



DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA CAPTURA DOS DADOS DE TANQUE ESCAVADO UTILIZANDO O SONAR E O ZIGBEE

Miguel Augusto Barreto Melo¹

Hélio Cardoso de Moura Filho

RESUMO

A piscicultura tem empenhado um grande e importante papel no aumento do PIB brasileiro, mas ainda existe uma grande carência de tecnologia no mercado piscicultor. Com essa carência, os piscicultores têm encontrado dificuldades no controle da criação de peixes, a qual para acompanhar o crescimento dos peixes, é necessário fazer despesas que acabam por stressá-los e que pode levar à morte ou à desnutrição dos animais. Este trabalho dará uma visão dos sistemas de criação de pisciculturas existentes, envolvendo a alimentação dos peixes assim como o processo muito conhecido no meio dos piscicultores que é a despesa, com ênfase na piscicultura do Brasil. O principal objetivo deste trabalho será propor o uso da tecnologia para minimizar a perda de peixes, tendo como benefício o aumento do rendimento do piscicultor, utilizando-se de sonares ativos em conjunto com a tecnologia Zigbee para detecção, comunicação e transmissão de dados em tanques escavados. Para tal, serão abordados conceitos de sonares e da tecnologia Zigbee com o intuito de facilitar o entendimento do assunto para realização da execução do estudo de caso. No aludido trabalho também será apresentado uma proposta de desenvolvimento de uma aplicação para detecção de peixes.

PALAVRAS-CHAVE: Piscicultura; Sonar; Zigbee; Software

¹ Professor da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe – FANese



INTRODUÇÃO

Com o constante crescimento do mercado piscicultor que movimenta milhões de dólares em diversos países devido ao governo federal ter investido milhões em atividades aquícola no Brasil, a piscicultura tem-se empenhado um grande e importante papel no aumento do PIB brasileiro.

Como a piscicultura ainda enfrenta algumas dificuldades no âmbito tecnológico, o projeto proposto desenvolvido, visa contribuir com estudos e pesquisas ecológicas, sociais e ambientais, além de proporcionar maior lucratividade para o setor de piscicultura do estado, com a monitoração dos tanques escavados.

Com as grandes perdas de peixes, causadas pelo grande número de despescas necessárias para o acompanhamento do tamanho do peixe, este projeto propõe a criação de um equipamento e software que passará a calcular uma estimativa do tamanho do peixe, demonstrar um estudo realizado na coleta dos dados utilizando-se de sonares micro controlados e da tecnologia Zigbee para cálculo da distância.

Este trabalho tem como principal objetivo analisar e desenvolver uma solução onde possa suprir as necessidades dos piscicultores, identificando o funcionamento do sonar em conjunto com a tecnologia Zigbee para estimar o tamanho dos peixes em um tanque escavado, sem precisar removê-los do tanque.



MERCADO PISCICULTOR

“A piscicultura é um dos ramos da aquicultura, que se preocupa com o cultivo de peixes, bem como de outros organismos aquáticos que vem crescendo rapidamente nos últimos anos, transformando-se numa indústria que movimenta milhões de dólares em diversos países” (AMBIENTE BRASIL, 2011). A Figura 1 mostra um gráfico do crescimento do mercado de pescados no Brasil.



Figura 1: Mercado de Pescado no Brasil

Fonte: Elaborado pelo Autor (2013), baseado nos dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação

[...]A pesca e aquicultura formam um dos setores mais importantes na economia de vários países desenvolvidos e movimenta no mundo todo cerca de US\$ 140 a US\$ 150 bilhões por ano com uma produção média de pescado em torno de 143 milhões de toneladas e cerca de 35 milhões de trabalhadores. No Brasil, a pesca e aquicultura movimentam R\$ 3 bilhões por ano com uma produção em torno de 1,1 milhão de toneladas e aproximadamente 3,5 milhões de trabalhadores. Até 2011, a expectativa é de que o setor deva girar cerca de R\$ 5 bilhões com uma produção média em torno de 1,4 milhão de toneladas e 5 milhões de trabalhadores[...] (FAO, 2011)



O potencial de crescimento no Brasil é enorme, pois o país possui condições hidrográficas e climáticas extremamente favoráveis para o crescimento da produção, podendo tornar-se um dos maiores produtores mundiais de pescado. (SEAP, 2011)

A Figura 2 mostra a produção nacional de pescado no país.

