



SISTEMA DE CONTROLE PARA AQUARIOFILIA

Carla Bernadete Camargo¹, Leonardo Faria Costa², Silvio Ruiz Paradiso³

RESUMO: A prática da aquariofilia e aquapaisagismo, criação de animais e plantas aquáticas, é bastante crescente, tanto por pessoas comuns, como por criadores com fins comerciais. Dificuldades na manutenção acabam comprometendo a saúde e bem estar desses seres levando algumas vezes a sua perda, gerando ao invés do lazer da prática, a frustração e prejuízo aos adeptos. Assim, o projeto proposto busca a integração de novas tecnologias a esta modalidade a fim de reproduzir artificialmente o ambiente natural de seres subaquáticos por meio de recursos de eletrônica, *hardware* e *software* em um sistema de controle versátil e adaptável, do qual, unifique as informações em um módulo de processamento com interface com o usuário de maneira lógica e simplificada.

PALAVRAS-CHAVE: Automação; ambiente subaquático artificial; aquário, *Arduino*.

1 INTRODUÇÃO

A palavra aquário resulta da junção do termo latino *aqua*, que significa água, com o sufixo *-rium*, que significa "lugar" ou "edifício". Tal objeto afina-se com antigas práticas de criação de peixes. Os antigos sumérios eram conhecidos por manter peixes em tanques antes de prepará-los para comer. Acredita-se que na China a reprodução seletiva da carpa, tenha começado há mais de 2000 anos, bem como a criação de peixes *Oxyrhynchus* na arte do Antigo Egito. A história da criação de peixes existe em muitas outras culturas, tanto com caráter funcional como decorativo, como é o caso dos chineses que desfrutavam dos peixes coloridos em recipientes de cerâmica grandes (BRUNER, 2005).

Todavia, o conceito de aquário, pensado como objeto de observação de peixes, na forma de tanque fechado e transparente, guardado em interiores, surgiu apenas recentemente. No entanto, é difícil definir a data exata deste desenvolvimento. No século XVIII, o biólogo Abraham Trembley conservou uma hidra que encontrou nos canais do

¹ Acadêmica do Curso de Tecnologia em Automação Industrial do Centro Universitário de Maringá – CESUMAR. Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em desenvolvimento tecnológico e Inovação (PIBITI/CNPq-Cesumar). carlacamargoautomobil@gmail.com

² Orientador - Mestre em Engenharia Elétrica - Centro Universitário de Maringá – Cesumar. Departamento Engenharia mecatrônica e Automação Industrial. leonardo.costa@cesumar.br

³ Coorientador, Doutorando em Letras - Universidade Estadual de Londrina (UEL). Departamento de Letras silvinhoparadiso@hotmail.com



jardim "Sorgvliet", nos Países Baixos, em grandes recipientes cilíndricos de vidro para seu estudo, considerando-se que o conceito de manter vida aquática em compartimentos de vidro data de então.

Com a crescente prática de aquariorfilia e aquapaisagismo tanto em modalidades como negócios e/ou *hobby*, pode-se perceber que muitas dificuldades são comuns a adeptos, donos de lojas especializadas ou apenas consumidores comuns, no que se diz respeito aos cuidados necessários para manter um ambiente artificial equilibrado. A questão é como suprir em ambiente artificial as necessidades dos seres aquáticos utilizando-se de recursos tecnológicos de maneira lógica e simplificada. Muitas vezes, falhas nas metodologias utilizadas causam a manifestação de *stress*, doenças e morte dos seres aquáticos, o que além da perda dessas vidas, gera frustração e prejuízo aos criadores. Para uma correta manutenção se faz necessária a monitoração do ambiente de maneira adequada aos seres que nele vivem, para tanto os métodos mais presentes na sua maioria se fazem por meios primitivos e trabalhosos e a utilização de recursos tecnológicos nem sempre é eficiente, pois, não centralizam as informações e procuram corrigir os distúrbios apresentados, ou mesmo alertam para que se possam ser tomadas as devidas providências. Assim, se faz necessário um sistema de microcontrole para aquariorfilia, já que segundo OGATA (2003, p.02) “um sistema é uma combinação de componentes que agem em conjunto para atingir determinado objetivo”, no trabalho atual, a busca de métodos para o desenvolvimento de um sistema capaz de auxiliar na reprodução artificial do habitat natural de seres subaquáticos. O foco dar-se-á tanto com finalidades ornamentais decorativas em uma residência inteligente introduzindo-se o conceito de domótica, e/ou comercialização automatizada de peixes e plantas em lojas especializadas e criadouros, a partir de pesquisas, conhecimentos e recursos tecnológicos.

