

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA INTELIGENTE DE ILUMINAÇÃO EM LEDS CUSTOMIZÁVEIS (RGB) PARA APLICAÇÃO EM ESPAÇOS PÚBLICOS UTILIZANDO COMUNICAÇÃO WIRELESS¹

DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT LIGHTING SYSTEM IN CUSTOMIZABLE LEDS (RGB) FOR APPLICATION IN PUBLIC AREAS USING WIRELESS COMMUNICATION

Pedro Gelati Pascoal², Airam Teresa Zago Romcy Sausen³, Maurício de Campos⁴, Catherine Marquioro de Freitas⁵, Luiz Roberto Contri Hanke⁶, João Victor Pezzetta Roncata⁷

¹ Pesquisa Institucional Desenvolvida no Departamento de Ciências Exatas e Engenharias (DCEeng), pertencente ao Grupo de Automação Industrial e Controle (GAIC)

² Bolsista PIBIC/UNIJUI, aluno do curso de Engenharia Elétrica da Unijui, pedro.pascoal@sou.unijui.edu.br.

³ Professor Doutor do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da Unijui, orientadora, airam@unijui.edu.br.

⁴ Professor Doutor do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da Unijui, colaborador, campos@unijui.edu.br.

⁵ Bolsista PIBIC/UNIJUI, aluna do curso de Engenharia Elétrica da Unijui, catherine.freitas@sou.unijui.edu.br.

⁶ Bolsista de Extensão, aluno do curso de Engenharia Elétrica da Unijui, luiz.hanke@sou.unijui.edu.br.

⁷ Bolsista de Extensão, aluno do curso de Engenharia Elétrica da Unijui, joao.roncata@sou.unijui.edu.br.

INTRODUÇÃO

Com o crescente interesse em aumentar o rendimento de equipamentos eletrônicos relacionados a área de iluminação, proporcionando a economia energética, foram desenvolvidas novas tecnologias como as lâmpadas LED (*Light Emmiting Diode*). Esses dispositivos são compostos por materiais semicondutores de estado sólido que, ao serem excitados, produzem ondas eletromagnéticas com frequências perceptíveis ao olho humano (CHENG et al., 2014). Eles proporcionam baixas perdas por aquecimento, aumentando o rendimento proveniente da relação entre luminosidade e potência consumida, fornecendo assim, maior tempo de vida (SCHRATZ et al., 2016). Se forem comparadas às lâmpadas incandescentes e fluorescentes, uma lâmpada LED de 4,9 W terá o mesmo fluxo luminoso que uma fluorescente de 10 W ou uma incandescente de 35 W, sendo esse fluxo de aproximadamente 480 lúmens (JORNADA, 2015). As lâmpadas de LED convencionais são mais resistentes a impactos e vibrações, além de serem sustentáveis e seguras por não promoverem seu aquecimento e não emitir radiação infravermelha ou ultravioleta, bem como dispensar substâncias como o mercúrio, que é nocivo à saúde (DO, HWANG e YOO, 2013).

Uma das tecnologias empregadas a essas lâmpadas é o LED RGB, onde sua tonalidade branca é resultante da combinação das três cores primárias, o vermelho, o verde e o azul. Atualmente, através do avanço tecnológico referente a essa tecnologia, tornou-se possível efetuar o controle de luminosidade desses dispositivos, bem como a mudança das cores emitidas (ACKERMANN et al., 2006). Para o controle dessa classe de emissor luminoso são necessários drives. Esses circuitos chaveados proporcionam variações no módulo do sinal de saída, podendo ser implementada a modulação PWM (*Pulse Width Modulation*), que possui a capacidade de regular a tensão em cada um dos LEDs de um RGB através do controle do *duty cycle*, ou seja, da largura dos pulsos (BAUTISTA; LIOU; YEH, 2013), (PATHAK et al., 2015).

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica

ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

Esse sistema de variação de cores pode ser encontrado em equipamentos eletrônicos como televisores, computadores e painéis luminosos, além de sistemas de iluminação para festas e residenciais (BAUTISTA; LIOU; YEH, 2013), (DURRANI et al., 2018). Com base nessas informações, e com o intuito de estudar e implementar uma nova tecnologia de iluminação, baseada nos dispositivos LED, foi desenvolvido o projeto de iluminação da Praça da República de Ijuí – RS. Esse projeto consiste no controle de cores e de intensidade luminosa de refletores LED através de uma comunicação sem fio realizada por módulos de rádio frequência. Possibilitando acesso remoto do conjunto de luminárias e permitindo diferentes combinações de cores e efeitos visuais.

