

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**USP/PECE**

**ESPECIALIZAÇÃO EM TRANSPORTES**

**PLANEJAMENTO DE SISTEMAS LOGÍSTICOS E DE TRANSPORTE - TE- 025**

**MANUTENÇÃO SEMAFÓRICA NA GERÊNCIA DE SINALIZAÇÃO SEMAFÓRICA  
DA CET/SP**

**Luiz Carlos Matias \***  
**Marcelo Antonio Fernandes \***

**São Paulo**  
**1999**

## 1. INTRODUÇÃO

Com o profundo processo de reestruturação que o mundo empresarial está passando o setor de prestação de serviços não poderia ficar de fora, assim vem se esforçando para acompanhar esta evolução. Logicamente que a sociedade deve definir um padrão de desenvolvimento antes de se colocar as várias idéias que possam influenciá-la positivamente. Entretanto, somente com uma visão orientada seriamente para o mercado é que se pode garantir o sucesso, por isso que a busca da excelência em serviços vem se constituindo em um caminho eficiente para o aumento da competitividade e por consequência da continuidade da instituição.

As organizações que oferecem serviços, principalmente as governamentais, por suas próprias características internas, muitas vezes tem mais dificuldades em alterar a sua cultura organizacional, a fim de implementarem sistemas logísticos eficientes e eficazes. Porém, os clientes (municípios), a cada dia que passa, se tornam mais críticos e exigentes em relação aos serviços que recebem, querendo não só o atendimento as suas expectativas como que elas sejam excedidas.

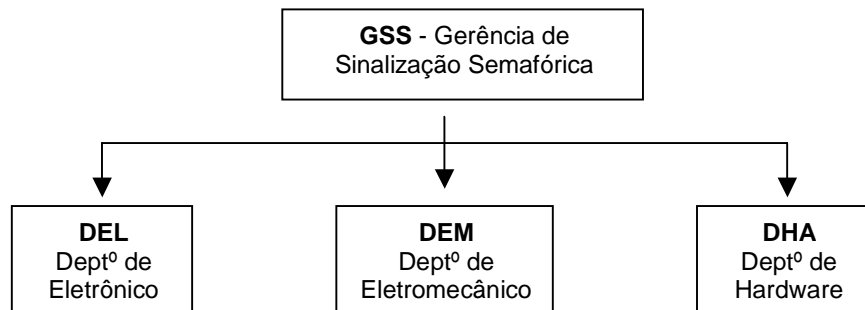
O setor de serviços públicos no Brasil precisa ainda apreender a conviver com os temas logística, qualidade e produtividade pois a muita coisa a fazer, à arrumar. Neste seguimento, a qualidade é julgada pelo cliente (município), já que, para ele este fator é todo o que a organização faz para atender suas necessidades.

Dentro deste raciocínio vamos apresentar neste trabalho um estudo logístico de um dos serviços prestados pela Companhia de Engenharia de Tráfego do município de São Paulo (CET/SP), que gerencia o trânsito na capital. Este gerenciamento é feito através, do planejamento, manutenção e operação do sistema viário do município. Cada área do gerenciamento tem os seus problemas e complexidades, cabendo aqui discutirmos sobre a manutenção prestada pela CET/SP na área de semáforos.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Com um total de 4.957 cruzamentos semaforizados distribuídos por todas as regiões da cidade de São Paulo, as ações voltadas para a manutenção destes locais, é de suma importância para a segurança e funcionalidade dos equipamentos. As características de cada cruzamento semaforizado, que compõe-se basicamente de colunas, grupos focais, cabeamento elétrico e controladores semaforicos, são fatores determinantes para o deslocamento das equipes de manutenção.

A principal característica que distingue hoje em dia as equipes de manutenção é o tipo de controlador existente no cruzamento. Hoje, na cidade de São Paulo existem dois tipos de controladores; eletromecânico e eletrônico. Visando um bom atendimento no tocante a este tipo de sinalização, existe na CET/SP, uma gerência específica. Esta gerência esta dividida em departamentos assim constituídos:



O DEM, é o responsável pela instalação e manutenção de todos os 7 tipos de controladores eletromecânicos operados na cidade de São Paulo, totalizando 2.641 locais. Sua base de atendimento encontra-se na Rua do Sumidouro e conta com 43 equipes, sendo 27 para a manutenção.

