

Projeto AMedCA - Documentação

1. Nome do Projeto: AMedCA – Anel Medidor de Consumo de Água

2. Breve Descrição do Projeto

O consumo residencial e predial de água geralmente é realizado por meio de medidores físicos acoplados a canos. Estes dispositivos raramente são digitais e fornecem apenas informações básicas de metros cúbicos de água consumidos.

Diversos medidores e registros eletrônicos disponíveis no mercado permitem a medição e coleta de informações relacionadas ao consumo de água. Contudo, estes dispositivos requerem a instrumentação do cano, ou seja, é preciso instalar fisicamente o medidor em um ponto específico. Tal instalação muitas vezes é complicada e requer a interrupção do fornecimento de água, quebra de paredes e outros procedimentos complexos acompanhados de custos adicionais de instalação. Além disso, os medidores eletrônicos existentes fornecem informações pouco precisas sobre qual é a torneira, chuveiro ou outro ponto de saída de água responsável pelo consumo.

A motivação deste projeto é baseada na afirmação: o que não pode ser medido não pode ser controlado. Além disso, a precisão da medição pode influenciar muito em como o controle e consumo consciente de água será realizado.

O projeto AMedCA (Anel Medidor de Consumo de Água) tem como objetivo fornecer informações precisas sobre o consumo de água residencial e predial sem a necessidade de instrumentação complexa.

Basicamente o projeto AMedCA assume a forma de um anel de velcro com um sensor de vibração acoplado. Durante a implantação do sistema o anel deve ser fixado no lado externo do cano de modo que o sensor captará a vibração do cano gerada pela água sendo passada dentro do cano. Basicamente o projeto utilizará a placa de desenvolvimento Freedom para microcontroladores Kinetis K (FRDM-K64F) junto com um sensor de vibração do tipo Piezo e analisa os dados do sinal do sensor utilizando técnicas de processamento digital de sinais.

A partir de um treinamento o sistema associado ao AMedCA capta o um padrão de vibrações emitido pelo cano. Este padrão será armazenado em uma solução na nuvem que detectará e associará a vibração captada pelo sensor com a quantidade de água sendo consumida e também qual torneira ou outro ponto de saída de água da residência for acionado.

A partir dos dados coletados um backend apresentará diversas informações individuais e gerais de consumo por dia, final de semana, mês e ano. Além disso, o sistema também fará previsões sobre consumos futuros e contará com um módulo que detectará anomalias e variações nos dados. Esta detecção será empregada para, entre outras aplicações, detectar vazamentos em canos, consumo em horários anormais devido a torneiras que ficaram abertas e identificação de padrões de consumo individuais para prédios e condomínios que não possuem um sistema de medição individual por unidade e que realizam o rateio da conta de água.

3. Vídeo do Funcionamento do Projeto

O vídeo de apresentação do projeto está hospedado no YouTube no seguinte link:

<https://youtu.be/laxPOV3pXJw>

Os slides utilizados no vídeos estão hospedados no SlideShare no link abaixo:

<http://pt.slideshare.net/pichiliani/projeto-amedca-concurso-casa-conectada-2015>

Segue a descrição do áudio utilizado no vídeo do projeto:

SLIDE 1

Olá, meu nome é Mauro Pichiliani e este é o video de apresentação do projeto AMedCa.

SLIDE 2

O contexto do projeto é a medição e o consumo consciente de água em prédios e residências.

A medição de consumo de água é feita por registos e medidores conectados à tubulação.

Porém, tais dispositivos nem sempre indicam o consumo individual por apartamento.

Eles também não fornecem informações precisas sobre cada ponto de saída de água, por exemplo, se uma torneira está meio aberta.

Além disso, a instalação de medidores é complexa e demanda reserva do horário para realização do serviço, custos de mão de obra, interrupção do fornecimento de água e quebra de paredes.

SLIDE 3

O objetivo do projeto AMedCA é facilitar a instalação de um medidor que informa o consumo de água.

A solução é um anel com um sensor que mede a vibração do cano. É preciso um treinamento inicial do sinal para lidar com vários tipos de canos e níveis de pressão.

Os dados do sensor são captados pela placa FRDM-K64F que os envia para uma solução na nuvem que calcula o uso da água, gera relatórios e identifica de padrões de consumo.

SLIDE 4

A arquitetura do sistema é composta por um cano por onde passa a água instrumentado com um sensor de vibração do tipo piezo.

