

# Prédios Verdes

## RESUMO

Basicamente, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são uma coleção de 17 metas globais, estabelecidas pela Organização das Nações Unidas (ONU). São 17 objetivos que abordam os principais desafios de desenvolvimento enfrentados por pessoas globalmente. Neste trabalho, focamos na ODS de número 2, intitulada Fome Zero e Agricultura Sustentável. Com base nisso, o trabalho irá abordar a Agricultura Vertical, que é basicamente um conceito de agricultura para o cultivo de plantas dentro de edifícios (ao invés de ao ar livre, em campos), feito em camadas, contando com iluminação artificial, solo e estruturas artificiais. Tal tipo de agricultura surgiu, inicialmente, frente à necessidade de novas metodologias de cultivo, principalmente em grandes cidades, devido à dificuldade de encontrar alimentos frescos de modo acessível. Este tipo de agricultura, porém, se encaixa com os interesses da ODS 2 pois não só consegue auxiliar no combate “Fome Zero”, como também acaba se encaixando em um tipo de “Agricultura Sustentável”.

Primeiramente, este consegue auxiliar no quesito “Fome Zero” pois ele possui uma altíssima otimização no crescimento das culturas. Não só eliminando os ciclos sazonais, como também resultando em um aumento de rendimento de até 700% em relação à agricultura tradicional, com ciclos de crescimento reduzidos.

Quanto ao quesito “Agricultura Sustentável”, temos não só uma economia expressiva no uso de água em comparação com os métodos tradicionais, podendo ser desde 90-95% de economia, como temos também sua maior proximidade com os centros urbanos. A economia de água se dá por dois fatores: o uso de sensores de umidade, que possibilitam que cada cultura receba apenas a quantidade ideal de água; o uso de um sistema de recaptação do excesso de água não absorvida pela planta. Quanto à sua proximidade com os centros urbanos, isto possibilita não só um menor gasto com transportes, como uma menor emissão de gases relacionados ao transporte consequentemente. Há também o fator da possibilidade de implementação deste tipo de agricultura em prédios que estejam sem uso ou abandonados, dando um novo uso a um espaço já existente, porém sem produção alguma.

Sob a óptica técnica no problema, podemos ver claramente a necessidade de uso de alta tecnologia nesta solução, com a necessidade de diversos sensores. Desde sensores de temperatura e umidade, até sensores de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e de luminosidade. Observando-se isso, foi realizado um trabalho da disciplina de Circuitos Digitais que conseguisse trabalhar com a problemática de uso de três sensores cruciais para tal iniciativa: temperatura, umidade e luminosidade.

Primeiramente, foi desenvolvida e utilizada uma Mini-ULA (um tipo de circuito integrado, ou CI) com diversas operações que seriam necessárias na realização do trabalho. Desta forma, pode-se observar todas as funcionalidades do CI supracitado na figura abaixo.

Seleção	Operação
0 0 0	RESET (000000)
0 0 1	B - A (C1 DISCONSIDERED, OVR DISCONSIDERED)
0 1 0	A - B (C1 DISCONSIDERED, OVR DISCONSIDERED)
0 1 1	A + B (C1 = CARRY, OVR DISCONSIDERED)
1 0 0	A * B (C1 DISCONSIDERED, OVR = OVERFLOW)
1 0 1	(A + B)/2 (C1 DISCONSIDERED, OVR DISCONSIDERED)
1 1 0	COMPARE (S1 = (A=B), S2 = (A>B), S3 = (A<B))
1 1 1	SET (111111)

Tabela 1: Funções da Mini-ULA utilizada no projeto

Com as operações básicas necessárias para realização do projeto agora supridas pela Mini-ULA, há uma base para criação do circuito final sem maiores problemas e muito mais simples do que seria sem a integração de diversas operações.

Com isto, surgiu a problemática de como controlar as três características especificadas da plantação sem maiores problemas, com o uso de circuitos. Concluiu-se que o melhor caminho a ser tomado seria a realização de 3 tipos de circuitos finais, pouco diferentes um do outro (havendo maior disparidade entre o de luminosidade e os outros dois), porém cada qual conseguindo realizar as tarefas necessárias específicas para cada sensor.

