

## **Resumo do projeto**

**Nome do grupo:** odiamos a dutra

**Integrantes:**

- Arthur de Carvalho Palmutti - 156293
- Luis Felipe Salgado Mitidieri - 158555

**Título do projeto:** Sensoriamento quantitativo e qualitativo da água em reservatórios.

A ODS 6 - Água Potável e Saneamento, estabelecida pela Organização das Nações Unidas como parte da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, tem como objetivo garantir o acesso universal à água potável segura, além do saneamento adequado e sustentável para todos até 2030. Pode-se dizer que essa meta reconhece a importância crucial da água e do saneamento para a saúde, o bem-estar humano, o desenvolvimento socioeconômico e a preservação dos ecossistemas.

Primeiramente, é importante ressaltar que o acesso à água potável e ao saneamento é um direito humano essencial para a qualidade de vida das pessoas. No entanto, milhões de pessoas em todo o mundo ainda sofrem com a escassez de água limpa e com, por exemplo, a falta de instalações sanitárias adequadas. Essa realidade traz consigo consequências devastadoras, como doenças transmitidas pela água contaminada, mortes evitáveis e um ciclo de pobreza que se perpetua.

Além disso, o gerenciamento sustentável dos recursos hídricos é crucial para enfrentar os desafios globais, como as mudanças climáticas, a degradação ambiental e a escassez de água. O aumento da demanda populacional, a urbanização acelerada e a pressão sobre os ecossistemas naturais destacam a necessidade urgente de adotar medidas efetivas para garantir o acesso à água potável e ao saneamento de forma sustentável.

É importante ressaltar, que o tema da ODS é bem mais abrangente que isso. Cita-se, por exemplo, o esgoto doméstico, que é uma fonte significativa de patógenos e substâncias orgânicas putrescíveis, representando riscos para a saúde pública e a qualidade da água. Além disso, a decomposição natural da matéria orgânica no esgoto esgota o oxigênio dissolvido na água, prejudicando a qualidade de lagos e rios e afetando a vida aquática. Embora os processos de tratamento de esgoto reduzam os níveis de patógenos e substâncias orgânicas, eles não conseguem eliminar totalmente esses contaminantes. Portanto, também é necessário implementar medidas de tratamento e gestão adequadas para minimizar os impactos negativos do esgoto doméstico na água e na saúde pública.

Dante desse cenário, é fundamental buscar soluções inovadoras e sustentáveis que contribuam para o alcance da ODS 6. Nesse contexto, apresenta-se a projeção de melhoramento nesse âmbito, com um projeto que consiste em um sistema de sensoriamento para monitoramento do nível e qualidade de água em reservatórios. Essa

iniciativa tem como objetivo otimizar o uso da água e preservar esse recurso vital, contribuindo para o cumprimento dos objetivos estabelecidos pela ONU e promovendo a sustentabilidade hídrica em níveis local e global.

O projeto consiste em um sistema lógico envolvendo sensores. Esses sensores seriam capazes de medir o nível da água nos reservatórios, fornecendo informações precisas e em tempo real sobre sua capacidade e variações. Além disso, seriam capazes de analisar a qualidade da água (pela presença de fitoplâncton, demanda bioquímica de oxigênio e pH), detectando possíveis contaminações e poluentes presentes. Ademais, o sistema de sensoriamento permitiria uma resposta rápida a eventos extremos, como enchentes ou escassez de água. Com os dados em tempo real, seria possível tomar medidas preventivas e de emergência para minimizar os impactos negativos desses eventos.

Como visto, o projeto de melhoria proposto consiste na implementação de um sistema de sensoriamento para monitoramento do nível e qualidade da água em reservatórios. Essa iniciativa busca otimizar o uso da água, preservar os recursos hídricos e garantir a disponibilidade de água potável para as necessidades humanas e ambientais. O monitoramento contínuo e em tempo real fornecido pelos sensores possibilitará uma gestão mais eficiente e a tomada de medidas adequadas para enfrentar os desafios relacionados à água no contexto da ODS 6 - Água Potável e Saneamento.