O DEL é responsável pela instalação e manutenção de todos os 13 tipos de controladores eletrônicos operados na cidade de São Paulo, totalizando 2.316 locais. Sua base de atendimento encontra-se na Rua Bela Cintra e conta com 54 equipes, sendo 35 para a manutenção.

O DHA, é o responsável pelos testes e liberação dos controladores eletrônicos bem como pela manutenção das placas eletrônicas dos mesmos. Este departamento não participa diretamente da manutenção dos controladores, cabendo ao mesmo manter em estoque placas eletrônicas disponíveis para a manutenção.

Além das responsabilidades que descrevemos acima, estes departamentos tem outras atribuições, as quais não comentaremos por não estar no escopo deste trabalho.

Para estudarmos melhor todo o processo, vamos descrever os elementos utilizados nos cruzamentos semaforizados.

Colunas: material de sustentação dos grupos focais, da fiação elétrica e controladores semaforicos, podendo ser de dois tipos; Convencional, coluna de ferro galvanizado, fincada e travada no piso através de engastamento simples; Semco, coluna de ferro galvanizado fixada em base de concreto pré fabricado através de sistema de parafusos e porcas. Os dois tipos de coluna podem vir a sustentar um suporte chamado de braço projetado, que consiste no prolongamento de uma coluna em direção ao leito viário.

Grupo Focal: elemento que contém as cores luminosas de regulamentação, e vai fixado na coluna, e podem ser de vários tipos; alumínio, carbono, plástico, etc. No município de São Paulo, são utilizados os de alumínio e carbono. Além do material que são construídos, temos as características físicas de cada grupo, que podem ser veiculares ou de pedestres. Dependendo do grupo semaforico, temos os que funcionam com lâmpadas halógenas ou comuns. Atualmente está sendo desenvolvido o grupo focal constituído de leds.

Controlador: elemento que controla a seqüência de cores luminosas de regulamentação ou advertência, que aciona as cores com temporizações definidas. Temos vários tipos de controladores, cada qual com seus elementos construtivos. Em São Paulo, temos 19 tipos de controladores, sendo que alguns tem seus elementos em comum. Em alguns casos, estes controladores estão fixados em bases de concreto.

Fiação Elétrica: Constituída de cabos de alimentação elétrica e transmissão de dados (RTD), podendo ser aérea ou subterrânea.

Levando em conta que o cruzamento semaforizado conta com todos estes elementos, e sendo que alguns são mais importantes que os outros, foi estabelecido prioridades para acionamentos das equipes de manutenção, visando a otimização do serviço.

Hoje em dia, o acionamento para a manutenção dos cruzamentos pode ser feito de diversas maneiras, dentre as quais destacamos: via fone 194 que atende aos municípios e equipes de operação. A seguir descreveremos alguns exemplos de prioridades.

Prioridade 1:

Controlador; quando apresenta problemas ele entra em amarelo piscante (intermitente), gerando um problema de segurança no local.

Lâmpada queimada; em alguns controladores eletrônicos, existe a monitoração de fases semaforicas, e no mínimo cada fase tem dois grupos focais para identificação ao

motorista, quando a fase vermelha de um grupo semafórico esta apagada, gera insegurança no local, porque não há informação de vermelho para a aproximação e o controlador cai para amarelo piscante (intermitente), sendo necessária a manutenção imediata, como vimos no item anterior.

Coluna abalroada; como este elemento é primordial para a fixação dos grupos focais, é necessário que o mesmo esteja no local em que foi projetado, sendo que a falta do mesmo deixa o motorista sem informações; por isto, quando do abalroamento é necessário a sua substituição imediata.

Foco fora de posição: quando o mesmo está fora de posição e gera conflitos de informação com outros grupos.

