## 2.4 managing

A incorporação de conjuntos de sensores em sistemas aquapônicos permite conhecer o estado do sistema. Vários são os parâmetros que podem cumprir tal função: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, nível de água.

O pH e a temperatura são grandezas vitais, pois comprometem as funções metabólicas dos organismos envolvidos. Para os organismos frequentemente utilizados em sistemas aquapônicos em meio tropical (tilápia, hortaliças e bactérias nitrificantes) a temperatura deve variar entre 20 e 30 oC. e o pH entre 6 e 8. Normalmente, os dejetos deixados nos tanques de peixes têm a capacidade, se não tratados devidamente pelas bactérias e plantas, têm a capacidade de acidificar o meio. Portanto, é importante ter em mãos alternativas para a elevação do pH, quando for necessário.

No sistema de media bed, pela atuação forte do mecanismo de sifão sino, a água é bem movimentada, facilitando sua aeração. Assim, a utilização de sensores de oxigênio dissolvido pode não ser muito relevante nestes, sobretudo devido ao alto custo destes sensores.

Apesar dos sistemas aquapônicos serem fechados, existe alguma perda de água por evaporação. Por causa disso, há a necessidade de vigilância sobre o nível de água.

Sistemas aquapônicos que sejam projetados para utilização por pessoas com pouca formação técnica devem ser capazes de possuir as seguintes características:

* Fácil operação;
* Customizações e parametrizações que facilitem a padronização dos sistemas;
* Conjunto de mecanismos que possibilitem conhecer e facilitem a intervenção no sistema
* Desejável sistema de supervisão que possa permitir operações remotas por técnicos;
* Capacitar basicamente os usuários dos sistemas.

Tais necessidades podem ser satisfeitas com a adoção de métodos de automação.

# 3. design and implementation

A implementação e design do Projeto é aqui descrita em 2 seções, uma que trata do sistema aquapônico fisicamente e a outra trata do sistema de automação adotado.

## 3.1 Aquaponic systems

A figura 3 mostra o sistema aquapônico implementado. O sistema adotado foi o de cama de cultivo. O peixe escolhido para ser cultivado foi a tilapia do nilo (*Oreochromis niloticus*). O dimensionamento inicial do sistema seguiu as proposições contidas em Sommerville e colaborados (2014), que estabeleceram parametrizações de áreas e volumes para a projeção de sistemas aquapônicos, com base em relações entre quantidade de peixes, produção de resíduos, tempo de captação e reciclagem de água, volume de cama bacteriana e capacidade de absorção de nutrientes.

O recipiente da cama, ajustado acima do tanque, foi projetado em área e profundidade para atender os requisitos de volume adequado de bactérias nitrificantes e plantas com profundidade de enraizamento suficiente para a absorção dos nutrientes e captação de oxigênio. O substrato para preenchimento da cama foi a argila expandida.

Na cama foi construído um sifão sino, dimensionado em associação com a bomba imersível de sucção, para garantir tempo de esvaziamento/preenchimento da água proveniente do tanque de peixes suficiente para a nutrição adequada das plantas e captação de ar pelas raízes.

Como já mencionado, foi instalada uma bomba de sucção imersível, com vazão compatível com os requisitos do sistema, levando em conta os diâmetros dos tubos e conexões utilizados, bem com a coluna d’água a ser vencida.

Uma vez montado o sistema, inicialmente 7 alevinos foram introduzidos. Após um período de aproximadamente 3 semanas as plantas foram introduzidas. Neste primeiro momento, até a estabilização do sistema, a água do tanque foi renovada com frequência, pois a extração dos dejetos nitrogenados produzidos ainda não era suficientemente adequada.

As mudas de plantas instaladas foram hortaliças conhecidas na mesa dos brasileiros, tais como alface, agrião, manjericão, tomate, etc.

## 3.2 automação

O sistema de automação utilizado no projeto possui as seguintes características:

* Utilização de sensores de baixo custo que possam informar sobre o estado dos sistemas aquapônicos;
* Operação de atuadores que possam desempenhar funções de manutenção dos sistemas.
* Operação de atuadores que possam modificar o estado dos sistemas aquapônicos, sempre que assim for necessário;
* Execução de mecanismos de alerta que possam informar sobre o estado dos sistemas, bem como situações que requeiram intervenção;
* Disponibilização de aplicação web que permita a informação e intervenção remota nos sistemas, com permissões personalizadas para usuários e supervisores.

A seguir, fazemos a descrição das ferramentas de hardware e software utilizadas neste projeto para realizar as tarefas acima propostas.