O circuito a ser implementado terá duas frentes:

A primeira, bem simples, conta com dois sensores que medem a quantidade de água em um corpo d'água, e gera um sinal de atenção ou de extrema atenção caso o nível esteja muito alto ou muito baixo.

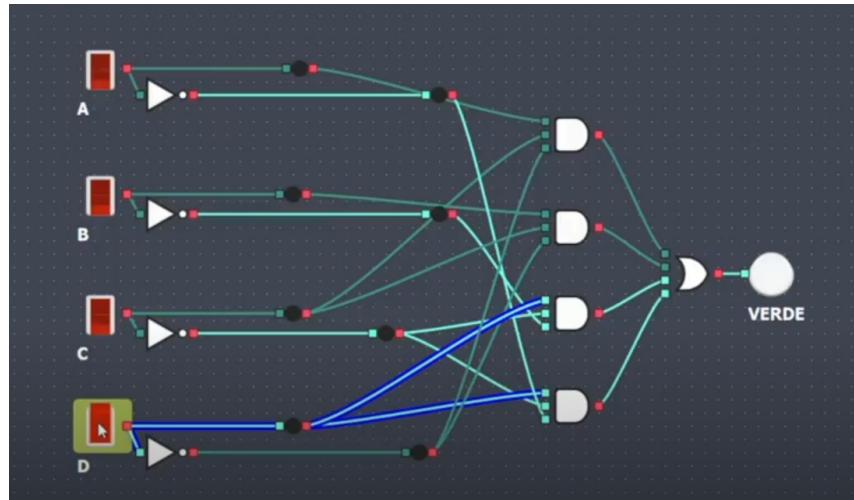


Figura 1: circuito que demonstra a entrada de dados sensor que será avaliada pelo sistema para informar qual o nível da água medida. Um circuito análogo é feito para os níveis laranja e vermelho.

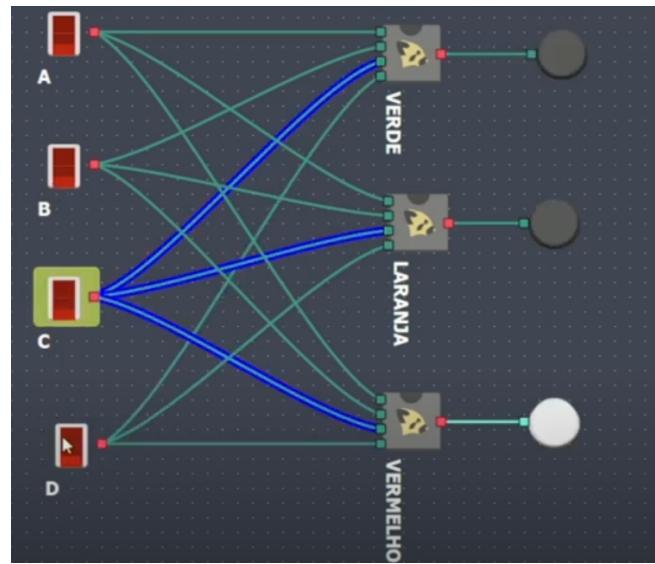
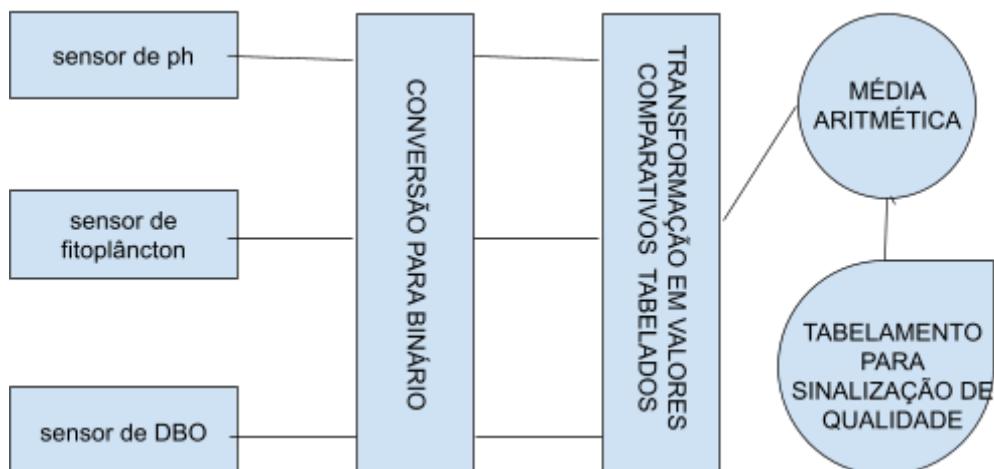


