



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ**  
**ESCOLA POLITÉCNICA**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

**EVERTON CARVALHAR FERNANDES**  
**GUILHERME HENRIQUE ZANARDI**  
**PEDRO HENRIQUE BORGHI**

**RELATÓRIO FINAL DO PROJETO INTEGRADOR**  
**HIDRÔMETRO DIGITAL**

**CURITIBA**  
**2015**

**EVERTON CARVALHAR FERNANDES  
GUILHERME HENRIQUE ZANARDI  
PEDRO HENRIQUE BORGHI**

**RELATÓRIO FINAL DO PROJETO INTEGRADOR  
HIDRÔMETRO DIGITAL**

Relatório de Projeto apresentado ao Curso de Engenharia de Computação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial para a disciplina de Resolução de Problemas em Engenharia I.

Orientador: Prof.<sup>o</sup> MSc Afonso Ferreira Miguel

**CURITIBA, JUNHO DE 2015.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a oportunidade que a universidade oferece com esta disciplina em que podemos colocar em prática os conhecimentos adquiridos até o momento, demonstrando ser de muita valia a realização deste protótipo.

Em especial, agradecemos os professores que nos ajudaram a aperfeiçoar cada vez mais a elaboração deste: Ivan Jorge Chueiri, Afonso Ferreira Miguel e Marcelo Gaiotto, que estiverem sempre à disposição, nos atendendo com muita atenção.

## RESUMO

O presente projeto, desenvolvido para a disciplina de resolução de Problemas de Engenharia, do curso de Engenharia de Computação, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, apresenta os conteúdos teóricos e a descrição do desenvolvimento de um protótipo de hidrômetro digital para captação do consumo residencial de água e exibição dos dados através de gráficos em um ambiente público como o portal Exosite ([www.exosite.com](http://www.exosite.com)). O sistema é composto de um equipamento integrado por arduínos e shields, que deve ser acoplado a saída de água que se deseja monitorar.

**Palavras chave:** Hidrômetro Digital. Consumo de Água. Arduíno.

## **ABSTRACT**

This project, developed for the discipline of Engineering Problem Resolution, from the course of Computer Engineering of the Pontifical Catholic University of Paraná, presents the theoretical contents and the description of the development of a digital meter prototype to capture the water residential consumption and show of the data through graphs in a public setting like the portal Exosite ([www.exosite.com](http://www.exosite.com)). The system consists of a device compose of arduino and shields, that must be attached to the water outlet that wanted to monitor.

**Key words:** Digital Hydrometer. Water consumption. Arduino.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Protótipo de Hidrômetro Digital .....	7
Figura 2 – Diagram de blocos simplificado de um microcontrolador .....	8
Figura 3 – Funcionamento do Sensor de Fluxo.....	10
Figura 4 – Esquema Placa Shield .....	13
Figura 5 – Serigrafia / Trilhas / Placa Shield .....	14
Figura 6 – Esquema Placa Reguladora de Tensão.....	14
Figura 7 – Serigrafia Placa Reguladora de Tensão.....	15
Figura 8 – Projeto Finalizado.....	19

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista de Materiais Projeto Mecânico.....	12
Tabela 2 - Lista de Materias Projeto Eletrônico.....	15
Tabela 3 - Materiais Tóxicos .....	20
Tabela 4 – Descarte de Materiais.....	22

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPU	<i>Central Processing Unit</i>
PCI	Placa de Circuito Integrado
IDE	<i>Integrated Drive Eletronics</i>
AD	Analógico para Digital
DA	Digital para Analógico



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
1.1 OBJETIVOS.....	5
1.1.1 Objetivo Geral.....	5
1.1.2 Objetivos Específicos.....	5
<b>2 ESTADO DA ARTE .....</b>	<b>7</b>
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
3.1 MICROCONTROLADORES .....	8
3.2 ARDUÍNO .....	9
3.3 SENSOR DE FLUXO YF-S201.....	10
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>11</b>
<b>5 O PROJETO .....</b>	<b>12</b>
5.1 PROJETO MECÂNICO .....	12
5.2 PROJETO ELETROELETRÔNICO .....	13
5.3 PROJETO SOFTWARE .....	17
<b>6 RESULTADOS .....</b>	<b>18</b>
<b>7 IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>20</b>
7.1 MATERIAIS TÓXICOS .....	20
7.2 LEIS, DESCARTE E RECICLAGEM .....	20
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>23</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>24</b>
<b>ANEXO A – CÓDIGO ARDUÍNO 1 .....</b>	<b>25</b>
<b>ANEXO B – CÓDIGO ARDUÍNO 2.....</b>	<b>26</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Em meio ao século XXI, somos apresentados dia-a-dia com tecnologias cada vez mais surpreendentes e principalmente que otimizem nossa vida diária, processos e serviços. Desde a revolução industrial processos árduos vão sendo substituídos pela máquina, pela tecnologia, em que o trabalho humano fica focado na supervisão e gerenciamento desses sistemas. Foi com esta visão que surgiu a idéia de um aparelho simples e sem custo alto que pudesse entregar prontamente os valores de consumo de água, podendo também ser usado para medições localizadas, como um chuveiro ou um processo industrial que use água.

Todo o processo de medição será realizado através de um sensor de fluxo, um arduíno e um módulo de comunicação *wifi* esp8266 que transmitirá as informações através de uma rede wireless para um site externo que manterá as informações públicas.

## 1.1 OBJETIVOS

Nesta seção são apresentados os objetivos geral e específicos do trabalho, relativos ao problema anteriormente apresentado.

### 1.1.1 Objetivo Geral

Medir o consumo de água, transmitindo os dados pela internet para um controle detalhado do usuário.

