

# ***BATHnatic.***

## ***Banheiro público com descarga automática, sensor de presença e controle de iluminação.***

Alexandre Henrique Pires Rocha

Engenharia Eletrônica - Faculdade do Gama  
Universidade de Brasília  
Brasília, Brasil  
alexandre.hpr@outlook.com

Bruna Medeiros da Silva

Engenharia Eletrônica - Faculdade do Gama  
Universidade de Brasília  
Brasília, Brasil  
br.medeiros@hotmail.com

**Resumo** — Este documento contém informações técnicas do projeto BATHnatic, que será desenvolvido como projeto final da disciplina de Eletrônica Embarcada. Trata-se de um projeto de automatização a ser utilizado, principalmente, em banheiros públicos e que visa o monitoramento e controle básico da higiene, limpeza e iluminação local.

**Palavras-chave** — *Automatização, controle, monitoramento, higiene e descarga automática.*

### I. INTRODUÇÃO

Banheiros públicos são locais utilizados por diversas pessoas e, por isso, acaba sendo extremamente comum e esperado o fato de se sujarem com uma frequência muito maior do que banheiros residenciais ou até mesmo quaisquer outros lugares públicos. Um dos principais fatores a ser considerado é o mau-hábito dos usuários de não acionar a descarga após o uso do vaso sanitário, o que torna o uso desses lugares muito mais desagradável e faz com que mesmo sendo algo feito para uso da população, a mesma não consiga aproveitar do recurso, que se torna uma demonstração da falta de respeito entre os cidadãos e um sinônimo de anti-higiene pessoal para os que tentam utilizá-lo.

Pensando nisso, está sendo proposto um mecanismo baseado no microcontrolador MSP430, produzido pela Texas Instruments, que trabalha em cima do monitoramento e da automatização parcial dos principais mecanismos dentro de um banheiro público. O projeto pode ser dividido em 3 (três) partes: automatização (descarga e iluminação), monitoramento

local (placa informativa, com LEDs indicando a situação atual do banheiro) e monitoramento remoto (via Wi-Fi).

O objetivo deste projeto é fazer com os alunos se familiarizem com o microcontrolador e consigam implementar um projeto que possa contribuir com a higiene e saúde de usuários de ambientes sanitários públicos, a fim de tornar o uso deste recurso mais agradável e de contribuir com a equipe de limpeza do local, auxiliando-os no controle da limpeza nesses ambientes.

### II. DESENVOLVIMENTO

#### A. Requisitos

Para a execução do projeto serão necessários alguns materiais. São esses:

- Microcontrolador MSP430G2 ou MSP430G2ET;
- Sensor de presença;
- Motor de passo (para acionar a descarga);
- Sensor de peso (uso adicional a ser explicado a seguir);
- Sensor LDR [R\$ 6,00];
- LEDs RGB;
- Placa de madeira, plástico ou metal;
- Módulo Wi-Fi ESP8266-01;
- Fios e cabos para conexão entre componentes.
- Lâmpada (controle de iluminação);
- Módulo relé 5V;
- Sensor de nível de líquido. [R\$ 13,60]

A automatização será aplicada em duas partes do banheiro: Na descarga automática e no controle da iluminação. A primeira será ativada sempre que o usuário utilizar o banheiro, logo após sua saída e com um intervalo mínimo para uma nova descarga. Esse controle será realizado pelo uso do sensor de movimento PIR. Para a segunda, serão utilizados o sensor de movimento citado anteriormente e o LDR, para que a luz só acenda no momento em que houver necessidade de uma iluminação adicional e que houver alguém presente no local. Esse controle de iluminação também contará com alguns períodos adicionais entre seus estados, ou seja, após a luz ser apagada/ acesa, teremos um intervalo mínimo pré-definido para que ela possa ser apagada/acesa novamente. Além disso, outro monitoramento que será implementado é se o vaso sanitário está entupido ou não através de um sensor de nível de líquido. Ele será posicionado e preso no vaso com o uso de um suporte em uma posição arbitrária para que se a quantidade de líquido se manter por muito tempo seja indicado no painel que o vaso está entupido e essa informação seja transmitida pelo módulo wi-fi para os responsáveis pela limpeza.

