REVISTA SAÚDE DOS VALES

ISSN: 2674-8584 V.1 – N.6– 2024

LEVANTAMENTO E ESTUDO DE REQUISITOS PARA DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA EMBARCADO COM MICROCONTROLADOR PARA APLICAÇÃO NO CONTROLE DE FOTOPERIODO DE CULTIVO DE PLANTAS ORNAMENTAIS INDOOR

SURVEY AND STUDY OF REQUIREMENTS FOR DEVELOPMENT OF EMBODIED SYSTEM WITH MICROCONTROLLER FOR APPLICATION IN CONTROL OF PHOTOPERIOD OF CULTIVATION OF INDOOR ORNAMENTAL PLANTS

Welton Johny da Silva
Graduando do curso de Ciência da Computação da UNEMAT, Barra do Bugres/MT

Armando da Silva Filho
Professor D.r em Ciência da Computação, UNEMAT, Barra do Bugres/MT

Raquel da Silva Vieira Coelho
Professora Mestre, em Ciência da Computação, UNEMAT, Barra do Bugres/MT

RESUMO

Estudo de requisitos para sistema embarcado para controle de iluminação suplementar deste cultivo de plantas indoor, sendo também aplicado um estudo e possível analise de quais equipamentos mínimos, são mais indicados para o projeto, onde avaliaremos o baixo custo inicial, visando fácil aprendizado e possível aplicação de pequena escala de implementação.

Palavras - Chave: Iluminação; Automação Residencial; Sistemas Embarcados; Meio Ambiente; Plantas Ornamentais.

ABSTRACT

Study of requirements for an embedded system to control supplementary lighting for this indoor plant cultivation, also applying a study and possible analysis of which minimum equipment is most suitable for the project, where we will evaluate the low initial cost, aiming for easy learning and possible application small-scale implementation

Keywords: Lighting; Home Automation; Embedded Systems; Environment; Ornamental Plants.

1. INTRODUÇÃO

O Presente Artigo visa em apresentar um estudo de modelo de sistema embarcado na aplicação de controle de luminosidade suplementar e dos materiais utilizados nesta forma de cultivo e produção de plantas ornamentais, que será de importância para pessoas e ou pequenas empresas que cultivam plantas em estufas de variados tipos, e precisam sempre estar atentos aos cuidados com as mesmas no tempo adequado de iluminação suplementar, a escolha do tema foi proposta para se ter um aprendizado inicial de sistemas embarcados na utilização de controles mais específicos para ajudar na produção indoor (ambiente fechado) para vários tipos de cultivos de plantas ornamentais e comerciais.

Inicialmente é analisado para implementação de um sistema de baixo custo aplicável em escala menor, sendo possível um estudo para aplicação em maior escala e industrial, e mantendo o princípio de abranger vários nichos de produção de cultivares. Desta forma, considerando a redução do custo das lâmpadas de LED, observada nos últimos anos, e o menor consumo energético destas, pode-se pensar que, além de se utilizar o ambiente protegido, como um dos recursos para amenizar os efeitos das baixas temperaturas e proteção contra intempéries, é possível também melhorar a disponibilidade de luz para se obter a melhor produtividade e qualidade das plantas: Ex. Bromélias, Rosas do deserto entre muitos outros cultivos de Plantas ornamentais.

Em situações onde há problemas com a deficiência de luz necessária para cultivo de plantas, poderemos controlar com o sistema embarcado a ser desenvolvido através de controles de iluminação artificial, complementando a energia luminosa exigida, pela planta para obter a energia necessária ao seu pleno desenvolvimento, com o incremento de um controle de humidade através de pequena irrigação.

1.1 OBJETIVOS GERAIS

Estudo de um sistema embarcado aplicável no controle de iluminação em ambiente controlado e automatizado para cultivar plantas ornamentais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Plantas Ornamentais

Plantas Ornamentais são plantas utilizadas em projetos arquitetônicos, jardins, decorações internas de casas entre outros usos onde se utilizam plantas decorativas e cultivos de pequena escala, estas mesmas se dividem em diversas categorias e tipos, nas quais podem ser, plantas ornamentais de sol que são resistentes ao calor intenso e suportam a luz solar por um longo período de tempo a falta de água. EX. Cactos, Rosa do Deserto (Adenium obesum). Arvores, bromélias, trepadeiras, palmeiras e cycas entre outras etc.

Os cactos e suculentas possuem aspecto rústico e a vantagem de se adaptarem a ambientes hostis com pouca fertilidade do solo e escassez hídrica, pois armazenam água em seu interior. Por este motivo, demandam pouca manutenção o que torna o seu cultivo muito prático.

Também existem as plantas ornamentais de sombra que se utilizam pra se utilizar dentro de casa e jardins de inverno, que possam ser cultivadas em lugares escuros pois essas espécies conseguem sobreviver sem muita necessidade de luz do sol, EX. as violetas, lírio da paz, as begônias, cheflera, Espada- de São- Jorge, Pata-de-elefante, entre outros.

O Brasil além de produzir muito e não importar plantas ornamentais, tem um cenário no qual está se expandindo, e os principais estados que vendem para o mercado internacional são: São Paulo, Ceara, Minas Gerais, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Os principais países que importam estes produtos do Brasil são: Holanda, Estados Unidos, Itália, Bélgica, Japão, Alemanha, Canadá e Portugal, o mercado se concentra em no consumo de flores, flores em vaso, plantas verdes, ornamentais, forrações, gramas e mudas.

E os principais serviços são a ornamentação temporária, principalmente para eventos, e a ornamentação permanente.

As plantas ornamentais podem ser cultivadas em pequenas ou grandes escalas em função das possibilidades oferecidas por este tipo de agronegócio.

A produção de plantas ornamentais em nosso país está centralizada na região sul sudeste do Brasil onde maior polo está no estado de São Paulo conforme figura [1].

Figura [1]: Regiões produtoras do País e suas espécies.

Estado/região	Espécies produzidas
Andradas e Munhoz (MG)	Rosas, cravos, gipsofila, alstroemeria, lírio.
Petrópolis (RJ)	Orquídeas, bromélias.
Joinville (SC)	Plantas para jardins e coníferas.
Pernambuco, Alagoas e Bahia	Polos de produção de tropicais (zona da mata).
Ceará (PE)	Rosas e tropicais (Serra Baturité).
Holambra e Campinas (SP)	Flores em vaso (+ de clima quente), crisântemo de corte e plantas de interior.
Atibaia e Ibiúna (SP)	Flores em vaso (+ de clima frio), crisântemo de vaso, plantas para jardins.

