

PROTÓTIPO PARA MONITORAR NÍVEL DE RESERVATORIO COM CELULA DE CARGA

PROTOTYPE TO MONITOR LOAD CELL RESERVOIR LEVEL

Artigo apresentado como requisito para obtenção da graduação do curso de Tecnologia da Automação Industrial do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Sergipe (IFS). Graduando do curso de Tecnologia da Automação Industrial – IFS – e-mail: samuelnune@hotmail.com¹; doutora em Engenharia de Processos – Professora do Instituto Federal de Sergipe (IFS) - Campus Lagarto. E-mail: ana.melo@ifs.edu.br² ; mestre em ciência e engenharia de materiais Professor -do Instituto Federal de Sergipe (IFS) - Campus Lagarto e-mail: denilson.goncalves@ifs.edu.br³ .

RESUMO

A água é um elemento vital para os seres humanos e seu ambiente, importante econômica e culturalmente. Porém, é finita e não há possibilidade de consumo ilimitado deste recurso natural. É desejável manter o nível de água em reservatórios em diversas aplicações práticas. Neste trabalho foi desenvolvido um protótipo para monitoramento do controle de níveis para caixa d'água utilizando o arduino com a célula de carga. O sistema controla os níveis nas caixas d'água utilizando sensor de carga que por sua vez é medido pela coluna d'água. O sensor vai ser fixado na caixa d'água dentro do próprio suspiro do reservatório conforme o ponto em que se deseja fazer a detecção. O protótipo desenvolvido mostrou-se eficiente, de fácil manutenção, baixo custo e de grande utilidade para fins didáticos e residenciais.

Palavra – Chave: Caixa D'água, Arduino, Célula De Carga.

ABSTRACT

Water is a vital element for humans and their environment, important economically and culturally. However, it is finite and there is no possibility of unlimited consumption of this natural resource. It is desirable to maintain the water level in reservoirs in various practical applications. In this work we developed a prototype for water level control monitoring using the load cell arduino. The system controls the levels in the water tanks using a load sensor which in turn is measured by the water column. The sensor Will be fixed to the water box within the tank vent itself at the point at which detection is desired. The developed prototype proved to be efficient, easy to maintain, low cost and very useful for didactic and residential purposes.

Keyword: Water Box, Arduino, Load Cell.

1. REFERIAL TEORICO

No Brasil, estima-se um consumo diário é de cerca de 200 litros por pessoa. Uma pessoa necessita de no mínimo 110 litros de água por dia para suprir as suas necessidades, segundo dados da Organização das Nações Unidas (ONU). Enquanto que outros países com menos desenvolvimento e com menor oferta de água, como Angola e Etiópia, esse número cai para 15 litros. Em alguns países desenvolvidos esse número pode ser bastante elevado, podendo chegar a 575 litros nos Estados Unidos (ROCHA; FERREIRA; HEROSO; ZALESKI, 2014).

Atualmente existe uma enorme seleção de sistemas que podem ser utilizados para fazer a medição de nível, onde para cada medição é necessário verificar suas vantagens e seus limites, cuja aplicação deve se observar suas características como o tipo de produto que se deseja efetuar a medição. Com o grande avanço da tecnologia, a variável nível se tornou muito comum nas aplicações industriais e residenciais (BEGA *et al.*, 2006).

Em processos industriais realizar a medição de nível é quantificar referenciais por meio de monitoramento seja ele direto ou indireto. Os instrumentos de medição realizados de forma direta medem diretamente a distância entre o nível do produto o qual se quer medir e um referencial definido, como por exemplo, o uso de instrumentos de medida como réguas graduadas com unidades específicas (m³, litros, galões, etc), ou também por meio de indicadores que determinam os limites máximos e mínimos, de forma a fornecer uma saída proporcional ao nível que se deseja medir. Já os instrumentos de medição realizados de forma indireta resultam da aplicação de uma relação matemática a qual vincula a grandeza a ser medida com outras que são diretamente mensuráveis, a qual pode ser obtida por meio de grandezas físicas como pressão, empuxo, propriedades elétricas, radiação, ultrassom, etc (FIALHO, 2015; BEGA *et al.*, 2006).