Palavras-chave: Iluminação sem fio, Praça da República de Ijuí, Luminária, Radiofrequência.

Keywords: Wireless lighting, Republic Square of Ijuí, Luminaire, Radio frequency.

METODOLOGIA

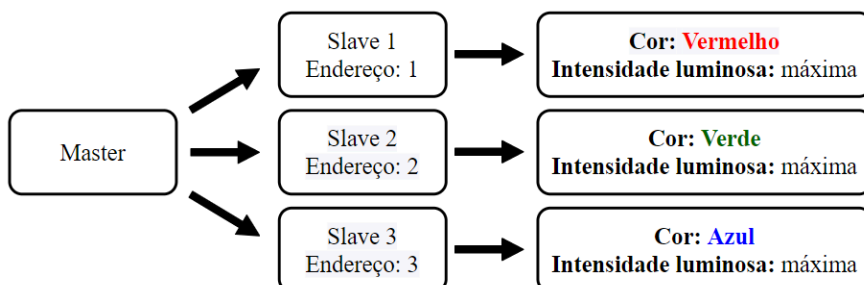
Através do referencial teórico desenvolvido, foram estudados métodos de comunicação capazes de manter uma boa integridade de transmissão de pacotes de dados para realizar a comunicação sem fio abrangendo a área total da Praça da República. Posteriormente, ocorreram as definições sobre a instalação dos módulos refletores de LED, bem como o projeto e confecção das placas de circuito impresso para o controle dos equipamentos. Por fim, foram determinadas as fontes geradoras de energia para os circuitos e suas localizações de instalação.

Os refletores de LED RGB utilizados no sistema de iluminação da praça possuem 100 W de potência, operando com tensão de alimentação de 220 V e nível de proteção IP66 para isolamento contra chuva e poeira. Sua mudança de cores é realizada através de um controle manual (sensor infravermelho), que permite 16 tonalidades de cores diferentes. Contudo, para a devida aplicação, os sensores infravermelhos foram removidos das luminárias, sendo desenvolvida a comunicação por rádio frequência através de uma comunicação serial que replicou o protocolo anteriormente utilizado. As luminárias foram interligadas entre pares a partir de uma placa de controle (*slave*) por conjunto (VENDRUSCOLO et al., 2019).

O sistema de comunicação e controle desenvolvido é composto por dois subsistemas, o *master* e os *slaves*. O primeiro envia os dados para determinar qual será a cor e a intensidade luminosa de cada setor de luminárias, o segundo recebe os dados e efetivamente realiza a troca de cor dos conjuntos. A transmissão de informações é realizada por rádio frequência, possibilitando 16 endereços distintos para os grupos de *slaves*, ou seja, permitindo o envio de diferentes configurações para cada um dos endereços, e assim caracterizar grupos distintos de luminárias. O funcionamento do sistema está simplificado na Figura 1.

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
 ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

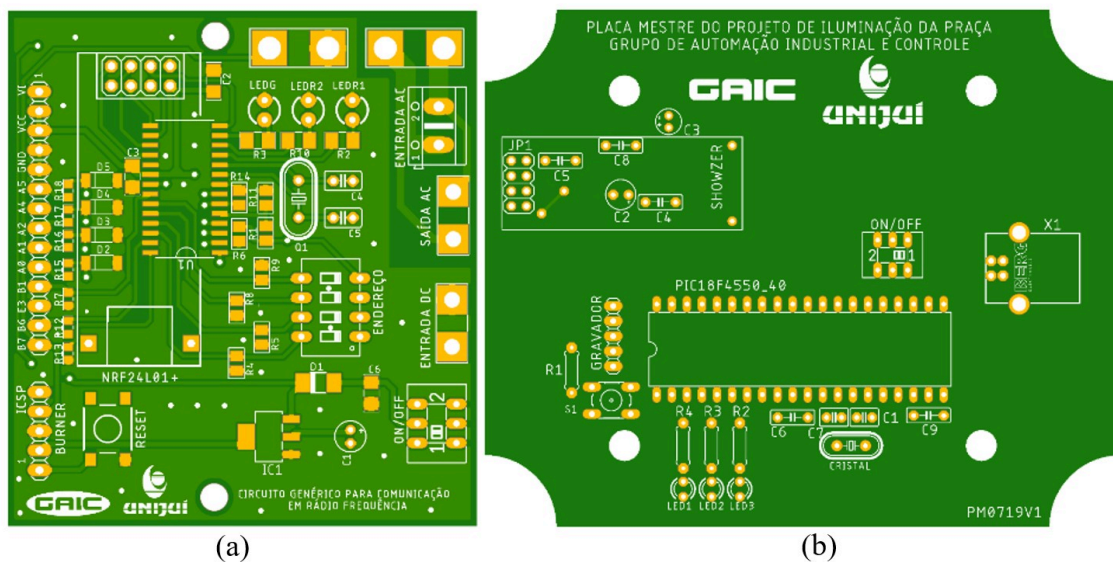
Figura 1: Fluxograma do *master* e dos *slaves*