Fonte**:** Cultivo de Plantas Ornamentais, Editora Saraiva, 2014.

Segundo (SILVA et al., 2002, p. 67-70) a produção de mudas de hortaliças sob cultivo protegido tem apresentado um crescimento expressivo.

Na década de 90, estimativas indicavam uma área de 716 mil hectares com estufas, em 2010, já eram 3,7 milhões de hectares. A maior parte desses plantios é de hortaliças, e a China concentra a maior área de cultivos protegidos – em 2010, eram 3,3 milhões de hectares de estufa.

A produtividade das hortaliças em estufas é o dobro da realizada em campo aberto. Isso se dá em decorrência das vantagens em relação ao sistema tradicional (BEZERRA, 2003).

Neste contexto verificasse a importância da produção de plantas e ou hortaliças em ambientes protegidos para diminuir os efeitos climáticos e biológicos que incidem sobre as plantas.

2.1.2 Fotossíntese

A fotossíntese é um processo fisiológico que ocorre nos tecidos clorofilados da planta, a fim de obter substâncias orgânicas metabolizando substâncias inorgânicas, utilizando a luz como fonte de energia.

A energia obtida da luz é absorvida através de pigmentos denominados clorofila e carotenoides, encontrados nos cloroplastos.

Estes pigmentos só são encontrados em organismos fotossintéticos como plantas, algas e algumas bactérias. Entretanto as clorofilas do tipo A e B são encontradas abundantemente em plantas verdes, e cada tipo absorve comprimentos de onda específicos. Deste modo, como estes pigmentos absorvem luz no espectro azul e vermelho reflete a cor verde que enxergamos (TAIZ, 2006; ZEIGER, 2006).

2.1.3 Fotoperíodo

O Fotoperíodo é o relógio biológico das plantas sinalizando estações e interação do fitocromo e relógio biológico num processo complexo, e onde sinaliza mudanças no período de desenvolvimento padrão, como florescência, germinação, ciclos de vidas sazonais de várias espécies de plantas.

Várias espécies de plantas têm seu ciclo de vida feito pelo fotoperíodo, os fitocromos das plantas estão envolvidos nesse processo. Dependendo da espécie e do momento do ciclo de vida essa percepção desencadear o desenvolvimento de gemas florais ou a dormência de suas raízes(tubérculos) ou bulbos.

Com controle do fotoperíodo sendo importante aspecto para se obter controle do sistema de iluminação de um cultivo. Cada tipo de espécies de plantas pode necessitar de diferentes períodos de iluminação durante o dia, e isso também pode variar para cada fase do desenvolvimento da planta a ser cultivada (TAIZ, 2004).

O fotoperíodo está associado com o termo Luz Diária Integral (LDI), que é frequentemente utilizado na literatura. A LDI é a quantidade total de fótons de luz ativos recebida pela planta (TAIZ, 2004).

O fotoperíodo se baseia no número de horas de luz dentro de um ciclo de 24 h, podendo influenciar o crescimento e o desenvolvimento das plantas. De acordo com (GRUSZYNSKI ,2006).

São vários estudos que apontam que o manejo de Fotoperíodo é um dos mais eficientes para aumentar o acumulo de biomassa foliar ou no aumento de produtividade, e também no encurtamento de ciclos de várias espécies de plantas ornamentais.

O fotoperíodo prolongado pode aumentar o ganho diário de carbono e promover o acúmulo de matéria seca em muitas espécies de plantas. Esse fenômeno ainda é pouco explorado na produção agrícola comercial, embora os benefícios potenciais sejam claros (ADAMS; LANGTON, 2005).

2.2 Iluminação

A iluminação é o ponto mais importante para o sistema orgânico da maioria das plantas e para sua sobrevivência, e nos dias atuais estão sendo utilizadas outras formas de iluminação para suprir a falta de iluminação solar, que que é a principal fonte de luz no nosso planeta.

Sendo assim é necessário a utilização de iluminação artificial onde se produzem plantas em ambientes fechados ou com pouca luminosidade.

Com o uso de lâmpadas incandescentes era a única forma para gerar a iluminação para o cultivo indoor e atualmente se utilizam lâmpadas fluorescentes e de LEDS para iluminação artificial.

Apesar de possuírem custo alto, é uma opção mais eficiente energeticamente, além de possuírem a grande vantagem de serem "adaptáveis “em relação aos comprimentos de onda produzidos por eles, o que pode tornar o cultivo otimizado.

O grande desafio da cultura de tecidos é fornecer de maneira controlada intensidades de luz em quantidade e qualidade suficientes para o desenvolvimento das plantas (DONG et al, 2014);

Diodos de emissão de luz (LED) têm sido propostos como fonte luminosa para ambientes controlados em instalações agrícolas ou em câmaras de crescimento de planta

2.3 Cultivos De Plantas Com Iluminação Artificial

É prescindível um estudo para controlar iluminação artificial em plantas saber quais técnicas e instrumentos e ferramentas adequadas para cada tipo de espécie.

Segundo projeções da Organização das Nações Unidas (ONU), a população mundial em2050 pode chegar a mais de 10 bilhões de pessoas, resultando em uma redução das terras agrícolas per capita em diferentes regiões do mundo e que pode chegar à

um terço da registrada em 1970 (ALEXANDRATOS, 2012; BRUINSMA, 2012; FAO, 2018; ONU, 2019).

As pesquisas sobre o mercado de flores e plantas ornamentais está em plena expansão e tem como os principais exportadores, Holanda, seguida pela Colômbia e Itália. A floricultura brasileira vem demonstrando desenvolvimento nos últimos anos e já se caracteriza como um dos maiores da horticultura intensiva no campo dos agronegócios internacionais.

No Brasil, o mercado está em crescimento com base produtiva e inclusão de novos polos geográficos regionais na produção de flores e plantas ornamentais. Segundo (JUNQUEIRA & PEETZ, 2008), na qual a economia essencial da atividade é garantida pelo mercado interno que atingiu, em 2007, aproximadamente movimentação anual de US$ 1,3 bilhão.

A disponibilidade de terras e água e a ocorrência mais frequente de eventos climáticos extremos tem tornado a produção agrícola cada vez mais desafiadora (KOZAI et al, 2019).

Com base em estudos, o conceito de cultivo indoor tem se difundido nos últimos anos tanto no meio acadêmico quanto no agronegócio, por conta do seu potencial produtivo e uso eficiente dos recursos naturais.

Trata-se do cultivo de plantas em um ambiente fechado, com luz artificial, temperatura e fornecimento de água controlados. Com o desenvolvimento e o aprimoramento das tecnologias de produção agrícola a partir da década de 90, os custos desse meio de produção foram reduzidos, atraindo cada vez mais investidores e pesquisadores (AMARAL, 2018).