O monitoramento local será realizado através de uma placa simples à frente ou ao lado da porta do banheiro que indicará através de LEDs RGB a situação do banheiro em relação à ocupação, ao funcionamento e à disponibilidade do mesmo.

O monitoramento remoto será realizado via Wi-Fi e visa deixar os responsáveis pelo controle da limpeza cientes de cada uma das situações que serão controladas ou monitoradas no projeto, permitindo a realização de um serviço mais prático e eficiente sobre o serviço prestado pelos funcionários e sobre a limpeza do local.

O microcontrolador será responsável por processar todos os dados e garantir que o sistema responda da maneira desejada. O sensor de movimento indicará a presença de pessoas no banheiro e gerará dados importantes que irão determinar algumas funcionalidades do banheiro, como o ato de acender a luz e o acionamento da descarga. O motor será responsável por levantar a válvula da caixa de descarga e acioná-la algum tempo após o usuário deixar o banheiro. O banheiro contará ainda com um sensor de nível de líquidos dentro do vaso sanitário, que indicará se o sistema do mesmo está descartando a água de maneira correta e no tempo adequado, indicando se ele está entupido ou não.

Para o controle de iluminação, o LDR atuará em conjunto com o sensor de presença de tal forma que a luz do banheiro será acionada somente quando não houver luminosidade e houver o reconhecimento da presença de alguém no banheiro (pela detecção de movimento), caso contrário, o banheiro permanecerá com a luz apagada.

Como adicional, se for visto que é algo funcional, viável e útil, pretende-se utilizar os sensores de peso e IR para detectar se há ou não papel higiênico no suporte.

Os LEDs servirão como uma espécie de indicação visual simples e intuitiva do estado do banheiro no painel, informando tanto usuários quanto à equipe de limpeza que se aproximar do local a situação em que o banheiro se encontra.

O módulo Wi-Fi será responsável pelo compartilhamento/envio dessas informações. A princípio, não será possível realizar um controle dos mecanismos monitorados, como a lâmpada e a descarga, por exemplo, por meios remotos. Entretanto, esta funcionalidade poderá ser futuramente incrementada no projeto.

### *B. Benefícios*

Os benefícios que podem ser gerados pela construção e instalação deste mecanismo em um banheiro público real são:

- Maior higiene dentro dos banheiros;
- Prevenção/redução de odores e problemas futuros causados pelo acúmulo de resíduos nos sanitários;
- Auxílio à equipe de limpeza;
- Monitoramento constante sem a necessidade da atuação de pessoas no local;
- Melhor atendimento à população;
- Economia de energia elétrica;
- Maior sensação de privacidade e segurança para o usuário, visto haver um display eletrônico que avisa se o banheiro está ocupado, evitando erros e enganos ocasionais.

### *C. Estado da Arte (estudo bibliográfico)*

Com relação ao mercado e à indústria, o que já existe disponível para compra e venda é:

- Válvula de Descarga Sensorizada, porém, que não considera a possibilidade de o usuário já tê-lo feito;
- Exaustor que elimina o odor e o vapor advindo do chuveiro, mas que não possui nenhum mecanismo automatizado;
- Também já existe no mercado vários sistemas de iluminação automática onde a luz é acesa e apagada de acordo com a luminosidade externa do local em que o sistema está instalado;
- Papeleira (sem nenhum nível de automatização);
- No Aeroporto Nacional de Narita, Japão, as pessoas podem usufruir de vasos sanitários com descarga automática e de um painel com controle de funções como um jato d'água para higiene feminina;

- Mecanismo de automação de banheiros focados em deficientes físicos. Constituído para um TCC, em 2010, e realiza funções como abertura automática da porta, LED indicando que o banheiro está ocupado, mecanismo de reação para queda de energia, iluminação automática e tentativa de aviso caso haja uma demora incomum da pessoa dentro do banheiro, indicando que a mesma pode ter caído ou passado mal no interior do mesmo. Também há a possibilidade de acessar o banheiro manualmente caso alguém detecte que está ocorrendo algum problema.
- Mesmo não sendo totalmente voltado para os problemas deste projeto, é importante lembrar que Bill Gates, recentemente, apresentou o projeto de um vaso sanitário totalmente desvinculado do uso de água para descarga e afins, além de não necessitar de esgotos, encanamentos, etc., transformando os dejetos humanos em fertilizantes.