As medidas de nível são aplicadas ao controle tanto de substâncias líquidas ou sólidas. A classificação das medidas de nível de forma direta podem ser por medição por visores de nível (líquidos e sólidos), medição por boia e flutuadores (líquidos), medição por sensor de contato (líquidos), medição por célula d/p CELL(líquidos), etc. Entretanto a classificação das medidas de nível de forma indireta podem ser medição

por capacitância (líquidos e sólidos), medição por empuxo (líquidos), Medição por pressão hidrostática (líquidos), etc (FIALHO, 2015; BEGA et al., 2006).

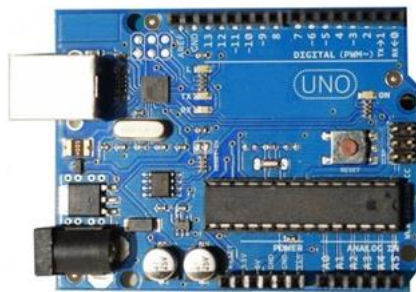
Neste protótipo, será apresentado uma nova forma de medir nível com uma célula de carga que efetuará o monitoramento de água para reservatórios residenciais. Este sistema tem por objetivo detectar o nível de água presente e enviar os dados para o smartphone do usuário por meio de uma conexão via *bluetooth*.

2.MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATERIAIS

Para a elaboração do sistema foi utilizada uma placa arduino uno que é uma plataforma de código aberto, Na figura 1, é possível observar a placa Arduino uno utilizada.

Figura 1: Arduino Uno.

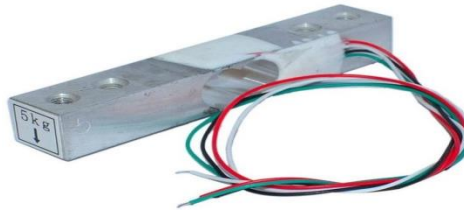


Fonte: [http:// eletrodex.com.br](http://eletrodex.com.br)

O dispositivo é programado utilizando linguagem C que é uma linguagem de programação de alto nível o que facilita bastante a implementação do programa a ser desenvolvido para o sistema de monitoramento. A placa Arduino é responsável por adquirir os dados por meio do sensor utilizado e em seguida processá-los. (ALBANO; ALBANO, 2010)

A Célula de Carga (Sensor de Peso) 5Kg é composta por uma ponte resistiva que varia em função do peso da carga aplicada. Quando a célula de carga entra em operação, ou seja, é aplicado determinado peso, ele envia uma tensão ao microcontrolador, Que vai efetuar as leituras de acordo com o peso da carga sobre a célula. Como o sinal (tensão) enviado pela célula é baixo, é necessário o uso do amplificador e conversor de sinal, de forma que a porta analógica da plataforma microcontrolada possa realizar a leitura. Na figura 2, é possível observar Célula de Carga (Sensor de Peso) 5Kg.[5].

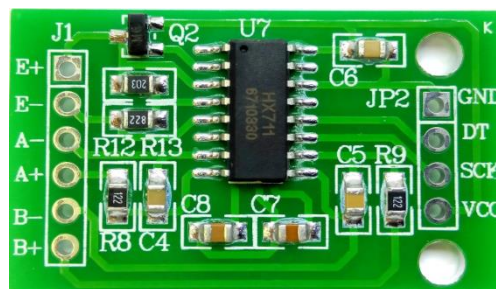
Figura 2: Célula de Carga



Fonte: [http:// www.masterwalkershop.com.br](http://www.masterwalkershop.com.br)

Para a utilização da Célula de Carga (Sensor de Peso) 5kg é necessário um módulo amplificador e conversor de sinal e uma plataforma microcontrolada para interpretar as leituras. O Módulo amplificador e Conversor HX711, foi desenvolvido com a finalidade de fazer a conversão das alterações de valor da resistência dos sensores de uma balança em dados digitais, por meio do circuito ADC de 24-bit. o modulo amplificar o sinal de dispositivos como células de carga, fazendo a interligação entre essas células e o microcontrolador. Na figura 3, é possível verificar o Módulo amplificador e Conversor HX711[6].

Figura 3: Modulo-hx711.



Fonte: [http:// www.arduino-eletronica.com.br](http://www.arduino-eletronica.com.br)

O Módulo Bluetooth Arduino HC-06 é um componente eletrônico altamente tecnológico, possibilita transmitir e receber dados pela tecnologia Bluetooth (sem fio). Na figura 3, é possível verificar o Módulo Bluetooth Arduino HC-06[7].

