

Proposta de um Sistema Supervisório para um Semáforo Inteligente

Michele Paiva de Oliveira, 67633
ELT 554 - Trabalho de Conclusão de Curso
Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG
E-mail: michele.p.oliveira@ufv.br.

Resumo- Com o aumento do número de veículos, o controle semafórico atuado pelo tráfego passou a ser utilizado em alguns países, visando a redução do tempo gasto no trânsito. Neste trabalho foi desenvolvido um sistema supervisório, utilizando o software Elipse SCADA, para semáforos cujos ciclos semafóricos são determinados pelas condições de tráfego em um cruzamento.

I. INTRODUÇÃO

O aumento do número de veículos traz enormes prejuízos para a população, principalmente para as das grandes cidades, uma vez que, além da queima desnecessária de combustível enquanto o veículo está parado no trânsito, o motorista perde muito tempo imobilizado, tempo esse que poderia ser dedicado a outras atividades. Visando melhorias, países como Estados Unidos e Austrália utilizam o controle semafórico atuado pelo tráfego, que é aquele no qual o tempo de verde é influenciado pela detecção imediata de veículos [1].

Assim como a sinalização no trânsito, diversas áreas foram automatizadas e, conforme esses sistemas automatizados foram se tornando mais complexos, surgiu a necessidade da criação de sistemas supervisórios SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*). Esses sistemas desempenham três atividades básicas: Supervisão, que inclui todas as funções de monitoramento do processo, como gráfico de tendências e relatórios; Operação, que tem a vantagem de substituir as funções da mesa de controle, otimizando os procedimentos de ligar e desligar equipamentos (ou a sequência deles), ou mudar o modo de operação dos equipamentos de controle; E controle, cujos algoritmos de controle são executados numa unidade de processamento autônomo, sendo o sistema responsável apenas por ajustar os *set-points* do mecanismo de controle de acordo com o comportamento global do processo [2].

Um sistema de supervisão é caracterizado por fazer a aquisição de dados do processo, tornar os dados disponíveis visualmente, processar eventos e ativar alarmes (que são classificados por níveis de prioridade em função da sua gravidade) e ser tolerante a falhas (o que permite que sempre que houver uma falha num equipamento, as operações de sua responsabilidade sejam transferidas automaticamente para um substituto, de forma que não haja interrupções significativas na supervisão) [2]. Para realizar tais ações, são criadas variáveis numéricas e alfanuméricas, denominadas tags, que representam o processo real [3].

Os componentes físicos de um sistema de supervisão são, basicamente: Sensores (convertem parâmetros físicos em sinais

analógicos ou digitais legíveis pela estação remota); Atuadores (atuam sobre o sistema, ligando e desligando determinados equipamentos); Rede de comunicação (plataforma por onde as informações fluem das estações remotas para o sistema SCADA); Estações remotas (leem as entradas, realizam os cálculos ou controles e atualizam saídas); E estações de monitoração central (são as unidades principais dos sistemas SCADA, sendo responsáveis por recolher a informação gerada pelas estações remotas e agir conforme os eventos detectados, podendo ser centralizada em um único computador ou distribuídas por uma rede de computadores, permitindo o compartilhamento das informações coletadas) [4].

Internamente, as tarefas do sistema SCADA, geralmente, são divididas em blocos ou módulos, permitindo maior ou menor flexibilidade e robustez, de acordo com o desejado. Resumidamente, essas tarefas são divididas em: Núcleo de processamento; Comunicação com estações remotas; Gerenciamento de Alarmes; Histórico e banco de dados; Lógicas de programação interna (Scripts) ou controle; Interface gráfica; Relatórios; Comunicação com outras estações SCADA; Comunicação com Sistemas Externos/Corporativos [4].

Para se desenvolver um sistema supervisório, é recomendado que se siga as seguintes etapas:

1. Entendimento do processo a ser automatizado: Consiste em conhecer o processo, adquirindo um grande número de informações que ajudarão no desenvolvimento do sistema supervisório. É importante conhecer o funcionamento da planta, podendo ser através de conversas com os operadores, caso a planta já exista, ou com os especialistas de planejamento de operações futuras. Além disso, também é importante conversar com a gerência e o corpo administrativo, a fim de saber quais informações são necessárias ao suporte da decisão;
2. Tomada de dados (variáveis): Nessa etapa, o projetista deve escolher quais dados são essenciais para representar o processo, tendo em mente que um grande volume de dados pode prejudicar o desempenho dos sistemas que envolvam rede de computadores;
3. Planejamento de banco de dados: Deve-se decidir o número de dados que deverão ser armazenados e

quais serão esses dados. Para isso, é importante que se desenvolva o fluxo de instrumentação da planta, defina o fluxo de processo e a lista de endereço dos registradores do CLP. Posteriormente, deve-se escolher qual será a classe de varredura (SCAN) do seu processo, isso é, velocidade de leitura das variáveis.