Nesse segmento, (PALANDE; ZAHEER; GEORGE, 2017) implementaram um sistema automatizado de hidroponia, pequeno e de fácil operação, além de promover o desenvolvimento saudável em uma planta de teste.

Após o plantio e a definição dos parâmetros iniciais para o crescimento das plantas, o sistema que opera com microcontroladores Arduino, tem a capacidade de monitorar, controlar e manter os parâmetros ideais de cultivo, entre eles, a temperatura e umidade do ar, a temperatura da água, o pH e a luminosidade. A radiação luminosa serve como

fonte de energia para a fotossíntese e como um sinal biológico que influencia a morfologia e a qualidade das plantas

De acordo com (CARLESSO et al. 2019 v. 41, n. 2), a energia radiante do sol se propaga a uma velocidade 3.108m/s ou 3.105 km/s, no vácuo, no entanto somente parte desta energia chega ao solo. Isto se deve, pois, a atmosfera filtra parte desta energia, permitindo atravessar somente parte do infravermelho, do ultravioleta e da luz visível.

Entretanto, essa capacidade de perceber e responder à luz é especialmente importante para organismos sésseis como as plantas. Para elas, a luz é um recurso ambiental crítico que provê energia para a biossíntese de todas as moléculas orgânicas. A limitação de luz no interior de uma comunidade vegetal pode acarretar redução do crescimento e da reprodução. As pressões de seleção impostas pela necessidade das plantas de se adaptarem com sucesso à luz ambiental conduziram à evolução de mecanismos de foto percepção notavelmente sofisticados (DESPOMMIER, 2014).

O uso de iluminação artificial com lâmpadas LED dependerá da espécie e da finalidade da produção, O cultivo indoor em escala maior, nas chamadas urbanfarms ou vertical farm., possui diversas vantagens sobre o sistema convencional de produção: maior produtividade, redução do uso de recursos naturais, como a água, e redução das perdas pós-colheita, desenvolvimento sustentável que devem ser cumpridas nas próximas décadas (DESPOMMIER, 2014).

2.4 Lâmpadas De LED

A iluminação com lâmpadas LED apresenta uma série de vantagens em relação à luz com outro tipo de lâmpadas. Permitem a utilização de comprimentos de onda específicos, consomem menos energia, libertam pouco calor e têm maior durabilidade (25000 horas). Apresentam, também, um desempenho superior em termos de eficiência energética (com Versão de eletricidade em luz.

As lâmpadas LEDs atualmente estão sendo aplicadas na iluminação artificial no cultivo produção de espécies de plantas ornamentais e de uso industrial.

Sendo assim A luz desempenha importante papel no desenvolvimento vegetal, podendo controlar processos associados ao acúmulo de matéria seca, desenvolvimento do caule, altura e área foliar (ALVARENGA et al., 2003).

Nos primeiros trabalhos com lâmpadas LEDs para plantas foram utilizadas lâmpadas LED vermelhas de dispositivos individuais lensed. Nessa época, somente os dispositivos vermelhos (aproximadamente 660nm) foram ajustados para o crescimento das plantas. Lâmpadas desses dispositivos não eram viáveis para utilização em larga escala, pois tinham custo elevado, desempenho irregular dos dispositivos individuais e dificuldades na fabricação (ONO; WATANABE, 2006).

Com o passar do tempo, novas tecnologias de chips de lâmpadas LEDs tornaram-se disponíveis, onde a partir daí foram desenvolvidos módulos de LED com alta densidade e mais eficientes que os anteriores. Essa tecnologia é muito cara para utilização 140 Uso de diodos emissores de luz... (LAZZARINI, L.E.S. et al. 2017).

À iluminação artificial é usada como suplemento da luz natural, quando a mesma é insuficiente, ou para prolongar o fotoperíodo. Cada espécie de planta tem exigências próprias de qualidade e intensidade de radiação. A tecnologia LED está sendo mais utilizada por ter algumas vantagens sobre outros sistemas de iluminação.

Os diodos emissores de luz (LEDs) estão se tornando a principal fonte de energia nesse tipo de cultivo, pois são compactos, apresentam alta eficiência de uso de energia, baixa temperatura de operação e estão cada vez mais acessíveis (KOZAI et al., 2019).

2.5 Azul e Vermelho

Na maioria dos usos e aplicações utilizam-se os leds vermelhos e azuis nos quais será melhor aplicável a um projeto de iluminação suplementar as barras de LED que são compostas por 25% de LEDs azuis e 80% de LEDs vermelhos, que emitem 220 µmol de fótons por metro quadro por segundo. Cada barra tem 2,47 metros (m) de comprimento, 0,76 m de altura e 0,48 m de profundidade, e a vida útil das lâmpadas é estimada em 25.000 horas.

A explicação para essa combinação de cores é que os LEDs vermelhos e azuis emitem comprimentos de onda do espectro luminoso que são empregados no processo

fotossintético, processo bioquímico essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

O uso de barras de LED colocadas na altura das partes da planta que recebem menos radiação pode aumentar a produtividade porque a planta irá realizar mais fotossíntese e produzir energia para a produção de flores e ou frutos.

As lâmpadas LEDs oferecem muitas vantagens como fontes de radiação para as plantas, mas existem dificuldades que retardam a sua implementação para aplicações no cultivo de plantas. A dificuldade primaria é o custo. Aplicações de fontes de radiação para plantas requerem um grande número de dispositivos em um sistema de iluminação controlável. Felizmente, a evolução histórica e desempenho das lâmpadas LEDs no decorrer do tempo, tem feito com que os preços reduzam cada vez mais, (LANZZARINI et.al., 2008).

Contudo torna-se possível desenvolver sistema embarcado para controlar fotoperíodo de plantas ornamentais, para prover estudo e analise da aplicabilidade no âmbito geral de um tipo de cultivo que vem tendo uma crescente muito elevada nos últimos anos, e com a diminuição de área de cultivos em grandes centros e metrópoles, este estudo pode ser viável se aplicado corretamente diante do estudo do espécime de planta aplicada. Pois cada espécime exige um tipo de iluminação e período de luminescência para que possa ser cultivada, as melhores características das lâmpadas de LEDs, sendo elas azul ou Vermelha para se ter o menor consumo de energia do projeto utilizando estes modelos, lâmpadas de Led com espectro completo, luz vermelha e azul de 25-80w.

A luz artificial pode aumentar a produtividade das plantas em até 50% em condições controladas de foto periodismo e desenvolvimento de plantas: a influência da luz no crescimento vegetal.

