



GABRIEL DE SOUZA LIMA

ILUMINAÇÃO INTELIGENTE NO CAMPUS DA
UNISAGRADO

Bauru
2021



GABRIEL DE SOUZA LIMA

ILUMINAÇÃO INTELIGENTE NO CAMPUS DA
UNISAGRADO

Monografia do projeto de Iniciação Científica do curso de Engenharia Elétrica apresentado a Pró-reitora de Pesquisa e Pós- Graduação do Centro Universitário Sagrado Coração, sob orientação do Prof. Dr. Danilo Sinkiti Gastaldello.

Bauru
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo
com ISBD

L732i	Lima, Gabriel de Souza Iluminação inteligente no campus da UNISAGRADO / Gabriel de Souza Lima. -- 2021. 30f. : il. Orientador: Prof. Dr. Danilo Sinkiti Gastaldello Monografia (Iniciação Científica em Engenharia Elétrica) - Centro Universitário Sagrado Coração - UNISAGRADO - Bauru - SP 1. Smart City. 2. IoT. 3. Smart Campus. 4. Eficiência Energética. I. Gastaldello, Danilo Sinkiti. II. Título.
-------	--

Elaborado por Lidyane Silva Lima - CRB-8/9602

RESUMO DO PROJETO

No mundo contemporâneo, cada vez mais busca-se o desenvolvimento sustentável, aliando o crescimento econômico, social e ambiental. Nesse aspecto surgiu o conceito de Smart City, ou seja, uma área urbana que utiliza tipos diferentes de sensores eletrônicos da Internet das Coisas (IoT. sigla em inglês) para coletar dados e usá-los para gerenciar recursos e ativos eficientemente. Para estudar e simular o tema no âmbito acadêmico, surgiu o conceito Smart Campus, que nada mais é que a aplicação do conceito da cidade inteligente dentro da universidade. Sendo assim, a eficiência energética é um assunto que nunca sairá da pauta e a iluminação está inclusa nisso. Lâmpadas inadequadas para o ambiente, com alto consumo de energia e sem automação, contribui para um desperdício de energético. Em suma, o projeto visa apresentar uma proposta de automatizar o sistema de iluminação da UNISAGRADO proporcionando uma redução no consumo de energia elétrica. Estudos teóricos foram realizados para balizar o estudo proposto, além de novas pesquisas bibliográficas para contextualizar a importância do estudo. Infelizmente, a coleta de dados não foi realizada devido as restrições da COVID-19 no período. Assim, um pequeno ensaio experimental em casa foi realizado para estimar os benefícios alcançados com o uso da dimerização, mostrando que há eficiência no processo.

Palavras-chave: Smart City. IoT. Smart Campus. Eficiência Energética. Automação. Sistema de Iluminação.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO DO RELATÓRIO.....	4
2	INTRODUÇÃO TEÓRICA.....	5
3	OBJETIVOS.....	7
3.1	OBJETIVO GERAL	7
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4	JUSTIFICATIVA.....	8
5	METODOLOGIA	10
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	17
7	CONCLUSÕES FINAIS	20
8	PLANO DE TRABALHO	22
9	CRONOGRAMA	24
10	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1 INTRODUÇÃO DO RELATÓRIO

Os resultados parciais de pesquisa de iniciação científica referente ao edital de 2020/2021. O desenvolvimento da investigação não foi devidamente realizado conforme o cronograma, devido a pandemia da COVID-19. As restrições impostas por via de decretos governamentais, impossibilitaram o autor a realizar uma coleta de dados do campus da UNISAGRADO. Foi requisitado também os dados via remota, porém a instituição não tinha a maioria das informações e não informou as que possuía.

O levantamento bibliográfico sobre o projeto foi realizado conforme o previsto, com algumas definições importantes do rumo do estudo. A coleta de dados será feita se houver uma flexibilização das restrições de acesso a universidade. Caso não seja possível, será realizado uma estimativa para a realização da análise estatística, a confecção das tabelas e dos gráficos para inclusão no capítulo de resultados, a discussão dos resultados e os preparos do relatório final, monografia, do pôster e da apresentação para o Fórum de Iniciação científica.

2 INTRODUÇÃO TEÓRICA

De acordo o Departamento de Negócios do Reino Unido (2013), o termo Smart City é estimular e conceder ao indivíduo há ter maior participação na sociedade e ter um estilo de vida sustentável e dinâmico. Além disso, a cidade inteligente deve ser atraente para morar, visitar e trabalhar. Infraestrutura digital moderna, necessidade do cidadão em primeiro plano, a Internet da Coisas (IoT) para estruturas físicas inteligentes, abertura para novos modelos de negócios e transparência e divulgação dos resultados para a comunidade, são os cinco pilares desse conceito.

Com a comunidade científica dando grande enfoque no assunto, conforme Ferreira e Mendes (2018), os campuses universitários se comparam a pequenas cidades com a obrigação de oferecer serviços. Campus Inteligente implica a rápida reação ao cenário e disponibilização de serviços/informações sob demanda. A implementação, deve analisar o setor educacional, onde está inserido, já seu principal objetivo é dinamizar o ambiente de acordo com suas carências, logo contemplando aspectos como aprendizagem e ensino.

Como os empecilhos a resolver nesse âmbito, a engenharia é de suma importância para desenvolvimento de novas tecnologias. Especificamente na área elétrica, segundo Solís (2019) a inúmeros desafios como: geração de energia sustentável, eficiência no consumo de energia dos equipamentos, sensoriamento para análise de dados em tempo real, segurança etc...