Fonte: Autor (2020)

Os circuitos dos *slaves* e do *master*, foram projetados no *software* Eagle da Autodesk, na interface *schematic* e, posteriormente, na interface *board*, onde foram realizados os roteamentos dos circuitos. Os projetos das Placas de Circuito Impresso (PCI) na *board* podem ser verificados na Figura 2 (a) e (b).

Figura 2: (a) PCI do *slave*, (b) PCI do *master*



Fonte: Autor (2020)

A placa dos *slaves* foi configurada de modo a ser genérica, consistindo em um microcontrolador PIC16F916 e seus periféricos, bem como um módulo de rádio frequência NFR24L01 para a comunicação, além de uma chave DIP de 4 posições para definir entre as 16 possibilidades de

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

endereço dos conjuntos e conectores para alimentação dos dispositivos eletrônicos. As demais saídas do microcontrolador foram interligadas à um conector que possibilita futuras aplicações, se necessário.

O circuito do *master* é composto por um microcontrolador PIC18f4550 e seus periféricos, além de um módulo de rádio frequência NRF24L01 e LEDs para facilitar o *debug* do circuito. A alimentação e comunicação são realizadas via USB que, posteriormente, permitirá desenvolver uma interface gráfica para definir as cores e a intensidade luminosa dos setores.

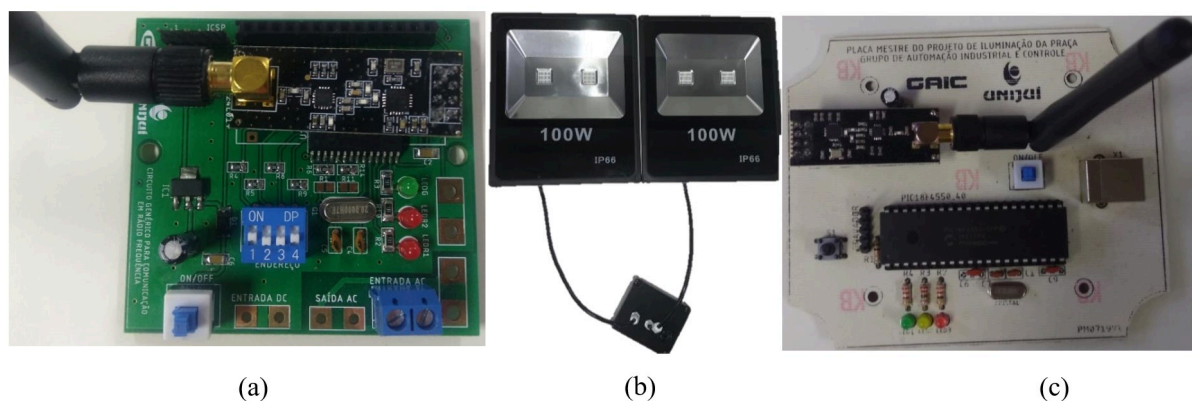
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o projeto da PCI genérica dos *slaves*, foi executada sua manufatura por uma empresa terceirizada. Posterior, os componentes das placas foram soldados pelos bolsistas nos laboratórios do Grupo de Automação Industrial e Controle (GAIC). O resultado está apresentado na Figura 3 (a).

A fim de montar os módulos de refletores, essas placas - Figura 3 (b) - foram fixadas em uma caixa patola 120 com IP65, pois as luminárias foram instalas em ambiente externo suscetíveis a chuva e a poeira. A Figura 4 ilustra a caixa – contendo uma placa de controle – e as duas luminárias. Ela possui duas entradas para conexão com as luminárias e uma entrada que possibilita a alimentação do circuito em 220 V. Internamente, a caixa também contém a fonte chaveada que fornece 5 V para o circuito de comunicação por rádio frequência.

Para realizar os testes dos módulos de iluminação foi confeccionada a placa *master*, bem como a soldagem dos seus componentes. Esses processos foram desenvolvidos no laboratório do GAIC. O resultado da placa *master* está exibido na Figura 3 (c).