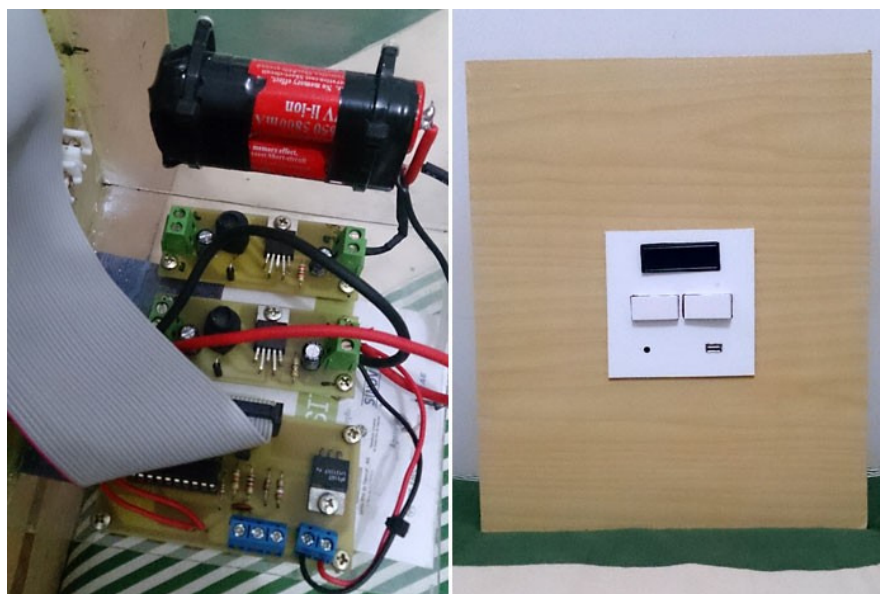
### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Confeccionar PCI Shield para arduíno mega para integração de display, módulo Esp8266, regulador de tensão para 3,3 V e sensor de fluxo.
- Elaborar código fonte em linguagem para arduíno que tratará as informações coletadas e enviará ao portal Exosite ([www.exosite.com](http://www.exosite.com)).

- Otimizar apresentação do portal exosite para clara visualização do usuário.
- Confeccionar invólucro de proteção para os componentes.

## 2 ESTADO DA ARTE

Após uma excessiva pesquisa de estado da arte feita, foi possível somente identificar um protótipo em Minas Gerais com a mesma proposta de funcionamento do Hidrômetro Digital, porém, as informações não são enviadas para uma página web, e sim para um aplicativo de smartphones e tablets via Bluetooth, aplicativo este, criado pelos desenvolvedores do protótipo (Portal G1, 2015). Na matéria cita que o protótipo, criado por jovens de 16 e 17 anos, tem um custo estimado de R\$160,00.



**Figura 1 - Protótipo de Hidrômetro Digital**  
Fonte: Portal G1 (2015).

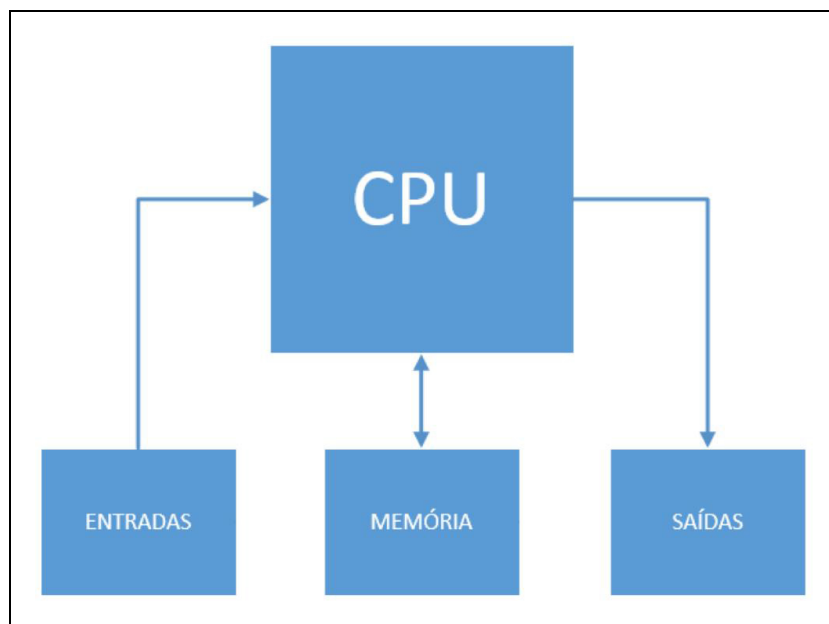
### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Para uma melhor compreensão e análise do funcionamento e princípios envolvidos em um sistema de medição de vazão de água, é fundamental entendermos todos os conceitos nesse processo, bem como as características das tecnologias utilizadas na construção do protótipo e do aplicativo de monitoramento.

Assuntos, esses, que serão tratados no decorrer dessa seção.

#### 3.1 MICROCONTROLADORES

Um microcontrolador é um circuito integrado composto de diversos elementos computacionais e periféricos que se comunicam entre si, como pode ser visualizado no diagrama de blocos da Figura 1, consistindo em um sistema computacional completo (HEATH, 2003). Cada componente possui uma função específica explicada brevemente na sequência.



**Figura 2 – Diagram de blocos simplificado de um microcontrolador**  
**Fonte: Acervo Próprio**

- Unidade Central de Processamento (CPU): Assim como nos computadores normais, a CPU de um microcontrolador é responsável por realizar as operações lógicas e aritméticas, entre outras, sobre os dados recebidos;
- Memória: Onde todos os dados e programas ficam armazenados, antes, durante e depois do processamento pela CPU;
- Entradas: Dispositivos conectados nas entradas do microcontrolador fornecem os dados para a CPU processar, estes dados vêm de um sistema externo;
- Saídas: Os dispositivos conectados nas saídas do microcontrolador recebem os dados após o processamento feito pela CPU.

Além dos componentes principais existem vários periféricos como conversores AD e DA e temporizadores que podem ser incluídos em um microcontrolador (HEATH, 2003).