### 3.2.1. Hardware

#### 3.2.1.1. Sensors

Foram utilizados sensores: temperatura, pH e nível de água

O sensor de temperatura utilizado foi o LM035. Trata-se de um sensor de baixo custo, bastante robusto e de fácil operação. Emite um sinal analógico que pode ser transformado em graus célsius, bastando multiplicar a leitura em milivolts por 0,1. Para transformar a leitura do sinal em milivolts é só ver qual é o valor máximo em milivolts que a placa pode ler e relacioná-lo com o número máximo de leitura do sinal. No caso da Intel Galileo este valor máximo em milivolts é 5000.

O sensor de pH foi a sonda E-900. Trata-se de uma sonda de pH composta (sensor de medição e de referência juntos na mesma estrutura). Lê valores de pH de 0 a 14. Trabalha em temperaturas que variam de 0 a 80 oC. A calibração se dá por relação linear entre voltagem e pH. Para tal, utilizam-se 2 soluções de pH conhecido. Utilizamos as soluções de pH 4 e 7. Com os 2 pares de valores de pH e leitura, constroi-se a reta que fará a equivalência entre leitura do sinal e valor de pH.

O sensor de nível d’água utilizado é o modelo ZP4510. O sensor emite sinal digital de 1 bit. Trata-se de um flutuador cilíndrico que desliza sobre uma haste. O cilindro contem um imã que fecha o circuito, emitindo 1, dependendo de sua posição. O sensor por nós utilizado, denominado normalmente fechado, fecha o circuito quando está na posição inferior. Assim, se o nível de água estiver alto, isto é, acima da posição do sensor, o cilindro flutua, ficando na posição superior, abrindo o circuito. Quando o nível de água está baixo, o cilindro não flutua, ficando na posição inferior, fechando o circuito. O sensor de nível de água foi posicionado a uma profundidade crítica, abaixo da qual seria perigoso para os peixes sobreviverem.

#### 3.2.1.2. Atuadores

Os atuadores utilizados foram: buzina, LEDs, motores de passo.

A buzina e os LEDs são acionados quando:

* Temperatura > 33 oC, acionando a buzina e o LED de cor verde;
* pH < 6, acionando a buzina e o LED de cor vermelha;
* Nível de água ligado, acionando a buzina e o LED de cor amarela.

Os motores de passo são motores cujo eixo gira em unidades discretas, os passos, cuja direção, valor angular de cada passo e o número de passos são controlados via software. Os motores de passo utilizados são do tipo NEMA 17, bipolares, com 1,8 graus por passo e 12 volts de alimentação. Utilizamos o circuito A4988, como driver para controle do motor, onde apenas 2 conexões de output da placa são necessárias, uma para direção e outra para o número de passos. Utilizamos 2 motores de passo: um para o alimentador de peixes e outro para o elevador de pH.

O alimentador de peixes tem acoplado ao eixo do motor um recipiente contendo ração. O recipiente contem alguns furos, de sorte que a cada volta completa em torno do seu eixo, uma quantidade de comida cairá. O alimentador de peixes é acionado 3 vezes por dia. O número de voltas por acionamento vai depender da quantidade de ração a ser fornecida que, por sua vez, vai depender do estágio de desenvolvimento dos peixes. A tabela 1, mostrando a quantidade de comida por estágio de desenvolvimento, foi incorporada no software do projeto.

O elevador de pH tem o design e o funcionamento semelhante ao alimentador de peixes, sendo que o conteúdo do recipiente é casca de ovo triturada, cuja constituição química aumenta o pH. Quando o pH está baixo o motor é acionado dando 4 voltas completas.

#### 3.2.1.3. Displays e mensagens

Sempre que um LED e a buzina são acionados, é disparado 3 tipos de mensagens:

* Uma em um display de LCD, localizado junto à placa Galileo;
* Uma por email; e
* Uma por SMS para os celulares cadastrados.

O display LCD tem uma tela de 16x2 caracteres com luz de fundo (backlight). Acoplado ao display vai uma interface de protocolo de comunicação i2c com 2 conexões de portas para a placa.

Para as mensagens de SMS utilizamos o driver \*\*\*\*

As mensagens de email são enviadas via servidor.

Apenas números de celulares e e-mails de usuários/supervisores cadastrados recebem as mensagens.

O display LCD também registra os dados de temperatura e pH.

# 4. issues and conclusion

Dificuldades para obter parametrizações em sistemas envolvendo seres vivos. De fato, existem muitas fontes de variabilidade.