



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



VASO SANITÁRIO COM DESCARGA DE DOIS ESTÁGIOS E CONTROLE AUTOMÁTICO DO NÍVEL DA ÁGUA NO RESERVATÓRIO

Marcus Valério Rocha Garcia
marcus.garcia@etep.edu.br
ETEP

Wagner de Miranda Santos
wagner.miranda39@hotmail.com
ETEP

João Paulo Tavares
joaop.pereira@hotmail.com
ETEP

Luis Fernando dos Santos
santos27@ig.com.br
ETEP

Rodrigo da Silva
rodrigozack@bol.com.br
ETEP

Resumo: Com o objetivo de melhorar a eficiência na utilização da água, percebeu-se que 15% de toda água em um residência é usada nos vasos sanitários. Uma característica dos vasos é despejar a mesma quantidade de água, tanto para dejetos líquidos quanto para sólidos, sendo que apenas 20% das descargas são usadas para despejo de sólidos e os outros 80% do uso, são usados para descarga de líquidos, apontando assim, um grande desperdício de água. Este projeto propõem uma descarga com dois estágios e controle automático do nível da água no reservatório.

Palavras Chave: Refração - Arduino - Controle - Sustentabilidade -



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



VASO SANITÁRIO COM DESCARGA DE DOIS ESTÁGIOS E CONTROLE AUTOMÁTICO DO NÍVEL DA ÁGUA NO RESERVATÓRIO

1. INTRODUÇÃO

Segundo estudos realizado pelo instituto “Trata Brasil” e pelo “Conselho Empresarial Brasileiro para o Crescimento Sustentável”, no fórum “Água: Gestão estratégica no setor empresarial”, o Brasil ocupa a posição de 112ª em um conjunto de 200 países, no quesito saneamento básico. Embora o Brasil esteja no quadro das grandes potências mundiais, ainda está com deficiência em oferecer serviços básicos à saúde da população, porém, esta situação vem melhorando nos últimos anos.

A presença do vaso sanitário se tornou cada vez mais comum nas casas que não possuíam sistema hidráulico, e tratamento de esgoto, casas que se encontram em regiões de difícil acesso, esquecidas pelos órgãos públicos.

Com a implantação de um sistema de conforto e higiene à um maior número da população, surgiu outro problema, talvez não visualizado no curto prazo, mas sendo agora sentido no longo prazo, que é a crise da falta de água.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O vaso sanitário é um item presente à todas as pessoas que tem a sua disposição água encanada e um sistema de esgoto (saneamento básico). Em modelos mais antigos se usava em torno de 15 litros de água para se realizar uma descarga, porém, com adequações das normas brasileiras - ABNT NBR 15.097/04 - o consumo máximo por descarga ficou fixado em 6 litros de água, uma medida para diminuir o desperdício em tempos de descontrole populacional (consequências da rápida urbanização) e como resultado, projeções para futuros racionamentos de água. Mas a medida ainda não é suficiente e grande quantidade de água ainda é desperdiçada a cada descarga dada, condição que não pode mais ser aceitável, tendo em vista que estamos enfrentado uma época de crise hidráulica e energética.

A grande solução para amortecer tal problema é aprimorar ao máximo o uso da água, criar um sistema inteligente que melhore seu uso e evite desperdícios, trazendo como benefício uma grande economia, não somente para os moradores da casa, mas também ao sistemas de abastecimento, que hoje se encontram em níveis críticos, agravados pela falta de chuva.

2.1. Arduino

O Projeto foi inteiramente baseado na plataforma Arduino, uma plataforma de computação open-source baseada em uma simples placa com entradas e saídas, tanto digitais como analógicas. Possui um ambiente de desenvolvimento que implementa a Linguagem C.

A placa possui um microcontrolador Atmega328 com 14 entradas/saídas digitais (das quais 6 podem ser usadas como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um cristal oscilador de 16MHz, conexão USB, uma entrada para fonte, soquetes para ICSP, e um botão de reset.

A placa utilizada neste projeto foi o Arduino Uno modelo BlackBoard, produzida pela ROBOCORE, uma loja virtual especializada em kits de eletrônica, automação,



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



embarcados e grande difusora nacional do uso do Arduino, possuindo sua própria equipe de engenheiros para o desenvolvimento da placa e para treinamento e capacitação online e presencial.

