elementos de Iluminação Pública – luminárias, foto-células, lâmpadas, etc. – o cadastro registra as intervenções feitas pelas equipes de manutenção na infra-estrutura de Iluminação Pública, como a troca de equipamentos, lâmpadas, luminárias, etc. Esse registro é importante para que se tenha um histórico de intervenções em cada ponto, além de se resgatar, com facilidade, as características dos elementos atualmente presentes em cada ponto de iluminação, ajudando na separação dos materiais no momento do reparo.

2. Controle das Equipes de Manutenção de IP

Neste módulo estão as rotinas que realizam o gerenciamento das equipes de manutenção, envolvendo visualização das Ordens de Serviço, despacho das equipes e fechamento da OS. Realiza-se também o fechamento dos trabalhos das equipes de manutenção de Iluminação Pública, inserindo-se as informações no histórico de manutenção na base de dados do sistema. Uma nova OS é criada para os casos de “manutenção não solicitada”, isto é, quando a manutenção feita não estiver vinculada a alguma OS aberta (situação em que a equipe já repara antes da solicitação).

A impressão da Ordem de Serviço também é possível nessa funcionalidade, seja individualmente ou em grupos de OS de determinada equipe.

3. Otimização de Rotas e Alocação de Equipes

Com as Ordens de Serviço identificadas, o próximo passo é a definição das equipes de manutenção e, conseqüentemente, surge o problema da otimização do roteamento das turmas. Cada equipe/turno é tratado como um veículo (não capacitado) que tem um período (8 horas) para atendimento dos pedidos de manutenção. Além disso, esse problema tem algumas outras considerações discutidas no item anterior.

Esse módulo executa as rotinas responsáveis pela criação

das rotas otimizadas para a manutenção de Iluminação Pública. A base de dados do sistema é acessada para obter as informações sobre as equipes/turmas de manutenção e a localização dos pontos de cada OS de IP, para onde deverão ser deslocadas as equipes para atendimento. Além disso, são buscados dados sobre a quantidade de turmas e duração dos turnos. O sistema também faz a impressão das rotas, destacando-se os locais a serem atendidos e seu endereço.

4. Comunicação com Bases de Dados da Concessionária

Essa funcionalidade é específica para tratamento da interface com o sistema de Ordens de Serviços da CPFL. Essa interface identifica as ordens de serviço que são relativas à manutenção da Iluminação Pública, geradas pelos sistemas da companhia (sistema LOGOS, por exemplo) e que necessitam atendimento. Filtra-se e armazena-se dados dessa OS e dados de localização (endereço) na base de dados do sistema para definição da equipe/turno que a atenderá, feita através da funcionalidade Controle das Equipes de Manutenção de IP.

Após a execução do trabalho de manutenção, o sistema permite seu fechamento através da funcionalidade Controle das Equipes de Manutenção de IP. Esse fechamento é reconhecido automaticamente por essa interface, que envia as informações para fechar também essa Ordem de Serviço nas bases de dados da concessionária (Base do LOGOS).

5. Criação de Relatórios e Auditoria de IP

Os relatórios e auditorias relativas à gestão de Iluminação Pública auxiliam no aprimoramento dos procedimentos da manutenção da Iluminação Pública, auditam os trabalhos das equipes de manutenção através de avaliações de desempenho dos serviços, e identificam elementos da Iluminação Pública que geram maior número de ocorrências (determinado tipo de lâmpada, por exemplo).

Outras informações que podem ser extraídas são as quantidades de lâmpadas trocadas, tipos de lâmpadas, reatores, etc. Essa funcionalidade oferece ainda a possibilidade de detecção de manutenções da Iluminação Pública refeitas em um mesmo local em períodos curtos de 3 meses, 6 meses ou 1 ano.

6. Comunicação com a Base de Dados Geográfica de IP da Concessionária

A interface com a base de dados geográfica de Iluminação Pública da concessionária serve para manter atualizado o cadastro dos pontos de iluminação pública da CPFL na base de dados do sistema. Essa atualização reflete as alterações nos valores dos atributos dos pontos de iluminação feitas no GIS da CPFL. Além disso, essa interface “copia” os novos pontos que forem inseridos no GIS para a base de dados do projeto.

VI. ROTEAMENTO DE EQUIPES DE MANUTENÇÃO

Os problemas de roteamento por sua importância em problemas de logística são muito estudados [2][5][6]. Esses

problemas são de grande complexidade de resolução como mostrado em Lenstra [4], desta forma encontrar a melhor solução possível (solução ótima) nem sempre é viável. Assim, normalmente são utilizadas heurísticas para resolvê-los, o que em geral envolve a simplificação de algum aspecto do problema. No caso da heurística de Fisher e Jaikumar [3] simplifica-se o custo de atendimento de um cliente (ponto) para permitir a resolução utilizando um modelo de atribuição generalizado.