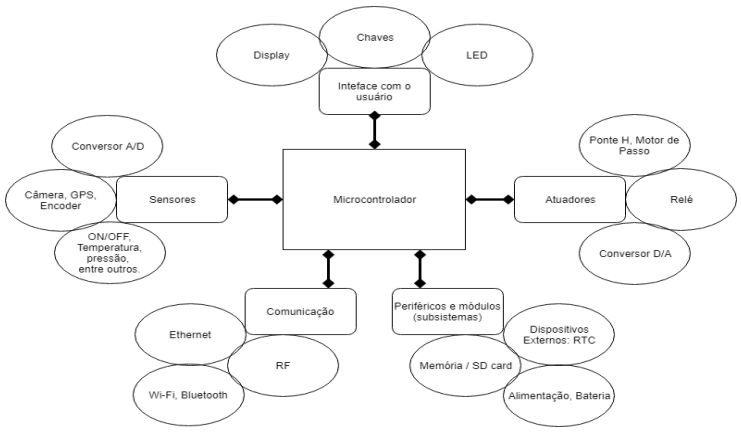
2.6 Sistema Embarcado

Sistema Embarcado ou Sistema Embutido (Embedded Systems), são sistemas de microprocessamentos e programações feitas dentro de um microprocessador e microcontroladores, em equipamentos eletrônicos, nas quais fazem com que tais equipamentos executem funções programadas para funções e tarefas especificas.

O conceito básico é composto por um microcontrolador com uma pequena capacidade de processamento, portas saídas para atuadores de luz, e irrigação suplementar, e entradas para sensores de umidade.

Os sistemas embarcados são caracterizados como sistemas reativos. Pois, como destacado, a aplicação executada é dependente do ambiente [figura 2]. Portanto, o microcontrolador pode ser visto como um circuito de uso especifico com poucas possibilidades de alterações, onde as reações do circuito são fortemente dependentes dos sinais recebidos nas entradas e posteriormente processadas, gerando uma ação, nas respectivas saídas. Nesse cenário, entradas e saídas representam elementos como: sensores, atuadores, dispositivos de comunicação, dispositivos de interface gráfica, entre outros.

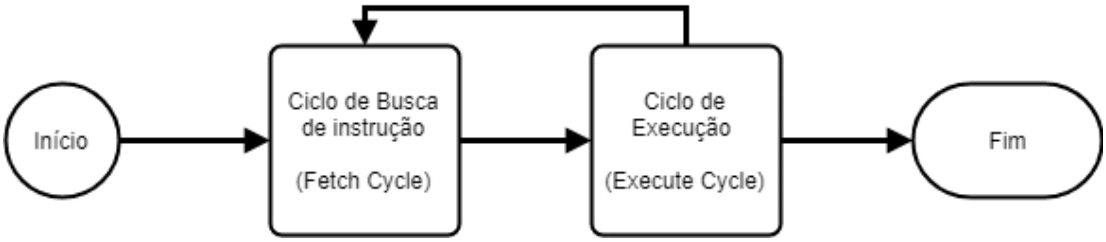
Figura [2]: visão geral de um sistema embarcado



fonte: https://www.embarcados.com.br

O Software proposto para controlar as funções e tarefas dentro do microcontrolador são denominados de Firmware. Por se tratar de trechos curtos de códigos não voláteis, onde controla as instruções no sistema quando se liga o dispositivo ou reinicia o equipamento, onde o ciclo de funcionalidades está representado na figura [3].

Figura [3] ciclo de funcionalidade sistema embarcado



Fonte:google.com

2.6.1 Hardware

Uso de iluminação artificial com lâmpadas LED em estufa/indoor dependerá da espécie e da finalidade da produção em si, e a espécie de planta selecionada para os testes e análise de sistema embarcado de microcontrolador no controle de fotoperíodo de cultivo de plantas ornamentais.

Um breve relato sobre o hardware, ou seja, a parte física do projeto, será composto de componentes e sensores ligados a circuitos integrados que serão responsáveis pelo sensoriamento, e pelas conexões elétricas do projeto.

O primeiro passo para inicializar o projeto é montar uma estrutura adequada para receber o microcontrolador na protoboard. E logo será desenvolvida a modelagem de circuito elétrico para testes iniciais do hardware em questão, ligando os sensores utilizados ao microcontrolador, também será utilizada uma prototipagem de placa protoboard, na qual será feita a montagem inicial para testes lógicos.

Na mesma protoboard deverão ser conectados sensores de umidade e luminosidade que juntamente com o Arduino, irão controlar as taxas e o período de luminosidade da lâmpada de LED, e controle de umidade e irrigação juntamente com os componentes listados a seguir.

2.6.2 Materiais E Métodos

Iniciando com os possíveis materiais que serão utilizados tais como, microcontrolador, atuadores, sensores e softwares.

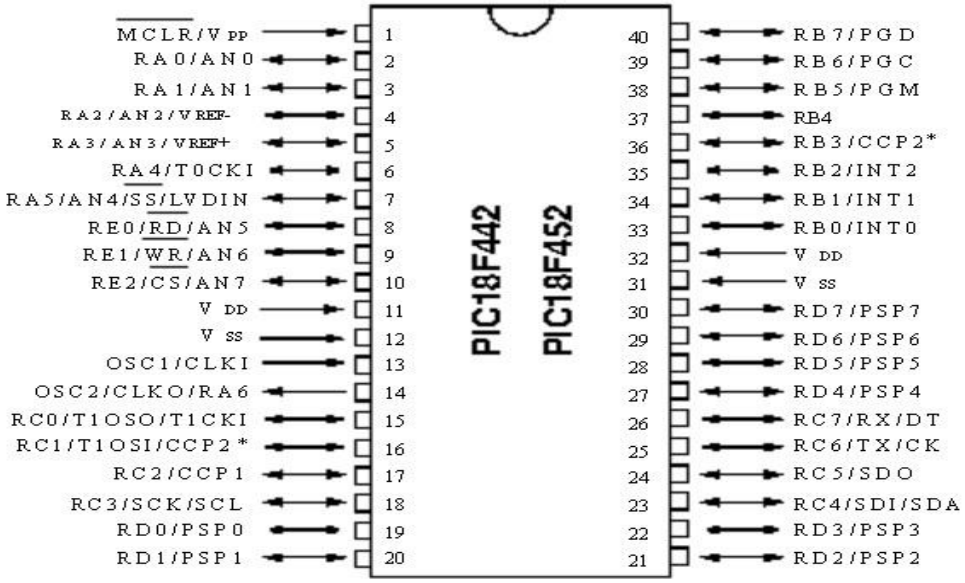
A plataforma estudada em alguns trabalhos foi constituída com o Arduino UNO, e foram utilizados sensores de temperatura (DS18B20) e umidade (capacitivo). Como saída, foi estudado o uso de uma bomba d'água de 9V e um conjunto de lâmpadas de LED e o acionamento da bomba e das lâmpadas deve ser realizado por meio de fonte de energia de 5 V, para funcionamento e alimentação do sistema embarcado.