Este sensor é conectado na placa ligada a um roteador WiFi com acesso a internet. A placa envia os dados do sensor para uma solução na plataforma Windows Azure.

Os usuários então acessam os relatórios, gráficos e indicadores em uma aplicação Web.

SLIDE 5

Nesta demonstração um reservatório foi conectado a canos de PVC de meia polegada e à uma torneira. O sensor foi acoplado ao cano e detecta se a torneira está aberta ou fechada.

Quando a torneira é aberta o sistema detecta este evento e calcula o consumo. O fechamento também é detectado e mostra-se o consumo de água.

SLIDE 6

A análise do consumo de água é importante para a conscientização e controle deste recurso natural.

Soluções existentes requerem muita instrumentação e fornecem pouca precisão em relação ao ponto de saída de água.

O AMedCA mede vibrações do cano e permite um controle do uso de água com relatórios, detecção de padrão de consumo e previsão futura de gastos.

4. Esquemáticos

O esquemático deste projeto se resume a ligação da placa FRDM-K64F com um sensor do tipo piezo. O sensor utilizado no projeto foi fornecido pela empresa Phidgets Inc (<http://phidgets.com/>) e possui o código 1104_0. A Figura 1 mostra os detalhes deste sensor.

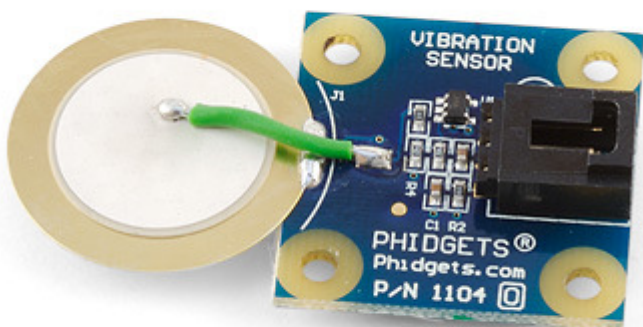


Figura 1. Sensor de vibração Phidget 1104_0, disponível em: http://www.phidgets.com/products.php?category=1&product_id=1104_0

Este sensor trabalha com a tensão de 5 volts e possui uma saída de sinal analógico, conforme mostrado na Figura 2 que fornece a indicação dos pinos.

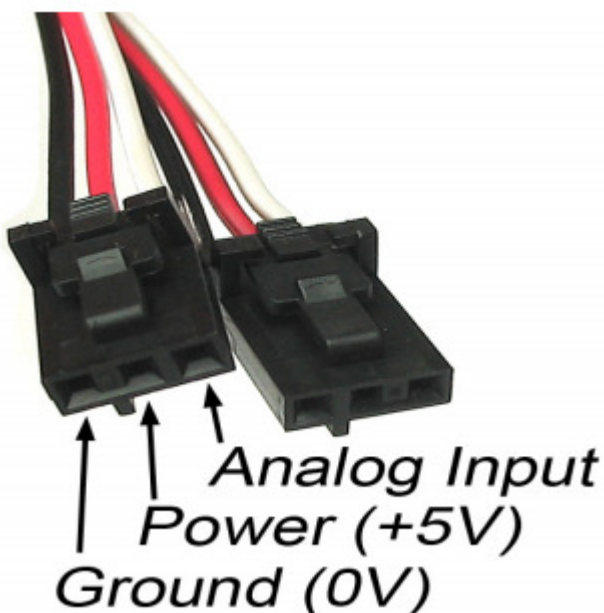


Figura 2. Identificador dos pinos do sensor 1104_0.

O projeto foi montado utilizando o sensor de vibração do tipo piezo ao invés de um sensor de som cujo código é KY-038 ou equivalente. A troca de sensores em relação à proposta inicial foi devido à precisão superior do sinal quando se utiliza o sensor de vibração encostado ao cano de água testado (PVC de meia polegada).

O sensor de vibração código SW18010P (<http://www.filipeflop.com/pd-b8f7a-sensor-de-vibracao-sw18010p.html?ct=41d97&p=2&s=1>) ou o sensor código bzb8780160 (<http://www.bizoner.com/piezo-disk-vibration-sensor-compatible-arduinoss-ide-p-392.html>) são alternativas ao sensor 1104_0 da Phidgets.