No geral, conforme dados da Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia (2017), em 2014, 2015 e 2016, o desperdício de energia custou R\$ 61,7 bilhões. Visando Smart Campus, a Universidade Federal de Juiz de Fora (2011) criou um projeto com automação de lâmpadas LED (Diodo Emissor de Luz) em substituição das antigas, tendo uma economia de até 50% de energia elétrica. Isso deixa claro o quanto economicamente é importante melhorar o desempenho energético e consequentemente ajudar o meio ambiente.

Atualmente diversas universidades do país, tanto públicas como também privadas, aplicam-se na área de Smart Campus, principalmente na parte de economia de energia devido a economia. Vale destacar a Universidade Estadual de Campinas - Unicamp (2019), que juntamente com a Prefeitura de Campinas,

projeto de iluminação pública, além dos outros projetos. Outra com grande destaque a Faculdade de Engenharia de Sorocaba – FACENS (2019), que diminuiu 63% de consumo de energia na iluminação. Ressalta-se também que a FACENS possui diversos projetos em Smart Campus, sendo uma referência no Brasil.

Uma boa redução energética se obtém com desligamento automaticamente da iluminação quando o ambiente não necessita ficar iluminado sem pessoas, iluminação que regula a intensidade de luz evitando permanecer ligado de forma desnecessária, por exemplo. Freitas (2014) já descreve isso “O uso eficiente de energia, que pode ser entendido como a utilização da menor quantidade possível de energia para realizar um trabalho sem que se perca qualidade e segurança na realização”.

Para esse projeto de pesquisa, necessita estudar a necessidade de cada ambiente e o fluxo de pessoas em cada período. O controle eficaz disso, certamente reduzirá o custo e agrega conceito ambiental e inovador para a UNISAGRADO. Utilizando a IoT, será possível verificar remotamente o consumo e a operação da iluminação, assim facilitando ações preventivas e corretivas no sistema.

Esse artigo pode inspirar os alunos tanto da UNISAGRADO a continuar os projetos de Smart Campus, tanto as demais faculdades pelo Brasil. Para o público não acadêmico, servirá de exemplo para introdução desse sistema para cidades, condomínios, prédios etc...

Para a universidade, poderá analisar o artigo e verificar se realmente haverá redução do consumo e os objetivos já listados.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Realizar um estudo de automação luminotécnica no Campus da UNISAGRADO.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Estudo de melhoria da eficiência energética no sistema de iluminação no campus;
- b) Visualizar resultados e condição do sistema remotamente;
- c) Diminuir o consumo de energia elétrica no campus;
- d) Estimular o tema Smart Campus na comunidade acadêmica;

4 JUSTIFICATIVA

De acordo com Muse (2019), retificando o assunto abordado na introdução, a iluminação pública nas cidades inteligentes pode reduzir o consumo de energia elétrica de 50% até 70%. Pode-se comparar a iluminação pública com a iluminação da área externa e ambiente comuns de campus universitários. Apesar do custo alto inicial para o sistema, a vida útil longa é um fator decisivo na economia. Abaixo verifica-se os benefícios e malefícios do sistema com iluminação LED segundo Muse (2019).

Figura 1 – Benefícios e Desafios de Iluminação Pública adotando LED.

ASPECTOS	BENEFÍCIOS / OPORTUNIDADES	DESAFIOS / RISCOS OU AMEAÇAS
SOCIAIS	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Visibilidade ▼ Ofuscamento ▼ Crimes e risco de acidentes ▼ Poluição luminosa ▼ Luz intrusiva (controle maior da direcionalidade) ▼ Fadiga ocular e o estresse (TCC e luminosidade ajustáveis) 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Espectro de luz azul (prejudica ciclo adormecer/despertar) • Observar as preferências e cultura local
ECONÔMICOS	<ul style="list-style-type: none"> ▼ Preço ao longo da vida útil do produto ▼ Redução do consumo de energia em 50-70% ▼ Pessoas para manter o sistema <ul style="list-style-type: none"> • Múltiplas opções de financiamento; • Existência dos instrumentos financeiros (COSIP) 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Aquisição inicial ▲ Custo da substituição (equipamento) ▲ Chance de falha ▲ Custo de reposição (mão de obra qualificada) ▲ Chance de mudança de cor (dissipar calor na luminária) <ul style="list-style-type: none"> • Capacidade técnica (contratar assessorias técnicas) • Capacidade de crédito municipal (especialmente cidades médias e pequenas) • Controle de qualidade insatisfatório
AMBIENTAIS	<ul style="list-style-type: none"> ▼ Perturbador para alguns animais selvagens ▼ Atrair insetos ▲ Vida útil ▼ Sky Glow (Diminuição da percepção natural do céu) 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Disruptivo para animais noturnos ▼ Opções de eliminação de resíduos. <ul style="list-style-type: none"> • Usa alguns dos elementos raros da tabela periódica.
TÉCNICOS - NORMATIVOS	<ul style="list-style-type: none"> • Existem vários programas para avaliar e classificar a eficiência energética, desempenho e qualidade 	<ul style="list-style-type: none"> • Normas técnicas estão em evolução • Normas de qualidade nem sempre são atendidas
REGULATÓRIOS	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminação como serviço – aluguel de tecnologia • Venda de dados • Transferência da posse dos ativos da IP ▲ Controle do serviço 	<ul style="list-style-type: none"> • PPP pode ser difícil para cidades menores • Potencial desvantagem para o Poder Público se não tiverem o direito sobre os dados • Atualização da legislação específica, ambientais e PPP • Nova legislação requer a obrigatoriedade ao atendimento de normas técnicas • Transferência da posse dos ativos da IP (adaptação difícil)

Fonte: <http://dissertacoes.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli2654.pdf>

Nota-se que os benefícios são grandes na área econômica, segurança e de saúde. No quesito ambiental os maiores problemas são no descarte dos resíduos e no distúrbio para animais noturnos. O estudo do local e da viabilidade do projeto é decisivo para minimizar ou erradicar esses riscos.

