

# O PROCESSO DE MUDANÇA DE CICLO EM 108 CRUZAMENTOS SEMAFORIZADOS

**Luiz Ernesto de Azeredo \***

No início de outubro de 2013 um técnico de campo do departamento semafórico apontou sobre a possibilidade de aumento do ciclo\* nos semáforos da região central de Campinas no período de pico entre 16h30 e 19h30 nos dias úteis e aos sábados das 09h00 às 14h00.

Com o aumento do número de veículos em circulação, a programação dos semáforos já não estava atendendo satisfatoriamente a fluidez do trânsito – alguma ação precisava ser tomada e isso significaria a mudança\*\* da programação (em tempo fixo) de 40 cruzamentos.

Em um primeiro momento podemos pensar que alterar os tempos dos semáforos é uma tarefa simples - é só alterar e pronto.

Nessa quantidade de cruzamentos, para ser bem realizada uma mudança na programação há a necessidade de se planejar e cumprir algumas etapas.

Se fizermos alterações por impulso é muito provável que o resultado seja desastroso, pois, a prática nos mostra que sem análises e estudos apropriados bons resultados não são alcançados.

Muito embora alterar os dados da programação de um semáforo seja uma parte fácil do processo, essa tarefa torna-se trabalhosa e complexa quando precisa ser feita em muitos semáforos.

Logo de início foi discutida a importância de se estabelecer uma onda verde entre três extremos da rede da área central (Anchieta) e outras três redes adjacentes - ação que resultou em uma tarefa para alterar os tempos de verde de 108 cruzamentos em vez dos 40 iniciais.

## **O processo de mudança ...**

As análises e observações em campo indicaram uma mudança recomendável de ciclo de 100 para 120 segundos - o que resultou no aumento do tempo de verde para as vias principais.

Os tempos de verde foram alterados de forma a priorizar os eixos principais em uma divisão 70/30, ou seja, 70% do tempo de verde disponível para a via principal e 30% para a via secundária - na média, conforme apontado acima, dos 20 segundos disponíveis para incrementar, 14 foram disponibilizados nos eixos principais e 6 segundos nas vias secundárias.

Por intermédio da central semafórica em tempo fixo, os dados foram enviados aos controladores de semáforo - no entanto esse foi o desfecho do processo.