Figura 2: circuito completo, que recebe dados dos sensores e consegue informar qual o grau de lotação do reservatório, seguindo dados pré-determinados.

Nota-se que existem diversos tipos de sensores que podem ser utilizados para medir a quantidade de água em um reservatório. Um dos sensores mais comuns é o sensor de pressão, que utiliza a pressão hidrostática exercida pela coluna de água para determinar o nível do líquido, ele é simples e relativamente econômico, sendo amplamente utilizado em aplicações de monitoramento de reservatórios. Outro tipo de sensor é o ultrassônico, que emite ondas sonoras e mede o tempo de retorno do eco para calcular a distância entre o sensor e a superfície da água. Esses sensores são não invasivos e podem fornecer leituras precisas do nível da água. Além desses, sensores de flutuador também são utilizados, consistindo em dispositivos que flutuam na superfície da água e transmitem sinais elétricos para indicar a posição do nível.

A segunda frente implementada consiste em 3 sensores de qualidade: fitoplâncton, DBO e pH. Os sensores coletam os dados de um reservatório que podem ser relacionados com determinações encontradas em artigos científicos e cartilhas governamentais. Assim, por meio de um sistema de pontuação e a utilização de uma mini-ULA, os dados poderão ser tratados e traduzidos para melhor visualização e para a saída que mostra qual o nível dessa contaminação.



Inicia-se com o fitoplâncton, que é um grupo de organismos microscópicos que são componentes essenciais dos ecossistemas aquáticos, sendo responsáveis pela produção primária e pelo fornecimento de oxigênio através da fotossíntese. Nota-se que seu monitoramento é importante para avaliar a saúde dos corpos d'água, detectar mudanças nas condições ambientais e entender os processos biogeoquímicos nos ecossistemas aquáticos.

Vê-se que existem diferentes métodos e sensores utilizados para medir o fitoplâncton. Um dos métodos mais comuns é a coleta de amostras de água para análise em laboratório, onde as células de fitoplâncton são contadas e identificadas microscopicamente. No entanto, esse método é trabalhoso, demorado e requer conhecimento especializado. Uma abordagem alternativa é o uso de sensores ópticos, como os fluorímetros, que medem a fluorescência do fitoplâncton. Esses sensores emitem luz em determinados comprimentos de onda e medem a resposta de fluorescência das células de fitoplâncton, permitindo estimar a biomassa ou a clorofila presente na água. Além dos sensores ópticos, também são utilizados sensores acústicos para medir a biomassa do fitoplâncton. Esses sensores emitem ondas sonoras de alta frequência que são refletidas pelas células do fitoplâncton, permitindo estimar a sua densidade e a distribuição em um corpo d'água.