2 DESENVOLVIMENTO

Tem-se a busca por métodos e soluções que viabilizem o desenvolvimento da aquariorfilia, considerando diversos cuidados e dificuldades rotineiras presentes na manutenção e controle do ambiente artificial adequado, com qualidade de vida para peixes ornamentais e diversos organismos subaquáticos. A conservação de um recipiente



que recrie artificialmente, o ambiente nativo destes seres de modo aceitável, requer a atenção para vários fatores. São abordados os pontos mais importantes passíveis de automação:

Alimentação: os animais necessitam se alimentar com qualidade, não somente a qualidade do alimento em si, como os horários e quantidade de alimentação fornecida. Em pouca quantidade inviabiliza o desenvolvimento e saúde do peixe, e em excesso gera acúmulo de gordura no animal, o que reduz seu tempo de vida, e ainda o que não é comido pelo peixe, suja a água podendo gerar problemas maiores como doenças.

Filtragem: faz-se com o auxílio de uma bomba d'água a circulação da mesma por elementos filtrantes, para a retirada de impurezas mantendo-a depurada; a circulação também mantém a oxigenação. A filtragem pode ser biológica, com a passagem da água por um depósito de microorganismos em que a amônia produzida pelos peixes se transforme em nitritos e posteriormente nitratos; química, remove substâncias tóxicas da água como cloro e metais pesados, realizada por resinas específicas ou carvão ativado; mecânica, retém impurezas particuladas que circulam no aquário através de mantas, esponjas e outros materiais sólidos desta finalidade.

Renovação da água: a efetuação de trocas parciais de água regularmente é necessária, devida à degradação dos seus nutrientes por bactérias tornando-a tóxica, e o fornecimento de sais minerais para consumo de peixes e plantas.

Climatização: a temperatura da água pode ser tropical ou fria de acordo com os espécimes cultivados, precisa ser monitorada com um termômetro e regulada com o auxílio de um termostato ou elemento de resfriamento, mantendo-se sempre dentro de parâmetros próximos ao ideal.

Iluminação: necessita lâmpadas apropriadas e de intensidade luminosa dimensionada de acordo com o aquário e finalidade. A luminosidade é importante para a observação do aquário e seus habitantes além do entretenimento, proporciona a identificação de quaisquer problemas e ou irregularidades que venham a ameaçar o equilíbrio do habitat, bem como, dar um ritmo de vida aos integrantes, ficando ativa cerca de 10 a 12 horas; coloração que além da beleza caracteriza saúde - alguns animais mudam de cor de acordo com o ambiente -; um aquário plantado ou jardim submerso, com cultivo de plantas aquáticas, tem exigência luminosa bem maior para seu desenvolvimento, devido à realização da fotossíntese pelas mesmas.



Essas dentre outras necessidades de manutenção na aquariorfilia são o foco do projeto. Como base da pesquisa são implementados fundamentos de eletrônica analógica, eletrônica digital, microcontroladores informática industrial *hardware* e *software* e linguagens de programação. Também fundamentos de aquariorfilia e aquapaisagismo, vida aquática, estudo das necessidades dos espécimes mais usuais em meio artificial.

O uso de programação no sistema é bastante importante, pois, integra o sistema a nível digital, ultrapassando a barreira analógica, de alguns casos de automação que já implantados. Segundo JAMSA; KLANDERS (1999, p.01) “Os programas de computador, também conhecidos como software, são formados por uma serie de instruções que o computador executa. [...]. O processo de definir as instruções que o computador deve executar é conhecido como programação”.