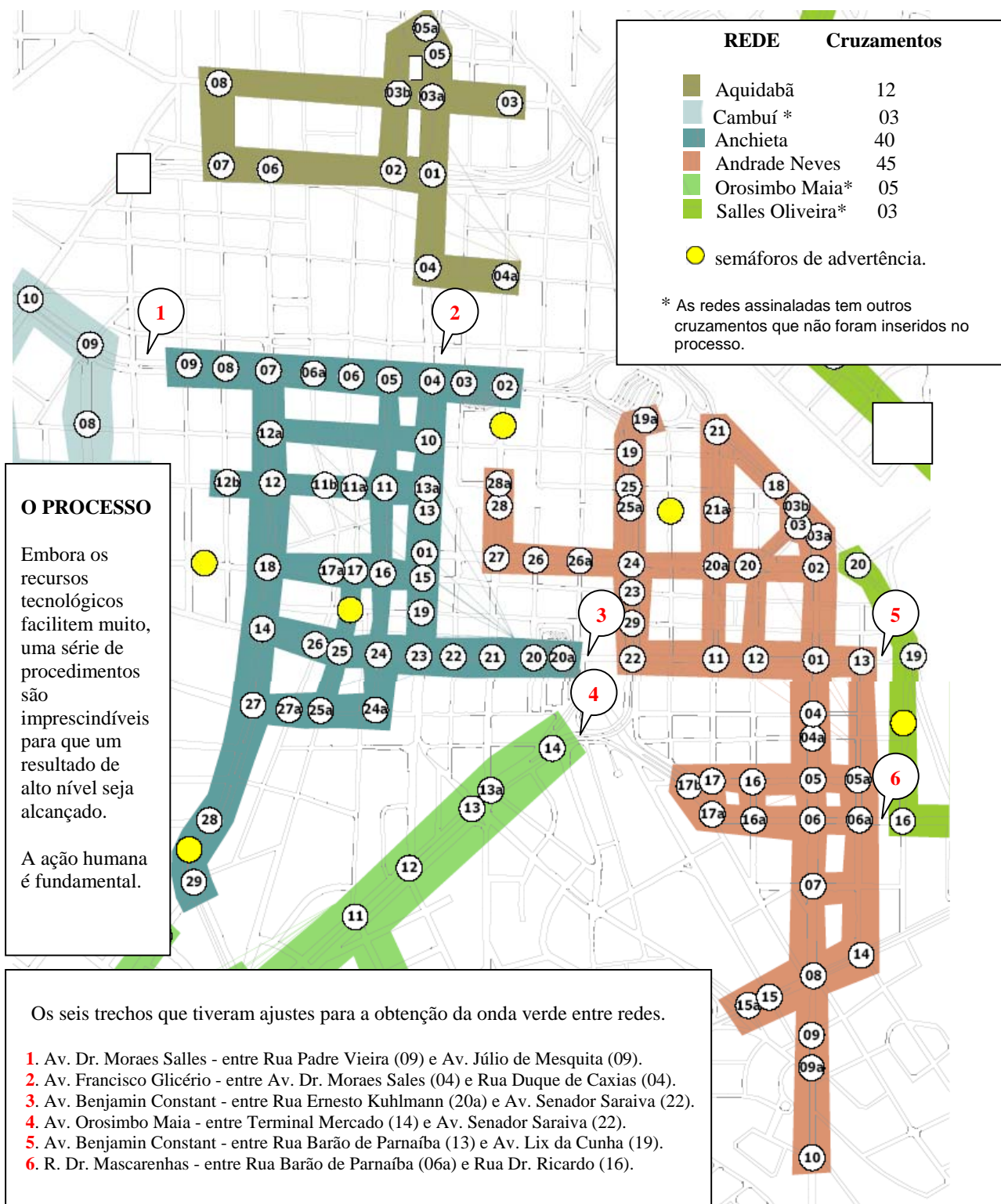
Várias etapas ocorreram, conforme veremos a seguir:

- a) Maturação da ideia.
- b) Preparação.
- c) Inserção dos dados em backup do programa semafórico.
- d) Um dia antes do envio.
- e) No dia do envio.
- f) Um dia após o envio.

\* ciclo - espaço de tempo no qual ocorrem todos os movimentos (estágios) de um plano semafórico de um determinado cruzamento.

\*\* Mudança da programação - quer o sistema instalado numa cidade seja tempo fixo ou tempo real, para uma melhoria sempre haverá a necessidade de ação humana – computadores apenas processam o que está programado.

## Representação dos 108 cruzamentos semaforizados e respectivas redes



Mapa elaborado por Marcelo Ferreira Lopes – Chefe do Departamento Semaforico – Emdec - Campinas.



Av. Francisco Glicério x Rua Gal. Osório – cruzamento da área central de Campinas-SP

Quadro geral dos locais com o novo ciclo de 120 segundos

REDE	CONTROLADORES (76)	CRUZAMENTOS (108)
Aquidabã	8	12
Cambuí	3	3
Anchieta	29	40
Andrade Neves	29	45
Orosimbo Maia	4	5
Salles Oliveira	3	3

No computo geral 76 controladores comandam 108 cruzamentos, isto porque alguns controladores têm mais de um cruzamento sob seu comando.

Como citado anteriormente seria um erro querer fazer tudo de uma “tacada só” alterando e enviando os dados para os controladores.

Quando se inicia a alteração da programação de vários controladores é fundamental já termos definido os novos dados (e devidamente anotados) e estarmos seguros que foram adequadamente checados.