A classe de problemas de roteamento pode envolver ainda outras características além da capacidade dos veículos: duração máxima das rotas (duração do turno do motorista de 8 horas); janelas de tempo para atendimento dos clientes (clientes que só podem ser receber entregas no período comercial); dois ou mais depósitos de onde os caminhões podem sair (duas engarrafadoras que podem entregar na mesma região).

Roteamento para Iluminação Pública

No levantamento realizado na CPFL foram detectadas várias características específicas para o problema de roteamento de equipes de iluminação pública entre elas podemos destacar:

- 1) As equipes de manutenção partem de uma EA que atende uma determinada região portanto existe apenas um ponto de “partida” para o atendimento de uma Ordem de Serviço.
- 2) As equipes de manutenção de IP também realizam os atendimentos de emergência, que tem prioridade, e portanto podem deixar em qualquer ponto a rota estabelecida.
- 3) Por decisão da empresa foi estabelecido o limite de atendimento de 48 horas para uma ordem de serviço de IP.
- 4) As peças de reposição de IP (luminária, lâmpadas, relês), com exceção do braço, não são grandes podendo o veículo utilizado na manutenção carregar uma grande quantidade de peças. Portanto não há um limite de capacidade física de carregamento para os veículos, mas há um limite de tempo para realizar os trabalhos que é o turno (8 horas) dos eletricitistas.
- 5) Nos horários onde há mais de uma equipe de IP trabalhando, atualmente a divisão das Oses é realizada por cidade ou região (para cidades grandes). Por exemplo na EA1-Americana que atende diretamente as cidades de Americana, Santa Bárbara e Nova Odessa, pela manhã há 3 equipes sendo que cada uma delas fica encarregada das Oses de uma das cidades. Quando não há poucas Oses em uma cidade e muitas em outra a equipe com pouco trabalho pega as Oses mais próximas de sua cidade. Isto é devido ao fato de que deseja-se ter uma equipe próxima a cada cidade em caso de emergência.

Heurística para o roteamento da IP

A figura 2 mostra a heurística de roteamento para manutenção de IP de forma esquemática. Inicialmente as Oses e

as equipes são agrupadas para criar um problema de atribuição generalizado que será resolvido utilizando uma heurística proposta por Ross e Soland [8]. Após a resolução do problema de atribuição generalizado obtemos os clientes (OSes) atendidos em cada rota (equipe IP), falta então determinar os percursos que serão executados. Tendo os clientes que serão atendidos em cada rota (S_k) resolveremos um Problema do Caixeiro Viajante (PCV), que trata de encontrar o menor trajeto passando por um conjunto de pontos, para cada conjunto S_k . Para a resolução do PCV utilizaremos a heurística de Lin e Kernighan [5] que partindo de uma rota inicial realiza trocas da ordem dos clientes enquanto estas reduzirem o percurso total. Assim obteremos uma solução inicial para as rotas, seqüência de OSes, que serão percorridas pelas equipes de IP.

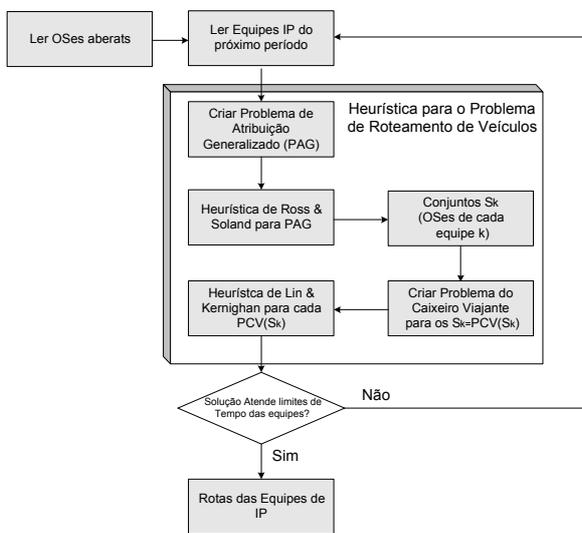


Figura 2. Esquema de Resolução do Problema de Roteamento.

VII. PROJETO PILOTO

Para o projeto foi escolhida uma cidade dentro da área da CPFL. Após análise e considerações dos levantamentos de informações junto às estações avançadas (EA's) e das reuniões havidas com o corpo técnico e gerencial, concluiu-se de comum acordo entre a CPFL e as Executoras que a cidade de Americana, dentro da região sudeste, era adequada para implantação o Projeto Piloto. As instalações de IP de Americana já estavam cadastradas no GIS e sua base geográfica havia sido revisada recentemente.

A EA1 Americana é composta por nove cidades sendo que as equipes de manutenção baseadas na cidade de Americana atendem às cidades de Americana (21.064 lâmpadas), Santa Bárbara e Nova Odessa, mas o sistema foi implantado apenas para os atendimentos envolvendo a cidade de Americana. Atualmente são 6 equipes de manutenção para IP e para ocorrências na Distribuição: 2 pela manhã, 3 equipes a tarde e 1 equipe a noite.