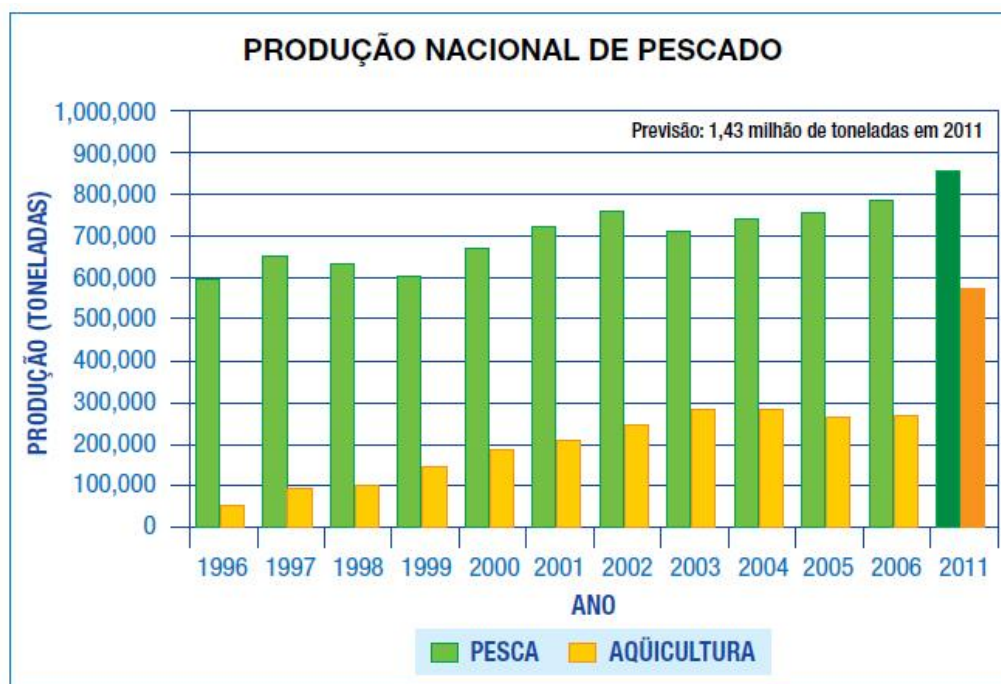


Figura 2: Produção Nacional de Pescado

Fonte: http://www.conepe.org.br/sistema/arquivos_pdf/maispesca.pdf

Existem diversos sistemas de criação com algumas formas de criação, alimentação e técnicas que melhoram o desempenho do criador. O tópico seguinte irá abordar alguns desses sistemas na piscicultura.



PISCICULTURA NO BRASIL

Diante do crescimento do consumo dos alimentos e do aumento dos preços no mundo, o Brasil tem a condição de desenvolver a pesca e a aquicultura para produzir um alimento nobre e saudável, o pescado. Assim, também é uma grande oportunidade de aumentar o emprego e a renda para pescadoras e pescadores brasileiros. Os pescadores artesanais são responsáveis hoje por cerca de 60% da pesca nacional, o que representa mais de 500 mil toneladas por ano. Essa produção é resultado da atividade de mais de 600 mil trabalhadores em todo o país. Apesar da grandeza dos números, este setor ainda se encontra com baixa escolaridade, enfrenta condições precárias de trabalho e conta com pouca infraestrutura para o beneficiamento e venda do pescado. (SEAP, 2011)

Essa situação começou a mudar a partir de 2003, com a definição de uma estratégia estruturante para o setor. O Brasil hoje produz mais de um milhão de toneladas/ano de pescado, gerando um PIB pesqueiro de R\$ 5 bilhões, ocupando 800 mil profissionais entre pescadores e aquicultores e gerando 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos. (SEAP, 2011)