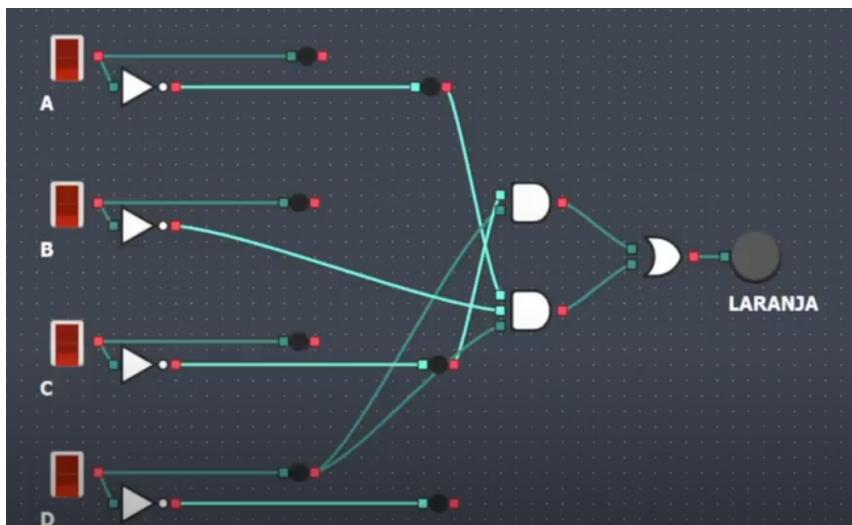


Figura 3: entrada de dados do sensor de fitoplâncton que é traduzido para um nível de cor representando o seu grau de presença, circuitos análogos serão feitos para as faixas de nível verde e vermelho.

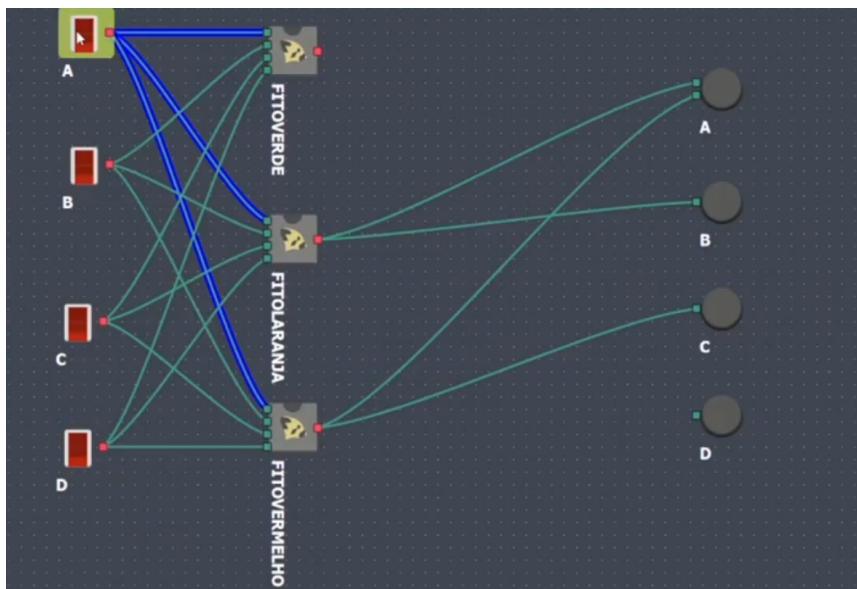


Figura 4: sistema que representa a transição da informação de níveis (cores) para o seu respectivo valor tabelado.

Esse mesmo sistema será reproduzido para os próximos dois tópicos: DBO e pH.

Dentro do tema, cita-se também a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), que é uma medida que avalia a quantidade de oxigênio necessário para que organismos aeróbicos decomponham a matéria orgânica presente em uma amostra de água. Existem diferentes métodos e sensores que podem ser utilizados para medir a DBO, sendo que o método tradicional envolve a coleta de amostras de água e a medição da concentração de oxigênio dissolvido inicialmente (amostra bruta) e após um período de incubação em condições controladas a diferença entre as concentrações iniciais e finais de oxigênio dissolvido é utilizada para calcular a DBO.

No entanto, esse método tradicional é demorado, levando de alguns dias a várias semanas para obter resultados. Para obter resultados mais rápidos, foram desenvolvidos sensores automatizados de DBO, como os sensores de respirometria, que medem a taxa de consumo de oxigênio pelas bactérias presentes na amostra de água, fornecendo uma estimativa rápida e contínua da DBO. Além disso, avanços tecnológicos permitiram o desenvolvimento de sensores ópticos que podem estimar a DBO com base em mudanças na fluorescência ou na absorbância da amostra de água. Esses sensores ópticos oferecem uma alternativa mais rápida e simplificada para a medição da DBO, eliminando a necessidade de produtos químicos e procedimentos demorados.

Finalmente, o pH é uma medida que indica a acidez ou alcalinidade de uma solução aquosa, incluindo a água. O pH é uma propriedade importante da água, pois afeta diretamente a vida aquática e diversos processos químicos e biológicos nos ecossistemas aquáticos.