O Sistema de IP foi implantado na EA-1 Americana em 3 fases: na primeira a equipe de desenvolvimento foi a responsável integral pela operação, incluindo, roteando e fechando as OSes pelo sistema, tendo por objetivo verificar a performance e retirar eventuais “bugs” do sistema. Na Se-

gunda fase a equipe de desenvolvimento trabalhou em conjunto com o pessoal responsável pela operação da manutenção de IP, que visava o treinamento e adaptação da ferramenta à operação da CPFL. Na terceira fase a operação ficou inteiramente com o pessoal da concessionária e a equipe de desenvolvimento serviu apenas de apoio e tratando da integração.

Durante o período de 2 meses do projeto piloto foram cadastradas mais de 800 OSes. A figura 4 mostra uma tela gerada pelo sistema com algumas das OSes atendidas.

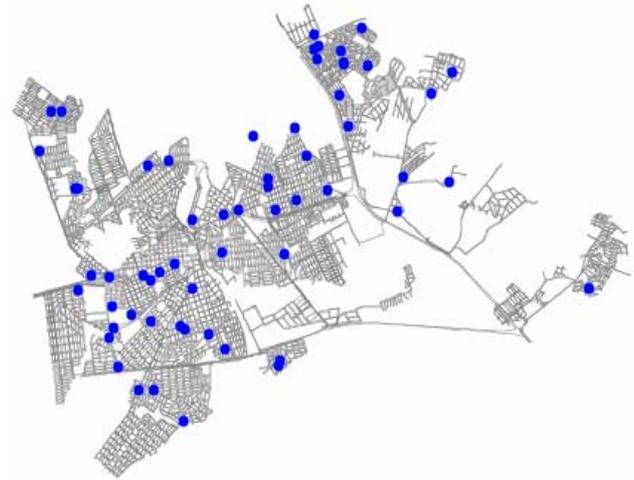


Figura 4. Cidade de Americana. Pontos de atendimento de IP.

Durante a implantação houve necessidade de alteração no formato da ordem de serviço que as equipes levavam a campo já que deveria agora ser informado o ponto exato da manutenção e os materiais trocados em cada local. A receptividade das equipes de campo foi muito boa e não houve dificuldade de preenchimento dos campos com as novas informações para cadastro ou aumento significativo do tempo de atendimento de cada ponto devido ao preenchimento da planilha

No trabalho de escritório houve aumento de tempo de fechamento da OS, devido a necessidade de digitação das informações dos serviços e do material retirado e repostado. Além do tempo para localizar precisamente o ponto trabalhado, que as vezes retorna em croqui e precisa passar por pesquisa na base gráfica.

VIII. CONCLUSÃO

A ferramenta computacional desenvolvida apresenta grande potencial para redução de custos e melhoria da Qualidade no processo de manutenção da Iluminação Pública na área de concessão da CPFL devido ao caráter otimizador no estabelecimento de rotas de serviços e alocação de equipes e pela sua integração junto à operação.

A criação de um histórico de atuações da manutenção permitirá aumentar a eficácia dos serviços. Com os dados do histórico de manutenção será possível verificar novas estratégias de manutenção preventiva. Por exemplo, podem ser estabelecendo critérios para troca antecipada em lote de

lâmpadas de uma rua com base em critérios de falhas estabelecidos com base no histórico. Este estudo só poderá ser feito a partir do uso continuado da ferramenta e da criação de uma grande massa de dados para o histórico.

IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANEEL, *Agência Nacional de Energia Elétrica, Resolução n.º 456, de 29 de novembro de 2.000.*
- [2] Bodin, L. D., B. L. Golden, A. Assad e M. Ball, "Routing and Scheduling of Vehicles and Crews. The State of the Art", *Comput. Opns. Res.* 10 (1983), pg 69-211.
- [3] Fisher, M., e Jaikumar, R., "A Generalized Assignment Heuristic for Vehicle Routing", *Networks*, Vol 11 (1981), pg 109-124.
- [4] Lenstra, S., e Rinnoy Kan, A. . , "Complexity of Vehicle Routing and Scheduling Problems", *Networks*, Vol 11 (1981), pg 221-227.
- [5] Christofides, N., "Vehicle Routing" em *The Traveling Salesman Problem*, Wiley, 1985.
- [6] Christofides, N., A. Mingozzi e P. Toth, "The Vehicle Routing Problem", em *Combinatorial Optimization*, Wiley, New York (1979), pg 315-338.
- [7] Lin, S. e Kernighan, B.W., "An Effective Heuristic Algorithm for the Traveling Salesman Problem", *Operations Research*, Vol 21, pg 498-516.
- [8] Ross, G. T. e Soland R. M., "A Branch and Bound Algorithm for the Generalized Assignment Problem", *Mathematical Programming* 8 (1975), pg 91-103.