Após realizar os dois passos anteriormente descritos, deve-se organizar as variáveis envolvidas no processo a fim de facilitar a criação do banco de dados. Para isso, é necessário dar nomes claros e objetivos as variáveis do sistema, usar pasta para organizá-las e agrupar conjunto de tags que se referem a uma mesma etapa do processo. Essa etapa possui maior importância quanto maior for a planta industrial, já que com um maior número de variáveis, caso não exista organização, o projetista poderá se perder no próprio supervisório;

4. Planejamento de alarmes: Deve-se definir em quais condições os alarmes serão acionados e como os operadores serão notificados. Há dois tipos de alarmes, os normais ou eventos e os críticos ou urgentes. O primeiro não requer qualquer intervenção em relação ao seu funcionamento, ou seja, não indicam o surgimento de uma situação perigosa. Já os alarmes críticos ou urgentes requerem a intervenção do operador no sistema, e ocorre quando alguma variável da planta começa a assumir valores indesejados.

Normalmente, nos sistemas supervisórios, os alarmes costumam vir na parte inferior da tela, sendo presente em todas as telas que não sejam *pop-up*. Para reconhecer um alarme, o operador pode realizar a supressão de um sinal sonoro, a intervenção direta na tela do supervisório e a aceitação do alarme;

5. Planejamento da hierarquia de navegação entre telas: O projetista deve permitir que o operador navegue progressivamente na planta, porém deve se atentar ao número excessivo de telas, já que o operador pode se perder dentro do supervisório. Além disso, é importante que haja um menu e que ele esteja presente em todas as telas, permitindo assim uma navegação entre telas de uma forma mais fácil;
6. Desenho de telas: Consiste no *layout* do supervisório. É aconselhável que se utilize símbolos e cores de forma que seja mais agradável ao operador. É importante inserir nome nos botões, se atentar à sua localização na tela e utilizar, sempre que possível, símbolos que facilitem o entendimento;
7. Gráficos: Os gráficos de tendência permitem que o operador monitore a evolução de uma variável do

processo e a eficiência da produção. Também permite que a gerência armazene dados para futuras auditorias. Assim, é importante que se defina quais variáveis do processo necessitam de um gráfico de tendência.

Já os gráficos em barras são utilizados para contagem de variáveis discretas e permitem que o operador acompanhe os limites da variável analisada;

8. Planejamento de um sistema de segurança: Nessa etapa, o projetista conseguirá restringir o acesso a certas telas e botões, permitindo que todos os operadores da planta utilizem o mesmo sistema supervisório, porém cada um poderá ter um acesso diferenciado;
9. Padrão industrial: Por fim, nessa etapa o projetista deve adequar o sistema supervisório com os demais aplicativos utilizados, a fim de manter um padrão para a empresa [5] [6].

II. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um sistema supervisório, utilizando o *software* Elipse SCADA, para semáforos cujos ciclos semafóricos são determinados pelas condições de tráfego em um cruzamento. Nesse sistema, quanto maior o fluxo proporcional em uma via desse cruzamento, maior será o tempo de “sinal verde”. O “sinal amarelo” apresenta um tempo fixo de três segundos e o “sinal vermelho” ocorre quando algum dos outros sinais, incluindo o de pedestres, está “aberto”, isso é, em “verde” ou “amarelo”. Por questões de segurança, durante o período das 22 horas às 6 horas, os semáforos ficam em estágio amarelo intermitente.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizando o *software* Elipse SCADA, foram seguidos os passos anteriormente descritos da seguinte forma:

1. Entendimento do processo a ser automatizado: O sistema para o qual será desenvolvido um supervisório são os semáforos das quatro vias de um cruzamento. Será realizado o controle dos quatro semáforos de veículos e do semáforo de pedestres.

Ao pressionar o botão liga, o semáforo de pedestres é aberto por dez segundos e os de veículos ficam fechados. Transcorrido os dez segundos, o semáforo de veículos da via 1 é aberto por um tempo predeterminado. O mesmo acontece com os semáforos das vias 2, 3 e 4, nessa ordem, sendo que um sinal somente é aberto quando o anterior se fechou.

Por fim, passado o tempo de sinal aberto na via 4, o semáforo de pedestres é aberto por dez segundos, reiniciando assim o ciclo.