### 3.2 ARDUÍNO

O Arduino é uma ferramenta de hardware, mais especificamente uma placa microcontroladora, para a criação de computadores que utilizem sensores e atuadores que possam interagir mais com o mundo físico ao contrário de um computador convencional. O Arduino é composto por dois componentes principais: uma plataforma computacional física de código aberto baseada em um microcontrolador e um ambiente de desenvolvimento para a criação de aplicações computacionais (IDE). Essa ferramenta contém o que é necessário para sua operação através de um computador comum, e por isso é utilizado amplamente em ambientes didáticos. Existem vários modelos diferentes de Arduino e estes podem ser consultados no site oficial do Arduino (ARDUÍNO, 2015).

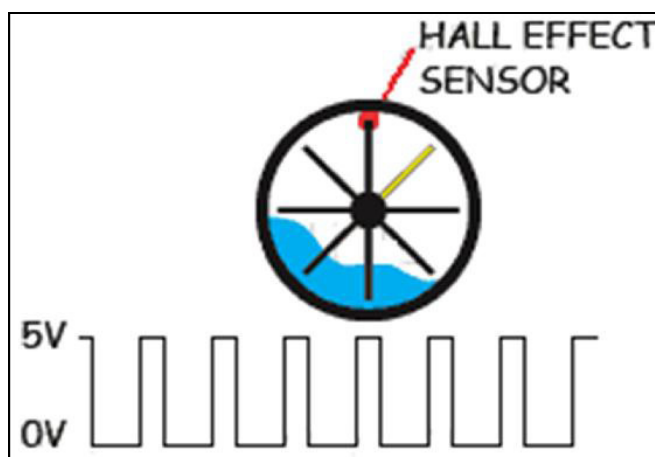
Conforme o portal eletrônico do arduino (ARDUÍNO, 2015), este pode ser utilizado para desenvolver objetos interativos, que recebem entradas de uma grande variedade de chaves ou sensores, controlando uma grande variedade de luzes, motores e outras saídas físicas. O Arduino é capaz de armazenar aplicações criadas em seu ambiente de desenvolvimento podendo assim realizar as funções desejadas por conta própria, sem a necessidade de um computador .

O uso de um Arduino pode ser estendido através do uso de placas de circuito periféricas contendo outros dispositivos, por exemplo um módulo *Bluetooth*,

chamadas *Shields*. *Shields* são conectados diretamente ao Arduino, utilizando as portas adequadas (MCROBERTS, 2014).

### 3.3 SENSOR DE FLUXO YF-S201

O sensor de fluxo de água YF-S201 consiste de uma carcaça plástica, um rotor e um sensor de efeito Hall. Conforme o fluxo de água passa pela câmara de água do sensor, faz movimentar as pás acopladas ao rotor. A medida com que a vazão de água aumenta, a velocidade com que o rotor gira aumenta proporcionalmente. O sensor de efeito Hall detecta quando o rotor com as pás completa um giro. Assim que essa volta completa é detectada, o sensor de efeito Hall envia um pulso de 5V no cabo de saída do sensor (HAAL EFFECT SENSOR, 2015). Essa descrição de funcionamento é ilustrada pela Figura 2.



**Figura 3 – Funcionamento do Sensor de Fluxo**  
Fonte: BEANIMAL (2015)

De acordo com o site Seed Wiki (2015) esse sensor é capaz de trabalhar em uma vazão de até 30 L por minuto, com uma pressão não superior a 2 Mpa e possui uma margem de erros de aproximadamente 3%.

A escolha desse sensor deu-se pelo fato do seu excelente custo benefício, já que possui valor baixo, mas é capaz de atender as especificações do projeto. Para o seu correto funcionamento, foi preciso determinar as suas características quanto à razão do número de voltas (ou pulsos) por litro. Esse processo será descrito em uma seção posterior.

## **4 METODOLOGIA**

As etapas para a conclusão do projeto foram feitas com uma divisão de tarefas semanais das quais, cada integrante do grupo era responsável por uma parte do projeto, como a parte de Software, Hardware e Mecânica, porém essa designação não impedia que algum membro auxiliasse o outro na conclusão de outra parte do projeto. Toda semana a equipe se encontrava na aula de Resolução de Problemas de Engenharia I, para apresentar os resultados obtidos pela tarefa semanal. Além dos encontros na sala de aula, também houve encontros fora do horário para testes do projeto.



## 5 O PROJETO

O projeto Hidrometro Digital tem a finalidade de medir precisamente o consumo de água através de um sensor de fluxo que está conectado a um Arduino MEGA 2560 por meio de uma placa de circuito impresso confeccionada pelos participantes do projeto que se apresenta como Shield. Os pulsos enviados pelo sensor são captados e interpretados pelo Arduino que por sua vez os transmite ao exosite por meio do módulo WiFi ESP8266 e os imprime no display LCD a cada segundo. O projeto integra dois Arduinos MEGA 2560, sendo que um está encarregado do processamento dos dados coletados do sensor de fluxo e pela impressão no display LCD, e o outro, conectado serialmente com o primeiro, envia as informações ao exosite através do módulo.

Com as informações transmitidas pelo Arduino, será possível identificar em quais momentos do dia há mais gastos, assim podendo controlar o consumo.

### 5.1 PROJETO MECÂNICO

Nesta seção será abordada os materiais referentes a construção mecânica do projeto.