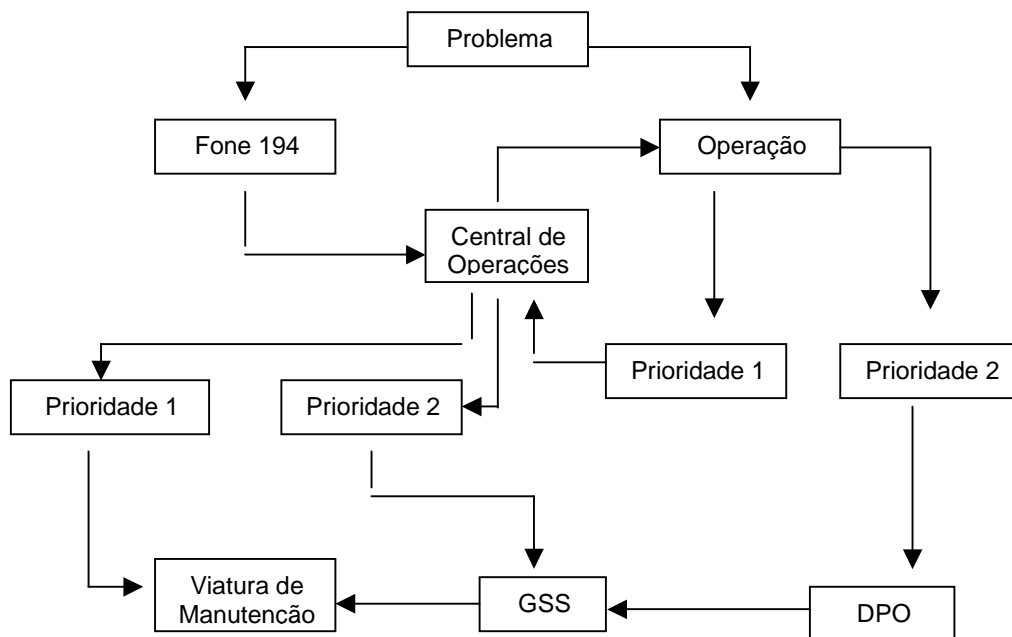
Prioridade 2:

Lâmpada queimada: quando existe, e não coloca em risco a segurança do local.

Foco fora de posição: quando o mesmo está fora de posição e não gera problemas de segurança ao local.

Existem outros tipos de falhas menos comuns que estes apresentados nos itens acima, que são tratados sempre levando em primeiro lugar, a segurança do local.

Conhecendo um pouco do funcionamento do acionamento, vamos descrever o fluxo da informação quando a mesma chega aos locais de acionamento das equipes.



Via 194: a informação passada, via munícipe (usuário), é repassada a uma viatura da operação para posterior confirmação, só aí, é aberto talão para a equipe de manutenção, visando evitar deslocamentos desnecessários da manutenção.

Equipes operacionais: em função da prioridade constatada pelos mesmos em campo, pode haver o acionamento via rádio, prioridade 1, ou via BAC (Boletim de Atividades de Campo), prioridade 2. Este BAC é enviado ao DPO (Departamento de Planejamento Operacional) de cada GET (Gerência de Engenharia de Tráfego) para posterior encaminhamento a GSS (Gerência de Sinalização Semafórica), que providenciara a abertura de talão e acionamento da manutenção.

Manutenção Preventiva: em função dos tempos de vida útil de cada equipamento, é montado um cronograma de manutenção preventiva, visando manter o sistema operando.