O tempo dos sinais de veículos aberto é proporcional ao número de veículos do cruzamento que encontra na via onde o semáforo está instalado, sendo que o tempo total dos quatro semáforos abertos é igual a cem segundos e, em cada via, ele não pode ficar aberto por menos de dez segundos ou mais de setenta segundos. Esse tempo é calculado quando o semáforo de pedestres atinge os dez segundos aberto.

No período das 22 horas às 6 horas, automaticamente, o semáforo de pedestres deve estar desligado e os de veículos devem ficar em estágio amarelo intermitente

O operador pode desligar o sistema pressionando o botão desliga ou deixar o semáforo em estágio amarelo intermitente pressionando o botão intermitente. Em ambos os casos, para voltar à operação normal, deve-se pressionar o botão liga;

2. Tomada de dados (variáveis): As variáveis do sistema são:
 - Botoeira liga;
 - Botoeira desliga;
 - Botoeira intermitente;
 - Período do dia;
 - Número de veículos em cada via;
 - Tempo que cada sinal ficará aberto;
 - Contagem do tempo que cada semáforo fica no estágio verde;
 - Contagem do tempo que cada semáforo de veículos fica no estágio amarelo;
 - Estágios verde, amarelo e vermelho de cada semáforo;
3. Planejamento de banco de dados: Foram utilizadas tags do tipo RAM, uma vez que o sistema simulado não teve conectividade com um controlador. Elas foram agrupadas conforme representado na Figura 1 e são detalhadas a seguir:

- Alarmes e gráficos dos semáforos: Essas tags são responsáveis pelos alarmes que indicam se os semáforos estão abertos ou fechados e, no caso das tags “Tempo_restante_via_1”, “Tempo_restante_via_2”, “Tempo_restante_via_3” e “Tempo_restante_via_4”, também são utilizadas nos gráficos de tendência que serão detalhados posteriormente;
- Animações dos semáforos: Essas tags são responsáveis pelas animações dos semáforos presentes na tela principal. A tag “amarelo” é responsável pelas “luzes” amarelas, a tag “verde” pelas verdes e a tag “vermelho” pelas vermelhas;
- Botoeiras de entradas: Essas tags alteram o valor conforme as botoeiras “liga”,

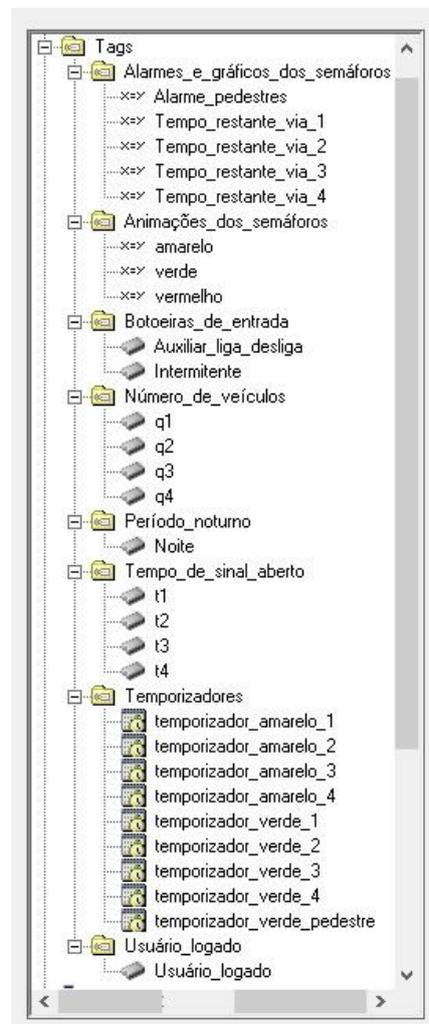


Figura 1 - Tags do sistema.

- “desliga” e “intermitente” são pressionadas.
- A tag “Auxiliar_liga_desliga” assume valor 1 quando a botoeira “liga” é pressionada e assume valor 0 quando a botoeira “desliga” ou “intermitente” é pressionada.
- Já a tag “Intermitente” assume valor 1 quando a botoeira “intermitente” é pressionada e valor 0 quando a botoeira “liga” ou “desliga” é pressionada;
- Número de veículos: Essas tags assumem o valor do número de veículos em cada via.
- A tag “q1” assume o valor do número de veículos na via 1, “q2” o número de veículos na via 2, “q3” o número de veículos na via 3 e “q4” o número de veículos na via 4;
- Período noturno: A tag “Noite” assume valor 1 quando o horário do sistema está

entre 22 horas e 6 horas, e valor 0 nas demais horas do dia;

- Tempo de sinal aberto: Essas tags assumem o valor do tempo que cada semáforo de veículos deverá ficar aberto, isso é, “t1”, “t2”, “t3” e “t4” é quanto tempo, respectivamente, os semáforos das vias 1, 2, 3 e 4 deverão ficar abertos.