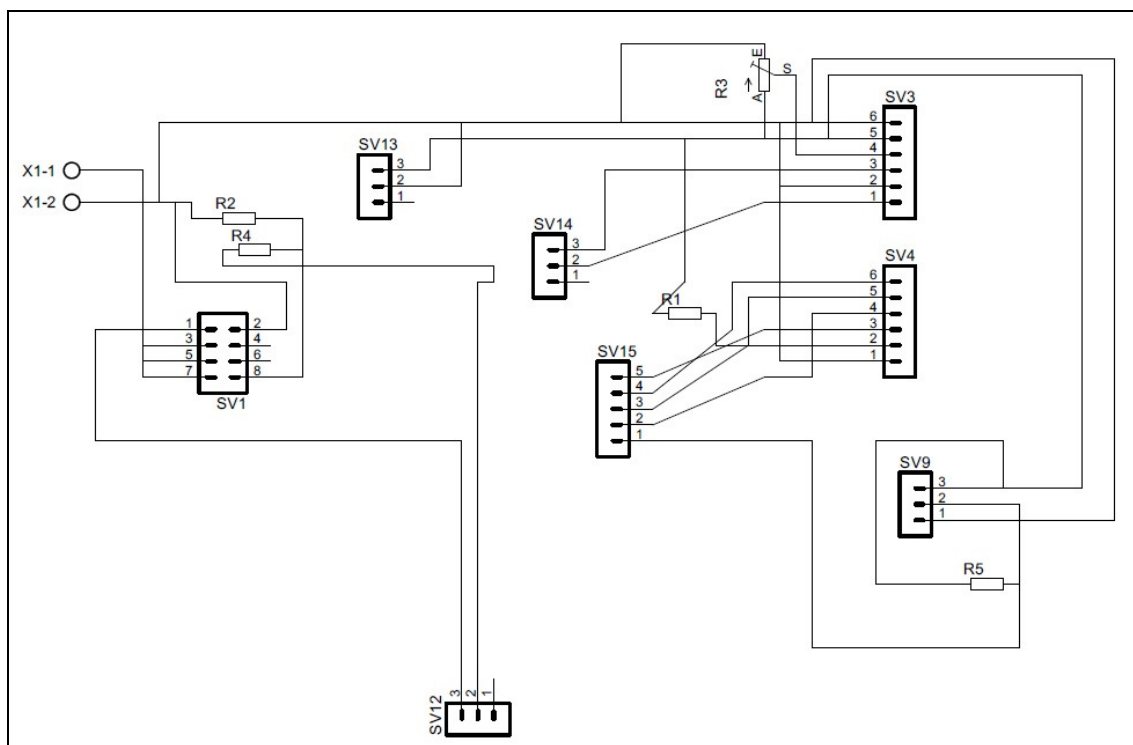
**Tabela 1 - Lista de Materiais Projeto Mecânico**

Quantidade	Material	Valor
01	Caixa suporte	R\$21,00
07	Parafuso	R\$0,50
02	Mangueira ½"x40cm	R\$9,00
	SUBTOTAL	R\$30,50

**Fonte: Autoria Própria**

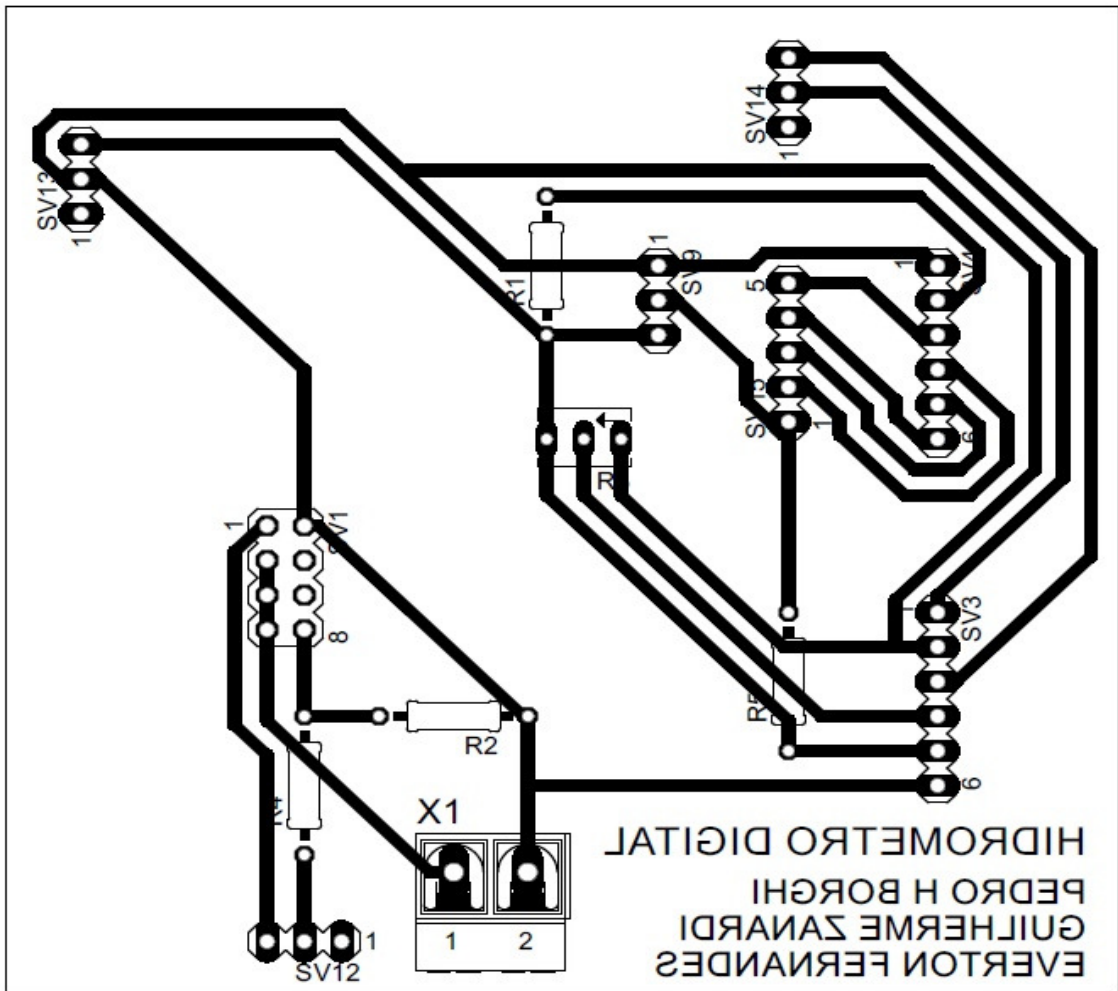
## 5.2 PROJETO ELETROELETRÔNICO

Nesta seção serão apresentados os projetos eletrônicos desenvolvidos durante o processo de construção do projeto.