Figura 4: Modulo Bluetooth HC-06



Fonte: https://www.usinainfo.com.br/bluetooth-arduino/modulo-bluetooth-hc-06-arduino-slave-2826.html?search_query=bluetooth+HC-06+&results=6

Display LCD 16x2 I2C conta com um Módulo Adaptador I2C já integrado, que possui a capacidade de controlar o contraste da tela, proporcionando um ajuste fácil e rápido por meio do trimpor integrado, além de permitir o acionamento e desacionamento rápido da luz de fundo da tela, facilitando a conexão. Na Figura 5, é possível verificar Display LCD 16x2 I2C.[8].

Figura 5: Display LCD 16x2 I2C



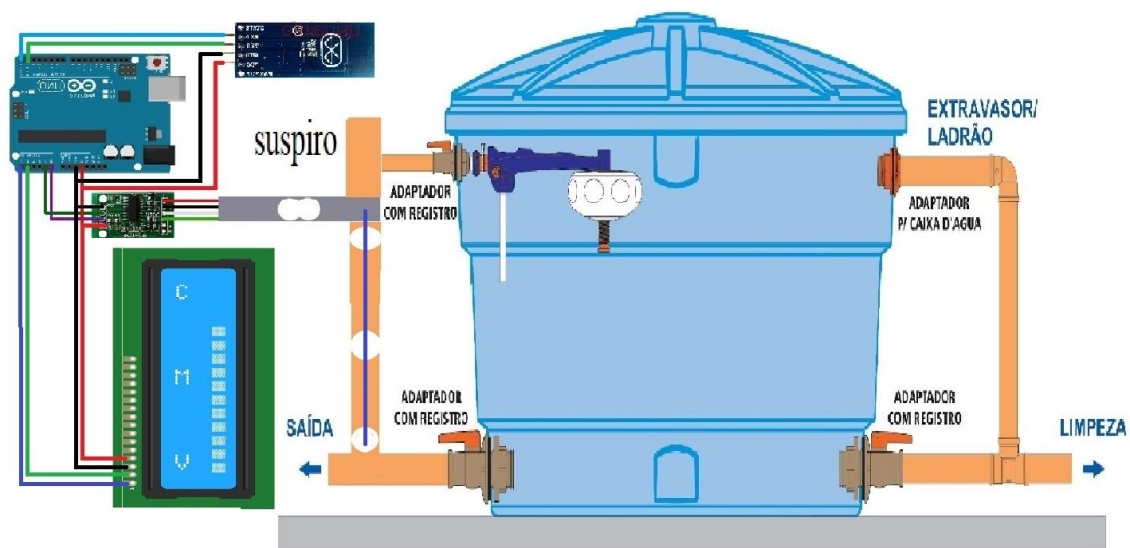
Fonte: <https://www.usinainfo.com.br/display-arduino/display-lcd-16x2-i2c-com-fundo-verde-5700.html>

2.2 MÉTODOS

Na primeira tentativa foi utilizado uma célula de carga de 50 kg, porem não obteve sucesso, pois, para a sua utilização teria que modificar o sistema do reservatório por completo. Baseado na ideia de baixo custo não seria interessante para o objetivo do trabalho, sendo assim foi modificado o sensor e a forma de medição para que o sistema seja acoplado no reservatório que está em uso sem que seja necessário fazer qualquer alteração física.

A Figura 6 demonstra como é realizada a acoplagem do sistema, onde será colocado um “ T ” na tubulação do suspiro do reservatório junto com uma haste com bolas de isopor, que está afixada na célula de carga. A ideia foi baseada na teoria de Archimedes, a qual diz que: “todo corpo mergulhado em fluido sofre a ação de uma força vertical dirigida de baixo para cima.” A ideia é utilizar a linearidade que essa força empuxo irá retornar, acompanhando a coluna de água. Sabendo como medir essa coluna de água o passo seguinte é multiplicar esse valor pelo volume total do reservatório, isso porque, a relação da coluna de água para o reservatório é de 0 até 1.