2.6.2.1 Microcontrolador do Arduino

O microcontrolador é amplamente utilizado em automação de praticamente tudo que necessite de controle por um dispositivo de sinais eletrônicos. É um circuito com todos os periféricos integrados num único chip, ou seja, ele possui processador, memórias, barramentos, portas de comunicação, conversores analógicos digitais e outros. Com tamanho reduzido, são ideais para projetos de pequenas dimensões, de baixo custo e que exigem economia de tempo (OLIVEIRA; ANDRADE, 2010)

Deste modo, o microcontrolador utilizado é o PIC 18F452 da fabricante MicrochipTechinology Inc. De acordo com a Microchip (2007), é um microcontrolador de arquitetura RISC pertencente à família de microcontroladores de 8 bits e possui as seguintes características: O Microcontrolador PIC18F4520-I/P integra a família de microcontroladores de 8bits e núcleo de 14 bits (série PIC18F...) lançada pela MICROCHIP. Ele oferece um conjunto de instruções e funcionalidades amplas e possui encapsulamento PDIP 40 pinos. O PIC18F4520-I/P contém 256 bytes de memória EEPROM e 32Kb de memória Flash e 16384 palavras de instruções, com voltagem de operação de 2 a5,5 v.

Figura [4] modelo microcontrolador



Fonte: Microchip.com

2.6.3 Sensores

Segundo (PATSKO, 2006 p.261–266), um sensor é conhecido como qualquer componente ou circuito eletrônico que permita a análise de uma determinada condição do ambiente, podendo ela ser algo simples como temperatura ou luminosidade; uma medida um pouco mais complexa como a rotação de um motor ou a distância de um carro até algum obstáculo próximo ou até mesmos eventos distantes do nosso cotidiano, como a detecção de partículas subatômicas e radiações cósmicas.

Os sensores analógicos são os dispositivos mais comuns. Tais sensores são assim designados pois baseiam-se em sinais analógicos.

Sinais analógicos são aqueles que, mesmo limitados entre dois valores de tensão, podem assumir infinitos valores intermediários. Isso significa que, pelo menos teoricamente, para cada nível da condição medida, haverá um nível de tensão correspondente.

2.6.4 Sensor de umidade

Os mais utilizados são sensores de umidade shield modulo sensor umidade de solo higrômetro FC-28,

- Geralmente usados para detectar o teor de umidade do solo,
- A saída digital D0 pode ser conectada diretamente ao microcontrolador,
- Para detectar alta e baixa pelo microcontrolador para detectar a umidade do solo,
- As saídas digitais D0 pode acionar diretamente o módulo de campainha,
- Pode fazer parte de um equipamento de alarme de umidade do solo,
- VCC: 3.3 ~ 5V,
- GND: GND,
- DO: interface de saída digital (0 e 1),
- AO: interface de saída analógica.

O controle da umidade do solo deverá ter no mínimo os requisitos acima, e a partir do sensor de umidade FC-28, que é constituído por duas hastes incorporadas com cobre e um circuito de tratamento de dados (conversão e amplificação do sinal). Este sensor será conectado ao Arduíno, então quando é registrada uma umidade abaixo de certa porcentagem, é enviado um sinal para acionamento da bomba de irrigação que fica ligada por certo tempo, até atingir o valor de umidade necessário e especifico para cada projeto e espécie de planta a ser aplicado.

2.6.5 Sensor de fotoluminescência

O sensor mais utilizado nestes tipos de projeto Sensor de Luminosidade LDR Grande - 10mm.

Principais parâmetros técnicos destes fotoresistores: de acordo com o princípio do controle fotoelétrico, com a mudança deluz externa, pode controlar automaticamente o estado de funcionamento e acoplagem de microcontroladores e outros sistemas embarcados.

Tensão suportável: Tensão de Operação: **3.3-5** DC é aplicada em ambas as extremidades do fotorresistor no estado escuro sem qualquer anormalidade; há uma

certa gama de dados relevantes orem deve ser aplicado para espécie de planta sendo dados muito variáveis para se obter sem o protótipo implementado.

2.6.6 Display

Contudo deve se utilizar para saída de informações um Display OLED ou LCD; os displays OLED se destacam pelo tamanho reduzido e pela clareza das informações que aparecem na tela. A tecnologia OLED (diodo emissor de luz orgânico) produz imagens e informações muito mais nítidas e esse modelo possui tela com informações em branco. O display OLED tem luz própria, logo não há necessidade de backlight, o que intensifica seu contraste e economiza muita energia. simples de linhas, para que o usuário tenha informações sobre funcionamento do sistema.
Características: Voltagem de operação 2 a 5,5 v e interface I2C, resolução de 128x64 pixels e dimensão de 30x27mm.

2.7 Código Fonte

No desenvolvimento do código fonte de software a ser implementado no microcontrolador, a mais utilizada é a Linguagem C para microcontroladores e no compilador de linguagem MikroC Pro, versão 7.6.0 da empresa Mikroeletronica, é um compilador ANSI C para microcontroladores PIC da Microchip e um ambiente de desenvolvimento de código.

Onde deverá ser testado e implementado o código para controle do sistema embarcado, esta plataforma MikroC Pro que foi desenvolvida para ter suporte de compilação de qualquer modulo de microcontrolador.

No layout de circuito é possível utilizar o software Proteus Design Suite, da Labcenter Eletronics, em sua versão 8.5, e logo após os testes lógicos de código, gravando no Microcontrolador PIC 18f452 para a realização de testes de código no sistema embarcado, montado e pronto para uso.

Também utilizando uma Gravadora de microcontroladores para transferir o código fonte para o microchip desejado. PICKit 3 da Microchip é a ferramenta que dispõe de um hardware e software.