Figura 3: (a) Protótipo do *slave*, (b) Módulo de iluminação, (c) Protótipo do *master*



Fonte: Autor (2020)

Após os testes finais de laboratório, abrangendo a etapa de controle da intensidade luminosa e das cores, bem como na integridade de envio de dados, o sistema de iluminação foi instalado e testado na prática. A verificação ocorreu durante as exposições do projeto Ciência para Todos, junto ao projeto Tech Day, que foi uma mostra interativa realizada no campus da UNIJUÍ entre os dias 21 e 25 de

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica

ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

outubro de 2019. Foram instalados módulos no ambiente interno da tenda do evento, bom como no ambiente externo. A partir dessa experiência foi observado que o funcionamento dos protótipos ocorreu de forma adequada, garantindo um bom desempenho de comunicação, proteção e isolamento contra intempéries.

Partindo dos resultados obtidos, iniciaram-se as instalações dos módulos de iluminação na Praça da República de Ijuí. Seu posicionamento foi desenvolvido conforme a análise dos locais de instalação buscando, da melhor forma, engrandecer os ambientes a partir das luzes coloridas. As luminárias foram direcionadas à flora presente e às construções. Sendo assim, foram identificados os pontos de alimentação junto a concessionária que atende a região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho foram desenvolvidos os projetos e a manufatura das placas de controle *master* e *slave* para efetuar a comunicação por radiofrequência através dos módulos NRF24L01. Ainda foram executadas as modificações necessárias nas luminárias de LED RGB, que formaram um módulo de iluminação juntamente com a caixa protetora dos circuitos. O projeto foi ensaiado em laboratório e posteriormente implantado na prática para a verificação de desempenho.

O sistema desenvolvido e instalado funcionou adequadamente, tanto nos eventos Ciência para Todos e *Tech Day*, quanto na Praça da República de Ijuí. Foi garantida a integridade do protocolo de comunicação implementado, o qual cobriu de forma efetiva toda a área requisitada. Observou-se que o isolamento para os circuitos é eficiente contra intempéries, pois eles não apresentaram defeitos até o momento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UNIJUI, ao CNPq pela bolsa de iniciação científica e ao Grupo de Automação Industrial e Controle (GAIC) pela disponibilização dos laboratórios para a realização das pesquisas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKERMANN B., SCHULZ V., MARTINY C., HILGERS A. e ZHU X., **Control of LEDs**. Conference Record of the 2006 IEEE Industry Applications Conference Forty-First IAS Annual Meeting, Tampa, FL, 2006, p. 2608-2615.

BAUTISTA M. G. V., LIOU W. e YEH M., **Dimmable multi-channel RGB LED driver**. 2013 IEEE ECCE Asia Downunder, Melbourne, VIC, 2013, pp. 1259-1262.

CHENG Y., CHEN J., LIU Y. e WANG S., **Development of wireless RGB LED dimming control technology using smart phone**. 2014 International Conference on Intelligent Green Building and Smart Grid (IGBSG), Taipei, 2014, p. 1-4.

DO, Trong-Hop, HWANG, Junho e YOO, Myungsik. **TDoA based indoor visible light positioning**

Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica

ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

systems. 2013 Fifth international conference on ubiquitous and future networks (ICUFN). IEEE, 2013.

DURRANI S. S., AHMAD A. Z., HASAN B. e BAKAR M. S., **A Robust Driver for RGB LEDs**, 2018 IEEE International Conference on Information and Automation for Sustainability (ICIAfS), Colombo, Sri Lanka, 2018, p. 1-6.

JORNADA J. A. H., **Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO**. Portaria nº 143, de 13 de março de 2015. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002234.pdf>>. Acesso em: 08 fev 2020.

PATHAK, Parth H., et al. **Visible light communication, networking, and sensing: A survey, potential and challenges**. IEEE communications surveys & tutorials. 2015. p. 2047-2077.

SCHRATZ, Michael, et al. **A new way to see the light: Improving light quality with cost-effective LED technology**. IEEE Industry Applications Magazine, 2016. p. 55-62.

VENDRUSCOLO B. P., MAINARDI A. C., COPETTI D. F., VIERA L. A. B., JARDIM S. F., CAMPOS M., **Desenvolvimento de Sistema para Controle remoto da Iluminação Decorativa da Praça da República de Ijuí – RS**. IX Seminário de Inovação e Tecnologia. Salão do Conhecimento. Outubro, 2019.

Parecer CEUA: 076/15