Com o grande investimento do Governo Federal no desenvolvimento da atividade piscícola no País, criando uma secretaria específica para esse meio (com a promessa de transformá-la em ministério) e proporcionando a abertura das águas públicas nacionais, fez com que os produtores possam lotear os rios públicos e a costa litorânea para a criação de peixes. Esses investimentos juntamente com muitos outros criados nos últimos seis anos pelo Governo Federal, fez aumentar



consideravelmente o número de piscicultores no País, necessitando um aumento de tecnologias nesse mercado. (SEAP, 2011)

Com base nas informações apresentadas anteriormente o governo espera aumentar alguns macroindicadores relacionados à aquicultura até 2011 como mostra a Tabela 2.

Tabela 1: Macroindicadores

Macroindicador	Situação atual	Situação pretendida (2011)
Postos de trabalho	3,5 milhões	5 milhões
Consumo	7 kg/hab/ano	9 kg/hab/ano
Produção da pesca	770.000 ton	860.000 ton
Produção da aquicultura	280.000 ton	570.000 ton
Produção total de pescado (anual)	1.050.000 ton	1.430.000 ton

Fonte: http://www.conepe.org.br/sistema/arquivos_pdf/maispesca.pdf

Ainda segundo a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, o orçamento previsto para os próximos anos será superior a R\$ 1 bilhão de reais como mostra a Tabela 3 com os investimentos do governo para os próximos anos.

Tabela 2: Orçamento para a atividade aquícola no Brasil – 2008/2011

Investimentos (R\$)	
Infra-estrutura aquícola e pesqueira	934.473.967,00
Modernização da frota pesqueira (equalização de juros)	265.000.000,00
Assistência técnica, capacitação, cooperativismo e associativismo	212.189.997,00
Pesquisa e estudos técnicos	55.000.000,00
Subvenção econômica ao preço do óleo diesel	123.056.033,00
Ordenamento, monitoramento e estatística pesqueira	96.000.000,00
Promoção comercial e divulgação do setor	27.500.000,00
Estudos e demarcação de parques aquícolas em águas da União	41.000.000,00
Total	1.754.219.997,00

Fonte: http://www.conepe.org.br/sistema/arquivos_pdf/maispesca.pdf



SONAR

Os sonares são equipamentos que emitem ondas sonoras com frequências muito elevadas, superiores a 20000 Hz (20KHz) e que são inaudíveis pelo ouvido humano. Através dessas ondas sonoras é possível localizar o posicionamento, o tamanho e até mesmo em que direção o objeto se locomove. Este método de localização surgiu com o estudo da ecolocalização dos animais que é uma capacidade natural, encontrada em golfinhos e morcegos, para movimentação espacial ou para captura de presas. (SIMÃO, 2011)

Segundo Bellis (2011, Bellis), “o sonar foi construído por Lewis Nixon em 1906 para localizar icebergs. Em 1915, Paul Langévin inventou o primeiro tipo de sonar para detecção de submarino. E em 1918, a Grã Bretanha e o EUA construíram sistemas ativos, fazendo com que o sinal do sonar fosse enviado e recebido de volta”. Além disso,

“[...]o sonar é muito utilizado para orientar a navegação, obter o perfil da placa marítima, revelar a presença de cardumes, etc. Na água, consegue-se uma precisão muito maior do que no ar, uma vez que a velocidade de propagação do som na água é muito maior, podendo chegar a até 1498m/s, enquanto que no ar a velocidade é de 343m/s a 20°C.” (SIMÃO, 2011)

Na Figura 3, é possível ver o espectro de ondas sonoras.



Figura 3: Espectro de ondas sonoras

Fonte: <http://napistadosom.blogspot.com/2010/12/espectro-sonoro-definicao-espectro.html>

LV-MAXSONAR EZ-1

Após pesquisas feitas na internet foi possível encontrar o sonar LV-MaxSonar EZ-1 como mostra a Figura e que devido à suas características, foi definido que será utilizado nesse projeto.