Um fator que foi notado nas visitas feitas nas áreas da CET acima descritas, foi a forma como os dados atualmente são inseridos nos sistemas de abertura de falhas. Para cada falha é aberto um talão (um número de controle), que consta o local e o problema. O programa que hoje é usado pela CET e fornecido pela PRODAM, é ineficiente para os padrões atuais, gerando um grande problema quanto a logística, como exemplo, podemos citar o fato de o mesmo não funcionar na madrugada, gerando inconvenientes para a baixa ou abertura de novos talões. Também podemos citar que os dados para abertura de talões prioridade 2 não chegam padronizados no GSS, estes dados são gerados nos DPO's das GET's sem obedecer ao critério que foi criado pelo próprio GSS, gerando um tempo desnecessário para processamento dos mesmos . A seguir exemplificaremos estes tempos através das tabelas:

**TABELA 1. TEMPOS MÉDIOS DE ATENDIMENTOS PARA MANUTENÇÃO DE LÂMPADAS**

LÂMPADAS						
MESES	INCIDÊNCIA TALÕES	TEMPO DE ESPERA GET'S CENTRAL	DE +	TEMPO DE ESPERA GSS	TEMPO DE EXECUÇÃO GSS	TEMPO DE ATENDIMENTO TOTAL
DEZ. / 97	485	06h20min.		06h04min.	38min.	12h25min.
DEZ. / 98	1288	06h42min.		07h38min.	25min.	14h20min.
JANEIRO / 99	1750	21h12min.		06h27min.	28min.	27h39min.
FEVEREIRO	1372	08h28min.		05h55min.	20min.	14h24min.
MARÇO	1779	08h41min.		06h00min.	22min.	14h42min.
ABRIL	1710	08h24min.		06h01min.	19min.	14h25min.
MAIO	2020	09h07min.		06h25min.	18min.	15h33min.
JUNHO	2196	06h28min.		05h13min.	18min.	11h42min.
JULHO	2047	08h15min.		07h16min.	17min.	15h32min.
AGOSTO	2231	07h13min.		05h55min.	18min.	13h08min.
SETEMBRO	2467	08h53min.		06h41min.	21min.	15h35min.

**TABELA 2. TEMPOS MÉDIOS DE ATENDIMENTOS PARA MANUTENÇÃO DE CONTROLADORES**

CONTROLADORES						
MESES	INCIDÊNCIA TALÕES	TEMPO DE ESPERA GET'S CENTRAL	DE +	TEMPO DE ESPERA GSS	TEMPO DE EXECUÇÃO GSS	TEMPO DE ATENDIMENTO TOTAL
DEZ. / 97	455	01h27min.		04h09min.	01h14min.	06h07min.
DEZ. / 98	584	02h37min.		05h31min.	43min.	08h09min.
JANEIRO / 99	614	09h48min.		05h40min.	39min.	15h29min.
FEVEREIRO	407	03h50min.		05h33min.	41min.	09h23min.
MARÇO	849	03h20min.		07h15min.	40min.	10h36min.
ABRIL	662	03h36min.		04h51min.	40min.	08h28min.
MAIO	532	06h50min.		06h28min.	34min.	13h18min.
JUNHO	485	03h19min.		04h14min.	44min.	07h34min.
JULHO	454	05h17min.		05h04min.	35min.	10h21min.
AGOSTO	716	04h06min.		05h32min.	40min.	09h39min.
SETEMBRO	606	03h36min.		05h07min.	46min.	08h43min.

A identificação e o diagnóstico dos problemas encontrados nos cruzamentos semaforizados na cidade de São Paulo, é de grande valia para a rápida e eficiente manutenção dos mesmos. Em função disto é que foram mostrados os problemas que ocorrem com maior incidência até o acionamento das equipes de manutenção. Agora falaremos um pouco das equipes de manutenção.

Atualmente existem duas equipes distintas de manutenção semafórica; Eletromecânica e Eletrônica, os materiais utilizados pelas equipes de manutenção, ficam distribuídos em dois prédios distintos também. No prédio situado na Av. Marques de São Vicente, encontram-se as colunas, cabos elétricos e base para os controladores. No outro local, situado na Rua Thomas Edson temos os focos, controladores e peças diversas como parafuso, fusível, etc. Vale aqui destacar que alguns componentes eletrônicos são consertados na própria CET, no prédio onde se encontra a manutenção eletrônica, na rua Bela Cintra.