Vale ressaltar que como o Brasil possui clima tropical, lâmpadas LEDs não atrai insetos, segundo Nogueira (2011). Iluminação para ambientes externos, Nogueira (2011), o sistema que adota LED tem maior aceitação dos usuários. Porém, devido ao alto custo desse último sistema mencionado, para ambientes internos outros tipos de luminárias devem ser adotados para balancear o custo de instalação. Pode-se reaproveitar a iluminação já existente

para automatizar intensidade de luz de acordo com horário, desligamento automático etc...

No geral, a o intuito é estudar as necessidades sociais rotineiras de cada ambiente do campus e integrar a informática de modo a otimizar o sistema de iluminação, reduzir gasto energético, facilitar preventivas e corretivas no modelo.

A Microsoft (2019) divulgou um estudo que 88% das pessoas entrevistadas afirmam que a IoT se tornará essencial para o sucesso da companhia, e 94% afirmam que utilizarão a tecnologia dentro dos próximos dois anos. Isso retifica que pesquisas nesse campo são de extrema importância, um tema super atual para qualquer sistema que possa utilizar gerenciamento de dados para automação. Maior quantidade de dados de entrada obtidos resulta em uma resposta mais precisa, de acordo com o que se deseja.

No ramo da Engenharia, é notável que cada vez mais precisará da Informática para auxiliar tanto na coleta de dados, compilação e resposta dos sistemas. No projeto em questão, os dispositivos inteligentes podem economizar energia elétrica aumentando ou reduzindo sua intensidade de luz, ligando e desligando a iluminação. As medidas também estendem a vida útil das luminárias, já que elas iluminam o sistema somente quando necessário.

Em suma, alguns questionamentos que surgiram para a proposta, pois é impossível afirmar sem um estudo analítico do campus. As indagações são: Seria possível unir os conceitos Smart Campus e a IoT com baixo custo no Brasil em 2020? Seria possível deixar o sistema com sustentabilidade ambiental, social e energética? Quanto percentualmente o sistema automatizado geraria de redução para convencer não só a UNISAGRADO, como outras instituições a optarem pela melhoria?

5 METODOLOGIA

Para os cálculos luminotécnicos há diversas maneiras para definir a quantidade luminárias para o ambiente. Baseando no fluxo do catálogo do fabricante, avalia-se as informações fornecidas sobre as lâmpadas. Avaliando fluxo luminoso, vida média, potencia, comprimento, diâmetro, índice de reprodução de cores e temperatura correlata de cor. Para isso necessita de uma vasta pesquisa nas lâmpadas disponíveis no mercado, além de avaliar a relação custo-benefício.

Outro método de avaliação é pela quantidade lumens, consiste em obter o fluxo luminoso total necessário para então calcular o número de luminárias necessárias para obter tal fluxo. O fluxo luminoso pode ser calculado a partir da seguinte fórmula:

$$\Phi = \frac{S \cdot E}{\mu \cdot d}$$

Onde:

- Φ = fluxo luminoso total, em lúmens;
- S = área do recinto, em m²;
- E = iluminância ou nível de iluminação, em lux;
- μ = fator/coeficiente de utilização;
- d = fator de depreciação ou de manutenção;

A partir do fluxo luminoso total necessário, determina-se o número de lâmpadas da seguinte forma:

$$n = \frac{\Phi}{\phi}$$

Onde:

- n: número de lâmpadas;
- Φ : fluxo luminoso em lumens;
- ϕ : fluxo luminoso de cada lâmpada;

Além disso, necessita-se levar em consideração o fator reflexão que variam conforme as cores. Para efeito de cálculo luminotécnico simplificado, utiliza-se a tabela abaixo, conforme Luz (2019).

Figura 2 – Fator de Reflexão conforme as cores.

Teto branco	75%
Teto claro	50%
Parede branca	50%
Parede clara	30%
Parede medianamente clara	10%

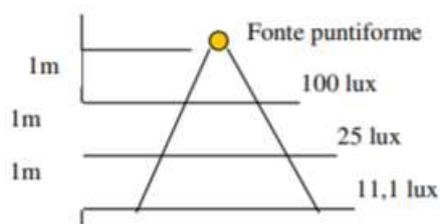
Fonte: <https://hosting.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Livros/Luminotecnica.pdf>

É possível calcular a intensidade luminosa em um dado ponto e quando existir vários projetores basta somar a intensidade emitida por cada projetor naquele ponto, esse é método das intensidades luminosas ou método ponto a ponto. Esse tipo é aconselhável para ser usado quando as dimensões da fonte luminosa são muito pequenas em relação o plano iluminado, respeitando as leis de Lambert. Em concordância disso Luz (2019) mostra na seguinte fórmula:

$$E = \frac{I(\theta) \cos \theta}{d^2}$$

- E: iluminamento em lux;
- I: intensidade luminosa em candelas;
- θ : ângulo entre a vertical à superfície receptora e o ponto a ser iluminado;
- d: distância do foco luminoso ao ponto;

Figura 3 – Ilustração do método das intensidades luminosas



O método gráfico é para verificar via software os dados amostrais e teóricos, retificando os encontrados ou apontando equívocos. Existem muitos programas para o estudo da luminotécnica, porém o DIALux é um software livre facilitando o acesso, além de estar no mercado desde 1994. Basta inserir os dados do ambiente e das luminárias que se obtém a distribuição de luminância no recinto.