Não se trata apenas de aumentarmos os tempos de verde, neste caso ainda precisamos verificar como estas alterações alteram o sincronismo nos nós da rede\*\*\* avaliada.

Isso implica no recálculo de defasagens em vários cruzamentos (mais uma tarefa...).

Caso não dermos importância estaremos realizando malfeitorias no trânsito, visto que teremos ausência de aberturas de sinal verde adequadas entre vários cruzamentos.

## Uma questão de tempo

Na tabela abaixo temos o número de dias utilizados para a conclusão de cada etapa:

### **ETAPAS X TEMPO:**

PERÍODO	04/10 a 24/10/13	25/10 à 20/11/13	21/11 à 04/12/13	05/12/13	
	MATURAÇÃO	PREPARAÇÃO	BACK UP	ENVIO	TOTAL
DIAS CORRIDOS	21	27	14	1	63
DIAS TRABALHO*	15	19	10	1	45

\* O trabalho foi desenvolvido nos dias úteis.

Veremos a seguir, as etapas no processo:

#### **a) Maturação da ideia: 04/10/13 a 24/10/13**

Esta etapa é a que define se uma mudança irá ocorrer ou não.

O tempo de reflexão e de análise visa evitar alterações feitas por impulso (normalmente desastrosas) - modificações feitas repentinamente em função de um fato isolado ou porque alguém (graduado ou não) passou pelo local e reclamou dos tempos de um ou mais semáforos.

Entre as análises para se chegar a uma definição, duas são essenciais:

- Ouvir e analisar o que os técnicos de campo dizem.
- Realizar levantamentos para verificar o que ocorre.

#### **b) Preparação: 25/10/13 à 20/11/13**

Nesta etapa o ponto importante é definir o que será feito e termos nosso material de trabalho organizado.

Erros de cálculo são comuns.

Para se minimizar os equívocos uma boa ação é evitarmos distrações (conversas, telefone, etc.) e revisar atentamente.

#### Ações:

- Anotação em planilha dos dados vigentes dos 108 cruzamentos em questão.
- Levantamentos e análises em campo.
- Cálculo e adequação dos tempos de verde para o novo ciclo de 120 segundos.
- Definição de horário idêntico na tabela horária para os 108 cruzamentos.
- Recálculo e avaliação das defasagens nas avenidas e vias secundárias.
- Várias conferências de cada um dos 108 novos planos (e identificação de equívocos).

#### **c) Inserção dos dados em backup do programa semafórico: 21/11/13 à 04/12/13**

A ideia aqui é fazer a revisão já no software e posteriormente transferir os dados para o computador da central semafórica no dia da implantação em campo.

Se os dados fossem inseridos diretamente na central semafórica – esta tarefa demoraria um tempo ainda maior já que estaríamos dividindo o computador com o profissional na central e também interferindo em suas ações de monitoramento dos semáforos em campo.

#### Ações:

- Inserção dos dados em software do programa backup.
- Checagem de ciclo, defasagem e tabela horária (outros equívocos identificados).

**d) Um dia antes do envio: 04/12/13**

Verificação para constatar se o estado de comunicação entre a central e os controladores em campo permanecia estável e propícia à ação que estava por acontecer.  
Foi constatado que três controladores estavam incomunicáveis com a central.

- Apagados nas folhas de programação na central os campos referentes às alterações da central semafórica e anotados os tempos de verde e defasagem do novo ciclo.

**e) No dia do envio: 05/12/13**

O envio de dados para muitos controladores em campo deve ser feita de forma organizada e anotando-se o que for sendo realizado.

**Ações:**

- Transferência dos dados via pen drive para o computador da central semafórica.
- Impressão dos dados a serem programados nos três controladores que não comunicavam com a central semafórica e entregue a profissional para inserir os dados em campo.
- Atualização dos dados para a equipe de manutenção.
- Envio do novo plano para 73 controladores que comunicavam – tempo: 3h30min (09h30 às 13h00) um controlador por vez e realizado em horário que o plano não roda (para evitar transtornos no trânsito).
- Confirmação com profissional se conseguiu alterar os três em campo juntamente com acerto de horário.