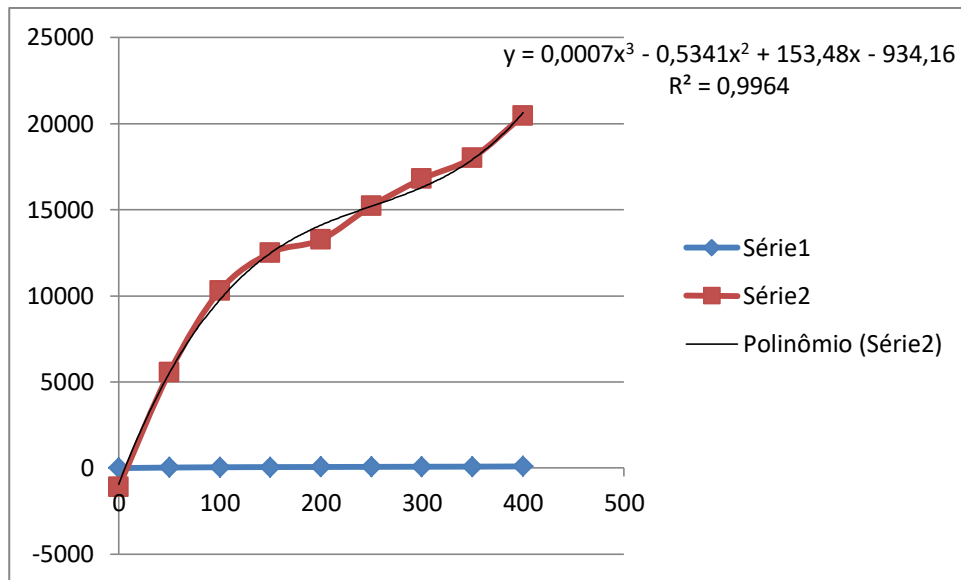
Figura 6. Fluxograma do acoplamento.



Fonte: Autor, 2019

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

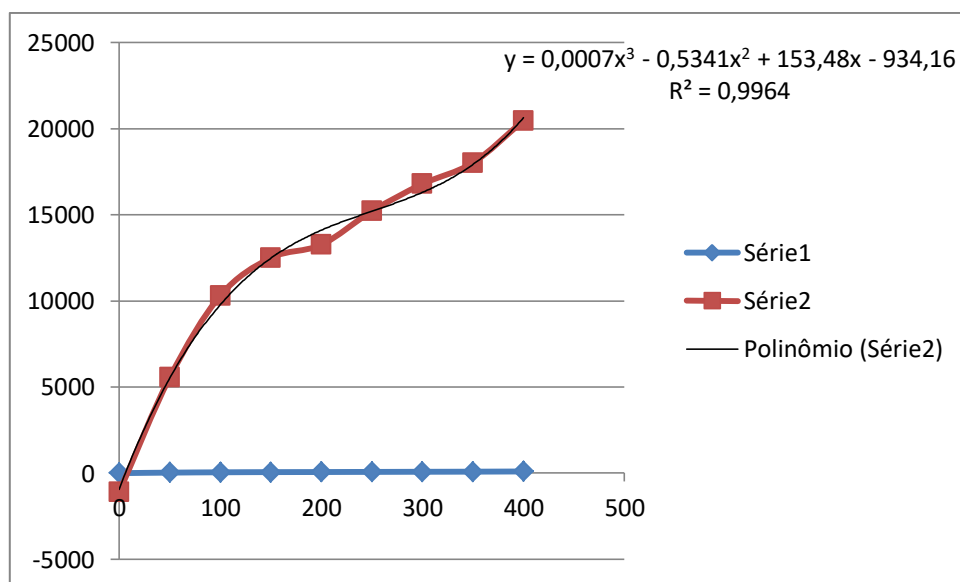
O resultado final teve como base o desenvolvimento de um protótipo com a finalidade de simular o monitoramento do nível no reservatório. Após a montagem do protótipo foi possível analisar o seu comportamento através do teste, funcionou como o esperado, demonstrado no gráfico 1.



Fonte: AUTOR, 2019

De acordo com o gráfico 1 ficou comprovado que a reta permaneceu linearmente até a metade do reservatório, e sofreu uma pequena deformação na linearidade do meio até atingir o nível completamente cheio com 100%. Da mesma forma pode se observar que o gráfico 2 se comportou da mesma forma no momento em que o reservatório estava sendo esvaziando. O protótipo atende às necessidades levantadas inicialmente, tanto no que tange à sua função de monitoramento dos níveis quanto ao baixo custo de implementação.

Gráfico 2 : Momento que o reservatório estava esvaziando.