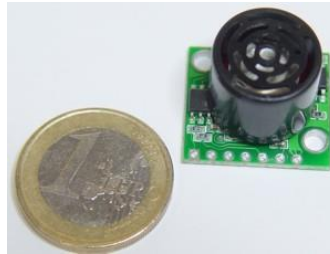


Figura 4: Sensor de ultra som LV-MaxSonar EZ1

Fonte: <http://www.sparkfun.com/products/8502>

Do tamanho de uma moeda de um real, o sensor de ultra-som LV-MaxSonar EZ-1, segundo MaxBotix (2011), possui diversas qualidades, dentre elas estão o baixo custo, dados de saída precisos e estáveis, sem “zona morta” de medição o que significa que o sensor sempre retorna um valor de medição entre 15cm e 3m mesmo que não existam objetos entre essas distâncias, podendo variar até 6m dependendo do material do objeto, ideal para operar a baterias pois possui um baixo consumo de energia, feixe de qualidade, furos de montagem na placa facilitando a montagem do projeto, ciclos de leitura rápido e três opções de saída (TX, AN e PW).

A Figura 5 mostra as especificações do LV-MaxSonar EZ-1.

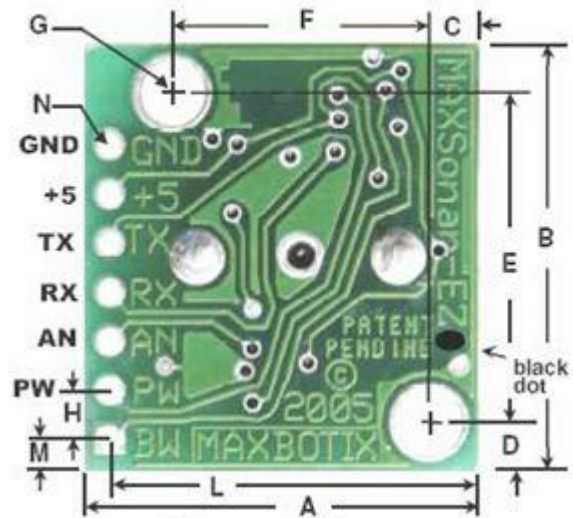


LV-MaxSonar®-EZ beam patterns	EZ0™	EZ1™
Detection pattern to a 1/8 inch diameter dowel.		
Detection pattern to a 1/4 inch diameter dowel.		
Detection pattern to a 1 inch diameter dowel.		
Detection pattern to a 3 1/4 inch diameter dowel.		

-5V
• 3.3V
V_{cc} supply voltage.
(Distances overlaid on a 1 foot grid.)

A	0.785"	19.9 mm
B	0.870"	22.1 mm
C	0.100"	2.54 mm
D	0.100"	2.54 mm
E	0.670"	17.0 mm
F	0.510"	12.6 mm
G	0.124" dia.	3.1 mm dia.

H	0.100"	2.54 mm
J	0.645"	16.4 mm
K	0.610"	15.5 mm
L	0.735"	18.7 mm
M	0.065"	1.7 mm
N	0.038" dia.	1.0 mm dia.
weight, 4.3 grams		



© 2009 Solarbotics Ltd. values are nominal

Figura 5: Especificações do LV-MaxSonar EZ-1

Fonte: http://www.solarbotics.com/assets/images/35231/35231_specs_pl.jpg

ZIGBEE

O ZigBee é um conjunto de especificações definidas por um conjunto de empresas conhecidas por ZigBee Alliance para a comunicação sem fio entre dispositivos eletrônicos, baseada no padrão IEEE 802.15.4 que aposta em uma comunicação de baixo consumo em combinação com uma comunicação fiável.

Possuindo um alcance máximo de 1.5km, foi projetado para permitir baixa taxa de transmissão de dados e baixo custo de implantação em aplicações de



monitoramento e controle. A Figura mostra uma placa ZigBee com antena chicote e outra com antena chip.



