



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

XI Seminário de Extensão e Inovação
XXVI Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica
08 a 12 de Novembro - Guarapuava/PR



Sistema controlador de painéis de LED RGB aplicado a gestão inteligente de trânsito

RGB LED panel controller system applied to smart traffic management

Bruna Borsato Miskalo

brunamiskalo@alunos.utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

Paulo Denis Garcez da Luz

garcez@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

Luiz Fernando Pinto de Oliveira

l211516@dac.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil

RESUMO

Neste trabalho é relatado o desenvolvimento de um dispositivo eletrônico para ser aplicado em um sistema semafórico urbano, capaz de mostrar informações relevantes como o tempo restante do sinal e informações adicionais dos dados de sensores IoT, que sejam úteis para a melhoria do tráfego, com o objetivo de refinar o controle do trânsito, compartilhando informações úteis aos condutores e pedestres. Para tal, foram realizados estudos sobre o tema de gestão inteligente de tráfego, novas estratégias em desenvolvimento e aprimoramento nos últimos anos de pesquisa. Para propor melhorias no funcionamento do dispositivo tradicional, dados sobre as vias urbanas foram levantados e neles foram encontrados pontos que podem melhorar significativamente o trânsito. Através de estudos, notou-se que o sistema semafórico tradicional tem suas limitações como gastos excessivos com lâmpadas, problemas de falhas elétricas, sem contar que o congestionamento aumenta a emissão de gases poluentes e prejudica a saúde dos condutores e pedestres. Nesse sentido, há a possibilidade de que um controlador de painéis de LED RGB ofereça mais informações relevantes e claras, que serão recebidas da controladora semafórica através de comunicação UART, de forma a melhorar o trânsito atual tendo foco na diminuição do congestionamento. Logo, será desenvolvido um sistema microcontrolado de gerenciamento de painéis de LED que substituirá os grupos focais tradicionais semafóricos.

PALAVRAS-CHAVE: Semáforo. LED RGB. Gestão inteligente de trânsito.

ABSTRACT

This work reports the development of an electronic device to be applied in an urban traffic light system, capable of showing relevant information such as the remaining time of the signal and additional information from sensor data, in order to control traffic, sharing information useful to drivers and pedestrians. Studies were carried out on the topic of smart traffic management, new strategies under development and improvement in recent years of research and on the consequences of traffic on urban roads, in order to propose the principle and parameters of device's operation, based on the system's efficiency. Through studies, it was noted that the traditional traffic light system has its limitations, such as excessive expenses



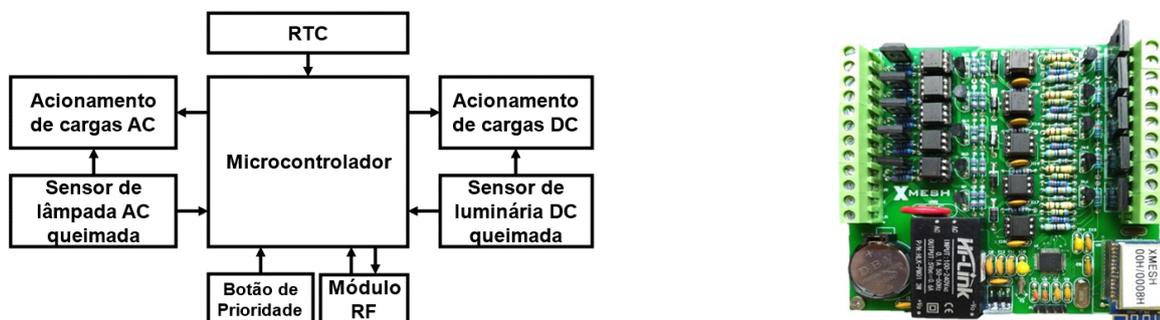
with light bulbs, problems with electrical failures, in addition to the fact that congestion increases the emission of polluting gases and harms the health of drivers and pedestrians. In this sense, there is the possibility that an RGB LED panel controller offers useful and clear information, received by a device via UART communication, so that it is possible to obtain a lower rate of traffic congestion. Soon, a micro-controlled LED panel management system will be developed that will replace the traditional traffic light focus groups.

KEYWORDS: Semaphore. RGB LED. Smart traffic management.