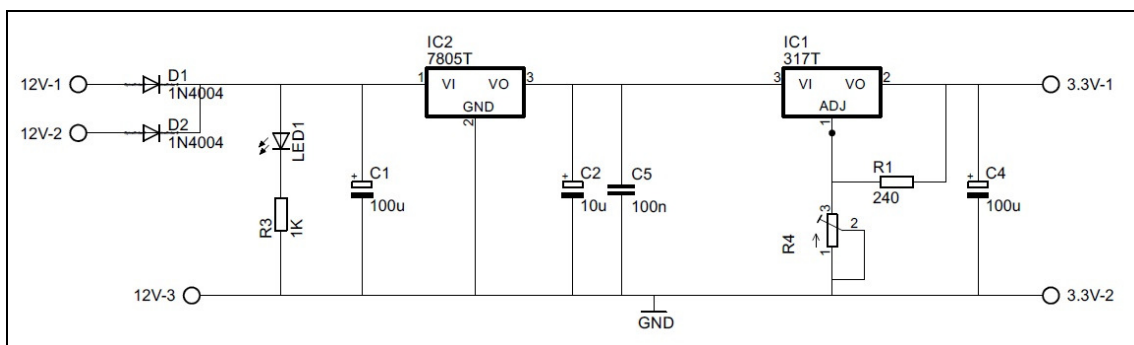
**Figura 4 – Esquema Placa Shield**  
**Fonte: Acervo Próprio**

A partir da Figura 4 podemos observar o esquemático do projeto: SV1 furos referentes ao módulo WiFi ESP8266, SV3 furos referentes aos pinos 11 à 16 do display LCD, SV4 furos referentes aos pinos 1 à 6 do display LCD, SV9 furos referentes aos pinos do sensor de fluxo, SV12 furos referentes aos pinos de comunicação 46 e 48 da placa Arduino com o módulo WiFi, SV13 furos referentes aos pinos de alimentação da placa pelo Arduino com tensão de 5V, SV14 e SV15 furos referentes à comunicação do display LCD com o Arduino, X1 borne referente à alimentação fornecida pelo segundo Arduino com tensão de 3,3V.



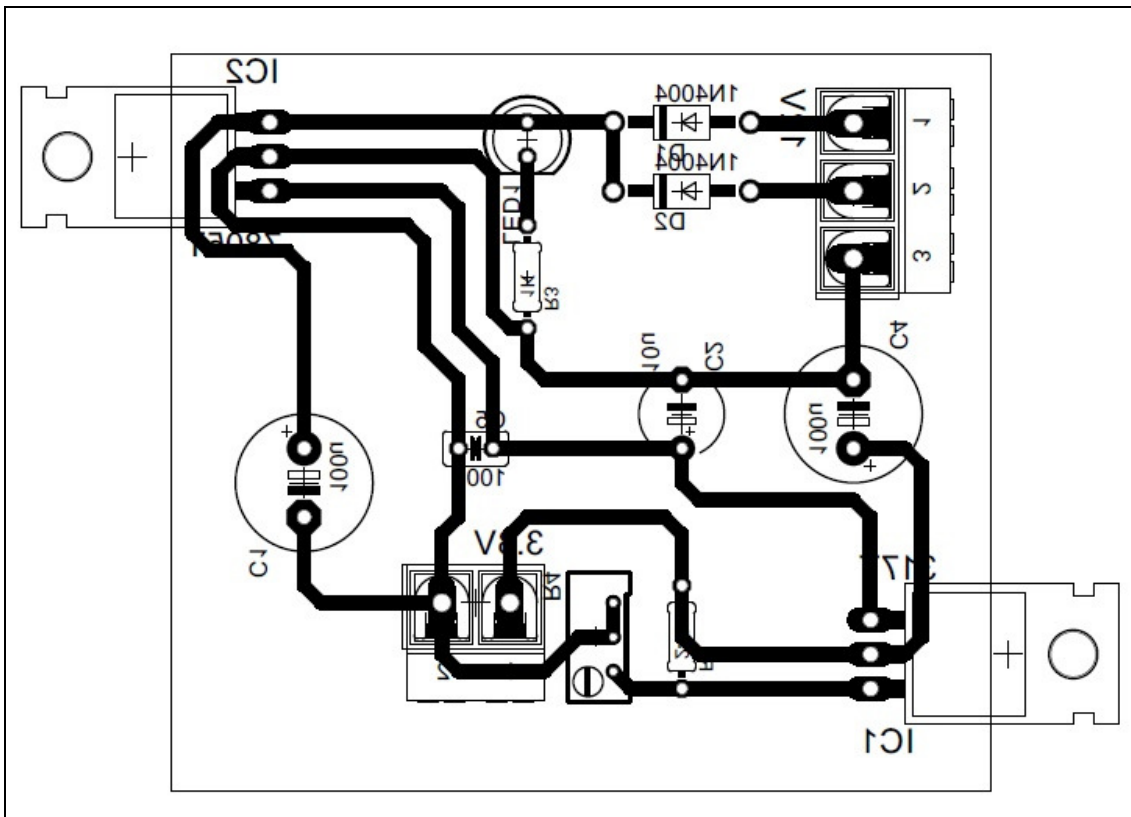
**Figura 5 – Serigrafia / Trilhas / Placa Shield**  
**Fonte: Acervo Próprio**

A partir da Figura 5 podemos observar a montagem das trilhas da placa Shield e a real posição dos furos para sua confecção e montagem.