Além dos benefícios de possuir uma placa com cores personalizadas, com preço mais acessível e de apoiar a indústria brasileira, há também algumas vantagens na placa BlackBoard:

- Suporta maior drenagem de corrente elétrica em seu pino de 5V (suporta um maior número de periféricos ligados a ela, sem resetar);
- Os LEDs de comunicação Tx Rx estão dispostos no canto da placa, próximo ao botão de reset, o que permite verificar facilmente se existe uma comunicação serial quando um shield é colocado sobre a placa;
- Possui um LED vermelho para indicar se a fonte usada está com polaridade invertida, sistema também que não permite o funcionamento da placa caso a tensão de entrada esteja invertida;
- Ela possui acesso direto ao ATmega328 via conector para Placa FTDI, ou seja, se por algum motivo o chip FTDI parar de funcionar, a placa não precisa ser descartada, pode continuar sendo gravada externamente.

3. DESENVOLVIMENTO

O projeto consistirá em transformar um sistema simples e ineficiente, em um sistema de automação (inteligente) eficiente.

Como já foi citado anteriormente, a cada descarga são gastos 6 litros de água, não importando se os dejetos são sólidos ou líquidos, porém, em média 80% das descargas são feitas para dejetos líquidos (urina), enquanto que somente 20% para sólidos (fezes). Os 6 litros de água determinado para a descarga foram projetadas para a evasão dos dejetos sólidos, e em outras situações como nas descargas de dejetos líquidos, esses mesmos 6 litros são usados, sem necessidade, sendo que seriam necessários apenas 2 ou 3 litros para tal função.

Com a implementação de um sistema eletrônico no vaso, haverá dois níveis de descarga, um para dejetos sólidos, utilizando a vazão de 6 litros de água conforme determinado pela NBR 15.097/04 e um outro nível de descarga, com uma vazão menor, para despejo de dejetos líquidos.

A escolha de qual descarga a ser utilizada será feita pela própria pessoa, através de um botão que acionará a bomba de descarga, parâmetros configurados no Arduino.

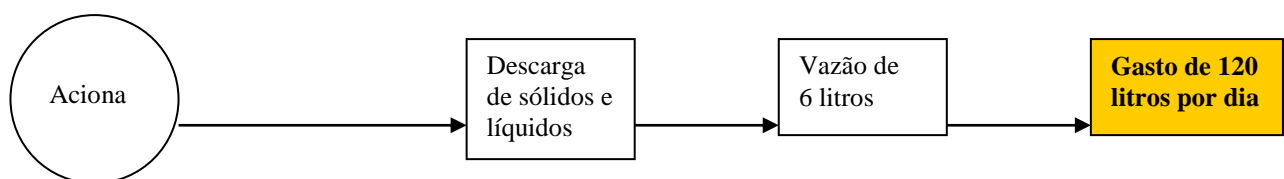
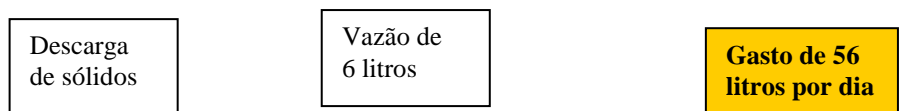


Figura 1: Realizadas 20 descargas por dia sendo que, destas apenas 4 são para dejetos sólidos.



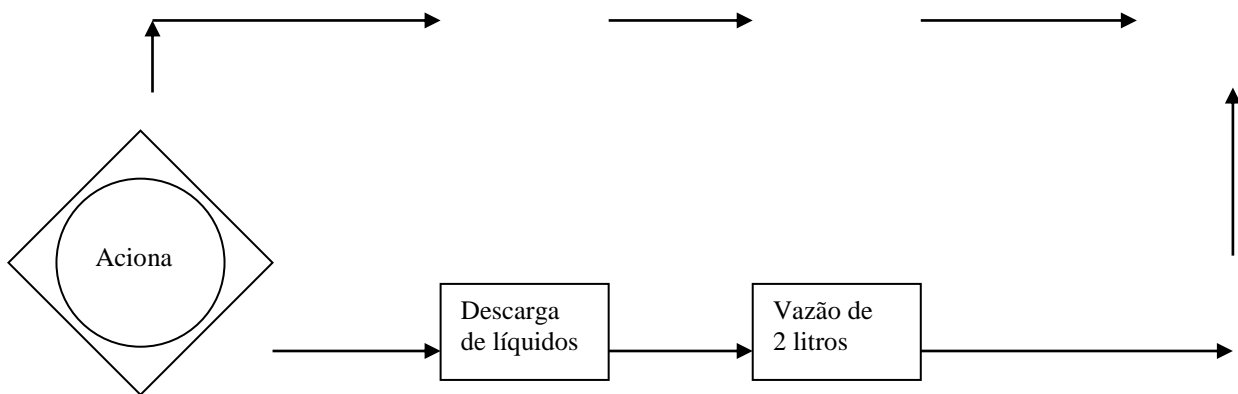


Figura 2: Realizadas 20 descargas por dia, mas com o uso do sistema de descarga com dois níveis.