A ligação dos pinos do sensor com a placa FRDM-K64F foi feita da seguinte forma: o cabo preto (Ground 0V) foi ligado no pino GND-14, o cabo vermelho (Power +5V) foi ligado no pino P5V_USB-10 e o cabo branco (Analog Input) foi ligado no pino PTC10-12. A Tabela 1 a apresenta os pinos da placa FRDM-K64F utilizado, a qual cabeçalho da placa eles pertencem e qual é o nome do pino compatível com o Arduino UNO.

Pino na placa FRDM-K64F	Cor do cabo	Cabeçalho na placa FRDM-K64F	Pino equivalente no Arduino UNO
GND-14 (Ground)	Preto	J3 I/O Header	GND
P5V_USB-10 (Power +5V)	Vermelho	J3 I/O Header	5V
PTC10-12 (Analog Input)	Branco	J4 I/O Header	A5

Tabela 1. Pinos utilizados e compatibilidade com o Arduino

A Figura 3 mostra o esquemático da placa com a ligação de cabos com o sensor.

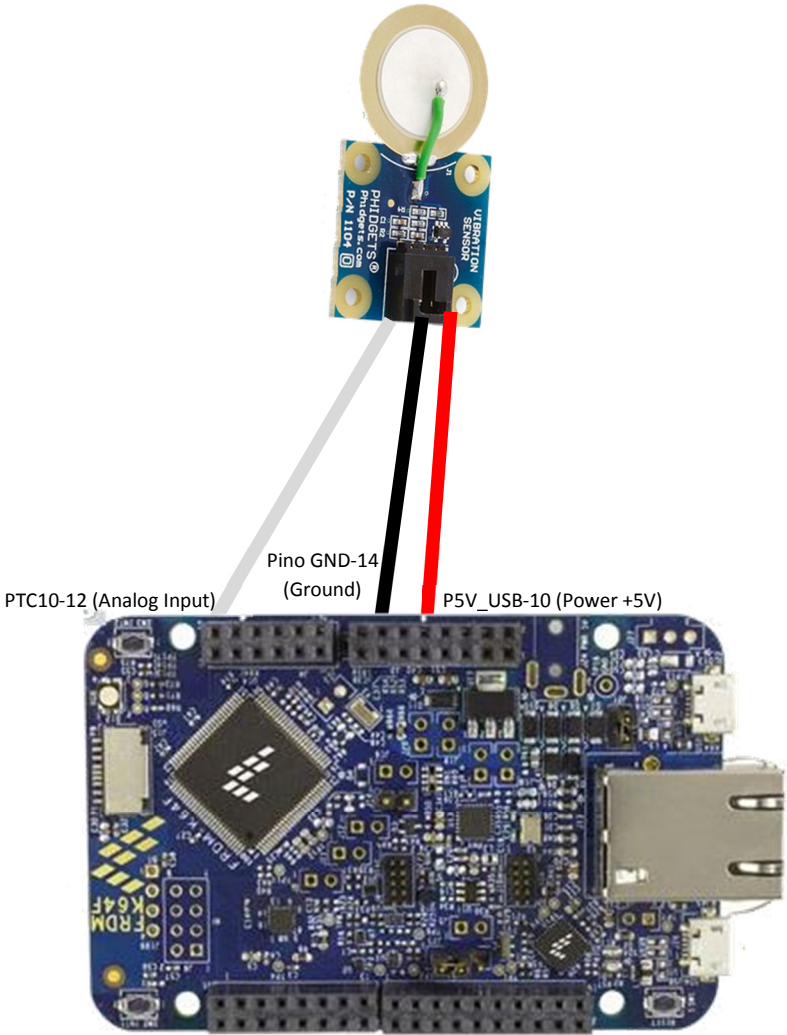


Figura 3. Ligações do sensor de vibração 1104_0 com a placa FRDM-K64F

5. Layout

O layout da solução é baseado nos seguintes componentes arquiteturais: um cano que armazena a água corrente e que vibra, o sensor de vibração 1104_0, a placa FRDM-K64F, um roteador WiFi com acesso à Internet, uma conta na plataforma Windows Azure e os usuários com dispositivos móveis ou desktop para acesso a aplicação Web. A Figura 4 mostra o layout geral da solução.