**Figura 6 – Esquema Placa Reguladora de Tensão**  
**Fonte: Acervo Próprio**

Na Figura 6 é apresentado o esquemático da placa reguladora de tensão que posteriormente foi excluída do projeto dando lugar ao segundo Arduino. Sua finalidade é regular uma tensão de entrada de 12V fornecida por um transformador para 3,3V. Foi utilizado no projeto um circuito integrado LM 7805 para regular a tensão de 12V para 5V, esta mesma tensão de 5V era repassada ao LM 317 que por fim a regulava para 3,3V.



**Figura 7 – Serigrafia Placa Reguladora de Tensão**  
**Fonte: Acervo Próprio**

A partir da Figura 7 podemos observar a disposição das trilhas e componentes na placa reguladora de tensão, bem como a furação.

**Tabela 2 - Lista de Materias Projeto Eletrônico**

Quantidade	Componentes	Valor
02	Placa de Circuito Impresso	R\$9,00

02	Borne BR2	R\$1,00
01	Borne BR3	R\$0,75
13	Pino Poste	R\$1,00
02	Trimpot	R\$2,20
06	Resistores diversos	R\$0,20
03	Capacitores Eletrolíticos Diversos	R\$1,80
01	Capacitor de Disco	R\$0,40
01	Display LCD 16x2	R\$15,90
01	CI LM 317	R\$1,50
01	CI LM 7805	R\$0,70
02	Arduino MEGA 2560	R\$200,00
02	Fonte alimentação 12V	R\$34,00
01	Sensor de Fluxo	R\$34,90
02	Diodo 1N4004	R\$0,30
01	LED vermelho	R\$0,20
01	Módulo WiFi ESP 8266	R\$31,71
	SUBTOTAL	R\$335,56

**Fonte: Autoria Própria**

### 5.3 PROJETO SOFTWARE

O projeto do código para o Hidrômetro foi dividido em várias etapas sendo elas: teste para o Display LCD, teste para o módulo WiFi ESP 8266, teste para o sensor de fluxo, teste de envio de dados pelo módulo para o Exosite e projeto final, que consiste na reunião dos anteriores de forma satisfatória.

Houve a necessidade de auxílio do orientador Professor Afonso Miguel para que fosse encontradas soluções para problemas com a conexão do módulo via rede.

Os códigos encontram-se anexados a este relatório.

## 6 RESULTADOS

O projeto teve início com um *Brainstorm* inicial para ser pensado como poderia ser iniciado o projeto que tinha como base o hardware Arduino Mega. O projeto apresentou alguns erros durante suas primeiras execuções.

A princípio foi proposto que fosse confeccionado duas PCI (Placa de Circuito Impresso), uma atuando como um Shield para o Arduino, contendo um Display LCD 16x2 e um Módulo Wi-Fi ESP8266. A outra, responsável para regular a tensão de alimentação, pois a tensão necessária para o Display é de 5V e para o Módulo é de 3,3V.

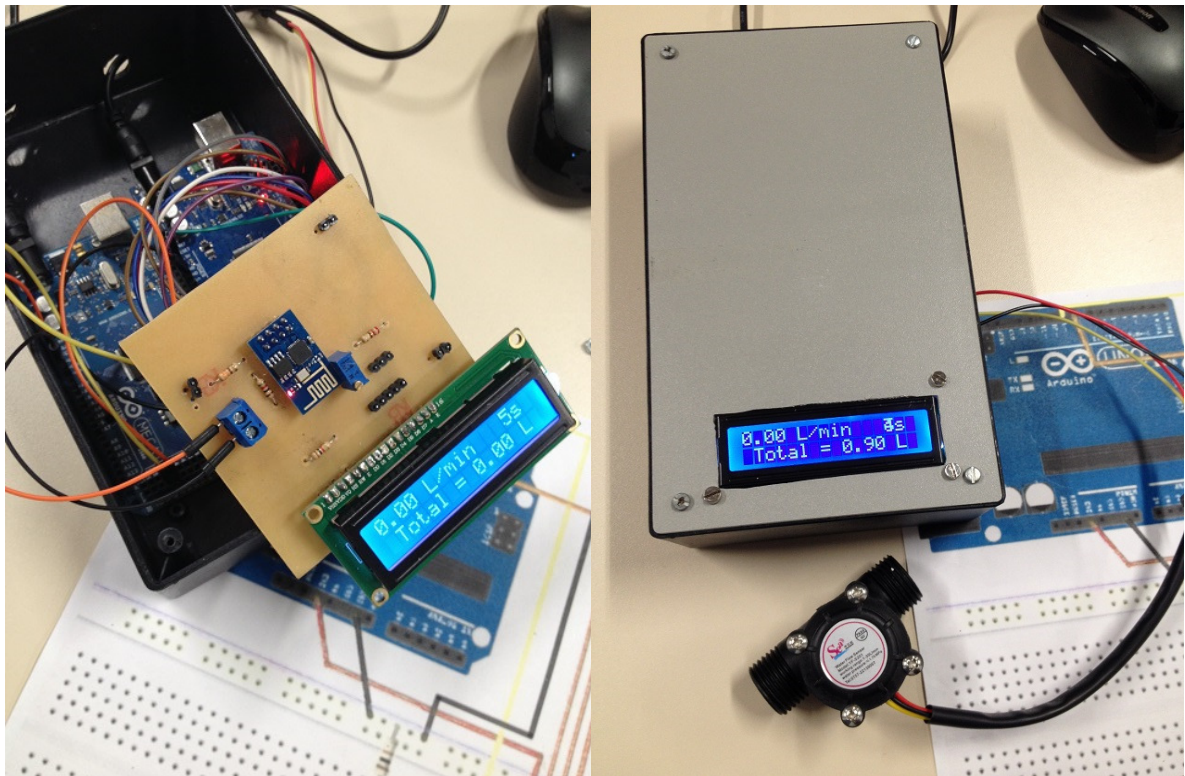
Depois de confeccionada a PCI reguladora, foi observado que a tensão de saída não era suficiente para alimentar o Módulo, pois a tensão de 12V (entrada) passava pelo transistor LM7805 da qual era regulada para 5v e então passava para o LM317, assim tendo a tensão de saída de 3,3V. Porém quando conectado ao Módulo, essa tensão decaía para menos de 1V, por conta do *Low Drop Out* do LM317. A solução adotada foi a conexão da fonte externa regulada de 12V diretamente para o LM317, assim obtendo êxito no quesito alimentação do circuito.