Tabela 1: Consumo e economia

	Acionamento único	Acionamento duplo	Economia
Gasto diário	120 litros	56 litros	64 litros
Gasto semanal	840 litros	392 litros	448 litros
Gasto mensal	3.600 litros	1.680 litros	1.920 litros
Gasto anual	43.800 litros	20.440 litros	23.360 litros

Conforme a proposta de viabilização do projeto, o acionamento duplo acarretará em uma economia de água considerável não somente no longo prazo, mas também no médio e curto prazo.

Há duas bombas elétricas, localizadas na caixa d'água e no reservatório (retângulos vermelhos na figura 3), responsáveis pela transferência de água. A primeira Bomba, localizada no reservatório do vaso sanitário, possui uma maior potência, resultando em uma maior vazão para a descarga. A quantidade de água a ser despejada para a descarga, depende de qual acionamento foi dado, urina (2 litros) ou fezes (6 litros).

Foi optado não utilizar fluxômetro para medir a quantidade de água, e sim a parametrização por tempo, de acordo com testes realizados com a bomba.

A segunda bomba acionará automaticamente após a descarga, repondo o reservatório. A quantidade de água a entrar também foi parametrizada por tempo, através de testes com a respectiva bomba.

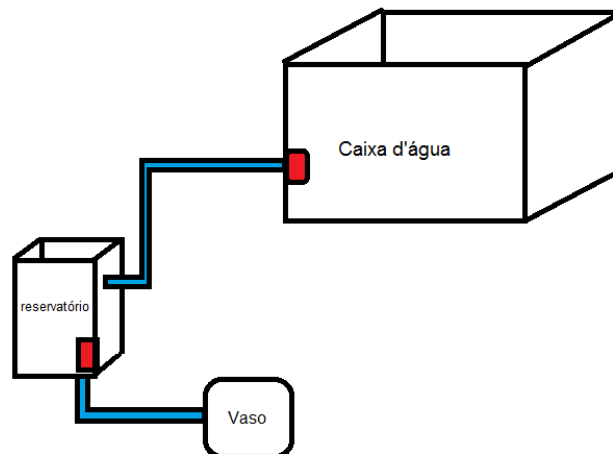


Figura 4: Protótipo do projeto

Outro ponto a ser considerado para melhorar a eficiência, é liberar a vazão de descarga somente se tiver água necessária para tal, pois, caso seja desejado acionar uma vazão de 6 litros para dejetos sólidos, porém se encontra somente 3 litros no reservatório, é sabido que esta quantidade de água será insuficiente para despejar os dejetos, obrigando o usuário a dar outra descarga, gastando várias descargas de uma só vez. Para evitar tal situação, foi implementado um sistema que não somente controlará a vazão, mas também, o melhor momento para ser acionado, evitando que a pouca pressão de pouca água, obrigue a mais descargas.

De acordo com tais especificações, foi necessário criar um controle e identificação dos níveis de 2 e 6 litros. Ao invés de se utilizar sensores de nível ou bóias, foi acordado entre o grupo em se utilizar o LDR, um componente básico do Kit arduino, para fazer tal leitura.

Um Led emitirá uma luz constante no fundo do reservatório e no topo o LDR captará esta luz emitida pelo Led. A luz ao percorrer a água, sofrerá refração, alterando assim a quantidade de luz lida pelo LDR, de acordo com a quantidade de água. Desta forma, foi possível determinar a quantidade de água presente no recipiente, de acordo com a taxa de luz capturada.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
— TEMA 2015 —
Otimização de Recursos e Desenvolvimento