Para a parte de automatização, é inviável aplicar o estudo no campus todo da UNISAGRADO. Logo, simulações para cada ambiente serão feitas em escalas menores pelos motivos de tempo, custo, disponibilidade dos locais e perturbações. Posteriormente, verificados os devidos problemas ou benefícios para o campus inteiro, constará nos devidos cálculos e conclusões a demanda de toda a universidade.

Diferentes componentes conhecidos em automação serão utilizados no processo de estudo de eficiência energética, no entanto, algumas seções teóricas serão apresentadas a seguir para apresentar os componentes mais importantes.

5.1 ARDUINO

Arduino é uma placa para criação de protótipos eletrônicos de código aberto com hardware e software livres (saídas e entradas digitais livres assim como sua programação). Possui o intuito de oferecer ferramentas simples e de baixo custo para projetos interativos. Uma placa Arduino é composta, basicamente, por um controlador Atmel AVR de 8 bits, uma interface serial ou USB e alguns pinos digitais e analógicos.

Se utilizando destes componentes é possível criar e conectá-lo a outros componentes (como um computador). Basicamente, o arduino é uma base que auxilia na criação de outros projetos, ao final, a placa Arduino é retirada e trocada por uma placa de circuito impresso, com cabos soldados e fixos.

A parte de software é desenvolvida por meio de linguagem C/C++ — e tudo isso acontece em um ambiente gráfico escrito em Java. Ele ainda traz um firmware embutido e que é carregado na memória ROM da placa.

Arduino Uno é o nome da primeira placa de Arduino com USB, e também uma referência quando se fala de Arduino, é a placa mais utilizada.

O Arduino Uno é uma placa de Arduino que tem como microcontrolador principal o ATmega328P da fabricante Atmel. Tem 14 pinos digitais que podem ser utilizados como entrada e/ou saída, sendo que desses 14 pinos, 6 deles podem ser utilizados como saída PWM que é um tipo de sinal elétrico para controle de motor por largura de pulso ainda tem mais 6 pinos de entrada para sinais analógicos. Para o clock do microcontrolador é utilizado um cristal oscilador de 16Mhz, tem também conexão USB e um conector para ligação da fonte de energia, um conector para programação e um botão de reset para reiniciar a placa.

5.2 ESP32e e ESP8266

A ESP32, assim como o Arduino, é uma placa de desenvolvimento. Isso significa que ela possui todos os recursos que você precisa para criar seus projetos. A fim de entendermos melhor essa placa, você irá conhecer quem a fábrica e quais são as suas principais funções.

Se trata de um microcontrolador comum, com o diferencial de capacidade de comunicação por wifi. O dispositivo se conecta com o wifi fazendo conexão TCP/IP usando comandos Hayes.

Pode ser utilizado em diversos meios, como: internet das coisas, transmissão/processamento de dados, gerenciamento à distância, webserver, etc.

5.3 METODOLOGIA DOS ENSAIOS

Inicialmente o controle seria realizado utilizando o Arduino UNO R3 com placa WIFI para conectar em uma rede de gerenciamento. Porém, com o levantamento bibliográfico realizado, a placa ESP32 foi identificada como a que melhor se enquadra para o projeto. A placa em questão tem um hardware mais robusto em todos os quesitos, além de placa wi-fi integrada. Para exemplificar a figura abaixo exemplificará o comparativo entre os dois e o ESP8266, antecessor do ESP32.

Figura 4 – Comparativo do Arduino UNO R3 com ESP32 E ESP8266

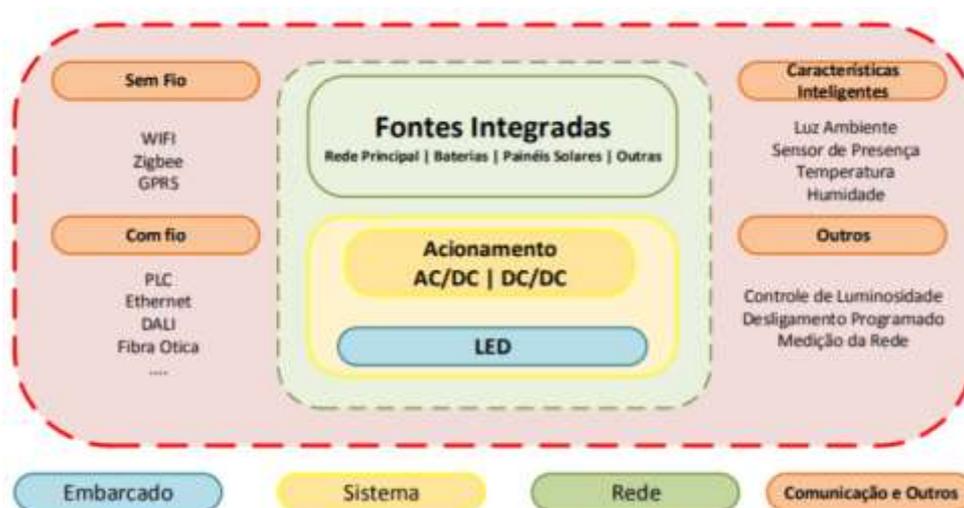
	ESP32	ESP8266	ARDUINO UNO R3
Cores	2	1	1
Arquitetura	32 bits	32 bits	8 bits
Clock	160MHz	80MHz	16MHz
WiFi	Sim	Sim	Não
Bluetooth	Sim	Não	Não
RAM	512KB	160KB	2KB
FLASH	16Mb	16Mb	32KB
GPIO	36	17	14
Interfaces	SPI / I2C / UART / I2S / CAN	SPI / I2C / UART / I2S	SPI / I2C / UART
ADC	18	1	6
DAC	2	0	0