**f) Um dia após o envio: 06/12/13 – recebimento dos dados de 73 programações: 6 horas.**

A comparação é uma checagem para verificar se o que está programado no controlador em campo é idêntico ao que está na central.

Visto a quantidade de alterações e número de controladores envolvidos é uma ação recomendada.

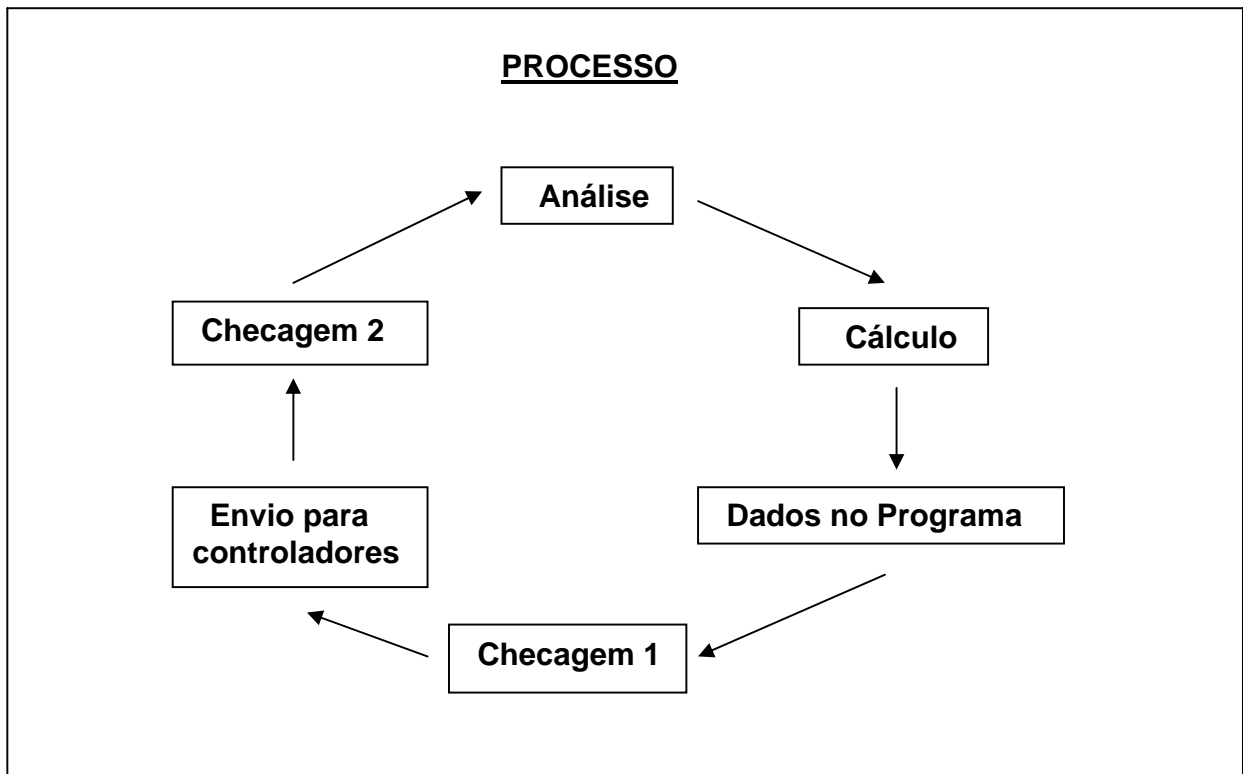
No presente caso dois controladores apresentavam diferenças entre o vigente em campo e o registrado na central – o que exigiu uma correção.