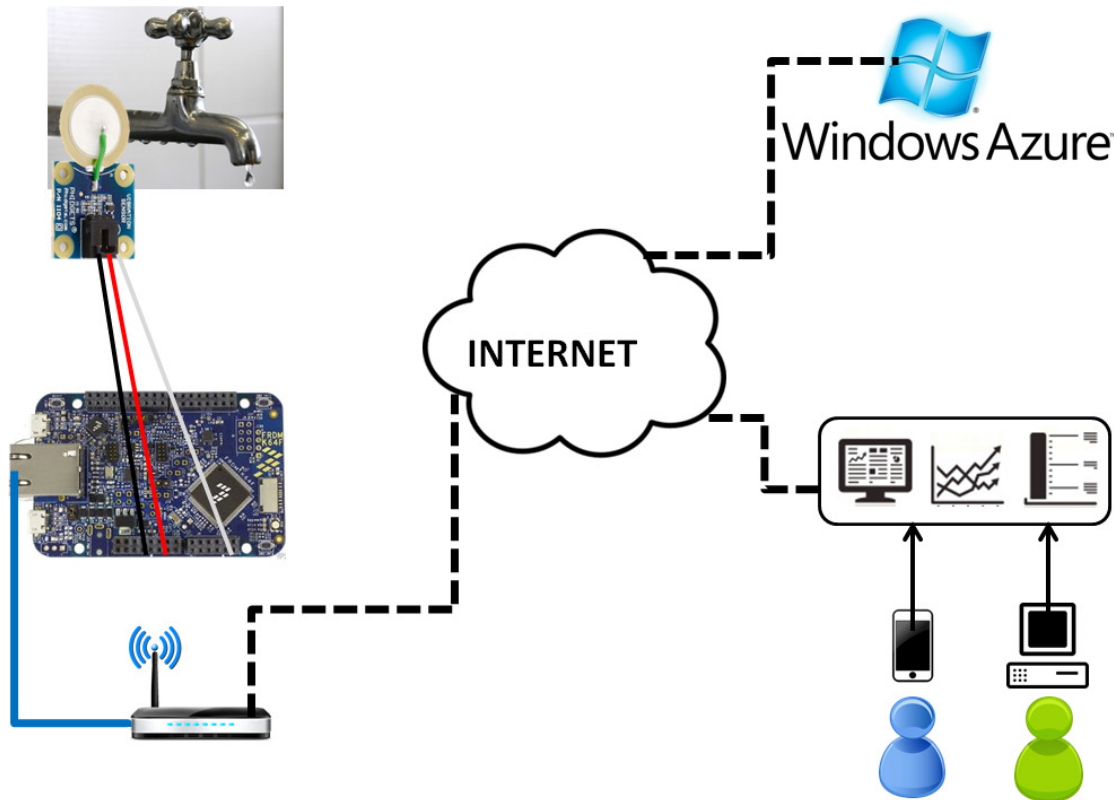


Figura 4. Layout geral do projeto AMedCA.

6. Fluxograma

O fluxograma do projeto AMedCA descrito nesta sessão é baseado no protótipo apresentado no vídeo que detecta a abertura ou não de uma torneira e calcula o consumo de água. Este projeto é baseado em dois canos de PVC de meia polegadas e 52 centímetros ligados horizontalmente por meio de um conector de 90 graus (cotovelo) e com uma torneira na ponta. A detecção do sinal foi baseada na abertura de 180 graus (uma volta) da torneira. Neste cenário aproximadamente 100ml de água passam pela torneira a cada 3,8 segundos (valores calculados experimentalmente).

O fluxograma do projeto envolve os passos necessários para obter as medidas do sensor, treinar o ruído do sinal, obter a média do ruído, comparar o sinal com a média mais ou menos um percentual de ajuste (0,002% nos teste iniciais), identificar ou não a abertura da torneira, mudar o estado da torneira e calcular o valor de água consumido. A Figura 5 apresenta o fluxo do protótipo de detecção de torneira aberta.