Caso não haja veículos em nenhuma via, “t1”, “t2”, “t3” e “t4” assumem o valor 25. Quando há veículos em apenas uma via desse cruzamento, a tag correspondente ao tempo de sinal aberto nessa via assume valor 70 e as demais 10.

Para o caso de haver veículos em apenas duas vias desse cruzamento, nas vias que não há veículos as tags assumem o valor 10 e as demais são calculadas pela seguinte fórmula, sendo t_n o valor da tag e q_n o número de veículos naquela via:

$$t_n = 80 * q_n / (q_1 + q_2 + q_3 + q_4)$$

Quando há veículos em apenas três vias desse cruzamento, na via que não há veículos a tag assume o valor 10 e as demais são calculadas pela seguinte fórmula, sendo t_n o valor da tag e q_n o número de veículos naquela via:

$$t_n = 90 * q_n / (q_1 + q_2 + q_3 + q_4)$$

Por fim, quando há veículos nas quatro vias desse cruzamento, os valores das tags são calculadas pela seguinte fórmula, sendo t_n o valor da tag e q_n o número de veículos naquela via:

$$t_n = 100 * q_n / (q_1 + q_2 + q_3 + q_4)$$

Em todos os casos, se o valor de alguma dessas tags for menor que 10, ela assumirá o valor 10, e se for maior que 70, assumirá o valor 70. Os seus valores são atualizados quando o temporizador do sinal verde de pedestres atinge o valor 10;

- Temporizadores: Essas tags são responsáveis pela contagem do tempo. As tags “temporizador_amarelo_1”, “temporizador_amarelo_2”, “temporizador_amarelo_3” e “temporizador_amarelo_4” contam até três segundos, contagem essa do estágio “amarelo” dos semáforos das vias 1, 2, 3 e 4, respectivamente. A tag “temporizador_verde_pedestre” conta até dez segundos, contagem essa do estágio “verde” do semáforo de pedestres. Já a tag “temporizador_verde_1” conta até $(t_1 - 3)$ segundos, a tag “temporizador_verde_2” conta até

$(t_2 - 3)$ segundos, a tag “temporizador_verde_3” conta até $(t_3 - 3)$ segundos e a tag “temporizador_verde_4” conta até $(t_4 - 3)$ segundos. Esses temporizadores são responsáveis pela contagem do estágio “verde” dos semáforos das vias 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

- Usuário logado: A tag “Usuário_logado” assume valor 1 quando há um usuário logado e 0 quando não há.

Devido às limitações do *software* quanto ao número de tags, não foram adicionadas as tags correspondentes as saídas, porém elas funcionariam da seguinte forma:

- As tags relacionadas às luzes verdes dos semáforos, tanto de veículos quanto de pedestres, assumiriam valor 1 quando o respectivo temporizador do estágio verde estivesse ativado, e 0 quando estivesse desativado;
 - As tags relacionadas às luzes amarelas dos semáforos de veículos assumiriam valor 1 quando estivesse ativado o respectivo temporizador de estágio amarelo ou o sinal amarelo intermitente, e valor 0 nos demais casos;
 - As tags relacionadas às luzes vermelhas dos semáforos, tanto de veículos quanto de pedestres, assumiriam valor 1 quando nem a luz verde e nem a amarela daquele semáforo estiver ativada, e valor 0 quando alguma dessas luzes estiver ativada;
4. Planejamento de alarmes: Foram adicionados apenas alarmes normais. Eles indicam se o sistema está ligado, desligado, em estágio intermitente, que pode ter sido acionado pelo operador ou devido ao horário, e o estado dos semáforos, isso é, aberto ou fechado. Na tela principal estão presentes os alarmes instantâneos na parte inferior da tela, conforme mostrado na Figura 2, e na tela histórico de alarmes está presente o histórico de alarmes, conforme mostrado na Figura 3;

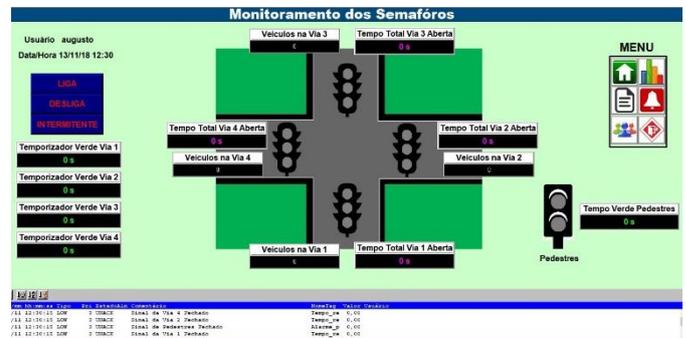


Figura 2 - Tela principal.