## 2.1. Objetivos

Temos por objetivo neste estudo, obter uma redução no tempo médio de atendimento de manutenção. Para isto, estudaremos as vantagens de se ter as duas equipes de manutenção na mesma base, ou seja, na base da rua Bela Cintra teríamos uma equipe de eletromecânico e na rua Sumidouro uma equipe de eletrônico.



### 3. METODOLOGIA

Usaremos um modelo heurístico, que consiste em regras baseadas em bom senso que geram processo para conseguir soluções próximas da ótima.

Para realizarmos uma comparação de distâncias percorridas pela manutenção no deslocamento até a ocorrência, foi escolhida a GET-1 (Gerência de Engenharia de Tráfego), que engloba a área central da cidade de São Paulo. Nesta área se concentram 886 cruzamentos semaforizados, sendo 598 eletrônicos e 288 eletromecânicos.

Usaremos para a comparação, a situação atual que contem as bases da rua Sumidouro e da rua Bela Cintra, sendo respectivamente as bases da eletromecânica e eletrônica.

Dentre os 886 cruzamentos, foram escolhidos 5 subconjuntos que representam a área em estudo, dentro destes foram selecionados 10 cruzamentos, sendo 5 eletrônicos e 5 eletromecânicos.

Foram medidas as distâncias percorridas das bases a todos os cruzamentos selecionados, com os veículos saindo da base e retornado para a mesma após os reparos necessários.

Para efeito de comparação, adotaremos 40 Km/h como média de velocidade das equipes de manutenção já que as mesmas executam grande parte de seus serviços à noite. Adotaremos também que o custo hora de cada equipe é de R\$ 80,00.

#### 4. DADOS

Apresentamos a seguir os dados colhidos das distâncias (ida e volta) encontradas das bases para os locais escolhidos. Bases: 1- Bela Cintra, 2- Sumidouro.

**TABELA 1.** DISTÂNCIAS DA BASE 1 PARA OS LOCAIS ESCOLHIDOS, COM O RESPECTIVO CONTROLADOR.

Base	Cruz.	Local 1	Local 2	Distância da Base	Controlador
1	A	R. Augusta	Al. Tietê	3.060m	Eletromecânico
1	B	R. Cardeal Arcoverde	Av. Eusébio Matoso	11.100m	Eletrônico
1	C	R. José Paulino	R. Júlio Conceição	7.800m	Eletromecânico
1	D	R. Sergipe	R. Sabará	2.000m	Eletromecânico
1	E	R. Augusta	R. Antonia de Queiroz	1.100m	Eletrônico
1	F	R. Sampaio Vidal	R. Maria Carolina	12.800m	Eletromecânico
1	G	Av. Aclimação	R. Topázio	11.100m	Eletromecânico
1	H	Av. Aclimação	R. Safira	10.600m	Eletrônico
1	I	R. Augusta	R. Estados Unidos	4.260m	Eletrônico
1	J	R. José Paulino	R. Anhaia	7.000m	Eletrônico

**TABELA 2.** DISTÂNCIAS DA BASE 2 PARA OS LOCAIS ESCOLHIDOS, COM O RESPECTIVO CONTROLADOR.

Base	Cruz.	Local 1	Local 2	Distância da Base	Controlador
2	A	R. Augusta	Al. Tietê	10.900m	Eletromecânico
2	B	R. Cardeal Arcoverde	Av. Eusébio Matoso	5.900m	Eletrônico
2	C	R. José Paulino	R. Júlio Conceição	20.400m	Eletromecânico
2	D	R. Sergipe	R. Sabará	19.700m	Eletromecânico
2	E	R. Augusta	R. Antonia de Queiroz	14.000m	Eletrônico
2	F	R. Sampaio Vidal	R. Maria Carolina	6.600m	Eletromecânico
2	G	Av. Aclimação	R. Topázio	24.600m	Eletromecânico
2	H	Av. Aclimação	R. Safira	24.200m	Eletrônico
2	I	R. Augusta	R. Estados Unidos	10.600m	Eletrônico
2	J	R. José Paulino	R. Anhaia	19.600m	Eletrônico