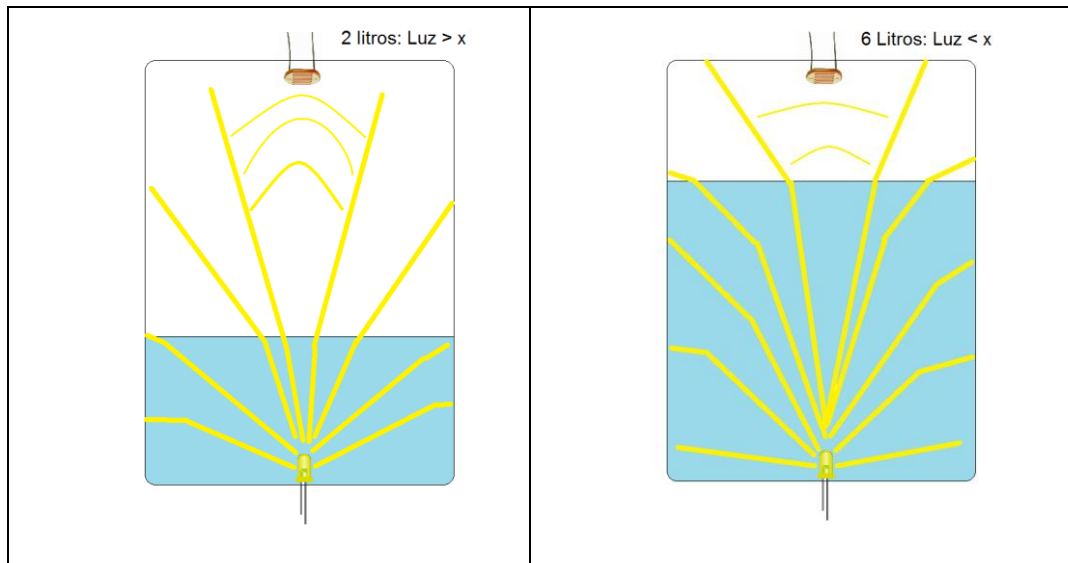


Figura 5: Refração da luz e leitura do LDR

A refração é o fenômeno que ocorre com a luz quando ela passa de um meio para outro. Nessa mudança de meio, podem ocorrer mudanças na velocidade de propagação e na direção de propagação.

O fato de a velocidade de propagação da luz depender do meio, possibilita caracterizá-lo opticamente. Isso é entendido com uma propriedade óptica do meio e recebe o nome de índice de refração absoluto.

Seu valor é dado pela seguinte relação:

$$n = \frac{c}{v}$$

Onde:

c – velocidade da luz no vácuo ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s = $3 \cdot 10^5$ km/s)

v – velocidade da luz no meio considerado (m/s no SI)

n – índice de refração absoluto do meio (adimensional, ou seja, não possui unidade de medida)

No ar a dificuldade da luz para se propagar é baixa, então podemos considerar o índice de refração igual a 1. Nos demais meios, como a água, a luz tem dificuldade considerável para se propagar, por isso o índice de refração da luz é maior que 1. A luz, propagando-se num meio e passando para outro, muda de direção e sua velocidade de propagação é menor no segundo meio.

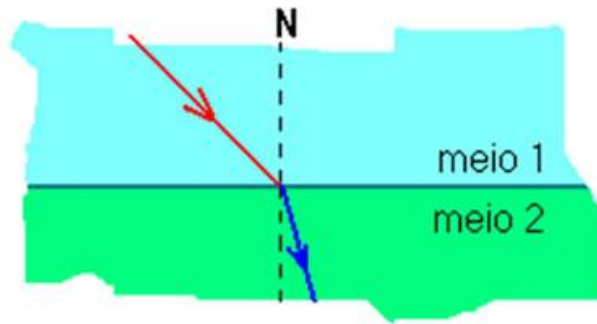


Figura 6: Passagem da luz em diferentes meios

Uma grande vantagem apresentada no uso do LDR para monitorar o nível da água, está em sua simplicidade de montagem, funcionamento e programação, além do custo super reduzido de implementação, já que é usado apenas um Led e um LDR, componentes baratos e encontrados em qualquer Kit básico de Arduino.

A instalação do LDR localiza-se preso a tampa do reservatório, conforme figura 7.



Figura 7: Localização do LDR

O Led encontra-se no fundo do reservatório, emitindo luz constantemente sem variação.