Fonte: <https://www.fernandok.com/2017/11/introducao-ao-esp32.html>

Essa ferramenta possui a mesma interface de programação de Arduino, com programação com linguagem C. O custo é parecido com o Arduino UNO R3, o último tem o preço de R\$ 70,00 e o ESP32 de R\$ 60,00. O ESP32 tem aplicações comerciais em larga escala, assim possui uma funcionalidade além da educacional, como proposto no início na proposta de pesquisa anteriormente.

Para exemplificar os níveis de interação que seguirá no projeto, abaixo segue uma ilustração de Castro (2013) da automação de iluminação.

Figura 5 – Níveis de Integração em sistemas de iluminação inteligentes.

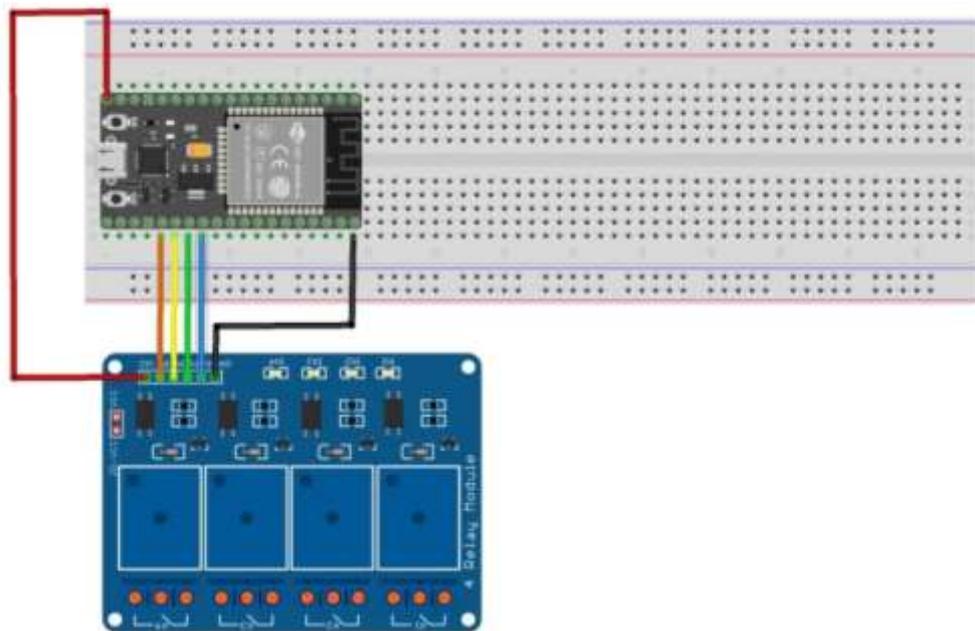


Outro dispositivo necessário é um módulo Dimmer com TRIAC para fazer o controle de intensidade de luz, pois a carga é em corrente alternada. Além disso, para energizar o Arduino necessita-se de uma fonte 12V. O controle por horário, por presença de pessoas e gestão de ambientes não forem eficientes, poderá se acoplar sensores de umidade e de temperatura para auxiliar o sistema.

Para aplicação remota simulada, por via de um computador comum como servidor, utilizará por meio de um endereço de rede acionar o controle do Arduino para mostrar as facilidades do controle remoto. As possibilidades remotas são enormes com a IoT, por intranet, internet, bluetooth, smartphones, rádio, tablets etc... Como o fim é experimental, um servidor comum para uma intranet é suficiente.

Para o acionamento de cada circuito precisaremos de relés de acionamento de circuitos. Um circuito de amostra para uma lâmpada será apresentado abaixo utilizando um módulo de relés, possuindo circuito próprio contra corrente inversa, que pode danificar o controlador.

Figura 6 – Esquemático do Projeto Esp32 Wifi com Relés para Automação.



Fonte: <https://www.usinainfo.com.br/blog/projeto-esp32-wifi-para-automacao-no-controle-de-reles-pela-internet/>