Figura 6: Placa Zigbee

Fonte: <http://zigbeeproducts.com/>

Para que o Zigbee tenha o alcance de 1.5km, é preciso configurá-lo em uma topologia de rede que tenha esse perfil. No entanto, antes de falar sobre a topologia de rede, se faz necessário fazer uma breve descrição sobre os tipos de dispositivos que podem existir em uma rede Zigbee.

INTERLIGANDO COM O SONAR

O Zigbee será o responsável pela a transferência dos dados coletados pelo Sonar para o computador. Através do Zigbee, será possível montar uma rede na qual irá existir um Sonar, capturando os dados de um tanque escavado, interligado ao Zigbee que irá transmitir os dados para um Zigbee Coordenador situado a uma distância de 1(um) quilômetro, por exemplo. A **Error! Reference source not found.** mostra como será feita a interligação dos sonares com o Zigbee.



O PROJETO

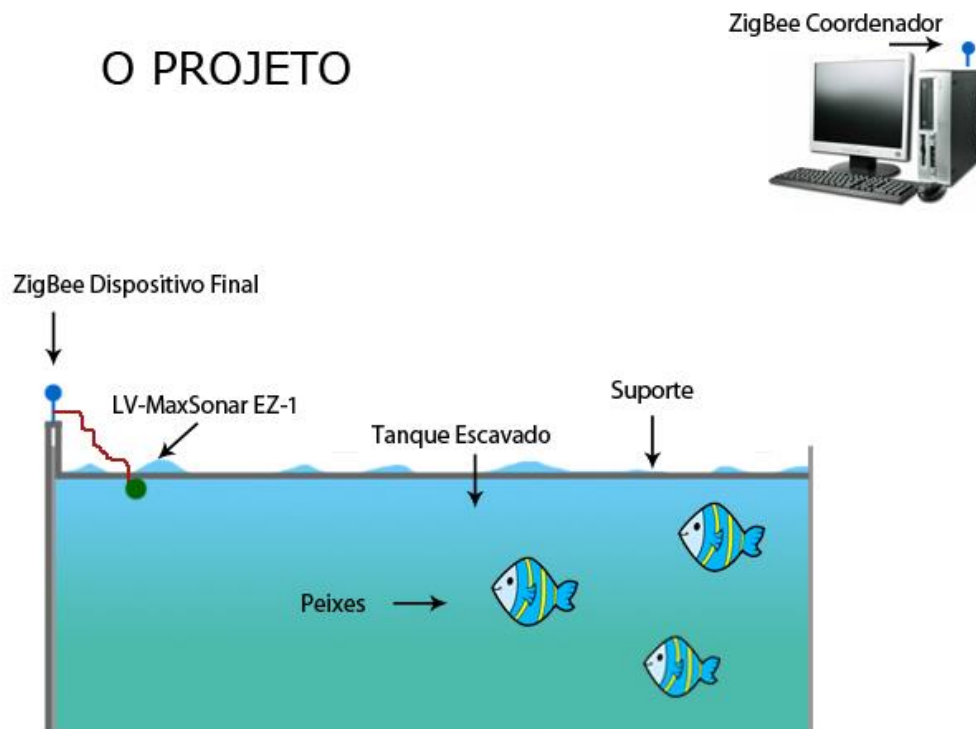


Figura 7: Ligação do sonar com o Zigbee

Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

ESTUDO DE CASO

A Figura mostra como foi feita a ligação do Sonar com o Zigbee em uma placa chamada de protoboard que foi utilizada para testes e calibração do Sonar.

A saída analógica (AN) do LV-MaxSonar EZ-1 foi ligada no pino 19.