Figura 3 - Tela histórico de alarmes.

- Planejamento da hierarquia de navegação entre telas: Foram criadas quatro telas, sendo que a tela de login, dada na Figura 4, é a inicial. Efetuado o login, o usuário será direcionado para a tela principal, dada na Figura 2, onde poderá se deslocar para as demais telas através do menu lateral. A partir do menu, ele poderá ir para as telas gráficos e histórico de alarmes, solicitar relatório, gerenciar usuários e fazer *logout*;



Figura 4 - Tela de login.

- Desenho de telas: Foi utilizado fundo verde claro com o intuito de obter um maior conforto visual para os operadores. Os botões “liga”, “desliga” e “intermitente” são azul marinho com o nome escrito em vermelho, conforme ilustrado na Figura 5.

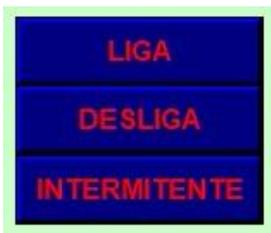


Figura 5 - Botões "liga", "desliga" e "intermitente".

Nos botões do menu foram utilizados símbolos intuitivos, conforme ilustrado na Figura 6, e eles se localizam na mesma posição nas telas principal e histórico de alarmes.

Para ilustrar os semáforos, foram utilizados desenhos de semáforos que mudam de cor (verde, amarelo e vermelho) conforme o estado dos



Figura 6 - Botões do menu.

mesmos, sendo que foi optado por colocar o semáforo de pedestres fora do desenho do cruzamento, a fim de não deixá-lo muito carregado, conforme ilustrado na Figura 7;

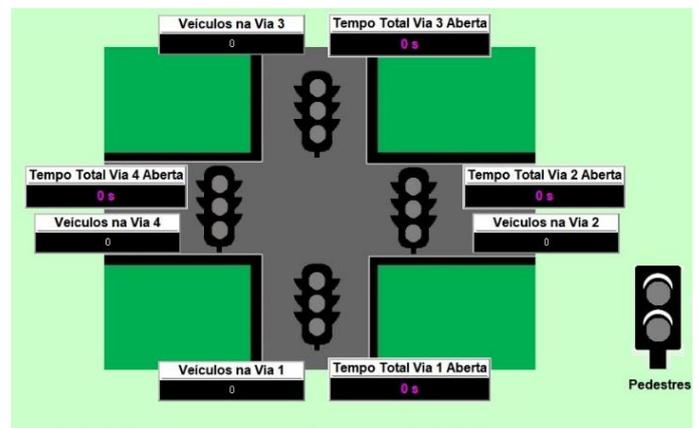


Figura 7 - Ilustração dos semáforos.

- Gráficos: Optou-se por utilizar gráficos de tendência para mostrar ao operador o tempo restante de sinal aberto em cada via. Esses gráficos estão ilustrados na Figura 8;



Figura 8 - Tela gráficos.

- Planejamento de um sistema de segurança: A tela de *login* foi adicionada com o intuito de limitar o acesso ao sistema supervisor. Assim, os supervisores podem acessar qualquer parte do

sistema, porém os operadores não podem gerar relatórios e gerenciar usuários;

9. Padrão industrial: O sistema supervisor foi desenvolvido para o sistema operacional Windows®.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quando o sistema foi simulado com todas as vias sem veículos, em cada uma o semáforo ficou aberto por 25 segundos, conforme pode ser visualizado na Figura 9.

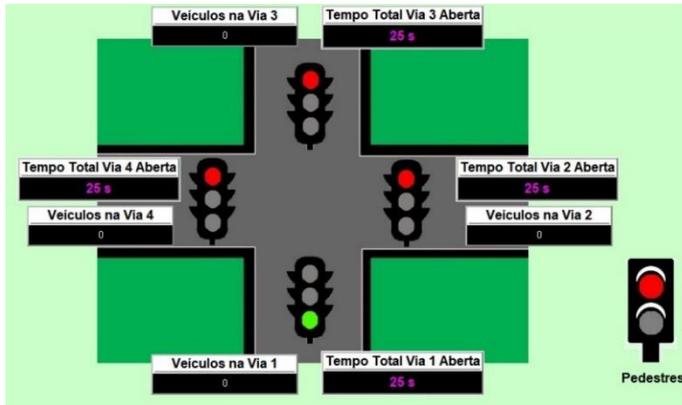


Figura 9 - Simulação do sistema com todas as vias sem veículos.