Figura 8: Localização do Led



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGeT
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
—TEMA 2015—
Otimização de Recursos e Desenvolvimento

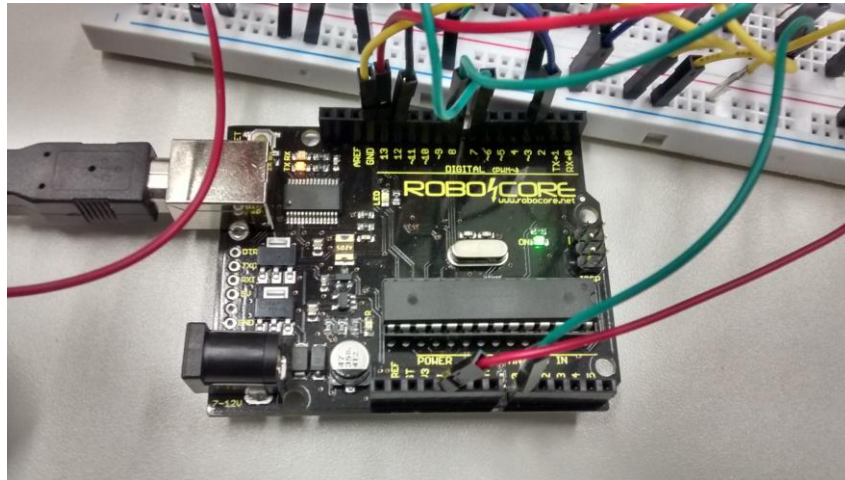


Figura 9: Placa Arduino Uno modelo BlackBoard

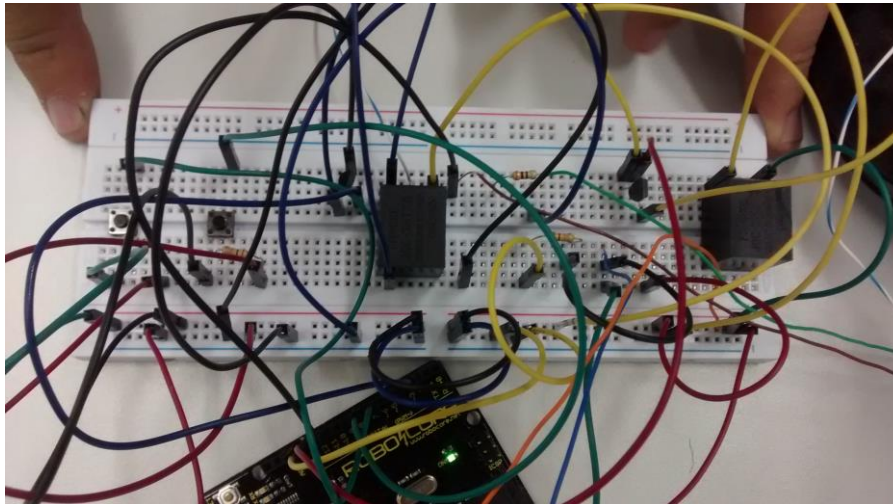


Figura 10: Disposição geral da montagem dos componentes eletrônicos

3.1. Programação

Conforme já mencionado, a simplicidade do código pode ser constatado nas figuras 11 a 13, descrevendo o funcionamento do sistema.



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
—TEMA 2015—
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



```
sketch_may26a | Arduino 1.6.4
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

sketch_may26a

// Neste campo será inicializada as variáveis locais e globais do programa
// É aqui que valores e estados iniciais serão atribuídos

const int Bot2 = 7; // Botão para acionar descarga de 2 litros
const int Bot6 = 8; // Botão para acionar descarga de 6 litros
const int bomba_Vaso = 13; // Bomba da descarga
const int bomba_caixa = 11; // Bomba da caixa
const int Led = 12; // Led ao fundo do reservatório
const int Led_error = 10; // Led que acionará caso alguma condição de erro, como falta de água para descarga
const int LDR = 0; // Leitor de luz no topo do reservatório

int ValorLido = 0; // Inicialização do LDR
int EstadoBot2 = 0; // Inicialização do botão 2 com LOW
int EstadoBot6 = 0; // Inicialização do botão 6 com LOW

void setup() {
// no campo void setup é onde as portas são configuradas como entradas (INPUT) ou saídas (OUTPUT)

pinMode(bomba_Vaso, OUTPUT);
pinMode(bomba_caixa, OUTPUT);
pinMode(Led, OUTPUT);
pinMode(Bot2, INPUT);
pinMode(Bot6, INPUT);
Serial.begin(9600);
}

<
```