Outro erro foi relacionado à conexão do display LCD na placa Shield. Foi constatado um erro no projeto da placa e a necessidade de refazê-la totalmente. A solução adotada foi da reformulação da disposição dos componentes na placa bem como suas trilhas.

Solucionados os problemas com as conexões e com a alimentação, foi observado que a PCI Shield possuía dimensões maiores do que o suporte adquirido previamente pela equipe para armazenar as peças do projeto, então novamente foi preciso fazer a compra de um suporte maior.

Após tudo pronto, a equipe notou em testes que o Arduino não estava lendo os dados corretamente e mandando para a plataforma Exosite. Devido haver um contador de pulsos por interrupção no código para interpretar a leitura do sensor fluxo, não era possível captar os dados do sensor e enviá-los ao Exosite via módulo esp8266 ao mesmo tempo, pois geraria uma parada no contador, omitindo as informações por um determinado tempo. Assim, chegou-se a conclusão que para suprir essa necessidade, seria preciso usar a comunicação serial entre dois Arduinos, em que um captaria os dados do sensor e os interpretaria, enquanto o segundo envia as informações. Durante os testes com a comunicação serial, houve

problemas com a emissão e a recepção de dados entre os Arduinos, problemas estes que solucionados com alterações no código do projeto, fazendo com que o projeto ficasse em perfeito funcionamento no tempo estimado.



**Figura 8 – Projeto Finalizado**  
**Fonte: Acervo Próprio**



## 7 IMPACTO AMBIENTAL

Abordaremos a seguir os impactos que a degradação dos componentes presentes no projeto podem causar no meio ambiente e a forma adequada de descarte e/ou reciclagem.

### 7.1 MATERIAIS TÓXICOS

Apresenta-se a seguir uma lista de materias potencialmente tóxicos.

**Tabela 3 - Materiais Tóxicos**

<b>Material</b>	<b>Elemento(s)</b>	<b>Descrição</b>
Display LCD	Mercúrio	Pode causar problemas de estômago, distúrbios renais e neurológicos, além de alterações genéticas.
Placa de circuito impresso	Cobre	Causador de intoxicações com lesão no fígado.

**Fonte: Autoria Própria**

### 7.2 LEIS, DESCARTE E RECICLAGEM

O lixo eletrônico cresce três vezes mais que lixo convencional, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), a maior parte desses resíduos não tem ainda destinação adequada. Um risco para o meio ambiente e a saúde. O maior centro público de descarte e reuso de lixo eletrônico da América Latina funciona num galpão de 450 metros quadrados, na Universidade de São Paulo (USP). Para o local são levados até 20 toneladas de resíduos por mês, toneladas de veneno se misturam com diversos tipos de plásticos, metais e componentes, material jogado

fora, mas que tem alto valor de mercado. Sem contar as máquinas que, em muitos casos, ainda funcionam.

A Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, reúne os princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações que serão adotados pela União, Estados e Municípios visando a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. Foi regulamentada pelo Decreto 7.404, em 23 de dezembro de 2010.

A Lei estabelece para Estados e Municípios:

- Elaboração dos Planos de Gestão Integrada, estadual, distrital e municipal;
- Disposição final ambientalmente adequada em aterros sanitários, o que significa na prática a implantação da coleta seletiva e a extinção dos lixões ou aterros controlados.

Os Instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos estão listados no art. 8º da Lei, e dentre eles podem ser citados exemplos dos que estão diretamente relacionados com os municípios:

- Os planos de resíduos sólidos;
- O incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- A cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;
- Os incentivos fiscais, financeiros e creditícios;
- A educação ambiental;

A seguir apresenta-se os principais componentes e sua situação em relação à sustentabilidade ambiental:

**Tabela 4 – Descarte de Materiais**

	<b>Lei do Chumbo</b>	<b>Reutilização</b>	<b>Reciclagem</b>	<b>Descarte</b>
Arduíno Mega	respeita	sim	sim	Locais especializados
Sensor esp8266	respeita	sim	sim	Locais especializados
Display LCD	respeita	sim	sim	Locais especializados
Sensor de Vazão	respeita	sim	sim	Locais especializados
Engates hidráulicos	respeita	sim	sim	Lixo reciclável

**Fonte: Autoria Própria**

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de todas as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento desse projeto, podemos afirmar que os objetivos foram atingidos de forma satisfatória e que o protótipo provou ser viável no viés econômico, no que diz respeito à usabilidade e ao seu propósito inicial que é o controle do consumo de água.

Desde o início a idéia era montar um aparelho que de forma simples e sem muitos custos conseguisse medir o consumo de água e torná-lo disponível a quem interessasse. As configurações iniciais foram realizadas sem problemas, sendo a falta de experiência com o arduíno o que mais provocou dificuldade no início, com muitos erros para conectar o esp8266 e enviar os dados ao site, assim como a conexão serial entre duas placas , na fase final do projeto. A interligação dos shields e a forma de alimentação também causaram pequenos transtornos, como a fabricação de algumas PCs antes do modelo final e conclusivo ficar pronto, sendo de extrema importância neste momento a cooperação dos professores que nos redirecionaram ao caminho do objetivo.

Pode-se dizer que a facilidade de uso e a simplicidade torna o projeto apto a ser utilizado por qualquer pessoa com um mínimo de conhecimento de informática.