Com 12 veículos na via 1, 1 na via 2, 2 na via 3 e nenhum na via 4, foi obtido que o tempo de sinal aberto na via 1 é 70 segundos, na via 2 é 10 segundos, na via 3 é 10 segundos e na via 4 é 10 segundos, conforme pode ser visualizado na Figura 10.

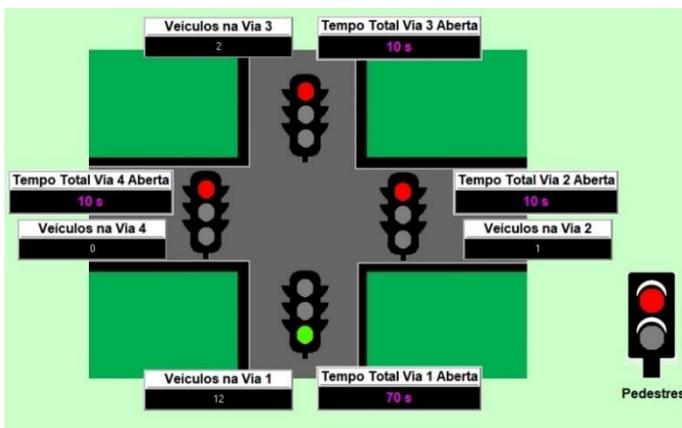


Figura 10 - Simulação do sistema com 12 veículos na via 1, 1 na via 2, 2 na via 3 e nenhum na via 4.

Com 5 veículos na via 1, 3 na via 4 e demais vias vazias, foi obtido que o tempo de sinal aberto na via 1 é 50 segundos, na via 2 é 10 segundos, na via 3 é 10 segundos e na via 4 é 30 segundos, conforme pode ser visualizado na Figura 11.

Com 8 veículos na via 1, 12 na via 2, 6 na via 3 e 4 na via 4, foi obtido que o tempo de sinal aberto na via 1 é 27 segundos, na via 2 é 40 segundos, na via 3 é 20 segundos e na via 4 é 13 segundos, conforme pode ser visualizado na Figura 12.

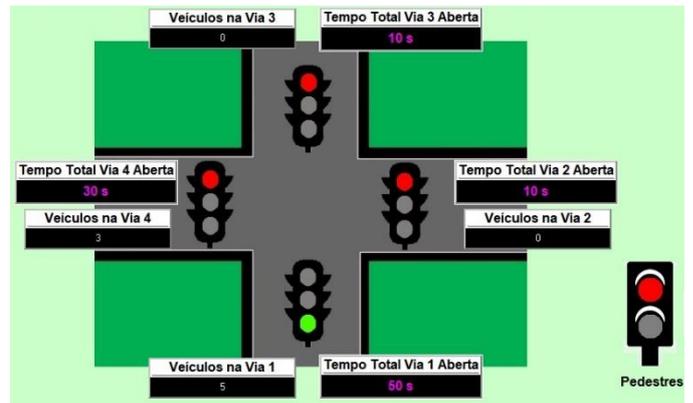


Figura 11 - Simulação do sistema com 5 veículos na via 1, 3 na via 4 e demais vias vazias.

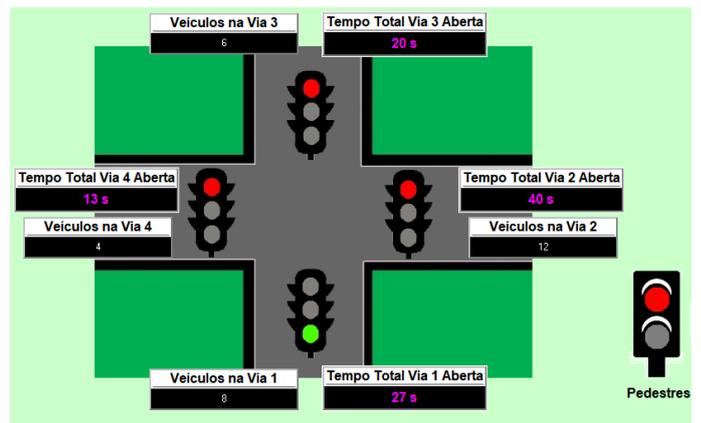


Figura 12 - Simulação do sistema com 8 veículos na via 1, 12 na via 2, 6 na via 3 e 4 na via 4.

Também foi simulado o sistema às 22 horas e 37 minutos, e, como era esperado, ele entrou no estágio amarelo intermitente, conforme pode ser visualizado na Figura 13.