**Acompanhamento em campo nos dias seguintes**

A mudança de ciclo melhorou muito a fluidez nos eixos principais com o aumento significativo de tempo de verde (14 segundos dos 20 aumentados no ciclo) - já nos eixos secundários as condições de trânsito mantiveram-se similares ao ciclo anterior mesmo com um aumento menos significativo (6 segundos dos 20).

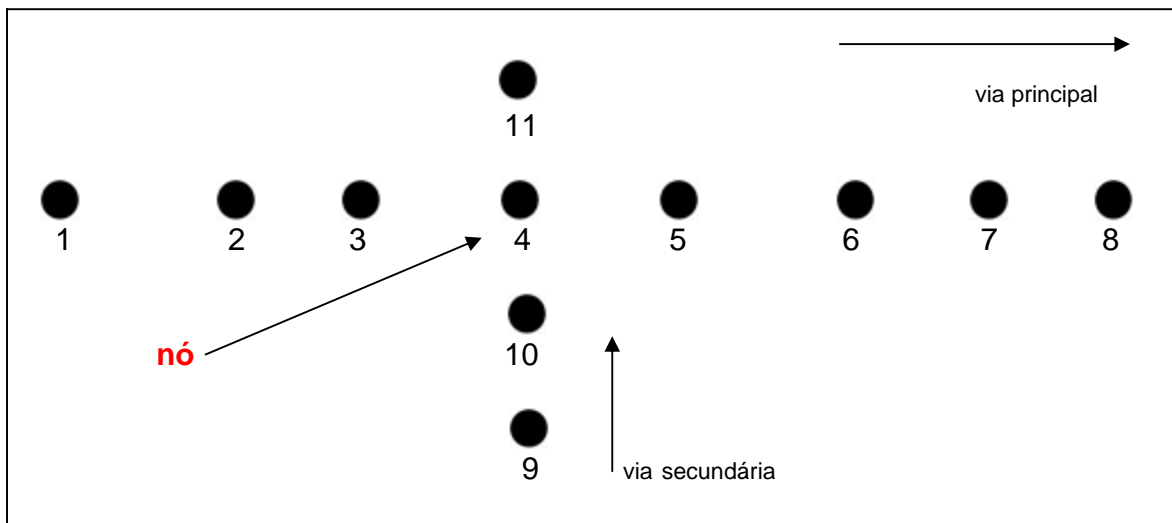
Alguns cruzamentos ainda tiveram ajustes na distribuição dos tempos de verde, fato considerado inerente à mudança realizada.

Outro ponto em destaque foram as alterações para a ocorrência de sincronismo entre seis trechos entre redes adjacentes – ação que eliminou situações de fecho cruzamento.



A análise e melhoria da programação dos semáforos depende de ação humana.