**TABELA 3. DIFERENÇA DE DISTÂNCIA ENTRE AS BASES 1 E 2 PARA OS LOCAIS ESCOLHIDOS.**

Cruz.	Local 1	Local 2	Distância da Base 1	Distância da Base 2	Diferença de distância
A	R. Augusta	Al. Tietê	3.060m	10.900m	7.840m
B	R. Cardeal Arcoverde	Av. Eusébio Matoso	11.100m	5.900m	5.200m
C	R. José Paulino	R. Júlio Conceição	7.800m	20.400m	12.600m
D	R. Sergipe	R. Sabará	2.000m	19.700m	17.700m
E	R. Augusta	R. Antonia de Queiroz	1.100m	14.000m	12.900m
F	R. Sampaio Vidal	R. Maria Carolina	12.800m	6.600m	6.200m
G	Av. Aclimação	R. Topázio	11.100m	24.600m	13.500m
H	Av. Aclimação	R. Safira	10.600m	24.200m	13.600m
I	R. Augusta	R. Estados Unidos	4.260m	10.600m	6.340m
J	R. José Paulino	R. Anhaia	7.000m	19.600m	12.600m

**TABELA 4. TEMPO DE DESLOCAMENTOS DAS BASES 1 E 2 PARA OS LOCAIS ESCOLHIDOS.**

Cruz.	Local 1	Local 2	Tempo da Base 1	Tempo da Base 2	Diferença de Tempos 1 e 2
A	R. Augusta	Al. Tietê	04min e 35seg	16 min e 21seg	12 min e 14seg
B	R. Cardeal Arcoverde	Av. Eusébio Matoso	16min e 39seg	08min e 51seg	08min e 12seg
C	R. José Paulino	R. Júlio Conceição	11min e 42seg	30min e 36seg	19min e 06seg
D	R. Sergipe	R. Sabará	03min e 00seg	29min e 33Seg	26min e 33seg
E	R. Augusta	R. Antonia de Queiroz	01min e 39seg	21min e 00seg	20min e 39seg
F	R. Sampaio Vidal	R. Maria Carolina	19min e 12Seg	09min e 54seg	10min e 42seg
G	Av. Aclimação	R. Topázio	16min e 39seg	36min e 54seg	20min e 15seg
H	Av. Aclimação	R. Safira	15min e 54Seg	36min e 18seg	21min e 36seg
I	R. Augusta	R. Estados Unidos	06min e 23seg	15min e 54seg	08min e 31seg
J	R. José Paulino	R. Anhaia	10min e 30seg	29min e 24seg	19min e 06seg

**TABELA 5. CUSTOS DE DESLOCAMENTOS DAS BASE 1 E 2 PARA OS LOCAIS ESCOLHIDOS.**

Cruz.	Local 1	Local 2	Custo (R\$) de deslocamento da Base 1	Custo (R\$) de deslocamento da Base 2	Diferença de Custo (R\$) de deslocamento
A	R. Augusta	Al. Tietê	6,09	21,75	15,66
B	R. Cardeal Arcoverde	Av. Eusébio Matoso	22,14	11,76	10,38
C	R. José Paulino	R. Júlio Conceição	15,49	40,69	25,20
D	R. Sergipe	R. Sabará	3,99	39,30	35,31
E	R. Augusta	R. Antonia de Queiroz	2,19	27,93	25,74
F	R. Sampaio Vidal	R. Maria Carolina	25,53	13,16	12,37
G	Av. Aclimação	R. Topázio	22,14	49,07	26,93
H	Av. Aclimação	R. Safira	21,14	48,28	27,14
I	R. Augusta	R. Estados Unidos	8,49	21,14	12,65
J	R. José Paulino	R. Anhaia	13,96	39,10	25,14