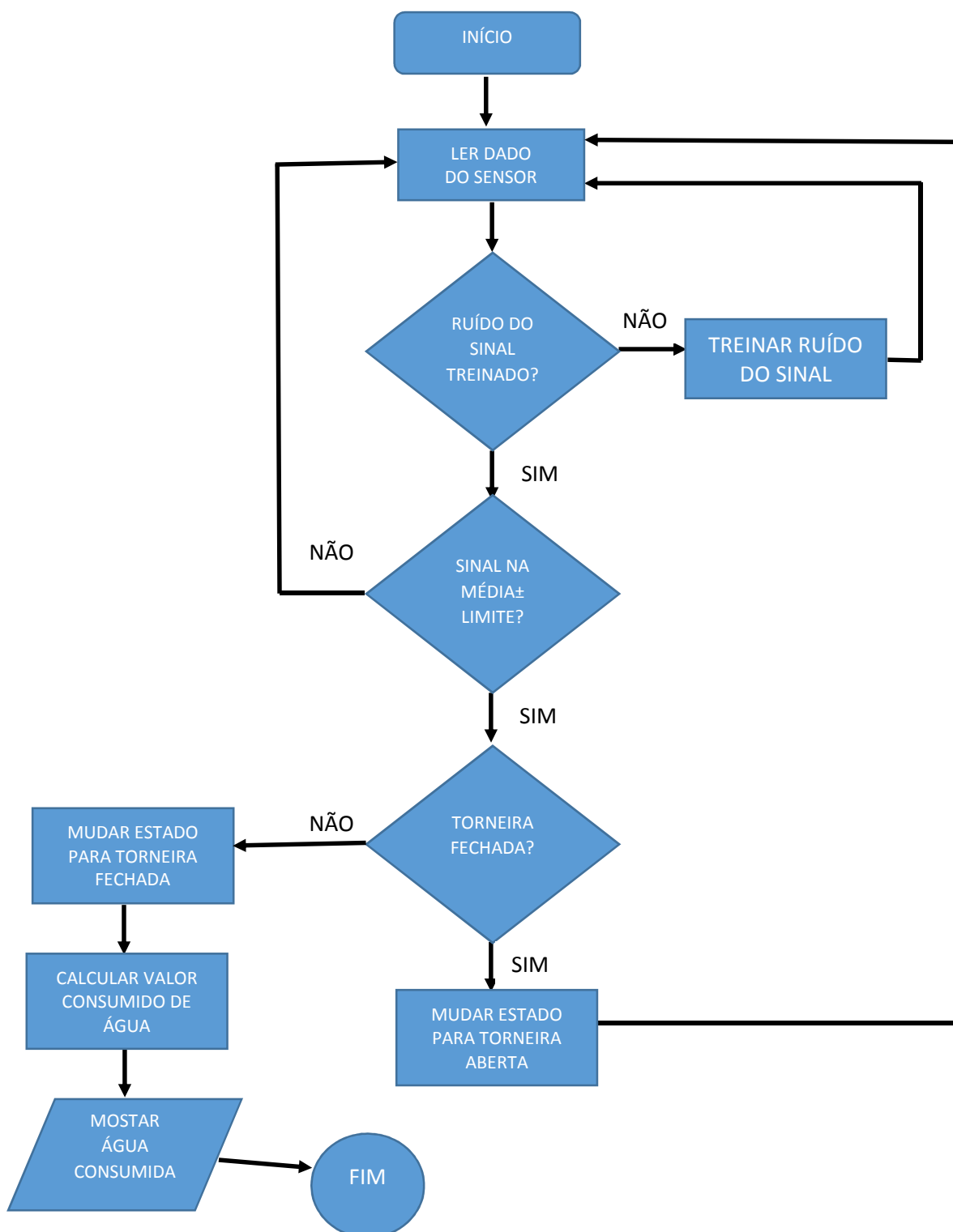


Figura 5. Fluxograma do projeto AMedCA no protótipo de detecção de abertura da torneira.

7. Código fonte

O código fonte do protótipo do projeto AMedCA foi desenvolvido em duas partes: o código que é executado dentro da placa FRDM-K64F e o código que recebe os dados do sensor e faz a análise dos dados para computar o estado da torneira e calcular o consumo de água.

A plataforma mbed (<https://developer.mbed.org/compiler/>) foi utilizada para o desenvolvimento do código fonte que é enviado para a placa. O escolha desta plataforma foi devido à sua facilidade e a grande quantidade de exemplos.

No protótipo inicial do AMedCA o valor do sensor é lido a partir da porta analógica a cada a cada 100 milissegundos. O valor do sensor é representado pelo tipo de dados double e fica em 0.0 e 1.0 com precisão de 6 casas decimais. O código fonte escrito na linguagem C e armazenado no arquivo **main.cpp** para lê os dados do sensor e enviá-los pela porta serial é apresentado na listagem abaixo:

```
#include "mbed.h"

AnalogIn analog_value(A5);

// Para rodar este programa é preciso utilizar a plataforma mbed
// disponível on-line em: https://developer.mbed.org/compiler/

int main() {
    float meas;

    while(1) {
        // Melhor configuração: placa com 100ms e gráfico com 50ms
        // Em geral, sensor do arduíno lendo no dobro do tempo do
        computador (serial)

        // A linha abaixo lê o valor da entrada A5 analógica A%
        // O valor lido é entre 0.0 e 1.0

        meas = analog_value.read();

        // Imprime o resultado na porta serial. Um por linha
        printf("%f\n", meas);

        // Espera 100 ms para ler o valor do sensor novamente
        wait(0.1);
    }
}
```