O trabalho de manutenção de um aquário e controle de estabilidade não se dá unicamente no dia-a-dia, mas se agravam em ocasiões de ausência como viagens e rotina de trabalho e estudos por exemplo, tornando muitas vezes esta prática de lazer em um problema. A inclusão tecnológica desse sistema insere-o na evolução tecnológica da automação residencial, que é cada vez mais presente em nossa realidade devido às necessidades da vida moderna, de grande valia também no setor comercial na criação e cultivo tanto no dia-a-dia pela quantidade de aquários como em ocasiões de ausência, onde além do expediente de trabalho, os seres mantêm suas necessidades vitais, também em finais de semana, feriados, férias etc., no qual a automação do setor muitas vezes é fator fundamental para o aumento da lucratividade.

A automatização destas em alguns casos já é efetuada. Porém o intuito é estudar formas de aprimoramento com dimensionamento menor e maior eficiência, com automação utilizando sistemas de malha fechada que de acordo com OGATA (2003, p.05) baseia-se em “um sistema que estabeleça uma relação de comparação entre a saída e a entrada de referência, utilizando a diferença como meio de controle [...]”.

A elaboração deste abre a visão para a inovação e o mundo tecnológico. A busca e aplicação do conhecimento são essenciais para o desenvolvimento humano, o aprimoramento de recursos permite que determinada tarefa seja realizada de uma forma nova, com maior comodidade, conforto e velocidade, bem como a automação de um



ambiente comercial gera maior lucratividade promovendo o desenvolvimento da região onde se instala.

Tem-se a busca por métodos e soluções que viabilizem o desenvolvimento da aquariofilia, considerando diversos cuidados e dificuldades rotineiras presentes na manutenção e controle do ambiente artificial adequado, com qualidade de vida para peixes ornamentais e diversos organismos subaquáticos. A conservação de um recipiente que recrie artificialmente, o ambiente nativo destes seres de modo aceitável, requer a atenção para vários fatores. São abordados os pontos mais importantes passíveis de automação:

Alimentação: os animais necessitam se alimentar com qualidade, não somente a qualidade do alimento em si, como os horários e quantidade de alimentação fornecida. Em pouca quantidade inviabiliza o desenvolvimento e saúde do peixe, e em excesso gera acúmulo de gordura no animal, o que reduz seu tempo de vida, e ainda o que não é comido pelo peixe, suja a água podendo gerar problemas maiores como doenças.

Filtragem: faz-se com o auxílio de uma bomba d'água a circulação da mesma por elementos filtrantes, para a retirada de impurezas mantendo-a depurada; a circulação também mantém a oxigenação. A filtragem pode ser biológica, com a passagem da água por um depósito de microorganismos em que a amônia produzida pelos peixes se transforme em nitritos e posteriormente nitratos; química, remove substâncias tóxicas da água como cloro e metais pesados, realizada por resinas específicas ou carvão ativado; mecânica, retém impurezas particuladas que circulam no aquário através de mantas, esponjas e outros materiais sólidos desta finalidade.

Renovação da água: a efetuação de trocas parciais de água regularmente é necessária, devida à degradação dos seus nutrientes por bactérias tornando-a tóxica, e o fornecimento de sais minerais para consumo de peixes e plantas.

Climatização: a temperatura da água pode ser tropical ou fria de acordo com os espécimes cultivados, precisa ser monitorada com um termômetro e regulada com o auxílio de um termostato ou elemento de resfriamento, mantendo-se sempre dentro de parâmetros próximos ao ideal.

Iluminação: necessita lâmpadas apropriadas e de intensidade luminosa dimensionada de acordo com o aquário e finalidade. A luminosidade é importante para a observação do aquário e seus habitantes além do entretenimento, proporciona a



identificação de quaisquer problemas e ou irregularidades que venham a ameaçar o equilíbrio do habitat, bem como, dar um ritmo de vida aos integrantes, ficando ativa cerca de 10 a 12 horas; coloração que além da beleza caracteriza saúde - alguns animais mudam de cor de acordo com o ambiente -; um aquário plantado ou jardim submerso, com cultivo de plantas aquáticas, tem exigência luminosa bem maior para seu desenvolvimento, devido à realização da fotossíntese pelas mesmas.