De uma forma geral, é possível perceber que, mesmo após finalizado, ainda restaram algumas possibilidades de melhorias do projeto inicialmente proposto. Facilidades a serem acrescentadas e características que não foram abordadas nesse trabalho podem e devem ser utilizadas para a criação de um protótipo melhorado. Uma funcionalidade interessante, seria se libertar da limitação de uma rede *wifi* e passar o envio de dados por uma rede de telefonia 3G, 4G que até mesmo possa expandir o uso do aparelho em regiões sem rede de internet *wifi*.

## REFERÊNCIAS

HEATH, Steve. **Embedded Systems Design**. 2 ed. London: Newnes, 2003. Disponível em: < <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=BjNZXwH7HkC&oi=fnd&pg=PP1&dq=HEATH,+Steve.+Embedded+Systems+Design&ots=xh2eG2BOmU&sig=1BcWPiltMeW6wuDm6Y5JDWRDMO8#v=onepage&q=HEATH%2C%20Steve.%20Embedded%20Systems%20Design&f=false>> Acesso em 20 de Maio de 2015.

PORTAL G1, **Adolescentes criam hidrômetro digital que calcula consumo e ajuda a poupar água**. Disponível em: < <http://g1.globo.com/sao-paulo/blog/como-economizar-agua/post/adolescentes-criam-hidrometro-digital-que-calcula-consumo-e-ajuda-poupar-agua.html>> Acesso em 10 de Junho de 2015.

ARDUÍNO. **What is Arduino?** Disponível em: <<http://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em 15 de Maio de 2015.

MCROBERTS, Michael. **Beginning Arduino**. New York: Apress, 2010. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=ds8xAG278MsC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=ds8xAG278MsC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)> Acesso em 15 de Maio de 2015.

BEANANIMAL. **Hall effect sensor**. Disponível em <<http://www.beananimal.com/media/7374/hall-effect-flow-sensor-animation.gif>> Acesso em 25 de Maio de 2015.

## ANEXO A – CÓDIGO ARDUÍNO 1

```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 6);

float vazao = 0;
float consumoL=0;
float contaPulso;
int i = 0;
char charVal[10];

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(2, INPUT);
  attachInterrupt(0, incpulso, RISING);

  lcd.begin(16, 2);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Start Hidrometro"); }

void loop ()
{
  contaPulso = 0; //Zera a variável para contar os giros por segundos
  sei(); //Habilita interrupção
  delay (1000); //Aguarda 1 segundo
  cli(); //Desabilita interrupção

  vazao = contaPulso / 10;
  consumoL = (vazao / 60) + consumoL;

  i++;

  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print(vazao);
  lcd.print(" L/min");
  lcd.setCursor(13,0);
  lcd.print(i); //Imprime a contagem i (segundos)
  lcd.print("s");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(" Total = ");
  lcd.print(consumoL);
  lcd.print(" L");

  if (i == 30) {
    dtostrf(consumoL, 4, 3, charVal);
    Serial.print(charVal);
    i = 0; }
} //FIM DO LOOP

void incpulso () { contaPulso++; }
```

## ANEXO B – CÓDIGO ARDUÍNO 2

```
#include <AltSoftSerial.h>
AltSoftSerial esp8266;

float f;

bool waitAndEcho(int t, String s) {
  String buffer;
  unsigned long start = millis();
  unsigned long last = 0;
  unsigned int n = s.length();
  bool ret = false;
  do {
    if (esp8266.available())
    {
      buffer += (char)esp8266.read();
      last = millis();
      if (buffer.length() >= n) {
        if (buffer.substring(buffer.length()-n).equals(s)) {
          ret = true;
          break; } } }
  } while (millis() < start+t);
  buffer.replace("\r", "\\r");
  buffer.replace("\n", "\\n");
  Serial.println(String(ret?"+":"-")+ "("+String(last-start)+"/"+String(t)+"):" +
buffer);
  return ret; }

bool espConfig() {
  waitAndEcho(3000,"...");
  Serial.println("-----");
  esp8266.println("AT+RST");
  if (waitAndEcho(1500,"ready\r\n")) {
    esp8266.println("AT+CWMODE=3");
    if (waitAndEcho(100,"change\r\n")){
      esp8266.println("AT+CWJAP=\"wifipucpr131\", \"\"");
      if (waitAndEcho(10000,"OK\r\n")){
        esp8266.println("AT+CIPMUX=0");
        if (waitAndEcho(200,"OK\r\n")){
          esp8266.println("AT+CIPSTART=\"TCP\", \"m2.exosite.com\", 80");
          return waitAndEcho(5000,"Linked\r\n");
        }
      }
    }
  }
}
return false;
}
```

```

bool sendData(float flux)
{
    String values = "flux=" + String(flux);
    String postString = "POST /onep:v1/stack/alias HTTP/1.1\r\n"
        "Host: m2.exosite.com\r\n"
        "X-Exosite-CIK:
7f8192604187bd97025d0d4d8225b13cd05d6195\r\n"
        "Content-Type:          application/x-www-form-urlencoded;
charset=utf-8\r\n"
        "Content-Length: [LEN]\r\n"
        "\r\n"
        "[VALUE]\r\n";
    postString.replace("[LEN]", String(values.length()));
    postString.replace("[VALUE]", values);

    esp8266.println("AT+CIPSEND="+String(postString.length()));
    if(waitAndEcho(500, ">")){
        esp8266.print(postString);
        return waitAndEcho(5000, "\r\n\r\n\r\nOK\r\n");
    }
    return false; }

void setup()
{
    esp8266.begin(9600);
    Serial.begin(9600);

    while ((espConfig())==false){
        delay (3000);
        Serial.println("Problemas com a conexao");
        espConfig();
    }
}

void loop ()
{
    int i=0;

    if(Serial.available()){
        f = Serial.parseFloat();
    }
    Serial.println(f);

    while ((sendData(f))==false){
        delay(10000);
        sendData(f);
        i++;
        if (i==3){
            espConfig(); } }
        delay(15000);
    } //FIM DO LOOP

```