Existem diferentes métodos e sensores que podem ser utilizados para medir o pH da água. Um dos métodos mais comuns é o uso de indicadores químicos, como o papel indicador, que muda de cor em resposta às variações de acidez ou alcalinidade. Esses indicadores fornecem uma estimativa do pH da água. No entanto, para medições mais precisas e em larga escala do pH, são utilizados sensores. Esses sensores são eletrodos que geram uma corrente elétrica proporcional ao pH da solução. Quando imerso na água, o

eletrodo de vidro gera uma diferença de potencial elétrico que pode ser medida e convertida em uma leitura de pH.

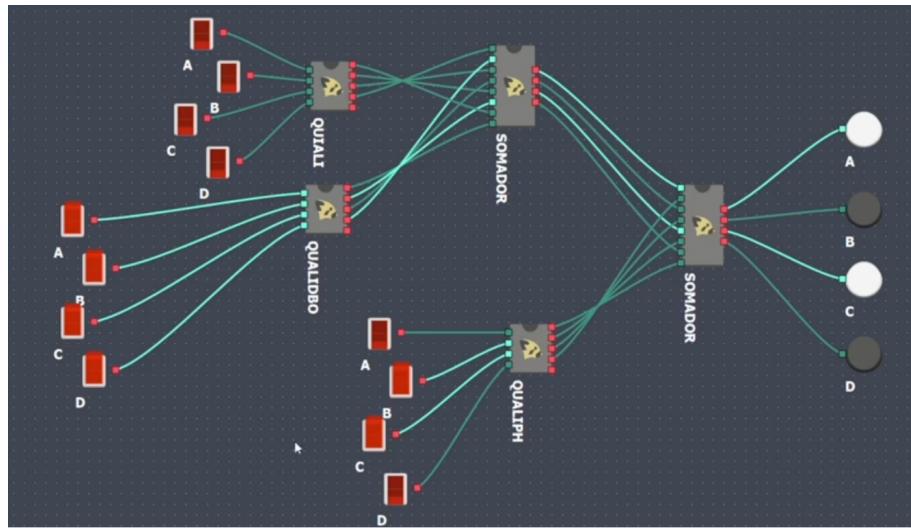


Figura 5: depois de todos os níveis lidos pelos sensores serem transformados em valores de pontuação, teremos esse circuito, adaptado de uma mini-ULA para somá-los, a fim de fazer a média aritmética em seguida.



Figura 6: somador de 4 bits utilizado.

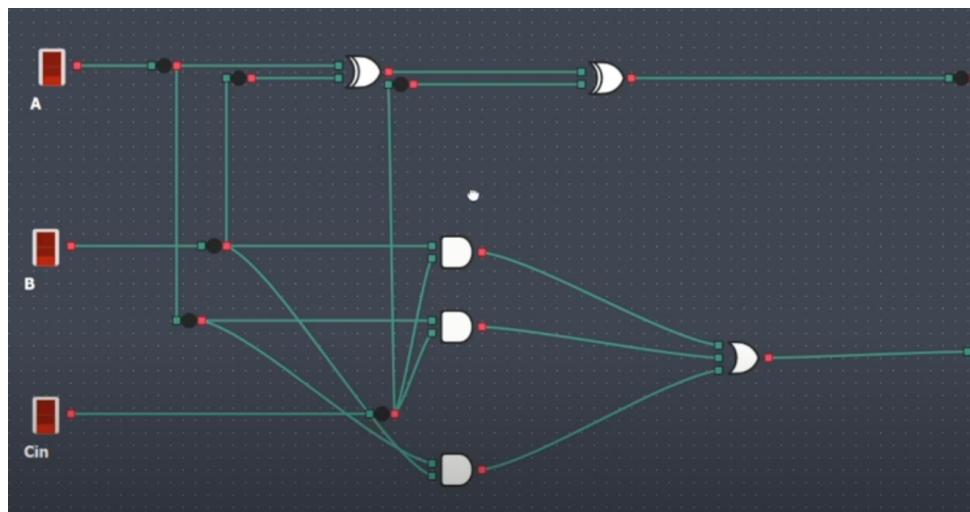


Figura 6: somador bit a bit utilizado.