Essas dentre outras necessidades de manutenção na aquariofilia são o foco do projeto. Como base da pesquisa são implementados fundamentos de eletrônica analógica, eletrônica digital, microcontroladores informática industrial *hardware* e *software* e linguagens de programação. Também fundamentos de aquariofilia e aquapaisagismo, vida aquática, estudo das necessidades dos espécimes mais usuais em meio artificial.

O uso de programação no sistema é bastante importante, pois, integra o sistema a nível digital, ultrapassando a barreira analógica, de alguns casos de automação que já implantados. Segundo JAMSA; KLANDERS (1999, p.01) “Os programas de computador, também conhecidos como software, são formados por uma serie de instruções que o computador executa. [...]. O processo de definir as instruções que o computador deve executar é conhecido como programação”.

O trabalho de manutenção de um aquário e controle de estabilidade não se dá unicamente no dia-a-dia, mas se agravam em ocasiões de ausência como viagens e rotina de trabalho e estudos, por exemplo, tornando muitas vezes esta prática de lazer em um problema. A inclusão tecnológica desse sistema insere-o na evolução tecnológica da automação residencial, que é cada vez mais presente em nossa realidade devido às necessidades da vida moderna, de grande valia também no setor comercial na criação e cultivo tanto no dia-a-dia pela quantidade de aquários como em ocasiões de ausência, onde além do expediente de trabalho, os seres mantêm suas necessidades vitais, também em finais de semana, feriados, férias etc., no qual a automação do setor muitas vezes é fator fundamental para o aumento da lucratividade.

A automatização destas em alguns casos já é efetuada. Porém o intuito é estudar formas de aprimoramento com dimensionamento menor e maior eficiência, com automação utilizando sistemas de malha fechada que de acordo com OGATA (2003, p.05) baseia-se em “um sistema que estabeleça uma relação de comparação entre a saída e a entrada de referência, utilizando a diferença como meio de controle [...]”.



A elaboração deste abre a visão para a inovação e o mundo tecnológico. A busca e aplicação do conhecimento são essenciais para o desenvolvimento humano, o aprimoramento de recursos permite que determinada tarefa seja realizada de uma forma nova, com maior comodidade, conforto e velocidade, bem como a automação de um ambiente comercial gera maior lucratividade promovendo o desenvolvimento da região onde se instala.

2.1 MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema pode ser dividido em três grupos:

- Primeiro: entrada - coleta de dados;
- Segundo: processamento - manuseio das variáveis por meio de microcontrolador;
- Terceiro: saída dos dados para atuadores e dispositivos de alerta após processamento.

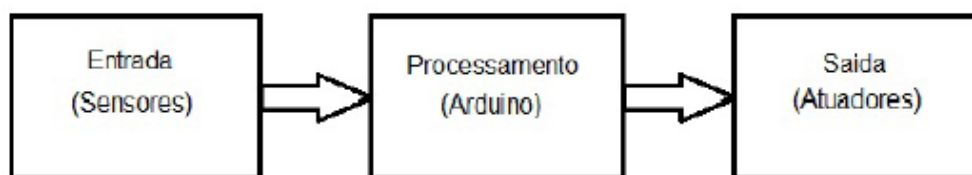


Figura 1: Diagrama de blocos.
Fonte: FONSECA; BEPPU (2012 p.02).

O módulo de controle conta com a unidade central de processamento e IHM (Interface Homem Máquina), onde podem ser monitoradas pelo usuário as leituras provenientes de sensores e visualização dos parâmetros de controle já inseridos pelo usuário, bem como no momento em que esses valores são inseridos. Para a inserção dos dados/parâmetros pelo usuário utiliza-se um *LCD touchscreen*, presente no módulo, bem



como as telas de visualizações que são dispostas, exibindo também hora no fuso horário local. O LCD utilizado é de *interface touchscreen* própria para *Arduino TFT* de 3.2', 400 x 240 *pixels*.