Figura 11: Código página 1

```
void loop() {
// No campo void loop é onde se inicia a lógica de funcionamento do projeto

digitalWrite(Led,HIGH); // O Led ao fundo do reservatório é ligado
ValorLido = analogRead(LDR); // o valor lido na porta analógica do LDR (0 - 1023)
//é atribuído à variável valorLido

Serial.print("Valor lido pelo LDR = ");
Serial.println(ValorLido);
delay(300);
// O valor sendo impresso

EstadoBot2 = digitalRead(Bot2);
EstadoBot6 = digitalRead(Bot6);
// Leitura de uma possível ação de acionamento do usuário

if (EstadoBot2 == HIGH && ValorLido > 470){
// Se o Botão de 2 litros estiver acionado e o valor lido do LDR for acima de 470 ... -->
digitalWrite(bomba_Vaso, HIGH); // Liga descarga
delay(16000); // vazão parametrizado por tempo
digitalWrite(bomba_Vaso, LOW); // desliga bomba
digitalWrite(bomba_caixa, HIGH); // liga bomba de reabastecimento
delay(16000); // parametrizado por tempo
digitalWrite(bomba_caixa, LOW); // Desliga bomba após o reservatório estar cheio novamente
}
|
```

Figura 12: Código página 2



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
—TEMA 2015—
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



```
if (EstadoBotão == HIGH && ValorLido <350){  
  // Se o Botão de 6 litros estiver acionado e o valor lido do LDR for abaixo de 350 ... -->  
  digitalWrite(bomba_Vaso, HIGH); // Liga descarga  
  delay(34000); // vazão parametrizado por tempo  
  digitalWrite(bomba_Vaso, LOW); // desliga bomba  
  digitalWrite(bomba_caixa, HIGH); // liga bomba de reabastecimento  
  delay(34000); // parametrizado por tempo  
  digitalWrite(bomba_caixa, LOW); // Desliga bomba após o reservatório estar cheio novamente  
}  
else {  
  digitalWrite(Led_error, HIGH);  
  // aviso de erro  
}  
}
```

Figura 13: Código página 3

4. CONCLUSÃO

É possível automatizar o processo de descarga com o uso do Arduino, resultando em uma economia de água considerável conforme a tabela 1, tornando a sua implementação viável, justificado pelo baixo custo dos componentes.

O Arduino Uno, por se tratar de uma placa direcionada para fins didáticos e de uso simples, apresentou algumas limitações ao longo do desenvolvimento, obrigando-nos a usar soluções alternativas, como o uso do LDR para monitorar o nível de água, pois o uso de sensores magnéticos não estava se comportando corretamente, porém constatamos que esta solução foi melhor implementada em relação a idéia original.

O Algoritmo também se desenvolveu de uma maneira simples, não necessitando de um conhecimento muito avançado de programação para tal efeito, simplicidade que enfatiza entender a lógica de funcionamento do projeto por qualquer pessoa.

A montagem dos componentes também demonstrou ser simples e didática.

Por se tratar de um assunto que está em alta para hobbistas e estudantes, não há muita dificuldade em se encontrar material de qualidade na internet, como apostilas, fóruns e vídeo aulas.

REFERÊNCIAS

CRUZ, A.; O que é e como funciona a Descarga com duas velocidades. Disponível em: <<http://inst.sitesustentavel.com.br/o-que-e-e-como-funciona-a-descarga-com-duas-velocidades/>> Data de acesso: 19 mar 2015.

Marques, D. A REFRAÇÃO DA LUZ. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/fisica/a-refracao-luz.htm> > Data de acesso: 28 Mai 2015



28 · 29 · 30
de OUTUBRO

XII SEGET
SIMPÓSIO DE EXCELENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
TEMA 2015
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



ENGENHEIRANDO.COM. Acionando 110/220V com sinais 5V. Disponível em: <<http://engenheirando.com/electronica/rees/>>. Data de acesso: 28 Mai 2015.

CRAWFORD, K.; Como ajustar um vaso sanitário com dupla descarga. Disponível em: <http://www.ehow.com.br/ajustar-vaso-sanitario-dupla-descarga-como_71411/>Data de acesso: 21 Mar 2015.

ROBOCORE. Disponível em: <<https://www.robocore.net/>> Data de acesso: 02 Mai 2015

CINTRA, L.; Até 80% do consumo de água nas casas vem das descargas. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/blogs/ideias-verdes/ate-70-do-consumo-de-agua-em-edificios-comerciais-vem-das-descargas/>>Data de acesso: 21 Mar 2015.

NOTÍCIAS TERRA. Brasil é o 112º em ranking de saneamento básico mundial. Disponível em: <<http://noticias.terra.com.br/brasil/brasil-e-o-112-em-ranking-de-saneamento-basico-mundial,4db28c72d36d4410VgnCLD2000000ec6eb0aRCRD.html>> Data de acesso: 23 Mar 2015.