DESCRIÇÃO DO ESTADO DA TÉCNICA

De forma a propor um dispositivo eletrônico de baixo custo financeiro, em trabalhos anteriores os autores Oliveira et al. elaboraram um *hardware* controlador de semáforos com comunicação sem fio. Entende-se por *hardware* controlador, um circuito eletrônico que seja capaz de acionar e efetuar a leitura do estado de todas as suas lâmpadas (com alimentação AC/DC), possuir entrada para o botão de prioridade para pedestres e comunicar-se via rede sem fio por meio de um módulo radiofrequência (RF). Tanto a arquitetura de alto nível, quanto a placa do sistema eletrônico pode ser vista na Figura 1.

Figura 1 – Arquitetura de alto nível (imagem da esquerda) e placa eletrônica (imagem da direita) do sistema semafórico utilizado.



Fonte: Oliveira (2019).

A descrição completa de todos os blocos constituintes da arquitetura de alto nível do circuito eletrônico semafórico da Figura 1 pode ser encontrada em (OLIVEIRA; MANERA; LUZ, 2019). O controlador semafórico é capaz de acionar um Grupo Focal Veicular (GFV) - composto pelas lâmpadas vermelha, amarela e verde para veículos - e um Grupo Focal Pedestre (GFP) - composto pelas lâmpadas vermelha e verde de sinalização para pedestres.

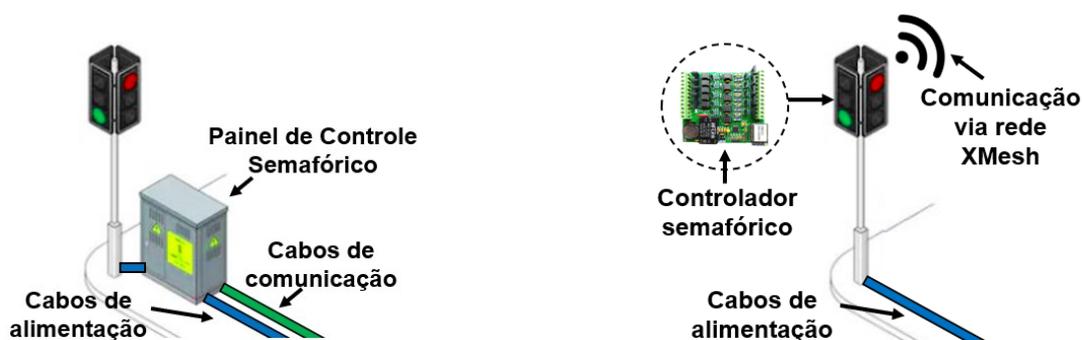
Os protocolos de comunicação ZigBee, Z-Wave, MiWi, Bluetooth, 6LoWPAN e 802.15.4 são alguns dos protocolos mais utilizados em Redes de Sensores Sem Fio (RSSF). Porém, embora já existam diversas aplicações tecnológicas utilizando tais protocolos, ainda existem melhorias significativas a serem exploradas, como: algoritmos de tabelas de roteamento, redução de gasto médio de energia, redução de latência entre nós de rede, aumento de banda, aumento de área de cobertura, aumento de nós na rede (STOJMENOVIC, 2005).

O presente trabalho faz uso da recente tecnologia de rede sem fio XMesh, desenvolvida especialmente para o conceito de cidades inteligentes (uso em dispositivos com pouca memória disponível e baixo poder de processamento, atendendo à inúmeros pontos de rede), capaz de fornecer uma *Virtual Private Device Network* (VPDN) para cada aplicação da rede (LUZ; MANERA; DONATTI, 2017; OLIVEIRA; LUZ; MANERA, 2020; OLIVEIRA; MANERA; LUZ, 2021). Com a utilização do sistema controlador em conjunto com a rede XMesh, elimina-se a necessidade de haver não só os painéis controladores semafóricos tradicionais, mas também os cabos de comunicação entre as diversas interseções da cidade. Como resultados, reduz-se as práticas de



vandalismo dos controladores semafóricos (devido sua reduzida dimensão, o sistema controlador utilizado pode ser instalado no interior dos GFV) e dos furtos de cabos (a comunicação é realizada via rede sem fio), que são os agentes causadores da inoperância de grande parte dos sistemas semafóricos. O sistema controlador de semáforos também realiza a implementação da rotina de Onda Verde (sincronia entre sucessivos cruzamentos/intercessões) em tempo real. A Figura 2 exibe as melhorias do sistema controlador utilizado como base para este trabalho.