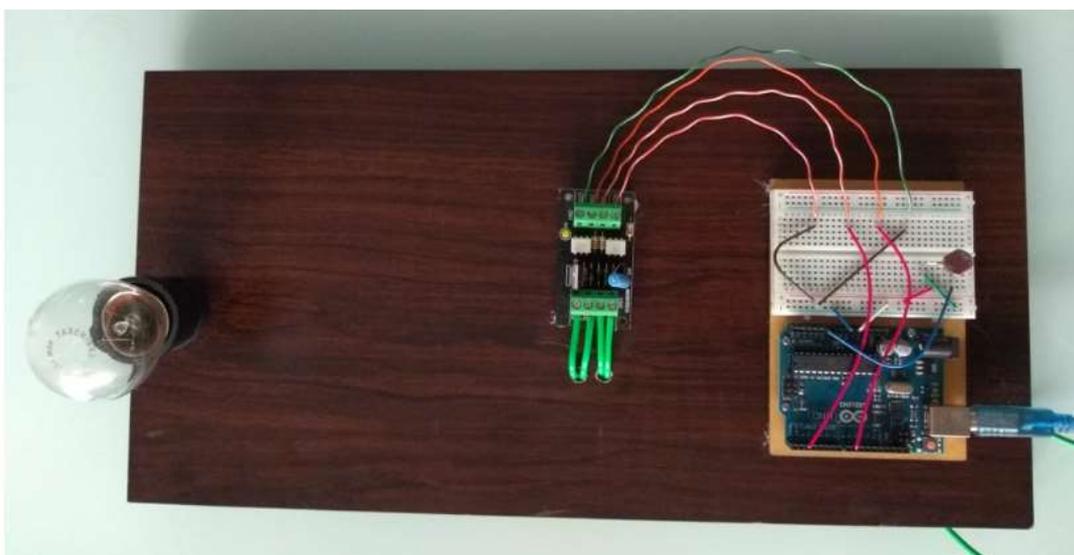
Logo, para cada relé é um circuito que o controlador aciona. Em bancada será feito o esquema para os circuitos de iluminação externa e para salas de aulas, a fim de ter um comparativo de eficiência.

Com a impossibilidade de medidas em campo, um experimento mais simples foi proposto para verificar a eficiência energética alcançada com o uso da dimerização de lâmpadas.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O protótipo proposto foi construído sobre uma base de madeira para fixação da placa Arduino, do protoboard e do bocal para instalação da lâmpada utilizada.

Figura 7 – Protótipo



Fonte: Próprio Autor

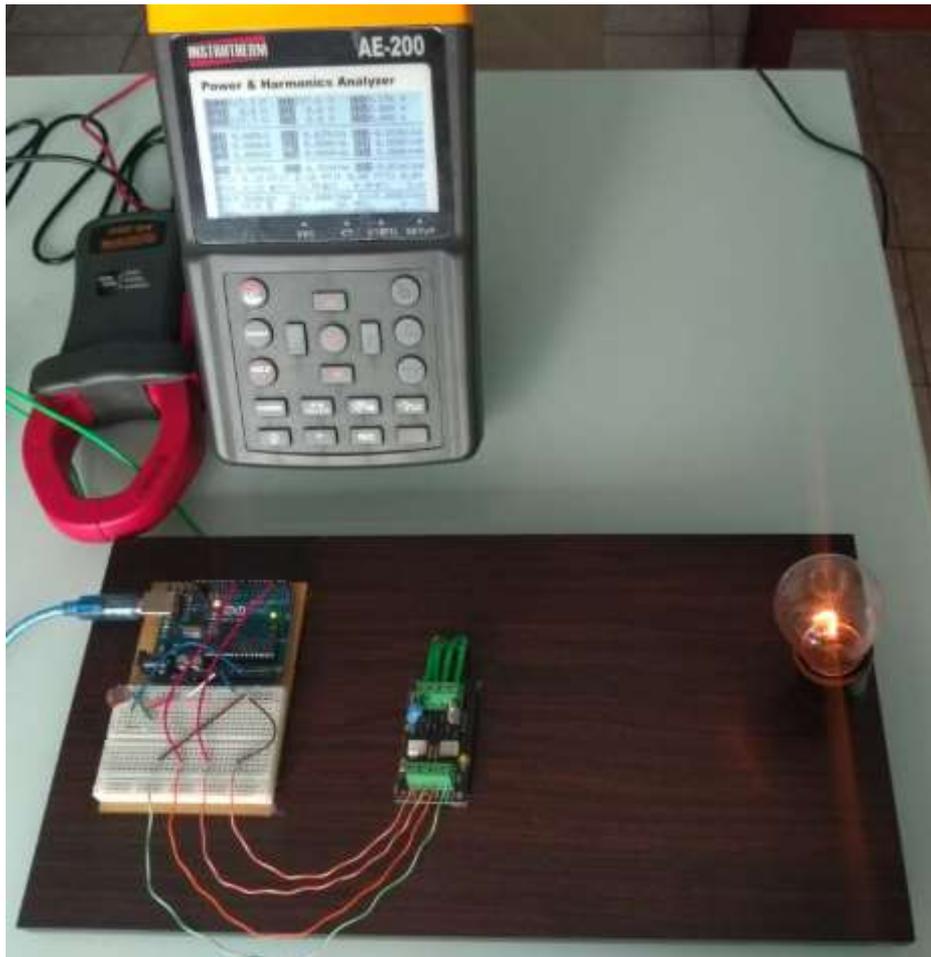
Com o objetivo de simular o uso real do dispositivo, foi adotado a distância de dois metros entre a lâmpada acionada e o sensor utilizado para a leitura de intensidade luminosa. O ambiente simulado foi dimensionado para que a luz natural proveniente da sacada e a luz artificial da lâmpada, incidissem com o mesmo ângulo de 180° no sensor.

A única fonte de luz natural presente no ambiente de simulação veio da sacada, com cortinas parcialmente abertas para aproximar o experimento de uma situação real.

Como parâmetro de teste, foi adotado o setpoint de 70lux, aferido na posição do sensor com o auxílio do luxímetro. Dessa forma, foram realizadas medições durante o experimento para verificar se a quantidade de lux pré-estabelecida estava sendo mantido pelo sistema.

As medições de consumo de energia foram realizadas pelo Analisador que foi posicionado instalado a montante do sistema, para simular o medidor da concessionária.