O processamento é realizado através de um controlador Integrado *Arduino*, do modelo *Arduino Mega 2560*, para o desenvolvimento na fase de testes também foi utilizado o modelo *Arduino Uno*.

O termo *Shields* do inglês, escudo, são placas de extensão apropriadas para a plataforma *Arduino*, que o recobrem tendo determinada funcionalidade. Estes se encaixam sobre os conectores fêmea recebendo alimentação e acesso a todos os conectores digitais, analógicos e *reset*.

Na IHM ainda foram utilizados uma *proto shield*, *NKC Megashield V1.0* que é uma matriz de contatos própria para *Arduino Mega 2560*. E a *ITDB02 Mega Shield v1.1 RTC* - Real Time Clock em português relógio de tempo real – baseado no circuito integrado *DS1307*, capaz de efetuar o correto controle do tempo e ativação de eventos, com ou sem alimentação do módulo.

Arduino é um dispositivo, criado com o intuito de controlar projetos/protótipos de maneira mais simplificada do que outros sistemas disponíveis no mercado. Criado na Itália para realizar a interação de projetos escolares, no ano de 2005. O *Arduino*, capaz de interagir com projetos escolares. Fazendo parte da ideia de *software* e *hardware* livre, o dispositivo tem por objetivo criar ferramentas acessíveis, e de manipulação descomplicada, podendo ser utilizado pela sociedade, esta plataforma de computação física, baseada em uma placa de Entrada/Saída com processamento realizado por um microcontrolador *Atmel AVR* de 8 bits, sua programação pode ser desenvolvida em qualquer microcomputador com o auxílio de um cabo *USB* do tipo AB ou serial, através da interface de comunicação *IDE*, utilizando-se das bibliotecas de programação e uma linguagem própria fundamentada em *C/C++*.

É um kit de desenvolvimento capaz de interpretar variáveis no ambiente e transforma-las em sinal elétrico correspondente, através de sensores ligados aos seus terminais de entrada, e atuar no controle ou acionamento de algum outro elemento eletroeletrônico conectado ao terminal de saída (FONSECA; BEPPU 2010, p.02).

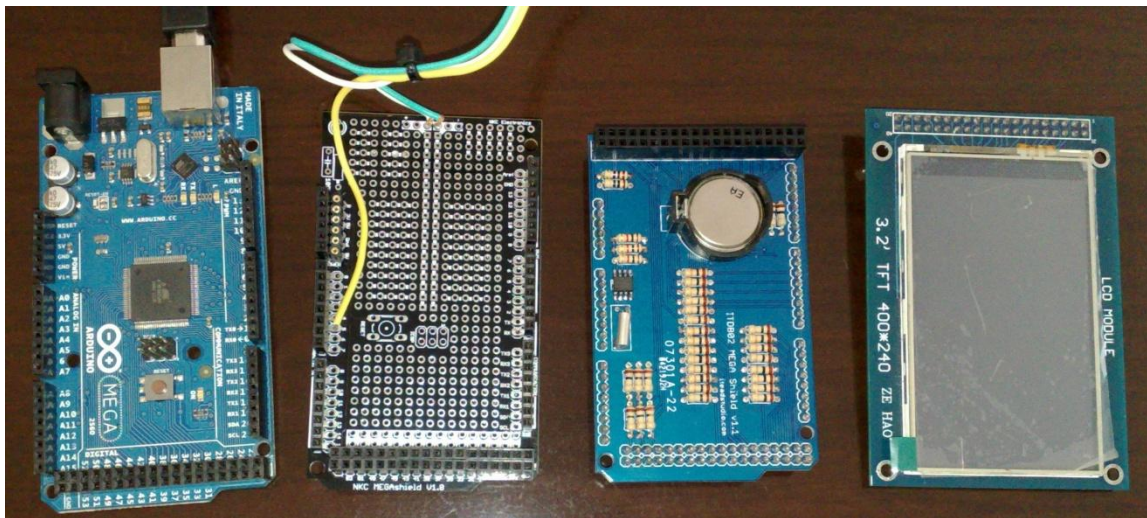


Figura 2: Imagem do *Arduino* e *Shields*, elementos do módulo de controle. Da esquerda para direita: *Arduino Mega 2560*, *Proto Shield*, *Real Time clock ITDB02*, *Display TFT*.