Primeiramente, será abordada a lógica comum entre todos. Basicamente, todos possuem duas entradas de 5 bits cada (A e B), sendo A o valor médio ótimo para plantio da cultura em questão, enquanto que B é o valor criador de uma faixa. Isto se deu pois não há, por exemplo, uma temperatura exata ideal para plantio de determinada cultura, mas sim uma faixa de temperatura, que pode ser maior ou menor a depender da sensibilidade da planta. Desta forma, por exemplo, um fazendeiro poderia inserir a temperatura média como sendo 20°C em A (que seria o número 10 em binário, tal disparidade será explicada nos próximos parágrafos, na especificidade do sensor de temperatura) e uma faixa de 5°C em B (inserindo o número 5 em binário). Desta forma, teremos uma faixa de temperatura ótima de operação de 15°C-25°C (utilizando-se das operações A-B e A+B). Tendo a faixa ótima de operação, esses valores são passados para dois comparadores, um recebendo o limite superior e o outro o inferior da faixa setada, e ambos comparam estes valores com o valor atual sendo enviado pelos sensores. Cabe ressaltar que há, também, uma luz de aviso para overflow, no caso da operação de geração de valor máximo da faixa ótima. Este é o fim da parte semelhante entre todos os tipos de lógica de utilização dos sensores.

Observando as especificidades da temperatura, foi-se observado que, dado 5 bits, há uma faixa de números utilizáveis de 0-31, o que em graus celsius de fato comporta o mínimo ótimo para o plantio de quaisquer culturas, porém não atinge um valor alto o suficiente. Porém, ao pesquisar as faixas de valores ótimos de plantio de diversas culturas que costumam ser escolhidas pelos fazendeiros deste método, foi-se observado que o

menor valor destas era de 10°C. Com isso, foi-se percebido que, caso conseguíssemos fazer com que estes 5 bits representassem uma faixa de 10-41 ao invés de uma faixa 0-31, não haveria necessidade de utilizar 6 bits. Com isso, uma das particularidades do projeto que lida com temperatura é a subtração de 10 unidades do valor recebido pelo sensor de temperatura de 6 bits (o 6º bit é diretamente conectado à uma saída de erro crítico, já que caso o valor binário incluía, neste caso, o 6º bit, a plantação estará com uma temperatura alta demais para plantio). Desta forma, por exemplo, caso uma cultura possua como temperatura mínima da faixa ótima 10°C e o sensor estiver registrando esse valor, neste caso, como o projeto trabalha com 10-41, temos que o valor que irá representar esta temperatura, em binário, será 0. Com a subtração de 10 no sensor, conseguimos fazer 0=0 neste caso. Cabe ressaltar que, caso a temperatura chegue abaixo disto (ou seja, a partir de 9°C, essa subtração fará com que o valor em binário fique extremamente alto, o que seria um erro, porém, neste caso acaba servindo já que ele acenderá a luz de erro crítico, o que é um resultado benéfico já que a partir desta temperatura, a depender da cultura, há um risco de causar danos no crescimento da planta. Após subtrairmos 10 do sensor, fazemos também uma média entre os dois sensores deste tipo que estarão presentes na plantação (é de se esperar que haja um sensor extra em uma localização diferente, assim cobrindo melhor a área da cultura) e, por fim, este valor é enviado aos comparadores de valor mínimo e máximo da faixa ótima. A última especificidade deste tipo se dá em sua saída: há um latch SR com portas NOR (ativo em alta), desta forma, ao se chegar no valor máximo ótimo (ou maior), é ativado SET, assim ligando um dispositivo de resfriamento presente na cultura (desde um ventilador até um ar condicionado, à critério do fazendeiro). Ao chegar no valor mínimo ótimo (ou menor), RESET é ativado, assim desligando este dispositivo. Este tipo de resfriamento direto na cultura é importante, de acordo com pesquisas, principalmente por conta do calor gerado pelo uso das luzes de LED neste tipo de agricultura, como forma de luz artificial para crescimento. Segue abaixo um exemplo simples (Figura 1), em que a temperatura média setada é 15°C, com faixa de +-5°C (desta forma, faixa 10-20°C) e ambos sensores estão registrando a temperatura mínima ótima, desta maneira executando RESET no latch SR, desligando a solução de resfriamento:

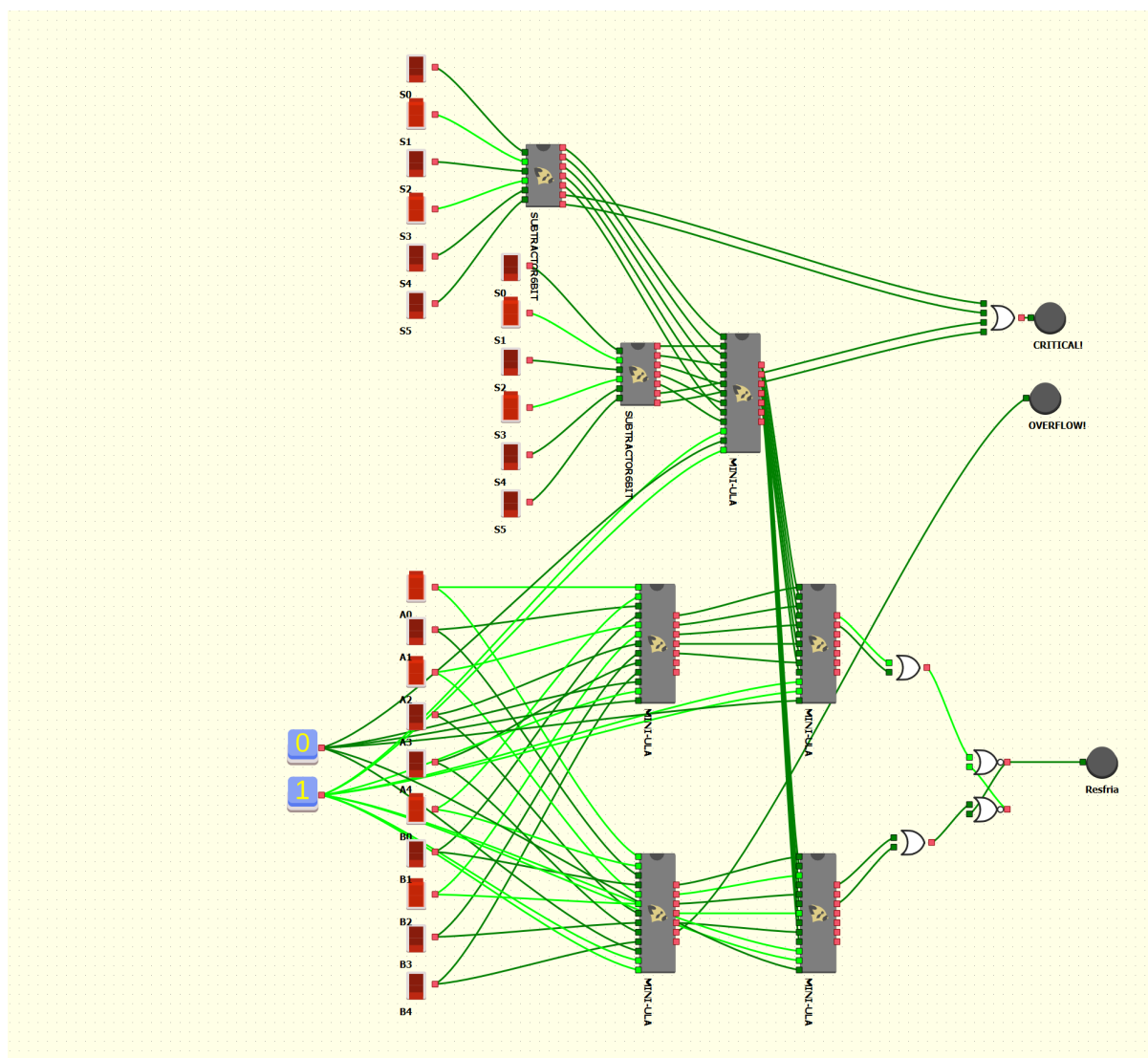


Figura 1: Operação RESET ativada (cabe ressaltar que, neste caso, as operações SET e RESET estão com posições invertidas se comparada à padrão, desta maneira a função RESET está acima da função SET ao invés de abaixo. Pode-se observar o NOR de cima ativado, como porta RESET.

Quanto às especificidades do sensor de umidade, neste caso a medida é feita em questão de porcentagem, e ela é utilizada no projeto final separada em 20 partes, ou seja, cada número binário representa 5%. Desta forma, qualquer valor acima de 20, através do uso de mais uma Mini-ULA, irá ligar a saída de erro crítico. Outra especificidade é na saída do latch SR, que está invertida neste caso, já que no caso da umidade, o desejável é que irrigadores sejam ativados ao atingir-se o valor mínimo ótimo (ou inferior), ou seja, devemos ativar a saída quando se está no valor mínimo setado, o contrário do sensor de temperatura, em que a saída era ativa ao se chegar no valor máximo setado. Desta forma, ao se chegar no valor máximo setado (ou superior), os irrigadores serão desligados. Segue abaixo um exemplo (Figura 2), com os sensores registrando umidade 4 em binário (como representamos de 5 em 5:  $4 \times 5 = 20\%$ ), o que se encaixa na umidade mínima ótima de plantio setada (25 média, 5 de faixa, valor mínimo = 20%), o que faz com que a porta RESET esteja ativa. Isto faz com que o latch SR resulte em negativo, porém neste caso a saída está ligada à porta invertida de saída do latch, por motivos de simplicidade.