Fonte: AUTOR, 2019

Conclusão

Diante do que foi abordado pode-se verificar que a sociedade tem exigido de todo o uso racional dos meios que a natureza oferece. A água é um bem finito, ou seja, ela não se reproduz, por isso deve ser tratada com precaução, sem que haja desperdícios. O protótipo desenvolvido tem a finalidade de ajudar a sociedade a solucionar os seus problemas com a implementação do sistema, por isso o trabalho concluído apresenta um projeto de baixo custo e de fácil implementação que pode contribuir no monitoramento e uso devido da água.

Referências Bibliográficas

- [1] ROCHA, C. B.; FERREIRA, H. S.; HEROSO, L. F.; ZALESKI, R. H. **Sistema de Monitoramento de Consumo de Água Doméstico com a Utilização de um Hidrômetro Digital**. 2014. Trabalho de Disciplina – Oficina De Integração 3 - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.
- [2] BEGA, E. A. *et al.* **Instrumentação Industrial**. Rio de Janeiro, Editora Interciência, 2006.
- [3] FIALHO, Arivelto Bustamante. **Instrumentação industrial: conceitos, aplicações e análises**. 7 ed. revisada. São Paulo: Érica, 2015. 280 p.
- [4] R. S. ALBANO E S. G. ALBANO. **Programação em Linguagem C**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 430p, 2010.
- [5]<https://www.usinainfo.com.br/sensor-de-peso-arduino/sensor-de-peso-celula-de-carga-0-a-5kg-para-arduino-4413.html> pesquisado em 26/11/2019 as 11:00.
- [6]https://www.usinainfo.com.br/amplificadores-de-sinal/modulo-conversor-amplificador-hx711-24bit-2-canaais-2818.html?search_query=hx711&results=6 pesquisado em 26/11/2019 as 11:25.
- [7]<https://www.usinainfo.com.br/bluetooth-arduino/modulo-bluetooth-hc-06-arduino-slave-2826.html> pesquisado em 26/11/2019 as 10:00.
- [8]<https://www.usinainfo.com.br/display-arduino/display-lcd-16x2-i2c-com-fundo-verde-5700.html> pesquisado em 26/11/2019 as 10:20.

[9]<https://www.arduinoeeletronica.com.br/produto/modulo-hx711-conversor-24bits-p-celula-carga-peso-sensor-arduino/> pesquisado em 25/11/2019 as 09:25.

[10]<https://www.masterwalkershop.com.br/celula-de-carga-sensor-de-peso-5kg> pesquisado em 25/11/2019 as 09:45.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Especificações Arduino Uno R3.

Modelo	Arduino UNO R3
Microcontrolador	ATmega328p
Tensão de funcionamento	5V
Tensão de entrada (recomendada)	7-9V
Limite de tensão	6 a 20 Volts
Saídas digitais I/O Pin	14 (dos quais 6 oferecem saída PWM)
Saídas analógicas 3.3V Pin	6
Corrente DC por saída digital I/O Pin	40mA
Corrente DC por saída analógica Pin	50mA
Flash memory	32Kb (ATmega328p) dos quais 0,5KB são utilizados pelo carregador de inicialização
SRAM	2Kb (ATmega328p)
EEPROM	1Kb (ATmega328p)
Clock Speed	16MHz
Dimensões (CxLxA)	68x53x10mm
Peso	55g. (com cabo)

Fonte: https://www.usinainfo.com.br/placas-arduino/arduino-uno-r3-cabo-usb-3513.html?search_query=arduino+r3&results=33

APÊNDICE B: Características Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 Compatível
Sistema microcontrolado
Ideal para iniciantes junto a sistemas microcontroladores
Maior facilidade de uso
Ótimo relação de custo x benefício
Compatível com todo os sensores e bibliotecas do Arduino Uno Italiano
Mesma pinagem do Arduino Uno Italiano

Fonte: https://www.usinainfo.com.br/placas-arduino/arduino-uno-r3-cabo-usb-3513.html?search_query=arduino+r3&results=33

APÊNDICE C: Especificações Sensor de Peso / Célula de Carga 0 a 5kg.