Fonte: Autor



Figura 3: Imagem do módulo de controle com conectado ao computador. De cima para baixo: *Display TFT*; *Real Time clock ITDB02*; *Proto Shield*; *Arduino Mega 2560*.

Fonte: Autor

As diversas funções são divididas em subsistemas de acordo com características e responsabilidades.



O subsistema de climatização é efetuado, através da leitura por sensores do termômetro DS18B20, que conforme parâmetros ativa um par de pastilhas termoelétricas de efeito *Peltier*, produzindo um gradiente de temperatura em duas junções de dois condutores (ou semicondutores) de materiais diferentes, quando submetidos a uma tensão elétrica em um circuito fechado (conseqüentemente, percorrido por uma corrente elétrica) (WIKIPÉDIA *apud* KOBO, 2011, p.13). Esta termodinâmica é então capaz de realizar o aquecimento ou resfriamento da água do recipiente, mantendo a temperatura estabilizada no valor desejado.

O controle de nível da água é realizado por intermédio de sensores do tipo chave eletromagnética normalmente aberta, que efetuam a leitura do nível mínimo e máximo.

O conjunto de Troca Parcial Automática da Água (TPAA), é realizada com a adição de um sensor de nível mínimo TPAA - também do tipo chave eletromagnética normalmente aberta - O subsistema de controle do nível da água, requer canalização para sistemas de drenagem e enchimento de água, sendo estes realizados através de eletroválvulas.

A alimentação se realiza através de um eletromecanismo portador de um reservatório do alimento, podendo ser granulado, em flocos ou outro formato estruturalmente pequeno, em que, um motor elétrico ligado a um eixo giratório com rosca sem fim, onde o tempo de atuação determinado por parâmetros, disponibiliza aos peixes quantidade dosada de suprimentos, que é fornecido em horários determinados de acordo com parametragem programada.

O subsistema de iluminação é dado a partir de lâmpadas apropriadas e *LED's*, de acordo com programação do usuário para o horário de acendimento e desligamento e ou através de um sinal recebido por um elemento fotoelétrico *LDR* - Light Dependent Resistor ou em português Resistor Dependente de Luz -, instalado em um local estratégico para captação da luz do dia. Neste caso a detecção do período noturno desliga a iluminação, e o período diurno promove o acionamento da iluminação para que esta seja suficientemente adequada aos peixes e plantas, podendo ser ligadas total ou parcialmente conforme sinal recebido do sistema de processamento de dados.

Na filtragem, foi adaptado um *LDR* que recebe sinal luminoso de um *LED* sendo que há uma malha do filtro mecânico entre estes, onde, ao ocorrer o saturamento por impregnação de partículas, a passagem do feixe de luz até o *LDR* é obstruída. O não



recebimento do sinal pelo *LDR* é interpretado pelo módulo de controle, e gera uma mensagem de alerta para o usuário na *IHM* de que é necessária a manutenção.