### **Nó na rede**



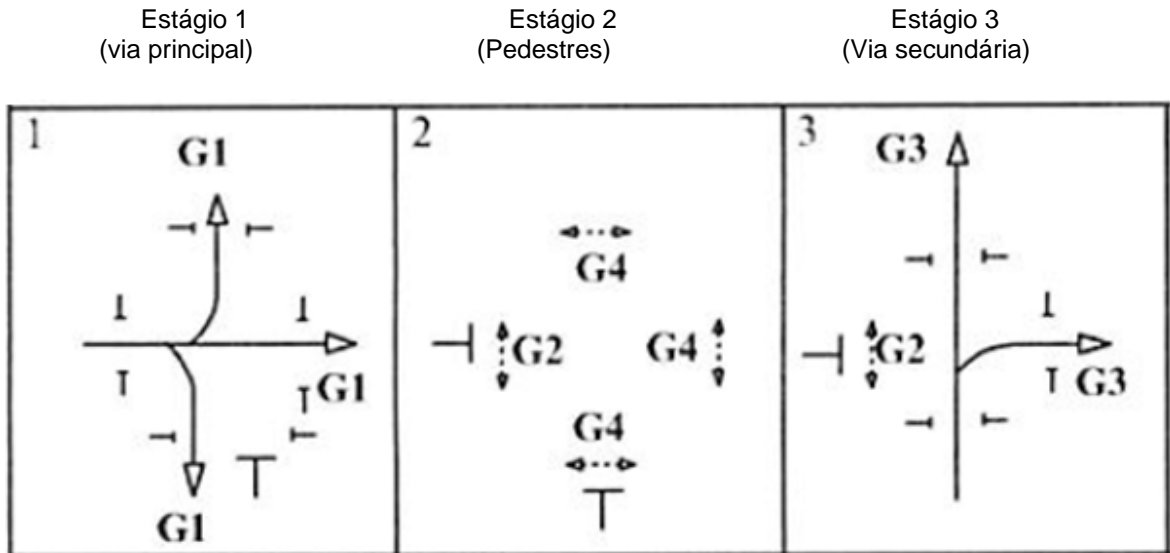
Uma mudança de verde do estágio 1 (via principal) no semáforo 4 (nó da rede) modificará o momento de abertura do verde na via secundária alterando a regulação de "onda verde" entre os cruzamentos 10/4 e 4/11. Novos cálculos de defasagem na via secundária devem ser realizados para restabelecer a onda verde.

Legenda: - eixo horizontal: via principal  
 - eixo vertical: via secundária - ● Representação de um semáforo.

\*\*\* Nó(s) da rede: cruzamento semaforizado comum às vias principal e secundária (nas quais há dois ou mais semáforos).

## Comparação entre os ciclos

Conforme informado anteriormente, dos 20 segundos disponíveis para incrementar ao ciclo de 100, tivemos 14 disponibilizados no eixo principal e 6 segundos na via secundária. Segue abaixo uma distribuição de tempos típica para um cruzamento com três estágios em uma configuração comum nos semáforos da região central de Campinas.



Ciclo(s)	verde	amarelo	verm.est.	verde	verm. pisc.	verm.est.	verde	amarelo	verm.est.
100	46	4	1	12	4	1	27	3	2
120	60	4	1	12	4	1	33	3	2

### Via principal

Ciclo(s)	Número de ciclos em uma hora (a) (3.600 / ciclo)	Verde (b)	Tempo total de verde em uma hora = (a) x (b) (em segundos)
100	36	46	1656
120	30	60	1800

Obs. No estágio 3, a fase de pedestre G2 pisca por 4 segundos (não representado no quadro acima).

Como foram disponibilizados 70% dos 20s disponíveis, houve um ganho de tempo no período de uma hora para a via principal – conforme exemplo acima tivemos 144 segundos a mais (de 1656s em um ciclo de 100s para 1800s para o novo ciclo de 120).

Comparativamente, 46 segundos em um ciclo de 100 representa 46% do tempo de ciclo enquanto 60 segundos em um ciclo de 120 representa 50% - um acréscimo de 4% que conforme vistorias proporcionou uma melhora das condições de trânsito nas vias principais.

### Via secundária

Ciclo(s)	Número de ciclos em uma hora (a) (3.600 / ciclo)	Verde (b)	Tempo total de verde em uma hora = (a) x (b) (em segundos)
100	36	27	972
120	30	33	990

Já na via secundária no período de uma hora ganhou-se apenas 18 segundos (990 – 972).

Conforme vistorias, somente esse pequeno ganho não prejudicou as vias secundárias.