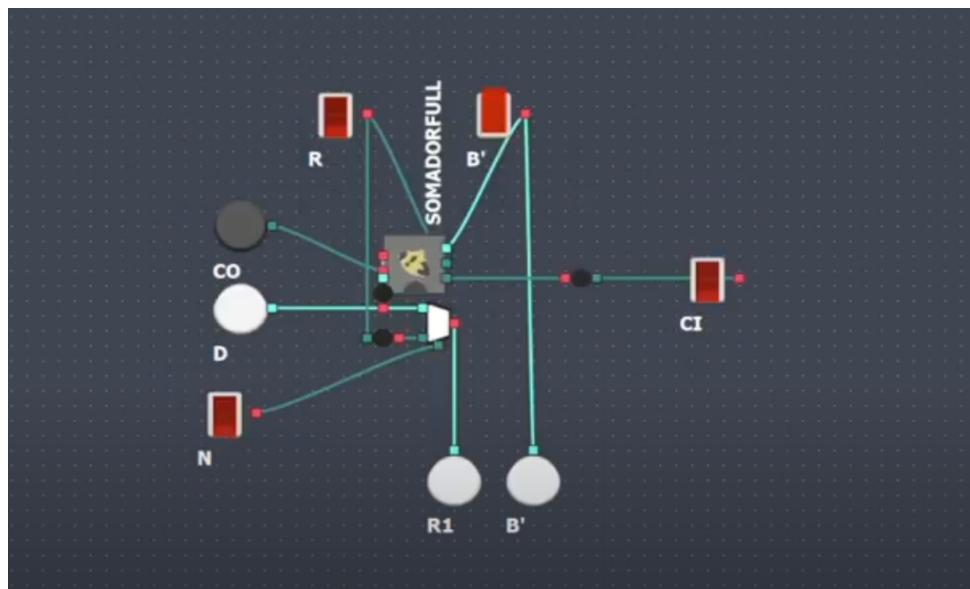


Figura 7: célula do sistema de subtração sequencial (circuito divisor) que possui um somador completo advindo de uma mini-ULA, que está configurado para subtração.