O arquivo cabeçalho mbed.h faz parte da plataforma mbed e, portanto, o código fonte do arquivo **main.cpp** deve ser compilado na plataforma online mbed. O arquivo binário resultado

da compilação deve ser jogado driver indicado pelo sistema operacional quando a placa for conectada, de acordo com as instruções de instalação do driver fornecido na página da Freedom.

A aplicação backend que faz o tratamento dos dados, a classificação do sinal e a mudança de estado da torneira foi desenvolvida utilizando o Visual Studio 2013 Community Edition. Uma solução do tipo Windows Application foi criada a partir do uso da linguagem C#. A Figura 6 mostra a interface da aplicação, que contém um gráfico atualizado dinamicamente com os dados do sensor e botões para abrir a conexão serial (GetData) e treinar o sinal (). Esta aplicação utiliza alguns labels do lado direito da interface para mostrar o estado da torneira e a quantidade de água consumida.

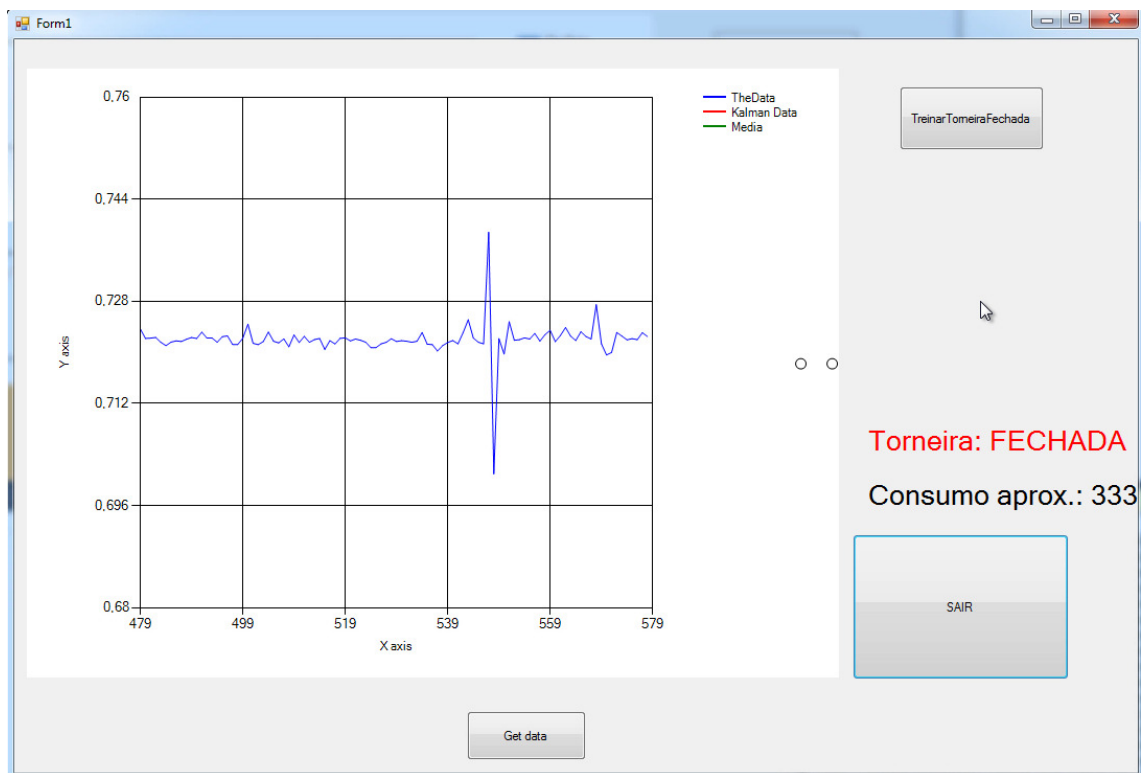


Figura 6. Interface da aplicação do protótipo do projeto AMedCa

O código fonte que vai dentro da placa como a aplicação desenvolvida na plataforma .NET estão disponíveis no seguinte repositório do GitHub: <https://github.com/pichiliani/AMedCa>.