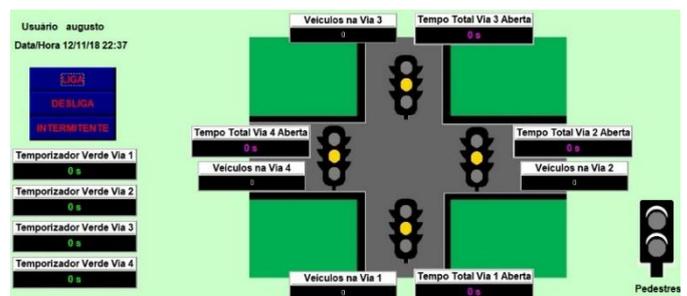


Figura 13 - Simulação do sistema às 22 horas e 37 minutos.

Conforme pode ser visto na Figura 14, o tempo restante de sinal aberto na via é registrado através de gráficos. Nas vias onde o sinal está fechado, o tempo associado a elas é zero.

Quando o supervisor pressiona o botão gerar relatório (os operadores não têm acesso a essa função), é gerada uma planilha que contém os usuários que fizeram login e o número de veículos em cada via ao longo do dia, conforme mostrado na Figura 15.

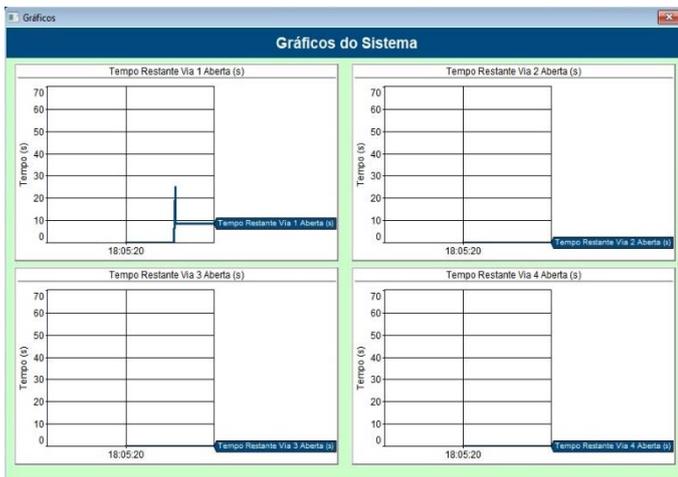


Figura 14 - Gráficos quando o sinal da Via 1 está aberto e os demais estão fechados.

	A	B	C	D	E	F
	Data/Horz	Usuário	Número de Veículos na Via 1	Número de Veículos na Via 2	Número de Veículos na Via 3	Número de Veículos na Via 4
3	#####		0	0	0	0
4	#####		0	0	0	0
5	#####		0	0	0	0
6	#####		0	0	0	0
7	#####		0	0	0	0
8	#####		0	0	0	0
9	#####		0	0	0	0
10	#####		0	0	0	0
11	#####		0	0	0	0
12	#####		0	0	0	0
13	#####		0	0	0	0
14	#####		0	0	0	0
15	#####		0	0	0	0
16	#####		0	0	0	0
17	#####	augusto	0	0	0	0
18	#####	augusto	0	0	0	0
19	#####	augusto	0	0	0	0
20	#####	augusto	0	0	0	0
21	#####	augusto	0	0	0	0
22	#####	augusto	0	0	0	0
23	#####	augusto	0	0	0	0
24	#####	augusto	0	0	0	0
25	#####	augusto	0	0	0	0

Figura 15 - Relatório gerado.

A tela histórico de alarmes, dada na Figura 16, contém os alarmes que foram ativados durante a execução do supervisor.

dd/mm	hh:mm:ss	TIPO	Estad	Alm	Comentário	Nome	Tarx	Tamx	Tamxio
14/11	13:24:04	LOW	2	ONACE	Sistema Desligado	Auxiliar	0,00	augusto	
14/11	13:24:06	REIGH	3	ONACE	Sinal Intermittente Ativado	Incessante	1,00	augusto	
14/11	13:23:37	REIGH	3	ONACE	Sinal da Via 2 Aberto	Tempo_re	20,00	augusto	
14/11	13:23:37	LOW	3	ONACE	Sinal da Via 2 Fechado	Tempo_re	0,00	augusto	
14/11	13:23:37	REIGH	3	ONACE	Sinal da Via 1 Fechado	Tempo_re	0,00	augusto	
14/11	13:23:37	REIGH	3	ONACE	Sinal da Via 1 Aberto	Tempo_re	20,00	augusto	
14/11	13:23:37	REIGH	3	ONACE	Sinal da Via 1 Aberto	Tempo_re	2,00	augusto	
14/11	13:23:37	LOW	3	ONACE	Sinal da Via 1 Fechado	Tempo_re	0,00	augusto	
14/11	13:23:37	REIGH	3	ONACE	Sinal de Pedestres Fechado	Alarme_p	0,00	augusto	
14/11	13:23:37	REIGH	3	ONACE	Sinal de Pedestres Aberto	Alarme_p	1,00	augusto	
14/11	13:23:37	REIGH	3	ONACE	Sistema Ligado	Auxiliar	1,00	augusto	
14/11	13:23:12	LOW	3	ONACE	Sinal da Via 3 Fechado	Tempo_re	0,00		
14/11	13:23:12	LOW	3	ONACE	Sinal de Pedestres Fechado	Alarme_p	0,00		
14/11	13:23:12	LOW	3	ONACE	Sinal da Via 2 Fechado	Tempo_re	0,00		
14/11	13:23:12	LOW	3	ONACE	Sinal da Via 4 Fechado	Tempo_re	0,00		
14/11	13:23:12	LOW	3	ONACE	Sinal da Via 3 Aberto	Tempo_re	0,00		
14/11	13:23:12	LOW	2	ONACE	Sistema Desligado	Auxiliar	0,00		
14/11	13:23:12	LOW	2	ONACE	Sinal Intermittente Desativado	Incessante	0,00		