Figura 2 – Comparação entre um sistema controlador de semáforos tradicional (imagem da esquerda) com o sistema controlador de semáforos utilizado como base neste trabalho.



Fonte: Oliveira (2020).

Nesse sentido, dando sequência aos projetos anteriormente já desenvolvido, este trabalho visa transformar um semáforo que possui apenas GFVs e GFPs em um semáforo com um painel de Diodos Emissores de Luz vermelho, verde e azul (do inglês *Light-Emitting Diode Red, Green, Blue* (LED RGB)) do tipo matricial e endereçável, dispostos em uma estrutura de suporte mecânica, possuindo curvas suaves de transição entre o painel de LED para pedestres e o painel de LED para veículos, além de uma luminária pública. E, por ser uma solução que visa aprimorar uma tecnologia anteriormente já existente, o novo semáforo também possuirá suas rotinas de controle e monitoramento via rede comunicação sem fio XMesh.

OBJETIVOS DA INVENÇÃO

Desenvolver um equipamento controlador de painéis LEDs para ser aplicado em um sistema semafórico urbano, onde serão trocadas informações entre a controladora semafórica (descrita na seção anterior) e os painéis, a fim de mostrar informações relevantes como, por exemplo, o tempo restante do sinal, informações adicionais do número de vagas disponíveis e dados de sensores oriundos de aplicações em *Internet of Things* (IoT) provenientes da região ao entorno do semáforo, para realizar o controle do trânsito e compartilhar tais informações com os condutores e pedestres, como apresentado na Figura 3.

Portanto, dentro da proposta deste trabalho, o uso de painel de LED RGB para o controle semafórico poderá contribuir com a gestão inteligente de trânsito, ao expor com clareza informações aos motoristas e pedestres, bem como auxiliar na melhora da saúde física e mental dos cidadãos. Em contrapartida, ao utilizar sensores de gases ou temperatura, por exemplo, pode contribuir para o desenvolvimento de novas políticas públicas de diminuição do impacto ambiental e dessa forma pode contribuir para a desaceleração do aquecimento global.



Figura 3 – Ideia inicial do semáforo com luminária e painéis de LED RGB aplicado à gestão inteligente de trânsito.



Fonte: A autoria própria.

VANTAGENS DA INVENÇÃO

Com o aumento da frota nacional de veículos e as limitações dos atuais sistemas semáforos que são rudimentares, os problemas de trânsito crescem cada vez mais, são temas diários na imprensa e frequentemente abordados pelos governos. Logo, existe uma crescente demanda por soluções que visam a maior fluidez do trânsito nos centros urbanos (AZEREDO, 2014; RODRIGUES, 2019).

De acordo com Giovanelli et al. (2011), a frota oficial de veículos da cidade de São Paulo em 2011, era de aproximadamente 7 milhões de veículos, onde 3,8 milhões destes veículos circulavam diariamente pelos 17 mil quilômetros de vias da capital paulista. Por conta da quantidade elevada de veículos nas vias, no ano de 2011, a Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) registrou uma velocidade média na cidade de São Paulo de 32 km/h no horário de pico da manhã (7 h às 10 h) e 18 km/h no horário de pico do início da noite (17 h às 20 h). A pesquisa foi realizada em alguns pontos da cidade e, em trechos com o trânsito mais intenso, a velocidade média chegou a 8 km/h. A lentidão do trânsito leva a um prejuízo de aproximadamente 30 bilhões de reais anuais em produtividade perdida e gastos materiais, principalmente, com o combustível desperdiçado (MUGNELA, 2012).

Uma vez que os veículos são a principal fonte de poluição do ar, quanto maior for a quantidade de veículos em circulação, maiores serão as emissões de gases nocivos à atmosfera. Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), os automóveis despejam todo o ano 1,7 milhões de toneladas de substâncias nocivas na atmosfera (GIOVANELLI et al., 2011). Cerca de 528 mil toneladas de poluentes locais foram emitidos por ano entre os períodos de 2003 a 2014. Com uma gestão de trânsito através de um sistema semaforico é possível reduzir em até 20 % a emissão de gases poluentes na atmosfera (OLIVEIRA, 2020). Além dos semáforos controlarem o trânsito através das cores, com a modernização dos sistemas atuais, seria possível adicionar sensores que indiquem os níveis de poluição nas vias, onde essas informações sejam relevantes para uma melhoria do trânsito.