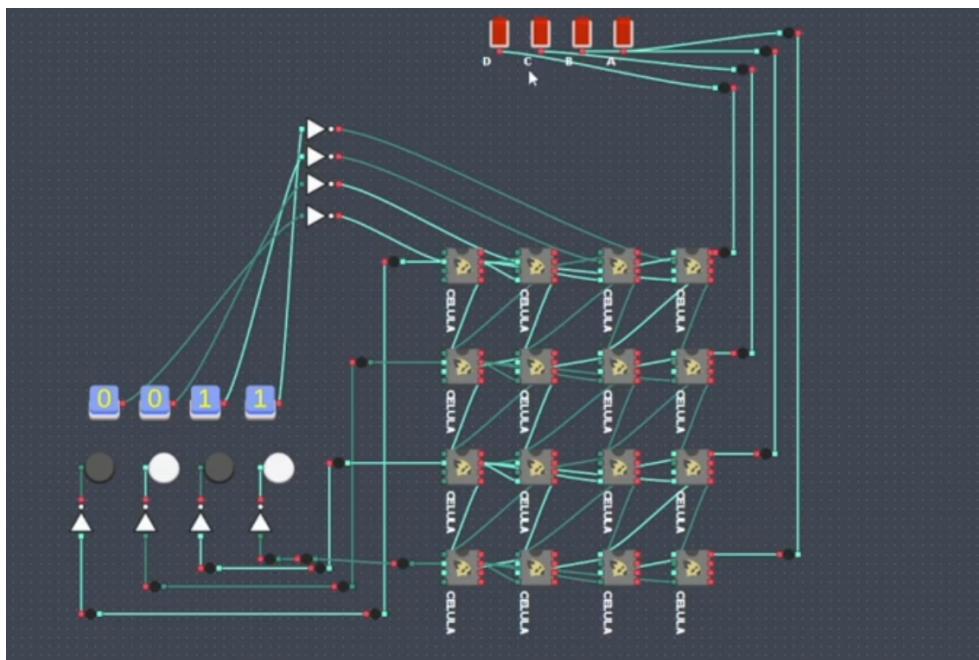
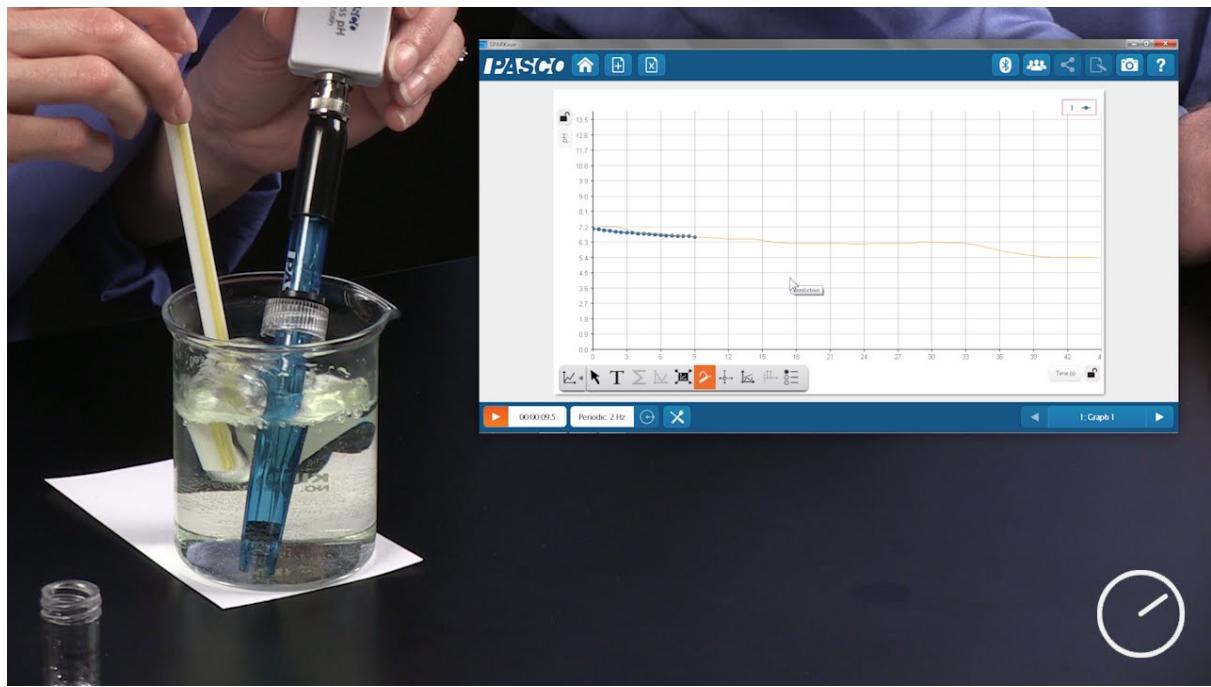


Figura 8: circuito divisor, que no caso está programado apenas para a divisão por 3 (0011) para realizar a média aritmética, sua saída vai nos mostrar o grau de poluição do corpo d'água em que o sistema for implementado.



Figuras 9 e 10: exemplo de execução: Sensor de pH por eletrodos que gera sinal de entrada, que é inicialmente analógico, como visto no gráfico. Fonte: STE Education.