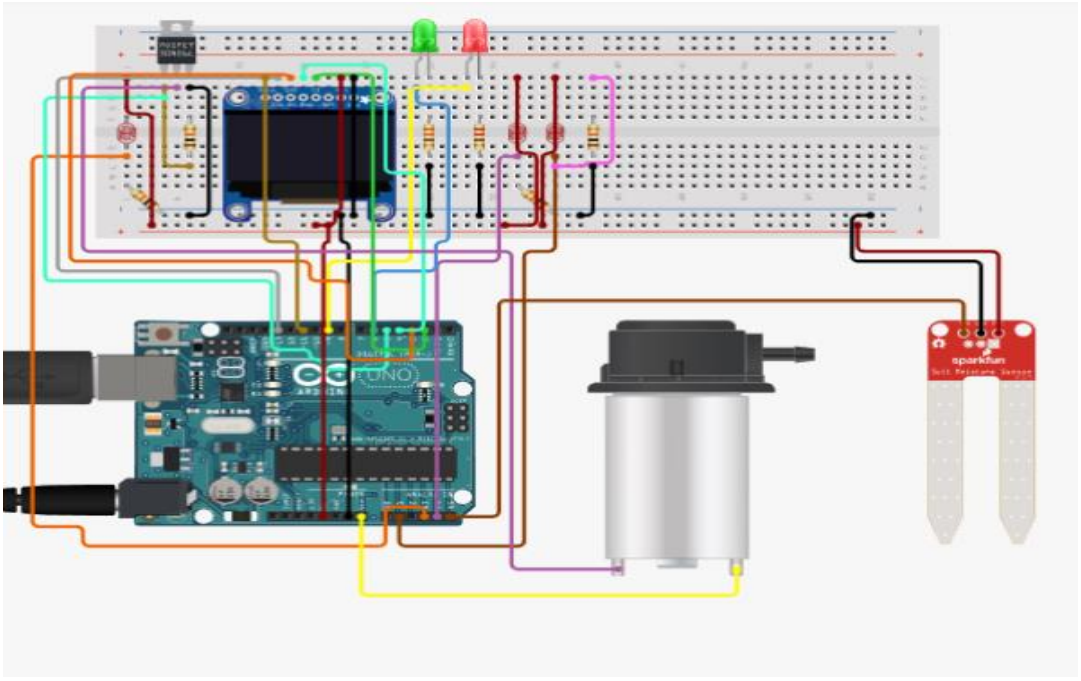
O software possui uma interface simples que permite leitura e gravação do código compilado. O hardware, conectado ao computador por meio de uma porta USB, cuja a IDE (Integrated Development Environment) online (Web Editor) disponibilizado em https://create.arduino.cc/

Tendo o controle sobre todos os parâmetros de entrada e saída que seriam utilizados pela aplicação e o que seria possível ser controlado pelo sistema, onde deveram constar Pagina Inicial, Regulagens e Histórico pré-definidos para controle do sistema automatizado.

Quando essas variáveis são enviadas do supervisório para o Arduíno passam a servir como referência de parâmetros máximos e mínimos de funcionamento do protótipo, assim possibilitando fazer o controle do sistema de acordo com os valores desejados.

Em seguida está uma breve ilustração figura [5]de como pode ser constituído o sistema embarcado para suplementação de luz.

figura [5]: sistemas embarcados proposto



Fonte: autor

3 TRABALHOS RELACIONADOS

De acordo com o estudo na suplementação de luz e sistema embarcado, foram avaliados alguns trabalhos realizados com êxito em suas aplicações especificas.

Num período de 2000 a 2024, vem aumentando pesquisas e trabalhos na área de suplementação de luz na agricultura familiar e industrial, para se poder ter uma melhor eficiência do uso dessa forma de cultivo, e assim estão sendo realizadas várias pesquisas nas quais selecionados alguns trabalhos que mais tem relação à suplementação de luz no cultivo de plantas ornamentais em ambiente fechado Indoor.

Tabela 1 – Trabalhos Desenvolvidos Para Controle De Iluminação Suplementar

Rônitti Juner Da Silva Rodrigues	DESENVOLVIMENTO DE HARDWARE MICROCONTROLADOR PARA AUTOMAÇÃO DE ILUMINAÇÃO PARA CULTIVO DE PLANTAS	Sistema embarcado para controle de iluminação de plantas
Messias De Lara Teixeira	Suplementação luminosa aplicada ao cultivo de hortaliças	Suplementação de luz
Philip Tavares Guedes	DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA SUPERVISÓRIO E MONTAGEM DE UM PROTÓTIPO DE CULTIVO INDOOR AUTOMATIZADO	Sistema embarcado para controle de iluminação de plantas
João Ari Ricliski Junior	Efeitos da suplementação luminosa no desenvolvimento foliar de Eucalyptus dunnii Maiden (Myrtaceae)	Suplementação de luz

Fonte: autor

De acordo (RICLISKI, 2022), quando se comparados as diferenças dos indivíduos de plantas em sua pesquisa submetidos a iluminação com lâmpadas LED, tiveram maior crescimento e desenvolvimento em relação as plantas não suplementadas com luz de lâmpadas LED, esta proposta posiciona as estratégias foliares em dois extremos: de um lado há a estratégia batizada de Crescimento Rápido, na qual as plantas exibem um baixo investimento na estrutura foliar, favorecendo o retorno rápido deste investimento em termos de taxa fotossintética, e assim dentre as várias teorias

ecológicas disponíveis para explicar este padrão diferente de alocação de recursos é a teoria do Espectro de Economia Foliar (EEF).

Na teoria feita por (WRIGHT et al. (2004), os quais, após quantificarem atributos foliares que incorporavam propriedades químicas e morfológicas de 2.548 espécies e 175 locais ao redor do mundo, propuseram que os padrões foliares poderiam todos ser enquadrados em um continuum de respostas morfofisiológicas aos diferentes desafios enfrentados na natureza, batizando isso de Espectro de Economia Foliar (EEF).

Já no trabalho de (TEIXEIRA, 2022),foi feita uma avaliação econômica do sistema proposto, obtendo resultados favoráveis a aplicação de sistema de controle de iluminação de acordo com o tempo de suplementação de luz, o tempo viável foi de aplicação de 6 horas de acordo com sua pesquisa, este fator mostra que, por mais que seja desfavorável em alguns aspectos vem se obtendo bons resultados com aplicação de tecnologias para suplementação de luminosidade, principalmente, quando se trata de soluções aplicadas a pequenos produtores. No cenário da agricultura familiar, estes sistemas podem representar um incremento na renda.

No sistema de (GUEDES, 2021), denotasse que desenvolver um sistema de plantação automatizada e independente, e buscando a maior eficiência energética, menor consumo de água e investimento inicial com custo baixo, apresentou bons resultados e atendeu a demanda de automação e controle de sistema suplementar no cultivo de plantas indoor.

Em seu trabalho foi possível analisar que a conexão e correlação dos sensores com microcontrolador Arduino se faz perfeito para este tipo de aplicação com baixo custo, se obtiveram resultados e dados relevantes dos sensores e da luminosidade aplicada com lâmpadas LED.