**TABELA 6. MELHOR BASE PARA O ATENDIMENTO AOS LOCAIS ESCOLHIDOS.**

Cruz.	Local 1	Local 2	Controlador	Base atual de atendimento	Melhor Base para o atendimento
A	R. Augusta	Al. Tietê	Eletromecânico	2	1
B	R. Cardeal Arcoverde	Av. Eusébio Matoso	Eletrônico	1	2
C	R. José Paulino	R. Júlio Conceição	Eletromecânico	2	1
D	R. Sergipe	R. Sabará	Eletromecânico	2	1
E	R. Augusta	R. Antonia de Queiroz	Eletrônico	1	1
F	R. Sampaio Vidal	R. Maria Carolina	Eletromecânico	2	2
G	Av. Aclimação	R. Topázio	Eletromecânico	2	1
H	Av. Aclimação	R. Safira	Eletrônico	1	1
I	R. Augusta	R. Estados Unidos	Eletrônico	1	1
J	R. José Paulino	R. Anhaia	Eletrônico	1	1

## 5. CONCLUSÃO

Através deste estudo mostramos que as bases de manutenção semaforicas poderiam ser mais eficazes com a adoção de equipes mistas de manutenção, vistos que os tempos de atendimento diminuiriam sensivelmente. A diminuição de tempo se deu em função dos menores deslocamentos, pois sempre seria utilizada a base mais próxima do local, independente da sua atual configuração.

Com o intuito de racionalizar a manutenção, sugerimos que as equipes de manutenção semaforicas eletromecânicas e eletrônicas se fundissem. Com o atendimento único, uma mesma equipe poderia realizar manutenção nos dois tipos de equipamentos. Hoje, temos controladores eletrônicos próximos a eletromecânicos que não podem ser atendidos por uma equipe, gerando deslocamentos desnecessários. Para que isto seja possível, basta um treinamento para conhecimento dos equipamentos, pois a formação técnica dos profissionais de manutenção é a mesma para as duas equipes.

Sugerimos também um estudo da viabilidade de descentralizar a manutenção semaforica, aproveitando as instalações existentes hoje na CET, tais como as CTA's 2, 3 e 4 para se fazer uma avaliação de tempo de atendimento e economia de combustível.

Em relação ao problema de materiais que venham a ser necessários para a manutenção de todos os tipos de controladores por uma mesma equipe, e que hoje encontram-se divididos em locais distintos, sugerimos um estudo para a composição de um kit básico de manutenção. Este kit deverá ser composto por componentes necessários para uma jornada de trabalho.

Sugerimos também o estudo das rotinas de processamento de talão e informação dentro das Get's e Central, visto que os mesmos tem tomado grande parte do tempo total de atendimento.

\* Luiz Carlos Matias é engenheiro mecânico pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (1995), com especialização em Engenharia de Transportes pela Escola Politécnica da USP. Trabalha na área semaforica (CTA-2) da CET/SP desde 1997. E-mails: [luizcarlosmatias@ig.com.br](mailto:luizcarlosmatias@ig.com.br) e [matiaslc@uol.com.br](mailto:matiaslc@uol.com.br)

\* Marcelo Antonio Fernandes é engenheiro mecânico pela FEI (1994), com extensão em Produção pela UNIP e especialização em Engenharia de Transportes pela Escola Politécnica da USP. Trabalha na área semafórica (CTA-4) da CET/SP desde 1997. É professor do Centro Paula Souza - ETSP nos cursos de Transportes desde 2003. E-mail: [gabbas@ig.com.br](mailto:gabbas@ig.com.br)

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. BANZATO, E.; JATOBÁ, P.C. Estocagem de Acordo com a ISO 9000. **Controle da Qualidade**, 1994, 27:48-50.
2. PEREIRA FILHO, R.R. Competitividade: o sucesso da Análise do Valor. **Controle da Qualidade**, 1994, 24:29-34.
3. DEROULET, D.G. A Reengenharia no Ciclo de Entrega de Pedidos. **Movimentação e Armazenagem**, 1995, 86:28-29.
4. BALLOU, R.H. **Logística Empresarial. Transportes, Administração de Materiais e Distribuição física**. Atlas: São Paulo, 1993. 388p.