Carga nominal	0 a 5 kg
Potência nominal de saída	1.0mv/v $\pm$ 0.15mv/v
Zero saída	$\pm$ 0,1mv/v
Creep	0,03% f.s./30 Min
Extremidade de entrada	Vermelho + (energia), Preto - (energia)
Extremidade de saída	Verde + (sinal), Branco - (sinal)
Tensão de funcionamento recomendada	3 ~ 12 VDC
Tensão máxima de operação	15 VDC
Impedância de entrada	410 +/-30 ohm
Impedância de saída	350 +/-3 ohm
Isolamento	> 2000 megaohm/50 VDC
Faixa de compensação de temperatura	-10C ~ 40C
Faixa de temperatura de operação	-20C ~ 60C
Classe de proteção	IP65
Material	liga de alumínio
Parafusos necessários	2 x M4 (4mm) e 2 x M5 (5mm)
Dimensões	80x12,7x12,7mm
Peso	31g

Fonte: <https://www.usinainfo.com.br/sensor-de-peso-arduino/sensor-de-peso-celula-de-carga-0-a-5kg-para-arduino-4413.html>

APÊNDICE D: característica Sensor de Peso / Célula de Carga 0 a 5kg.

Sensor de Peso / célula de peso 0 a 5Kg
Célula de Carga Arduino
Compatível com Arduino, PIC, ARM, AVR, entre outros
É possível combinar diversos sensores para aumentar a capacidade de carga
A tensão de saída varia conforme o peso
Fabricado em alumínio
Excelente relação custo x benefício

Fonte: <https://www.usinainfo.com.br/sensor-de-peso-arduino/sensor-de-peso-celula-de-carga-0-a-5kg-para-arduino-4413.html>

APÊNDICE E: Especificações Módulo Conversor Amplificador HX711.

Tensão de funcionamento	5VDC (recomendada);
Corrente de funcionamento	<10 mA;
Diferencial de tensão de entrada	$\pm$ 40mV (tensão de entrada diferencial em larga escala é $\pm$ 40mV)
Precisão dos dados	24 bits
Frequência de atualização	80 H
Dimensões	24x15x2,7mm
Peso	1,1g

Fonte: https://www.usinainfo.com.br/amplificadores-de-sinal/modulo-conversor-amplificador-hx711-24bit-2-canais-2818.html?search_query=hx711&results=6

APÊNDICE F: Características Módulo Conversor Amplificador HX711

Módulo Conversor HX711
Converte sinais analógicos em digitais
Amplifica sinais de sensores de peso em balanças
Converte as mudanças no valor de resistência através do circuito de conversão em potência elétrica
Comunicação com o computador por padrão TTL 232
Estrutura simples
Fácil de usar
Elevada sensibilidade e velocidade de medida

Fonte: https://www.usinainfo.com.br/amplificadores-de-sinal/modulo-conversor-amplificador-hx711-24bit-2-canais-2818.html?search_query=hx711&results=6

APÊNDICE G : Especificações do **módulo Bluetooth HC-06**.

Modelo	HC-06
Alimentação	3.6-6VDC
Nível de sinal	de 3.3V
Bluetooth versão	V2.0 + EDR
Taxa de transmissão padrão	9600,8,1, n
Cobertura de sinal	até 10m
Segurança	Autenticação e encriptografia
Tipo de comunicação	Serial RS232 Nível TTL
Senha padrão	1234
Dimensões (CxLxE)	38x15,7x3,5mm
Peso	3g

Fonte: <https://www.usinainfo.com.br/bluetooth-arduino/modulo-bluetooth-hc-06-arduino-slave-2826.html>

APÊNDICE H: Características do **módulo Bluetooth HC-06**.

Módulo Bluetooth Arduino HC-06
Compatível com Arduino, Raspberry PI, ARM, AVR, PIC, etc
Aceita modo Slave (pareamento)
Permite troca de dados sem fio
TTL transferência transparente de dados entre dispositivos Bluetooth
Funciona com todos os adaptadores Bluetooth USB

Antena embutida
Evita a criação de emaranhados de fios
Excelente relação custo x benefício

Fonte: <https://www.usinainfo.com.br/bluetooth-arduino/modulo-bluetooth-hc-06-arduino-slave-2826.html>

APÊNDICE I: Preços dos materiais.

Arduino Uno	R\$50,00
Shield hx711	R\$14,00
Célula de carga 5kg.	R\$25,00
Módulo Bluetooth HC-06	R\$45,00
Display LCD 16x2 I2C	R\$ 23,66
Total	R\$ 157,66

Fonte: Autor, 2019