Com seus testes em relação aos sensores e sobre a lógica por trás do funcionamento automático, foi necessário também realizar a verificação sobre a inserção dos dados lidos pelo banco de dados do sistema implementado.

No trabalho (RODRIGUES, 2017), foi possível analisar que além se de utilizar placa de sistema embarcado pronta Arduino, pode se implementar uma placa com microcontrolador independente. Porém deve se implementar toda a placa, com seus componentes projetando desde circuito eletrônico até a prototipagem da mesma para

aplicação final, onde em alguns casos pode se baixar custos de materiais, mas havendo o adendo de ter conhecimento de linguagem de programação de baixo nível, para se conectar todos sensores do circuito e microcontroladores.

De acordo com sua metodologia de aplicação é um sistema mais adequado para aprendizado em centros de ensino, na qual pode abranger mais áreas de aplicação.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia de desenvolvimento, estudo, e analises deste sistema embarcado proposto pelo tema do projeto, visando aprender e aperfeiçoar o conhecimento no desenvolvimento de sistemas embarcados e hardware computacional para fins específicos.

Posteriormente podendo se desenvolver vários modelo de sistema simulado e estrutural do projeto eletrônico e físico com prototipagem eletrônica e além de estudo básico de maneiras diferentes, tais como o cultivo indoor e a suplementação luminosa, que complementa as horas de luz que determinada planta recebe diariamente por luminosidade de lâmpadas de LED para plantas ornamentais e outros tipos de plantas, deste modo, em situações onde há problemas com a ausência ou ainda pouca quantidade de luz necessária para cultivo, onde possamos controlar com o sistema embarcado a ser desenvolvido através de controles de iluminação artificial, pois sem essa iluminação não é possível à planta obter a energia necessária ao seu pleno desenvolvimento.

Então uma alternativa à luz solar é necessária, e pode-se fazê-la com o uso de lâmpadas que convertem energia elétrica em luz necessária ao crescimento, floração e frutificação das plantas através do controle do fotoperíodo. e com o aumento de estudos que demonstrem a viabilidade da utilização da iluminação artificial, já que possui um baixo consumo de energia e custo de equipamentos em pequena escala.

Pois é muito vantajoso se ter um controle na luminosidade aplicada para cada tipo de planta, e um sistema embarcado pode fazer esse controle conforme as especificações necessárias para cada tipo e espécies, tendo somente que alterar parâmetros e tipos de lâmpadas LED utilizadas no sistema.

Com o estudo avalia-se que será cada vez mais comum a prática desse tipo de implementação de sistema para cultivo de plantas dentro dos grandes centros urbanos.

REFERENCIAS

ADAMS; S. R; & LANGTON; F. A. (2005**. Photoperiod and plant growth: a review**. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 80(1), 2–10. [S./.,s.n.] Disponível em: < https://doi.org/10.1080/14620316.2005.11511882 >.Acesso em: 04 maio 2024

ALMEIDA; RODRIGO D. **Programação de Sistemas Embarcados - Desenvolvendo Software para Microcontroladores em Linguagem C**. Grupo GEN, 2016. E-book. ISBN 9788595156371. [S./.,s.n.]. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595156371/.>. Acesso em: 04 out. 2022.

ALVARENGA; A. A. et al. **Desenvolvimento de mudas de Guarea, [Guarea guidonea (L.) Sleumer**], Daphene, v. 8, n. 3, p. 22-26, 1998. [S./.,s.n.]. Disponível em : < https://www.scielo.br/j/rarv/a/r7SxTPH7CWfnR4rYQjgRtdh/>.Acesso em: 04 out. 2022.

BATISTA; OLIVEIRA. **Sistemas de informação: o uso consciente da tecnologia para o gerenciamento. 2. ed**. São Paulo: Saraiva, 2012. [Biblioteca Virtual]. Disponível em:<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502197565/.>. Acesso em: 23 nov. 2022.

BEZERRA, F. **Produção de Mudas de Hortaliças em Ambiente Protegido**. Fortaleza, Embrapa, [S./.,s.n.] 2003.Disponível em:<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/425901/>. Acesso em: 04 maio 2024.

CARLESSO, F. et al. **Conceitos básicos de radiômetros de substituição elétrica para medidas da Irradiância Solar Total**. [S./.], Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 41, n. 2, p. e20180220, 2019.Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/Y7GDjQsfLPvrjWXzQDtWmCB/# >.

CERQUEIRA; V. B.M; MASCHIETTO; et al**.** (2021) **Sistemas Operacionais Embarcados**. Grupo A, 2021. E-book. ISBN 9786556902616. [S./.,s.n.].Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786556902616>. Acesso em: 04 out. 2022.

DESPOMMIER; DICKSON. (2014**). Vertical Farms in Horticulture**. 10.1007/978-94-007-0929-4_88. [S./.,s.n.] Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/304115951_Vertical_Farms_in_Horticulture>. Acessada em :01jun. 2022.

DESPOMMIER; DICKSON. (2009). **The Rise of Vertical Farms.** Scientific American. 301. 80-7. 10.1038/scientificamerican1109-80. [S./.,s.n.] disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/38052439_The_Rise_of_Vertical_Farms>. Acessada em :01jun. 2022.

DONG; C. et al. (2014) **Low light intensity effects on the growth, photosynthetic characteristics, antioxidant capacity, yield, and quality of wheat (Triticum aestivum L.) at different growth stages**

in BLSS. Advances in Space Research**,** Saint-Mandé, v.53, n.11, p.1557-1566, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/hwkhnh4zzjf336xfcrqvtdb/?format=pdf>. Acessado em: 01jun. 2022.

GUEDES. **Desenvolvimento De Um Sistema Supervisório E Montagem De Um Protótipo De Cultivo Indoor Automatizado.** Ouro Preto Escola de Minas – UFOP 2021.Disponivel em : <https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/3162/6/MONOGRAFIA_DesenvolvimentoSistemaSupervis%C3%B3rio.pdf >. Acesso em: 23 maio 2024.

GIL; ANTÔNIO C**. Como Elaborar Projetos de Pesquisa, 6ª edição**. Grupo GEN, 2017. E-book. ISBN 9788597012934. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597012934>. Acesso em: 05 out. 2022.

GRUSZYNSKI C. 2001. Produção comercial de crisântemos: vaso, corte e jardim Guaíba: Agropecuária. 166p [S./., s.n.].Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/grBywqdkmrm5f6jVCYs6xgw/>. Acesso 08 nov. 2022.