Figura 8 – Sistema montado



Fonte: Próprio Autor

Foram realizadas medidas com e sem o sistema de dimerização e os resultados são apresentados a seguir.

Tabela 1 – Resultados alcançados

Dia	Consumo no período de 6 horas com sistema ativo (kWh)	Consumo no período de 6 horas sem sistema ativo (kWh)	Redução percentual
1	0,099	0,228	56,6%
2	0,09	0,228	60,5%
3	0,099	0,228	56,6%
4	0,117	0,228	48,7%

Fonte: Próprio Autor

Observa-se que o consumo com o sistema de dimerização é mais de 50% mais eficiente do que o sistema sem controle, pois a potência da lâmpada junto

com a luz do dia ultrapassa os lumens pré-definidos, ou seja, com controle você é capaz de diminuir o consumo da lâmpada, atingindo valores de lumens suficientes para a atividade estabelecida dentro da casa.

7 CONCLUSÕES FINAIS

Foram levantados documentos para nortear os principais temas envolvidos na problemática proposta neste projeto de iniciação científica, que são: eficiência energética, tecnologia de lâmpadas, iluminação e iluminotécnica, além de automação da iluminação.

Compreender sobre o tema é muito importante, pois a aplicação de tecnologias em prol de uma melhoria econômica e também ambiental é essencial para o futuro da humanidade. Além disso, a instituição deve ser um exemplo para a comunidade que a cerca, mostrando o que há de mais inovador no mercado, e incentivando outros setores a realizar trabalhos semelhantes.

Infelizmente o levantamento inicial de dados não foi realizado devido ao agravamento da pandemia do COVID 19, pois não foi possível entrar na instituição para colher dados reais. Se por ventura, a pandemia continuar, um novo plano foi traçado para criar cenários fictícios com dados publicados por outras instituições que realizaram estudos semelhantes.

A escolha dos componentes neste trabalho são motivados pelo grande diferencial de acesso a internet pois este faz com que o controle e a comunicação com o servidor se tornem mais rápida e melhor, sendo assim, se torna mais fácil quantificar o uso de energia elétrica.

Com a pandemia, se tornou necessário o estudo à distância da utilização de energia elétrica do campus (como presente nos objetivos), por este motivo, o uso de wifi, mais uma vez nos auxilia.

Novos ensaios foram realizados de maneira adaptada somente com a coleta e o uso de dimerização de lâmpadas. Os resultados alcançados para um setpoint de lumens de uso geral mostram economias de até 60% em dias de sol. Sabe-se que quanto maior o setpoint estabelecido, de acordo com a utilização da iluminação em lugar e função influencia nos ganhos alcançados, bem como a quantidade de energia solar que entra no ambiente, mas mesmo assim entende-se que os resultados são bastante promissores para novos estudos de controle e automação através de dimerização das lâmpadas.

Como continuidade da pesquisa espera-se que com a volta das aulas presenciais seja possível realizar medidas dentro da instituição colhendo dados reais de salas de aula e verificando a possibilidade do uso da tecnologia para melhorar a eficiência do uso de iluminação, uma vez que as instituições de ensino devem ser exemplo para toda a sociedade.

8 PLANO DE TRABALHO

A realização dessa obra conteve ou contará com as seguintes etapas:

1. Levantamento de dados da luminotécnica:

Esse período deverá ser feito um aprofundamento nos ambientes do campus, para saber a rotina e necessidade de iluminação em cada local. Assim levantará dados como o fluxo de pessoas por horário, luz solar por período nos locais, tipos de lâmpadas existentes no campus, lâmpadas no mercado, necessidade de lumens e outros fatores para cálculo luminotécnico.

2. Revisão da literatura da luminotécnica:

Essa fase ocorrerá até a finalização de todo processo luminotécnico, onde se buscará informações sobre o assunto na literatura para conseguir os objetivos determinados. Como a melhor maneira de fazer a intersecção das metodologias de luminotécnica, como utilizar o software gráfico de cálculo, tipos de lâmpadas viáveis para o campus e características das últimas.

3. Levantamento de dados da automação:

Nesse processo abordará os requisitos para fazer o acesso remoto e o controle do sistema de iluminação. Pesquisará o melhor microprocessador na questão custo-benefício, tipo de protocolos de comunicação de cada controlador, materiais eventualmente adicionados ao projeto e linguagens de programação para cada controlador.

4. Revisão da literatura da automação:

Assim como na segunda fase, esse processo terminará juntamente com seu respectivo correlato, no caso o Levantamento de dados da automação. Buscará informações sobre como manusear os dados em larga escala, na nuvem por exemplo. Protocolos mais seguros a invasões virtuais, com menor tempo de resposta e simples para manutenções.

5. Estruturação de Análises e Processos:

Na quinta etapa, desenvolverá a estrutura da parte de luminotécnica e documentação da mesma. Para a parte da automação será feito o protótipo inicial, iniciando os desafios com a IoT. Depois de realizados testes e identificados erros ou chance de melhoria, será realizada uma melhoria no projeto.

6. Entrega do relatório parcial:

Preparação desse relatório parcial com os resultados obtidos parciais do projeto.

7. Análise e Discussão:

Uma análise comparativa com o sistema atual de iluminação da universidade, verificando se a eficiência energética e os outros objetivos foram alcançados.

8. Adaptação de Supostas Irregularidades:

Verificados erros na fase anterior, buscará soluções na literatura ou desenvolvendo correções, caso for possível. Tentar minimizar ou erradicar os problemas encontrados para cumprir os objetivos.