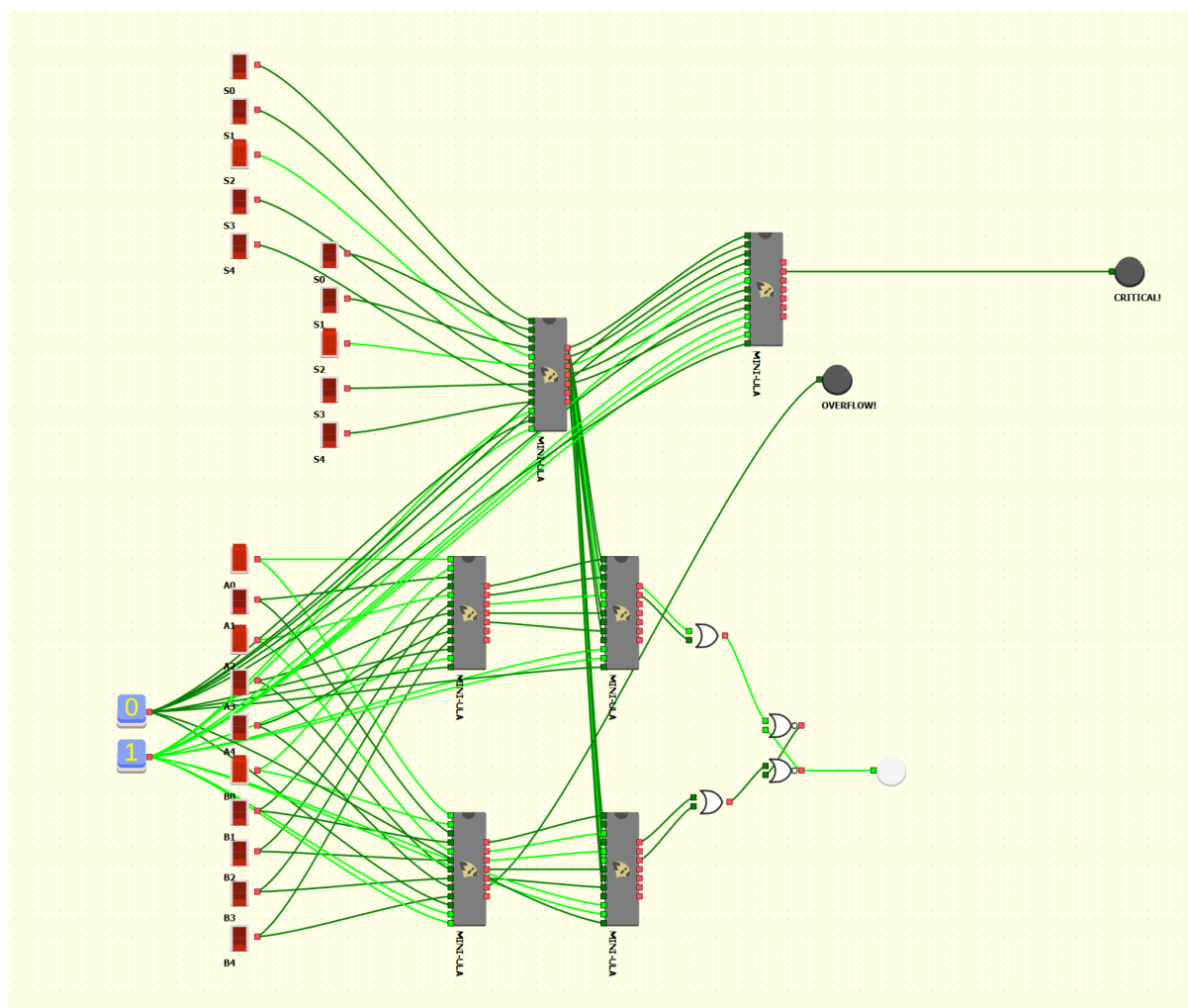


Figura 2: Operação RESET ativada, reitera-se que a operação RESET está acima da SET neste circuito, e a saída, neste caso, é a invertida. Por este motivo, apesar de haver RESET ativo, com o latch SR estando em baixa, temos uma saída em alta.