ISKANDAR; BRAHIM**. Normas da ABNT**: **comentadas para trabalhos científicos**. 4. Ed. Curitiba: Juruá, 2009. /. Disponível em:<https://bdjur.stj.jus.br/jspui/handle/2011/21196 >. Acesso 08 nov. 2022.

KERBAUY; B.G. **Fisiologia Vegetal.: Grupo GEN**, 2019. E-book. ISBN 9788527735612. [S./.,s.n.]. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788527735612/>. Acesso em: 04 out. 2022.

KOZAI, T. et al (2015). **Plant Factory: An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production.** [S./.,s.n.].Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/236160783_The_worldwide_leaf_economics_spectrum>. Acesso em: 04 out. 2022.

LAZZARINI; LUIZ & PACHECO et al. (2017). **Uso De Diodos Emissores De Luz (Led) Na Fisiologia De Plantas Cultivadas – Revisão Use Of Light-Emitting Diode (Led) In The Physiology Of Cultivated Plants** – REVIEW. 137-144. 10.18188/1983-1471/sap. v16n1p137-144.[S./.s.n.],Disponível:<https://www.researchgate.net/publication/319205964_uso_de_diodos_emissores_de_luz_led_na_fisiologia_de_plantas_cultivadas_-_revisao_use_of_light-emitting_diode_led_in_the_physiology_of_cultivated_plants_-_review>. Acesso em: 01dez. 2022.

MARCONI; ANDRADE; LAKATOS**. Fundamentos de metodología científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2019. [Biblioteca Virtual]. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597010770/.Acesso em: 01dez. 2022.

MICROCHIP.**PIC18F452/883/884/886/887: datasheet. 2007**.[S. /.: s. n.], Disponível em: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41291D.pdf. Acesso em 04 dez. 2022.

ONO; E.; WATANABE, H. **Plant factories blossom: production in Japan steadily Flowers. Resource: Engineering & Technology for a Sustainable World**, v.13, p.13-14, 2006. Disponível. [S. l.: s. n.], em:<https://1library.org/document/qo5x7lk7-uso-diodos-emissores-luz-fisiologia-plantas-cultivadas-revis%C3%A3o.html >. Acesso em 04 dez. 2022.

OLIVEIRA; SCHNEIDER D; ANDRADE; **Sistemas Embarcados - Hardware e Firmware na Prática**. [S. l.], Editora Saraiva, 2010. E-book. ISBN 9788536520346. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536520346/.. Acesso em: 04 out. 2022.

PATSKO; L. F. **Tutoriais aplicações, funcionamento e utilização de sensores**. 2006. Maxwell Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.14, n.3, p.261–266, 2010 Campina Grande, PB, UAEA/UFCG –disponível em: <http://www.agriambi.com.br> Acesso em 28 de nov. de 2022.

REZENDE; ALCIDES**. Planejamento de sistemas de informação e informática: guia prático para planejar a tecnologia da informação integrada ao planejamento estratégico das organizações. 5**. ed. São Paulo: Atlas, 2016. [Biblioteca Virtual]. Disponível em: < https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597005660/>. Acesso em: 18. nov. 2023.

RICLISKI; João, **Efeitos da suplementação luminosa no desenvolvimento foliar de Eucalyptus dunnii Maiden (Myrtaceae**), Frederico Westphalen, RS 2023 Universidade Federal de Santa Maria, campus de Frederico Westphalen (UFSM, RS) 2023. Disponível em:<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/30857>. Acesso em: 23 maio 2024.

RODRIGUES, Rônitti. **Desenvolvimento De Hardware Microcontrolador Para Automação De Iluminação Para Cultivo De Plantas**, Ciência Da Computação da Universidade Do Estado De Mato Grosso –Unemat, 2017[S./. s.n.]. Disponível em: repositório autor. Acessada 17maio 2024. No prelo.

SILVA; et al. **Desempenho de sementes peletizadas de alface em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes. Horticultura Brasileira**, Brasília, [s.n.] v. 20, n.1, p. 67-70, 2002.Disponivel em:<https://www.scielo.br/j/hb/a/LyJmd7TjmvqSMwP9MDnPRJp/ > 04 out. 2022

SILVA; E. D. (1997**). Estudos genéticos relacionados à adaptação da alface (Lactuca sativa L.) sob altas temperaturas em cultivo protegido na região Norte Fluminense**. 69f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual do Norte Fluminense-UENF, Campos dos Goytacazes, [s.n.]. Disponível em: <https://www.iac.sp.gov.br/areadoinstituto/posgraduacao/repositorio/storage/teses_dissertacoes/pb114919.pdf>.Acesso em: 04 maio 2024.

TAIZ; L; Zeiger E. **O fitocromo e o controle do desenvolvimento. 3**. ed. Porto Alegre: Artmed; 2004.p.401-27.Disponivel em :<https://www.docs.google.com/file/d/0BysgJGrNEzfDRUlNa0ZETFZlWDg/edit?resourcekey=0-NZ4gdgvUX_4_F_HEpJRzxw > Acesso em: 04 maio 2024.

TAIZ, et al. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. Grupo A [S./., s.n.], 2017. E-book. ISBN 9788582713679. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582713679/. Acesso em: 04 maio 2024.

TEIXEIRA; MESSIAS. **Análise De Viabilidade Econômica Da Utilização De Suplementação Luminosa Com Lâmpadas Led No Cultivo De Alface**, Cachoeira do Sul, RS 2022Engenharia Elétrica, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) - Campus Cachoeira do Sul 2022 [s.n.] .Disponível em:<https://unileste.catolica.edu.br/portal/wp-content/uploads/2020/11/ANALISE-DE-VIABILIDADE-ECONOMICA-PARA-UTILIZACAO-DE-LAMPADAS-LED.pdf>. Acesso em: 23 maio 2024.

TUCCI; IODICE. **Como a brasileira Pink Farm. virou pioneira em fazenda vertical**. São Paulo: Forbes ,2020. Disponível em: https://forbes.com.br/negocios/2020/04/como-a-brasileira-pink-farms-virou-pioneira-emfazenda-vertical/. Acessado em 17maio 2024

WRIGHT, et al, 2004 **The WorldWide leaf economics spectrum**. [S. /.], Nature. 428. 821-827. 10.1038/nature02403. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/236160783_The_world-wide_leaf_economics_spectrum/. Acessado em 14 abr. 2024.

ZANCO; W. S. Microcontroladores PIC - **Técnicas De Software e Hardware Para Projetos de Circuitos Eletrônicos**. [S. /.], Editora Saraiva, 2009. E-book. ISBN 9788536519951. Disponível em:< https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536519951/>. Acesso em: 23 maio 2024.