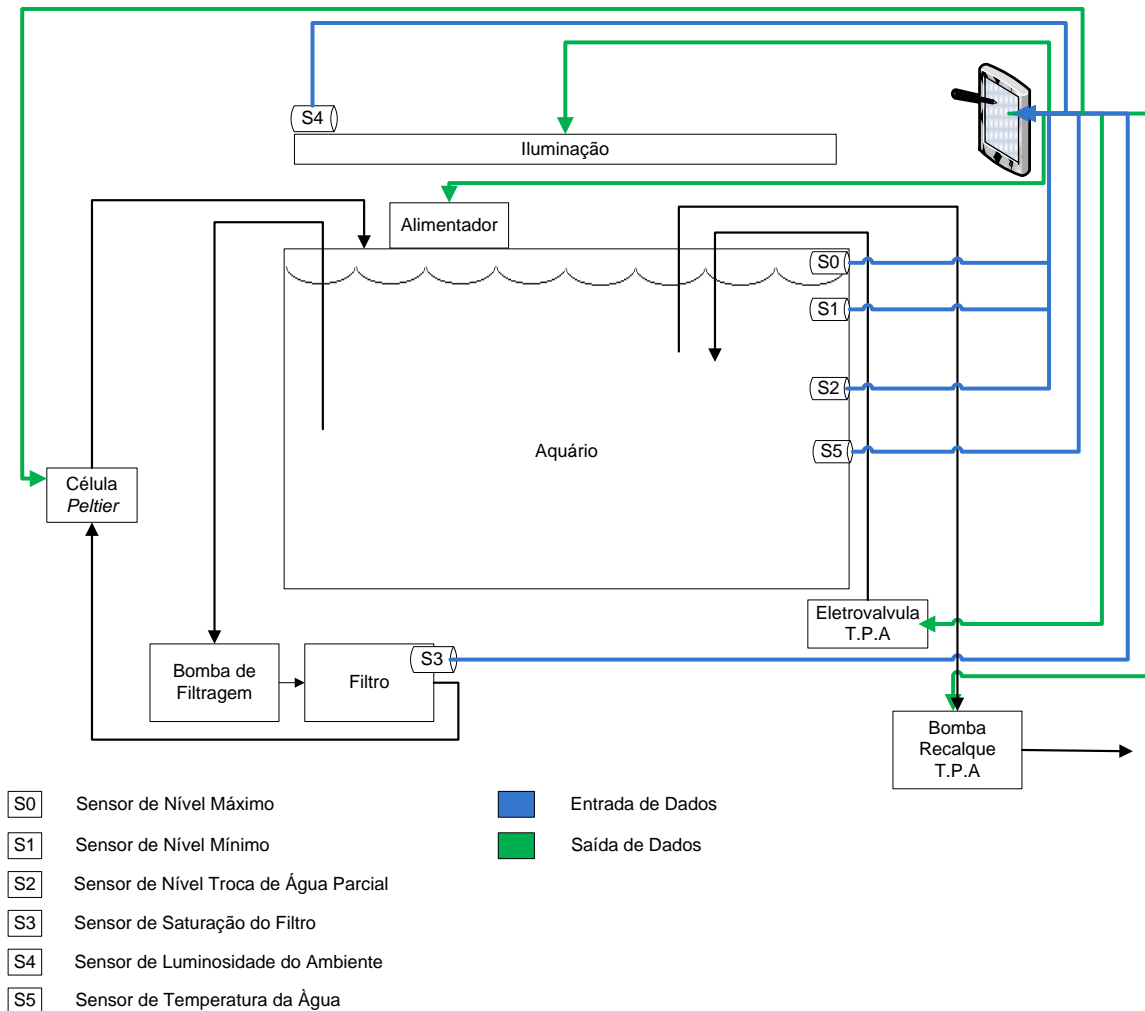


Figura 4: Diagrama de funcionamento do sistema.

Fonte: Autor

Para o desenvolvimento do projeto são empregados elementos elétricos, eletrônicos como resistores, capacitores, transistores, relés, *protoboard* etc... Adicionalmente é feito uso de lógicas de programação integrando recursos de *hardware* e *software* como microcontroladores, microprocessadores e linguagens de programação.

Buscando ser simples e pratica, *C/C++* é a linguagem de programação da *IDE - software* de comunicação e programação do *Arduino* -. (Manzano, 2010, p.20, 21) “A



linguagem de C nasceu da necessidade de escrever programas que utilizem os recursos internos de máquina de uma forma mais fácil que a linguagem de montagem *Assembly*”.