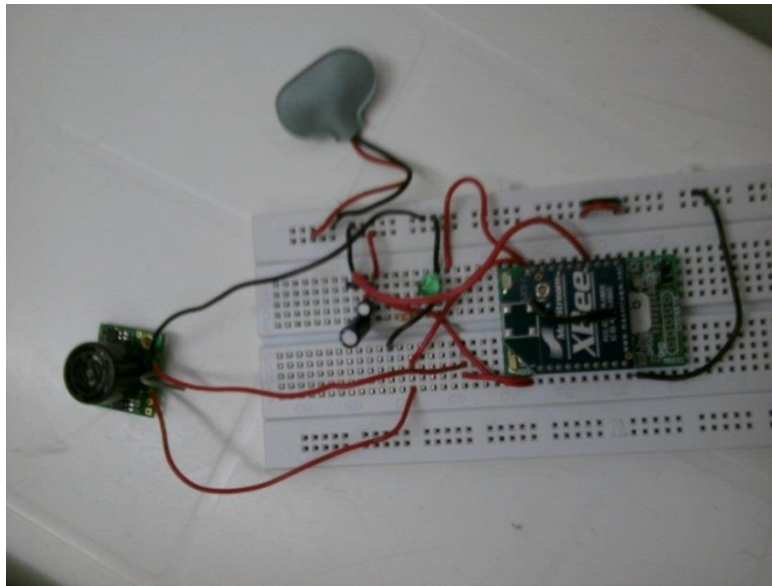


Figura 8: Circuito de ligação do SONAR com o ZIGBEE.

Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

Do outro lado, foi utilizado uma placa Zigbee USB denominada CON-USBEE, como mostra a Figura , configurado como dispositivo coordenador para captura do frame gerado pelo Zigbee da Figura configurado como Zigbee Dispositivo Final.



Figura 9: Placa CON-USBEE

Fonte: <http://www.rogercom.com/ZigBee/ZigBee.htm>

Na placa USB (Figura), é encaixado um Zigbee que será configurado como Coordenador e que será responsável pela criação da rede Zigbee. Acima dos



LED's possui um botão reset, e os LED's na cor verde são responsáveis por indicar a potência do sinal da rede, onde ficando somente 1(um) LED aceso indica que o sinal está fraco, necessitando para uma melhor captura dos dados sem perdas, de um outro Zigbee configurado como roteador para intermédio do Zigbee Coordenador com o Zigbee Dispositivo Final, ficando assim, todos os LED's verdes aceso, representando sinal forte.

Na placa CON-USBBEE também possui um LED vermelho representado pelas letras TX que quando pisca informa que naquele momento está sendo transmitido um comando para os outros dispositivos da rede. Assim como o LED na cor amarelo representado pelas letras RX, informa quando o dado está sendo recebido pelos dispositivos Zigbee Dispositivo Final.

O LED vermelho representado pelas letras ASS significa que o módulo associado está ligado.

OBTENÇÃO DOS DADOS DO SONAR LIGADO AO ZIGBEE

Após devidamente configurado os dispositivos Zigbee, o dispositivo final configurado para transmitir os dados a cada 4 segundos foi possível capturar um frame como mostra a Figura.



7E	000A	83	50023500	01	0400	0016	DA
----	------	----	----------	----	------	------	----

| 01 | | 02 | | 03 | | 04 | | 05 | | 06 | | 07 | | 08 |

01 - Início do Frame
 02 - Tamanho do Frame
 03 - Código do Frame
 04 - Identificação do Dispositivo
 05 - Total de Amostras
 06 - Identificador do Canal
 07 - Informação 1
 08 - Checksum

Figura10: Frame Zigbee

Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

Abaixo uma breve explicação de cada quadro visualizado na Figura.

- Quadro 01: é utilizado 1 byte para indicar o início do frame;
- Quadro 02: utiliza-se 2 bytes para indicar o tamanho do frame;
- Quadro 03: com 1 byte para indicar o código do frame;
- Quadro 04: utiliza-se 4 bytes para identificação do dispositivo;
- Quadro 05: é utilizado 1 byte que indica o tamanho da amostra;
- Quadro 06: utiliza-se 2 bytes para identificar o canal de transmissão ou recepção dos dados;
- Quadro 07: utiliza-se 2 bytes para indicar os dados obtidos através do pino 19 do Zigbee, que no nosso caso é a distância obtida pelo sonar;
- Quadro 08: é utilizado 1 byte para indicar o checksum, utilizado pelo Zigbee como campo de verificação da consistência dos dados;

Através da obtenção dos dados do Sonar ligado ao Zigbee, foi feita uma análise para elaboração de uma fórmula para cálculo da distância do Sonar.