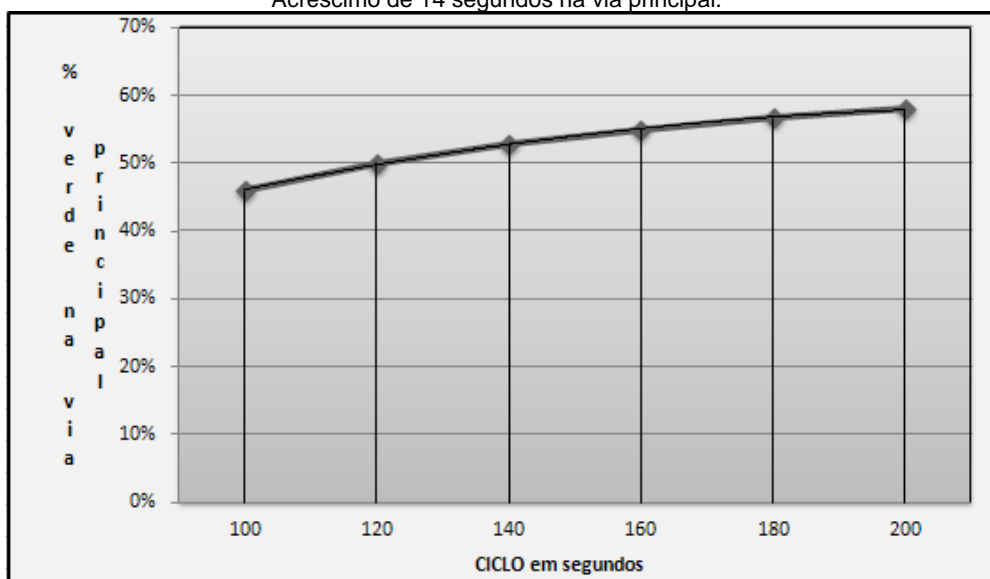
Vigência das alterações - inevitavelmente o aumento da frota exigirá outra revisão, no entanto ciclos maiores que 120 segundos, apesar de melhorias para os eixos principais ocasionam esperas maiores de tempo para as vias secundárias.

## Um comparativo entre aumento de ciclo e rendimento

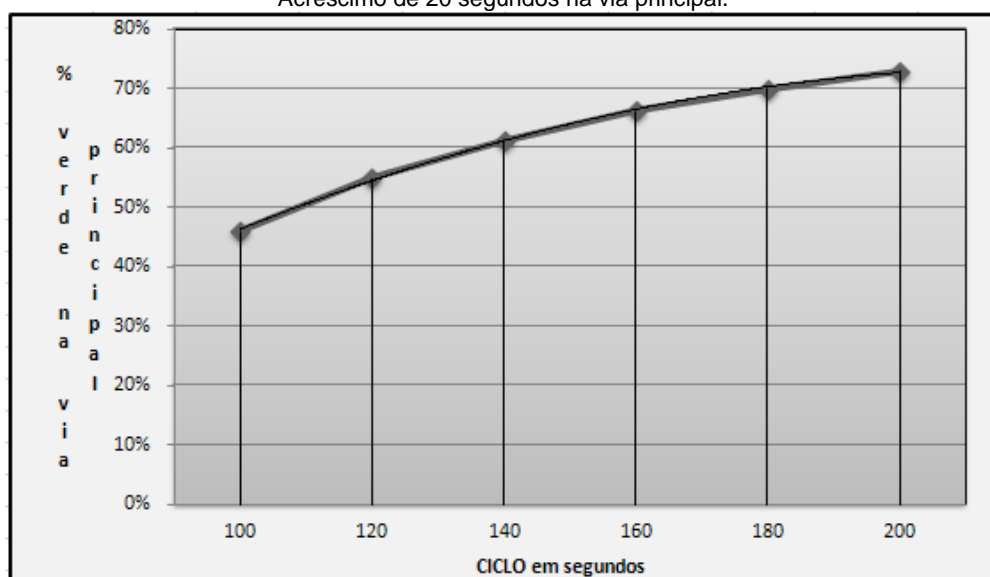
Como esperado, se passarmos mais tempo para a via principal teremos % maior de verde em relação ao ciclo. No presente caso, a via principal "ganhou" na média 14s dos 20s disponíveis (ciclo de 100s para 120s). No quadro e gráficos abaixo temos a % de tempo de verde da via principal em relação ao ciclo com um aumento de 14s (70% dos 20s disponíveis) e de 20 segundos (100%).