Por fim, há o sensor de luminosidade. Este sensor envia um sinal de 0-5V a depender da claridade, sensibilidade do sensor e montagem do circuito elétrico (não é incomum utilizar resistores juntamente do sensor, para mudar sua sensibilidade de acordo com as necessidades). Novamente, este intervalo é separado em 20 partes, ou seja, de 0,25V em 0,25V. Porém, neste caso, não há um latch SR nos dando a saída, já que neste caso o circuito não atua diretamente no controle desta característica do ambiente, mas sim indiretamente: caso a luminosidade esteja igual ou abaixo do limite inferior ótimo setado, uma saída é ligada para avisar ao fazendeiro que a luminosidade está baixa demais, assim como uma outra saída é ligada para avisar ao fazendeiro caso a luminosidade esteja igual ou superior ao limite máximo ótimo. Isto se deve por conta de problemas práticos em decorrência de uma atuação direta destes sensores no controle do ambiente, em situações como uma lâmpada queimada (desta forma, o circuito iria infinitamente tentar aumentar a luminosidade, mas seria obviamente incapaz) ou situações temporárias, como uma porta que está temporariamente aberta (luz pode passar por esta porta, o que faria com que provavelmente todos os sensores do ambiente tentassem mudar sua luminosidade neste tempo até a porta fechar). Segue um exemplo abaixo (Figura 3), em que os sensores estão registrando 10 em binário ( $10 \times 0,25 = 2,5V$ ), enquanto o valor máximo ótimo setado é de 1,25V (4 binário médio + 1 binário de faixa = 5 binário valor máximo,  $5 \times 0,25 = 1,25V$ ). Desta

forma, o valor registrado pelos sensores é muito maior do que o máximo setado (o dobro!), assim, temos a saída de “Diminuir a luz” em alta, avisando o fazendeiro o que deve fazer (caso este seja realmente um problema e não uma situação temporária)