O SOFTWARE

Para o desenvolvimento do software, foi utilizada a linguagem de programação C# (CSharp), desenvolvido através do Microsoft Visual Studio 2010. A



Figura 11 mostra a interface simples do software desenvolvido para captura da distância do Sonar.

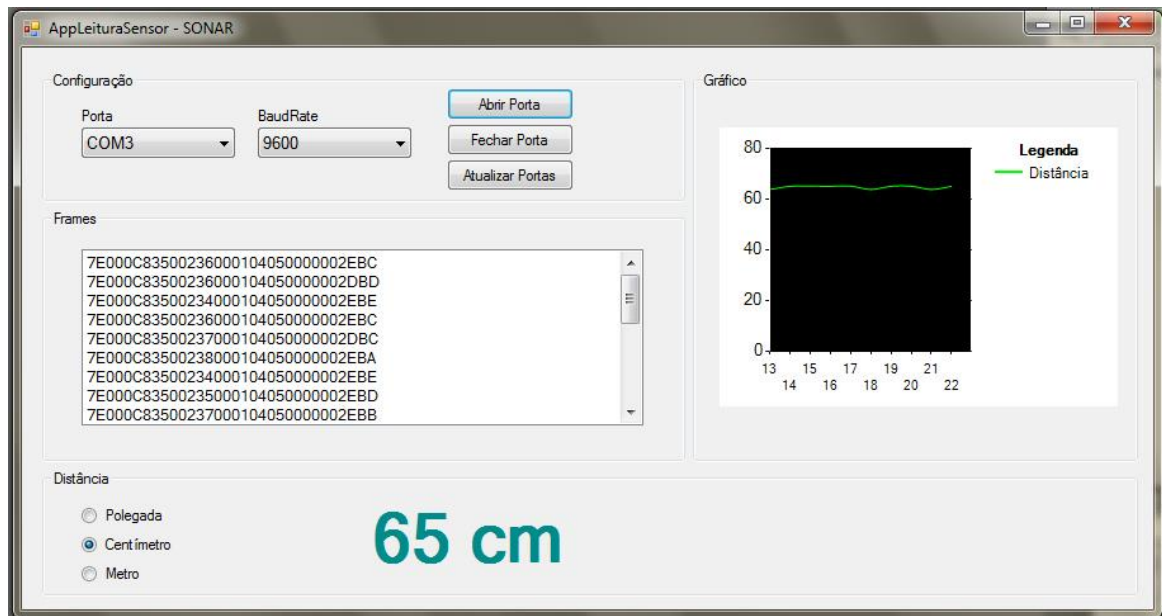


Figura 114: Tela do software

Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

Para obtenção dos dados mostrados na Figura 11, o LV-MaxSonar EZ-1 foi posicionado a uma distância de 65cm em relação a um objeto. Em seguida, com o software aberto, foi selecionado a porta COM3, a porta à qual o Zigbee Coordenador CON-USBBEE estava utilizando, obtendo assim o resultado mostrado na Figura 11.

CONCLUSÃO

Como escrito anteriormente, o meio mais comum para acompanhar o crescimento dos peixes é fazendo despescas. Esta prática gera alguns



inconvenientes, como a descamação e stress do peixe, o que ocasiona mortes e/ou perda de peso. Sendo assim, é de total necessidade que existam mecanismos afim de realizar a coleta de dados dos peixes sem que seja necessário a realização da despesca. Desta forma é possível conseguir uma redução de custos do criador, pois não será necessário uma equipe para realizar a despesca, e também minimiza a mortandade do peixe, já que ele não precisa ser retirado da água.

O uso dos sonares em conjunto com a tecnologia Zigbee para captura dos dados do tanque escavado sem precisar remover os peixes ali contidos é de grande valia para os pequenos, médios e grandes piscicultores. O levantamento de custos dos componentes utilizados no trabalho gerou um equipamento relativamente barato, não onerando a prática da piscicultura, e trará uma maior renda à medida que o índice de mortalidade e desnutrição dos peixes provocados pelas despescas reduzirá.