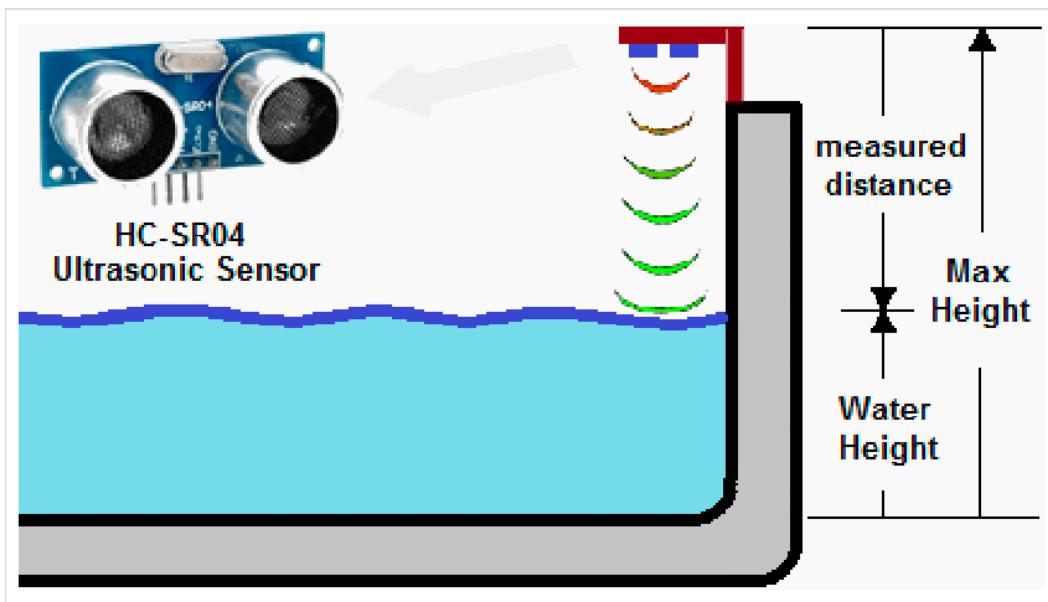


Figura 11: funcionamento de um sensor quantitativo ultrassônico, que gera uma entrada para nosso primeiro circuito. Fonte: Utilizing (IoT) to Develop a Remotely Monitored Autonomous Floodgate for Water Management and Control,

## Conclusão

Visto os fatos, percebe-se que o monitoramento adequado dos parâmetros relacionados à água, como quantidade, qualidade, DBO e pH, é fundamental para a gestão sustentável dos recursos hídricos e a preservação dos ecossistemas aquáticos. A utilização de sensores e tecnologias avançadas permite obter medições mais precisas, rápidas e contínuas, auxiliando na tomada de decisões e no desenvolvimento de estratégias eficientes para o tratamento de água, gestão de reservatórios e proteção da saúde pública. A integração desses sensores em sistemas de monitoramento amplo e integrado possibilita uma compreensão abrangente dos desafios relacionados à água, contribuindo para a implementação de práticas sustentáveis e alcançando as metas estabelecidas, como a ODS 6 - Água Potável e Saneamento. O uso de tecnologias de sensoriamento é essencial para enfrentar os desafios atuais e futuros relacionados à água, garantindo a disponibilidade de água de qualidade para as necessidades humanas e preservando os ecossistemas aquáticos para as gerações futuras.

## Bibliografia

Nathanson, Jerry A.. "water pollution". Encyclopedia Britannica, 22 Jun. 2023, <https://www.britannica.com/science/water-pollution>. Accessed 8 July 2023.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, 1995.

CETESB. Qualidade das águas no estado de São Paulo. Águas e Energia Elétrica., São Paulo. 1988

Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA: Resolução 430. 13 de Maio de 2011.

CARDOSO, Ariane Silva. Uso de ferramentas integradas para avaliação da qualidade da água de um sistema de piscicultura no Semiárido de Pernambuco, Brasil. (2017, February 22).

PINTO, M. F., CAMARGO, A. P., ALMEIDA, A. C. S., ALVES, D. G., & BOTREL, T. A... Desenvolvimento de um sistema para o controle do pH da água para microirrigação. Revista Brasileira De Engenharia Agrícola e Ambiental, 15(2), 211–217. 2011.

VALENTE, J. P. S., PADILHA, P. M., & SILVA, A. M. M.. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP. Eclética Química, 22, 49–66. 1977.

Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Índice de Qualidade da Água. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNmRkN2JjMzctMzU2Mi00ODBmLTk3NDgtODFmMWQ4OWViOGUwliwidCI6ImUwYml0MDEyLTgxMGItNDY5YS04YjRkLTY2N2ZjZDFiYWY4OCJ9>. Acesso em 27 de Junho de 2023.