Figura 16 - Tela histórico de alarmes.

A opção gerenciar usuários permite ao supervisor (os operadores não têm acesso) adicionar ou excluir usuários, alterar o nível de acesso dos mesmos, os logins e as senhas, conforme mostrado na Figura 17.

Através dessas simulações, nota-se que cada vez que o temporizador do sinal verde de pedestres atinge o valor de dez segundos, o tempo em que cada via deve permanecer com o sinal aberto é atualizado de acordo com o fluxo de veículos,

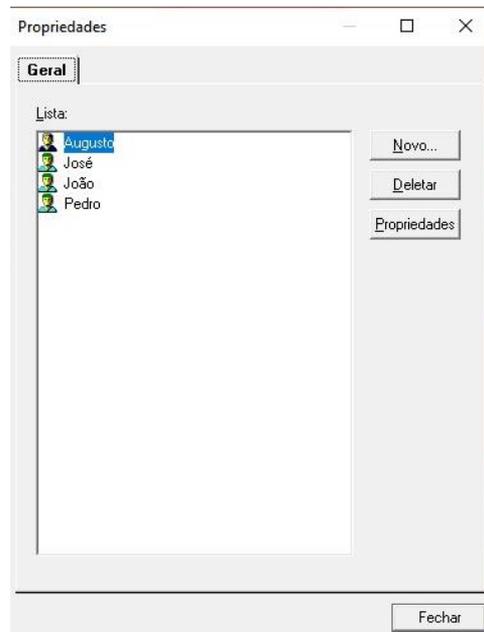


Figura 17 - Tela gerenciar usuários.

sendo que no período das 22 horas às 6 horas, o sistema passa a operar em estágio amarelo intermitente automaticamente.

V. CONCLUSÃO

O trabalho atingiu o seu objetivo de apresentar um sistema supervisor para semáforos cujos ciclos semaforicos são determinados pelas condições de tráfego em um cruzamento, já que todas as restrições foram atendidas e obtiveram-se resultados satisfatórios.

Para trabalhos futuros, propõe-se a interligação do sistema a um protótipo e a realização de uma análise da viabilidade de sua implantação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] YUKI, Helio Saburo. **Projeto de Controlador Inteligente para Semáforo**. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 2008. Trabalho Final de Graduação (Graduação em Engenharia de Controle e Automação).
- [2] SOUZA, Rodrigo Barbosa de. **Uma Arquitetura para Sistemas Supervisórios Industriais e sua Aplicação em Processos de Elevação Artificial de Petróleo**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN. 2005. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica).
- [3] MANHÃES, Daniel Corrêa. COZENDEY, Gustavo Gomes. **Projeto e Implementação de um Sistema SCADA com Supervisão Remota para uma Estação de Tratamento de Água**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. Campos dos Goytacazes, RJ. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação).
- [4] AZEVEDO, Philipe Kretzer e Castro de. **Desenvolvimento de um Sistema Supervisor de Lógicas de CLP no Ambiente de Geração de Energia**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 2013. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação).
- [5] PEDRUZI, Gerson Ovidio Luz. **Controle de Nível de Tanques Conectados Utilizando CLP CLIC-02 e Elipse SCADA**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 2014. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica).
- [6] BRANDÃO, Alexandre Santos. Apostila da Disciplina ELT 552 – Supervisão de Processos Agrícolas e Industriais do Curso de Pós-Graduação Latu Sensu em Automação e Controle de Processos Agrícolas e Industriais da Universidade Federal de Viçosa.