CICLO	Verde com acréscimo de 14s	% verde via principal	Segundos /hora	Verde com acréscimo de 20s	% verde via principal	Segundos /hora
100	46	46	1.656	46	46	1.656
120	60	50	1.800	66	55	1.980
140	74	53	1.903	86	61	2.211
160	88	55	1.980	106	66	2.385
180	102	57	2.040	126	70	2.520
200	116	58	2.088	146	73	2.628

Acréscimo de 14 segundos na via principal.



Acréscimo de 20 segundos na via principal.



Levantamento - Eng. Silvano Batista dos Santos – Analista Semafórico – Emdec - Campinas.



## **Sobre as alterações semafóricas realizadas**

- As alterações realizadas tinham sido solicitadas pelos técnicos de campo há alguns meses...

Como citado inicialmente, com o crescente número de veículos em circulação na área central, o ciclo vigente não estava proporcionando uma fluidez veicular satisfatória.

Revisar tempos de verde em uma rede de semáforos demanda um período de tempo para a sua realização - não é tarefa de 10 minutos!

Realmente não é!

- Alterar uma grande quantidade de dados em programações de semáforos é uma tarefa repetitiva e desgastante.

No entanto podemos realizá-la em etapas.

- A utilização da central semafórica facilitou muito a realização das mudanças.

No entanto todo o processo é realizado por pessoas.

Alteração de dados e tempos dos semáforos não é simplesmente apertar uma tecla, pois, envolve muito mais que isso:

A análise, a revisão e a decisão de fazer.

Isso leva um tempo considerável.

No presente caso para alterar somente um plano semafórico de 108 cruzamentos levou-se 41 dias.

Empenhado 100% do tempo talvez pudesse levar 10 dias - no entanto é um tanto raro que se consiga na prática focar 100% em um só projeto por vários dias seguidos.

Quase sempre acontece algo inesperado e prioritário para resolvermos!

- Algumas melhorias para serem implantadas efetivamente dependem de uma ação macro:

Isso pode acontecer com frequência em alterações e melhorias semafóricas.

Começamos com uma modificação pontual e no fim o mais adequado é agir também em outros locais.

A questão é se temos tempo e recursos para tal.

Além dos 40 cruzamentos da região central, no presente caso valeu a pena acrescentar mais 68 – totalizando 108 cruzamentos.

- Os novos valores calculados foram ajustes baseados nas programações semafóricas de 1997, as quais foram obtidas com o auxílio do software Transyt - ferramenta utilizada para otimizar os tempos em uma rede de semáforos.

- Quando dados são alterados em vários controladores, precauções mais refinadas visam evitar o cometimento de equívocos.

Isto porque o retrabalho dispensa muito tempo e é oneroso.

Imagine uma situação na qual um documento importante é enviado para cem pessoas e só depois de enviado descobre-se que havia informações erradas.

Quanto tempo e energia serão gastos para reparar tal equívoco?

Por melhores que sejam os controladores de semáforos, centrais e programas de computador – o grande impacto – o fator que “derruba” um bom funcionamento dos semáforos são os “dados” que são inseridos na programação – isso inevitavelmente passa pela ação humana.

Por isso a necessidade de precauções e procedimentos.

## **Considerações finais**

Realizar mudanças em várias programações de semáforos é uma tarefa complexa. Apesar de toda tecnologia disponível atualmente para tornar mais rápido o processo das alterações semaforicas precisamos de tempo suficiente e um bom planejamento.

\* **Luiz Ernesto de Azeredo** é engenheiro e trabalha atualmente no Depto. Semaforico na EMDEC - Campinas-SP  
[leazeredo@uol.com.br](mailto:leazeredo@uol.com.br)

Junho/2015