Na etapa de simulação foi utilizado um aquário do tipo tanque de vidro com capacidade de até 72 litros d’água, contendo alguns exemplares de peixes e plantas de água doce das espécies mais usuais. Dentre os quais:

Peixes

- Nome Popular: Plati
Nome Científico: *Xiphophorus maculatus*
Família: Poeciliidae (Poecílídeos);
- Nome popular: Alstipinosa / Papilocromis
Nome científico: *Mikrogeophagus altispinosus*
Família: Cichlidae (Ciclídeos);
- Nome Popular: Labeo Frenatus
Nome Científico: *Epalzeorhynchus frenatus*
Família: Cyprinidae (Ciprinídeos)
- Nome Popular: Trichogaster leeri
Nome Científico: *Trichogaster leeri*
Família: Anabantidae (Anabantídeos)

Plantas

- Nome Popular: Musgo de Java
Nome Científico: *Vesicularia dubyana*
Família: Hypnaceae (Hipnáceas);
- Nome Popular: Microsorium pteropus
Nome Científico: *Microsorium pteropus*
Família: Polypodiaceae (Polipodiáceas);



- Nome Popular: Valisnéria Saca-Rolhas
Nome Científico: *Vallisneria spiralis*
Família: Hydrocharitaceae (Hidrocaritáceas)

3 RESULTADOS

Obteve-se um implemento capaz de controlar elementos da rotina vitais do ambiente aquático, no caso nível monitorar e manipular temperatura, alimentação, iluminação e troca parcial da água, e monitorar a saturação da filtragem mecânica. Do qual, ao final dos testes e ajustes técnicos se demonstrou satisfatório e confiável. Além da possibilidade de adaptação em aquários de diferentes tamanhos e modalidades, apenas com alterações de configuração, realizadas pelo próprio usuário.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que através de elementos elétricos e recursos de *hardware* e *software*, é possível se obter um implemento tecnológico que integre diversos dispositivos manipuladores de subsistemas de maneira lógica e simplificada, auxiliando nos cuidados e na manutenção de um ou até mesmo mais aquários – adequando-se o sistema ao ambiente ao qual o projeto será submetido – para reprodução artificial do habitat natural dos seres subaquáticos visando recriar o ideal para estes.

Pelo fato deste aceitar diversos parâmetros de programação pelo usuário, torna-se possível a automação de aquários de vários tipos – águas doces, águas salobras, plantas aquáticas, etc. -, adaptando as necessidades dos seres aquáticos cultivados.

Obteve-se um implemento capaz de controlar elementos da rotina vitais do ambiente aquático, no caso nível monitorar e manipular temperatura, alimentação, iluminação e troca parcial da água, e monitorar a saturação da filtragem mecânica. Do qual, ao final dos testes e ajustes técnicos se demonstrou satisfatório e confiável. Além da possibilidade de adaptação em aquários de diferentes tamanhos e modalidades, apenas com alterações de configuração, realizadas pelo próprio usuário.



A inclusão de novas tecnologias a pratica da aquariofilia é confiável e eficiente onde o investimento é bastante aceitável e com resultados satisfatórios.

REFERÊNCIAS

BRUNNER, Bernd. **The Ocean at Home: An Illustrated History of the Aquarium.** New York: Princeton Architectural Press 2005.

DAWES, John. **Complete encyclopedia of the freshwater aquarium.** Ontario: Firefly Book, 2001. 304 p.

FONSECA, Erika Guimarães Pereira da; BEPPU, Mathyan Motta. **Apostila Arduino.** Universidade Federal Fluminense – UFF. Niterói, RJ, 2010.

JAMSA, Kris; KLANDERS, Lars. **Programando em C/C++ - A Bíblia.** São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1999.

KOBO, Bruna tiemi. **Célula peltier como atuador em um controle Digital de temperatura: um estudo de caso.** 2011. 58p. (Trabalho de Conclusão de Curso) (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

MANZANO, José Augusto Navarro Garcia. **Estudo Dirigido de Linguagem C.** 13 ed. São Paulo: Érica, 2010. 212 p.

OGATA, Katsuhiko. **Engenharia de controle moderno.** 4.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2003.