Apesar das dificuldades encontradas para a construção do protótipo, a exemplo da configuração do Zigbee e da comunicação deste equipamento com o sonar, foi visto que estas tecnologias em conjunto são viáveis na captura dos dados do tanque escavado, uma vez que com os testes realizados no estudo de caso obteve-se um resultado satisfatório. Para projetos futuros, propõe-se usar os mesmos critérios de análise envolvendo mais de um sonar e compará-los com os dados obtidos neste trabalho, gerando assim a estimativa do tamanho do peixe. Sendo assim, por ser um sistema inovador no mercado de piscicultura, o software abordado é uma alternativa bastante viável na implantação e melhora de tanques de pisciculturas já existentes.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAO. **Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO: 3ª Conferência Nacional de Aquicultura e Pesca.** Disponível em: <<https://www.fao.org.br/3cnap.asp>>. Acesso em: 18 fev. 2011.

SEAP. **Mais Pesca e Aquicultura: Plano de Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em: <http://www.conepe.org.br/sistema/arquivos_pdf/maispesca.pdf>. Acesso em: 14 maio 2011.

CRIAR E PLANTAR - Aquicultura - Piscicultura: Sistemas de Cultivo. Disponível em: <<http://www.criareplantar.com.br/aquicultura/lerTexto.php?categoria=52&id=141>>. Acesso em: 18 fev. 2011.

RIBEIRO, Paula Adriane Perez; GOMIERO, Juliana Sampaio Guedes; LOGATO, Priscila Vieira Rosa. **Manejo Alimentar de Peixes.** Disponível em: <http://www.bettabrasil.com.br/downloads/manejo_alimentar_de_peixes.pdf>. Acesso em: 14 maio 2011.

AMBIENTE BRASIL: Piscicultura. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_agua_doce/piscicultura.html>. Acesso em: 18 fev. 2011.

CALDAS, Marta Emilia Moreno do Rosário. **Criação Racional de Peixes.** Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/Artigos/artigo14.htm>>. Acesso em: 14 maio 2011.

SIMÃO, Paulo. **Perceber o Mundo: Sonar.** Disponível em: <<http://perceberomundo.blogs.sapo.pt/5441.html>>. Acesso em: 01 mar. 2011.

BELLIS, Mary. **The History of Sonar.** Disponível em: <http://inventors.about.com/od/sstartinventions/a/sonar_history.htm>. Acesso em: 07 abr. 2011.

PODER NAVAL - Marinha de Guerra, Tecnologia Militar Naval e Marinha Mercante: Sonar. Disponível em: <<http://www.naval.com.br/blog/destaque/7-como-funciona-o-sonar/um-pouco-sobre-sonar-parte-1/>>. Acesso em: 25 jan. 2011.



Revista Eletrônica da FANESE

ISSN 2317-3769

MAXBOTIX – LV Maxsonar EZ1: Data sheet. Disponível em:
<<http://www.maxbotix.com/uploads/LV-MaxSonar-EZ1-Datasheet.pdf>>. Acesso em:
01 mar. 2011.

O SOM NA MEDICINA. Disponível em:
<<http://www.bertolo.pro.br/Biofisica/Som/ULTRASOM.htm>>. Acesso em: 22 mar.
2011.

SALEIRO, Mário; EY, Emanuel. **Zigbee**: uma abordagem prática. Disponível em:
<http://luserobotica.com/ficheiros/Introducao_ao_Zigbee_-_por_msaleiro.pdf>.
Acesso em: 26 jan. 2011.

WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre: Topologia de Rede. Disponível em:
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Topologia_de_rede>. Acesso em: 22 mar. 2011.

VASQUES, Bruna Luisa Ramos Prado et al. **Zigbee**. Disponível em:
<http://www.gta.ufrj.br/grad/10_1/zigbee/index.html>. Acesso em: 04 abr. 2011.

VARGAS, Eduardo Gomes de. **Sistema de Automação Residencial Utilizando a Tecnologia Zigbee**. 2009. 25 f. Monografia (Bacharel) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Luterana do Brasil, Gravataí, 2009.