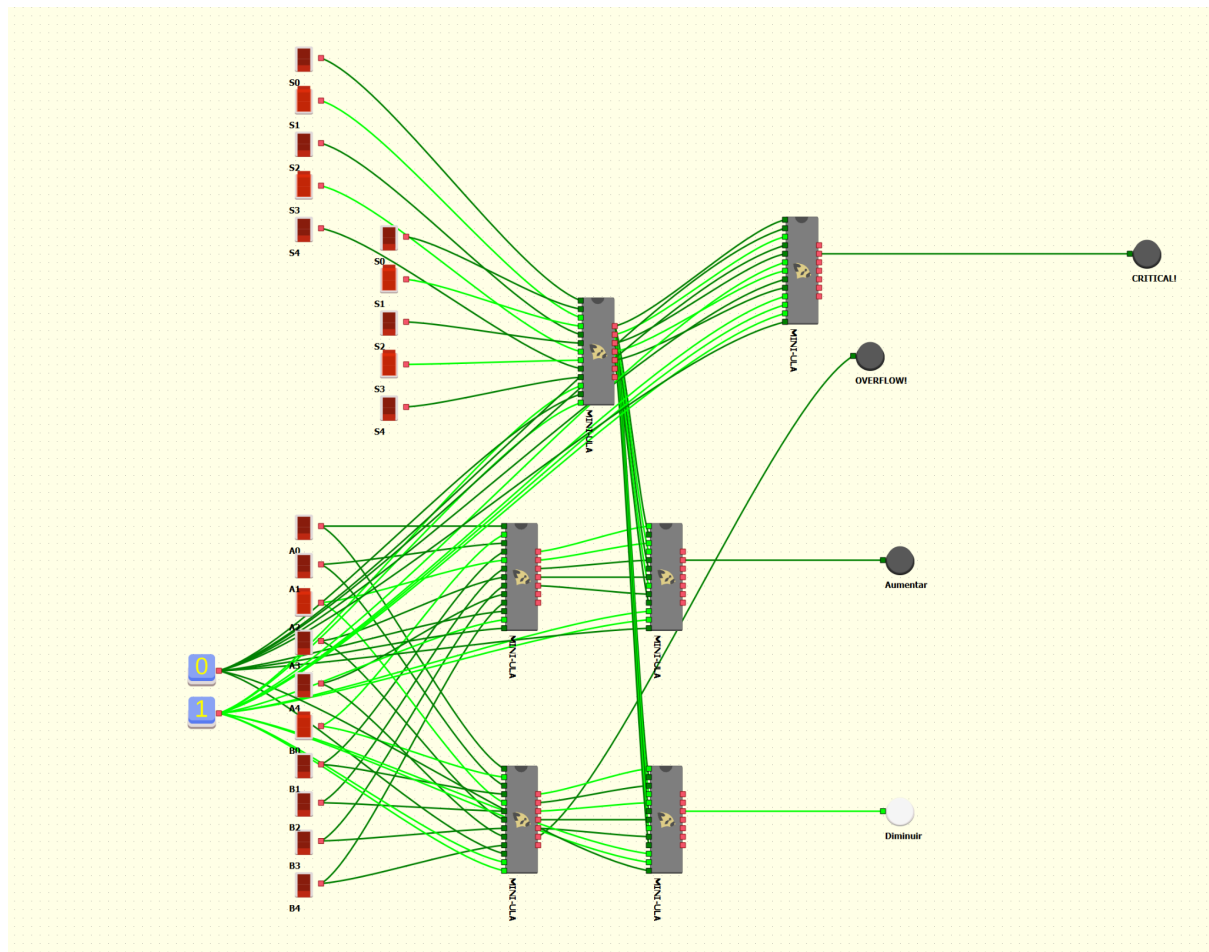


Figura 3: Podemos ver a saída “Diminuir” em alta, avisando o fazendeiro responsável que a luminosidade está acima do ideal. Caso seja um problema realmente, e não uma situação temporária (como uma porta aberta), é de se esperar que o responsável faça algo para reparar o problema.

## CONCLUSÃO

Pode-se concluir diversas coisas a partir deste trabalho. Dentre elas, temos a importância das fazendas verticais no combate contra a fome e no caminho de uma agricultura mais sustentável, estando, assim, em ressonância com os objetivos da ODS 2. Isto graças à sua grande economia de água se comparada aos meios tradicionais de cultivo, diminuição da emissão de gases relacionados ao transporte e altíssimo rendimento. Além disto, sob a óptica técnica, temos que apesar de ser possível usar diversos sensores juntos em um só fim, pode ser que seja necessário trabalhar com eles separadamente, por conta de pequenas diferenças nas maneiras em que os valores captados devem ser trabalhados, além das diferentes saídas possíveis. Fora isso, é possível argumentar que também foi possível concluir que nem sempre a maneira mais diretamente envolvida no controle é a mais prática, observando-se o uso do sensor de luminosidade. Claramente é possível fazer uma solução diretamente envolvida no controle, semelhante às outras duas propostas, porém a teoria acaba entrando em desacordo com a prática, já que, como

apontado, podem ocorrer situações temporárias, como a abertura de uma porta, que não exigem uma recalibração das condições, assim como situações comuns como uma lâmpada queimar, o que tornaria impossível a recalibração das condições, porém fazendo com que o circuito ficasse infinitamente tentando (ou, ao menos, até a lâmpada ser trocada).

## REFERÊNCIAS

- DOL-SENSORS. **Sensors in vertical farming**. Dinamarca, [s.d]. Disponível em: <<https://www.dol-sensors.com/sensors-in-vertical-farming/>>. Acesso em 01 de Julho de 2023
- INTELLIAS. **Smart Vertical Farm Lighting and Monitoring Solution**. Chicago, [s.d.]. Disponível em: <<https://intellias.com/smart-vertical-farm-lighting-and-monitoring-solution/>>. Acesso em 01 de Julho de 2023
- CHUAH, Y D *et al.* Implementation of smart monitoring system in vertical farming. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, Bristol, v. 268, 2019. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/268/1/012083/pdf>>. Acesso em 03 de Julho de 2023.
- DIY ENGINEERS. **LDR sensor with Arduino - How to use (with examples)**. Disponível em: <<https://www.diyengineers.com/2021/02/25/ldr-sensor-tutorial-with-arduino-light-dependent-resistor/>>. Acesso em: 1 jul. 2023.
- INOVASOCIAL. **Agricultura vertical: O futuro da produção de alimentos?**. [s.l], 2022 Disponível em: <<https://inovasocial.com.br/tecnologias-sociais/agricultura-vertical-futuro/>>. Acesso em 1 de Julho de 2023.