O projeto visa contribuir com um dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) no Brasil da Organização das Nações Unidas (ONU). Especificamente o objetivo de tornar cidades e comunidades sustentáveis (Objetivo 11), onde até 2030 visa reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar e gestão de resíduos municipais (ONU, 2018).

Com isso, o conceito de cidade inteligente cresce continuamente, onde inclui tecnologias que promovem maior eficiência energética e serviços nas cidades. Há sistemas inteligentes para o monitoramento e gerenciamento das infraestruturas urbanas e antecipação a acidentes naturais, com o uso



de sensores e sistemas de inteligência artificial que percebem e respondem rapidamente a eventos ocorridos no mundo físico (WEISS; BERNARDES; CONSONI, 2015).

Para solução desses problemas, o projeto oferece abertura para uma série de aplicações para a gestão de trânsito onde não há a necessidade de utilização de fios, sendo possível integrar informações úteis aos pedestres e condutores, que podem ser apresentadas nos painéis de LED RGB de forma clara. Informações como temperatura, nível de emissão de CO₂, quantidade e orientação para as vagas de estacionamento disponíveis nas vias, a contagem do tempo em cada cor do semáforo e a possibilidade de se exibir a velocidade média dos veículos da via. O sistema realizará o controle dos painéis de LED RGB nos semáforos para veículos e para pedestres.

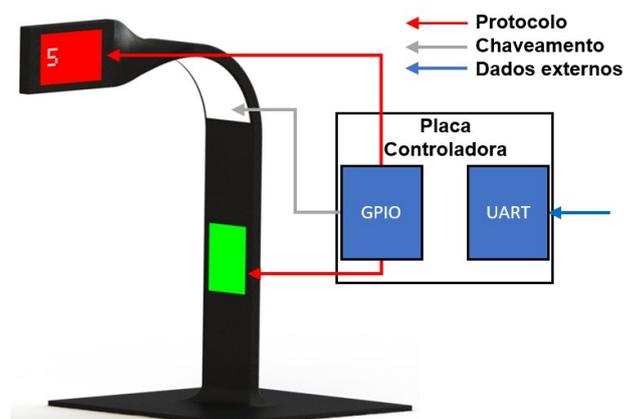
DESCRIÇÃO DETALHADA DO INVENTO

Partindo da primícia em projetar um painel de LED RGB, tanto para veículos, com 8 linhas e 24 colunas totalizando 192 LEDs RGBs SMD, quanto para pedestres, com 11 linhas e 9 colunas totalizando 99 LEDs RGBs SMD. Em vista que os LEDs ficam próximos um do outro, o que dificulta sua confecção caseira, o projeto foi realizado na plataforma CAD EasyEDA, e a prototipação está sendo realizada pela JLCPCB. Onde as trilhas de alimentação do protejo são grossas e bem aterradas, para reduzir a dissipação de calor.

Em vista que os LEDs RGBs são do tipo endereçáveis, o que necessita o uso de protocolos e barramentos de comunicação adequados, especificados pelo *datasheet* do fabricante, fez-se a idealização para utilizar um kit Arduino para realizar a programação das funções do semáforo. No entanto, cogita-se o uso de um microcontrolador de menor custo possível, que atenda aos requisitos de operar em elevados ranges de temperatura, devido às condições de trabalho de um semáforo real que fica exposto ao sol e chuva. Requer-se também que o microcontrolador possua um periférico UART para se comunicar com os dispositivos que enviarão as informações que serão exibidas no painel, sendo elas a cor e o tempo da cor do semáforo, dados de sensores oriundos de IoT ou outras informações relevantes aos cidadãos.

Ainda para o projeto de *hardware* e *firmware* do protótipo é necessário no mínimo 7 GPIOs de controle dos LEDs, 3 para o painel veicular, 3 para o painel de pedestres e 1 para acionar a luminária LED do próprio semáforo que, no protótipo poderá ser acionada via transistor, e na versão final deverá acionar via MOSFET (luminárias DC) e via tiristor (luminárias AC). Na Figura 4 é exibida a ideia inicial do sistema controlador de painéis de LED RGB aplicado à gestão inteligente de trânsito.

Figura 4 – Ideia inicial do sistema controlador de painéis de LED RGB aplicado à gestão inteligente de trânsito.