9. Elaboração do documento final:

Confeccionará um relatório final, com os resultados obtidos e as conclusões e discussões que podem se obter da pesquisa e do tema, seguindo da preparação de um artigo e/ou participações em eventos.

A tabela abaixo exhibe o cronograma previsto do projeto de pesquisa de iniciação científica.

9 CRONOGRAMA

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO INICIAL												
ATIVIDADE	MÊS DE EXECUÇÃO											
	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
Levantamento de dados da luminotécnica	■	■										
Revisão da literatura da Luminotécnica	■	■										
Levantamento de dados automação		■	■									
Revisão da literatura da automação		■	■									
Estruturação de Análises e Processos			■	■	■	■	■					
Entrega do relatório parcial						■	■	■				
Análise e Discussão					■	■	■	■				
Adaptação de Supostas Irregularidades									■	■	■	
Elaboração do documento final											■	■

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO RETIFICADO												
ATIVIDADE	MÊS DE EXECUÇÃO											
	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
Levantamento de dados da luminotécnica	■	■										
Revisão da literatura da Luminotécnica	■	■										
Levantamento de dados automação		■	■									

Revisão da literatura da automação												
Estruturação de Análises e Processos												
Entrega do relatório parcial												
Análise e Discussão												
Adaptação de Supostas Irregularidades												
Elaboração do documento final												

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABESCO, Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia. **Potencial de Economia Setor 2016**. 2017. Disponível em: <http://www.abesco.com.br/novidade/desperdicio-de-energia-atinge-r-617-bi-em-tres-anos/> Acesso em: 05 mar. 2020.
- LIU, Yuanyuan *et al.* Review of Smart Home Energy Management Systems. **CUE2016 - Applied Energy Symposium and Forum 2016**: Low carbon cities & urban energy systems, [s. l.], p. 504-508, 2016. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez260.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1876610216316435>. Acesso em: 22 mar. 2020.
- CASTRO, M.; JARA, A. J.; SKARMETA, A. F. G. **Smart Lighting Solutions For Smart Cities**: 27th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops, 2013.
- CORREA, Fastroni Igor. **Arduino**. Universidade Sagrado Coração, 2013. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/IgorFastroniCorra/arduino-36963863>. Acesso em: 26 mar. 2020.
- DBIS, Department for Business, Innovation and Skills. **Smart Cities**. 2013. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/246019/bis-13-1209-smart-cities-background-paper-digital.pdf Acesso em: 01 mar. 2020.
- FACENS, Faculdade de Engenharia de Sorocaba. **Iluminação Eficiente** 2016. Disponível em: <https://smartcampus.facens.br/projeto/iluminacao-eficiente>. Acesso em: 10 mar. 2020.
- FERREIRA, Francisco Henrique Cerdeira. ARAÚJO, Renata Mendes de. **Campus Inteligentes: Conceitos, aplicações, tecnologias e desafios**. 2018. Disponível em: <http://www.seer.unirio.br/index.php/monografiasppgi/article/view/7147> Acesso em: 03 mar. 2020.
- FREITAS, Gabriel Vitor Carvalho de. **Eficiência energética em motor de indução trifásico através do uso de inversor de frequência PWM**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, [S. l.], 2014. Disponível em: <http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/2237>. Acesso em: 12 mar. 2020.

LUZ, Profa. Jeanine Marchiori da. **Apostila de Luminotécnica UNICAMP**. 2019. Disponível em <https://hosting.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Livros/Luminotecnica.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2020.

Microsoft. **IoT Signals**. 2019.. Disponível em: <https://azure.microsoft.com/mediahandler/files/resourcefiles/iot-signals/IoT-Signals-Microsoft-072019.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2020.

Muse, Larissa Paredes Muse. **Iluminação Pública no Contexto das Cidades Inteligentes**: Matrix Multicritério para a Aplicação do LED e da IoT no Brasil. Dissertação de Mestrado do Curso (Bacharelado em Engenharia Urbano) - Universidade Federal do Rio de Janeiro [s. l.], p. 65-170, 2019. Disponível em: <http://dissertacoes.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli2654.pdf> Acesso em: 20 mar. 2020.

NOGUEIRA, Eduardo Santos. **Iluminação com LEDs**: Alternativa de Substituição da Instalação Existente Da Subestação de Jataí. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro 2011. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10003770.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2020.

SOLÍS, Priscila. **Campus Inteligente e Experimentação**. 17º Workshop WRNP - Universidade de Brasília. 2019. Disponível em: https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwinr8ntsMfoAhVwCrkGHWMqDDMQFjAAegQIARAB&url=http%3A%2F%2Feventos.rnp.br%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Factivity%2Factivity-presentation%2FTERCA-Painel-campus-inteligente-Priscila.pdf&usq=AOvVaw0MPm7YqOVn4ocm_AfzDm9J Acesso em: 05 mar. 2020.

UFJF, Universidade Federal de Juiz de Fora. **Sustentabilidade: projeto gera economia de até 50% de energia elétrica**. 2011. Disponível em: <https://www.ufjf.br/arquivodenoticias/2011/02/sustentabilidade-projeto-da-engenharia-gera-economia-de-ate-50-de-energia-eletrica/>. Acesso em: 06 mar 2020.

UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas. **Internet das Coisas**. 2019. Disponível em: <https://smartcampus.prefeitura.unicamp.br> Acesso em: 10 mar. 2020.