Fonte: Autoria própria.



O projeto, até o momento da submissão deste artigo, está na etapa de desenvolvimento do *firmware* onde irá interpretar os dados recebidos via UART, tais como tempos de vermelho, amarelo e verde veiculares; tempos de vermelho e verde para pedestres; e dados especiais como já citado anteriormente. As informações devem ser exibidas em regiões específicas da tela.

Vale ressaltar que os projetos dos painéis já foram enviados e estão no aguardo da finalização da prototipação para dar sequência nos testes com o desempenho dos painéis em relação ao *firmware* e funcionamento após a fixação dos mesmos na estrutura mecânica idealizada. O projeto poderá sofrer pequenas mudanças ao longo do tempo em virtude do aprendizado acumulado e dos resultados obtidos após a finalização de cada meta descrita anteriormente.

AGRADECIMENTOS

A todos os professores, por todos os conselhos durante os meus estudos, em especial ao Professor Paulo Denis Garcez da Luz e ao Luiz Fernando Pinto de Oliveira, que desempenham um trabalho fundamental na pesquisa científica.

REFERÊNCIAS

AZEREDO, L. E. de. **Seis fatores essenciais para o sincronismo entre semáforos**. 2014. Disponível em: <http://www.sinaldetransito.com.br/artigos/seisfatores.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2021.

GIOVANELLI, C. et al. **Trânsito. Só perdemos com ele**. 2011. 3p. Disponível em: <https://www.nossasaopaulo.org.br/wp-content/uploads/2011/04/veja060411.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2021.

LUZ, Paulo Denis Garcez da; MANERA, Leandro Tiago; DONATTI, Maurício Martins. **Dispositivo de Monitoramento da Rede Pública de Iluminação, Sistema de Monitoramento e Gerenciamento da Rede Pública de Iluminação e Método de Comunicação Sem Fio**. Número do Processo: BR 10 2017 023482 7, 31 out. 2017. Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

MUGNELA, B. S. **Genpolis prototipagem e aplicação de um simulador de trânsito voltado para otimização de sinalização semafórica por meio de algoritmos genéticos**. 8 p. Dissertação de mestrado - Universidade de São Paulo, 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/tde-21062013-121249/publico/DissertacaoVF.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2021

RODRIGUES, J. M. **Mapa da motorização individual no Brasil - relatório 2019**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.observatoriodasmetrolopes.net.br/wp-content/uploads/2019/09/mapamoto2019v2.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2021.

OLIVEIRA, Luiz Fernando Pinto de; MANERA, Leandro Tiago; LUZ, Paulo Denis Garcez da. **Smart Traffic Light Controller System. 2019 Sixth International Conference on Internet of Things: Systems, Management and Security (IOTSMS)**, p. 155-160, 2019.

OLIVEIRA, L. F. P. de. **Desenvolvimento de um sistema controlador de semáforos sem fio, com monitoramento e progressão semafórica em tempo real aplicado a cidades inteligentes**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Departamento de Semicondutores Instrumentos e Fotônica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020.

OLIVEIRA, Luiz Fernando Pinto de; LUZ, Paulo Denis Garcez da; MANERA, Leandro Tiago. **Sistema Semafórico**. Número do Processo: BR 51 2020 000162 9, 4 fev. 2020. Instituto Nacional da Propriedade Industrial.



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um
mundo em transformação

XI Seminário de Extensão e Inovação
XXVI Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica
08 a 12 de Novembro - Guarapuava/PR



OLIVEIRA, Luiz Fernando Pinto de; MANERA, Leandro Tiago; LUZ, Paulo Denis Garcez da. Development of a Smart Traffic Light Control System With Real-Time Monitoring. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 8, n. 5, p. 3384-3393, mar. 2021.

ONU, N. U. **Cidades e comunidades sustentáveis**. 2018. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>. Acesso em: 21 jul. 2021.

STOJMENOVIC, Ivan. **Handbook of sensor networks: algorithms and architectures**. 1. ed. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2005. 532 p.

WEISS, M. C.; BERNARDES, R. C.; CONSONI, F. L. **Cidades inteligentes como nova prática para o gerenciamento dos serviços e infraestruturas urbanas: a experiência da cidade de Porto Alegre**. Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management), 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/7PPdkzYV9xCL4kR4RbbPjMv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 jul. 2021.