### III. FUNCIONAMENTO

1. O sistema começa a entrar em ação quando o usuário entra no banheiro, acionando o sensor de movimento e indicando automaticamente que o banheiro está ocupado (*Anexos*, código 2). O sensor de movimento é digital. Portanto, as informações que ele gera são, basicamente, de nível lógico alto na detecção de movimento e nível lógico baixo para ausência de movimento. Sendo assim, quando o sensor enviar nível lógico alto para porta utilizada no MSP, essa informação será processada pelo microcontrolador e acionará o LED vermelho (indicando ocupado) e apagará o LED verde. Quando o sensor de movimento enviar nível lógico baixo, o contrário do caso dito anteriormente ocorrerá;
2. Se estiver escuro o suficiente, conforme definido na escala do microcontrolador por testes e simulações reais, as luzes são acesas. Caso contrário, nada ocorre (isso pode ser observado no *Anexo* no código 1). O código faz a leitura das informações fornecidas pelos sensores de presença e LDR e a partir daí aciona o LED (utilizado para fins de testes antes do uso da lâmpada no projeto) se e somente se o sensor de presença detectar movimento e o LDR indicar baixa luminosidade, ou seja, quando o LDR estiver com alta resistência;
3. Assim que o usuário entrar no banheiro, o LED vermelho central (em um pequeno quadro) indicando que há alguém dentro do banheiro será acionado;
  - a. Caso o usuário saia do banheiro, o LED verde central é acionado, indicando que o banheiro está livre (código 2);
  - b. A descarga será acionada se o usuário passasse o tempo mínimo de 15 segundos no banheiro (tempo arbitrário, porém utilizado como o tempo mínimo para que o usuário use realmente o banheiro), evitando assim desperdício de água e acionamento desnecessário do sistema (o código 3 ilustra essa parte). Quando o sensor de presença detecta movimento, inicia-se uma contagem e, quando essa contagem se finaliza, a descarga é acionada.
4. A descarga será acionada automaticamente algum tempo após o usuário se retirar do banheiro;
  - a. Caso o usuário aperte a descarga manualmente, um sensor de nível de água dentro da caixa do banheiro em combinação com o sensor de presença impedirão que a descarga seja acionada duas vezes, ou seja, se o nível de água dentro da caixa estiver baixo, não houver nenhuma alteração em seu estado e o sensor indicar que a pessoa ainda está no banheiro, significa que ela acionou a descarga e que não será necessário um novo acionamento.
5. Um sensor de peso indicará se há ou não papel higiênico e, no caso de um mal funcionamento do mesmo, poderá ser utilizado também um sensor IR seguidor de linha, que indicará se houver uma cor mais escura no suporte, indicando que não há papel. Nesse caso, devemos limitar o uso deste sensor apenas a papéis brancos com um rolo escuro. Essa informação (se há ou não papel disponível para uso no local adequado) aparecerá no quadro na porta do banheiro e no sistema de controle via Wi-Fi;
6. Caso o sensor detecte que a descarga foi acionada (motor foi acionado), mas o outro sensor (no vaso sanitário) não detecta a água abaixando num período de 15 segundos (arbitrado como longo demais para uma situação normal), significa que o sanitário está entupido, acionando assim o LED vermelho específico para este caso no quadro da porta do banheiro (figura 3);
7. Todas essas informações serão enviadas via Wi-Fi para um PC, podendo alertar o responsável pela

limpeza a situação sanitária e a necessidade ou não de um cuidado adicional sobre o local.

OBS: É importante ressaltar que os códigos citados, presentes nos *Anexos* ainda estão em processo de aperfeiçoamento, o que inclui a junção dos blocos/subsistemas em um único código, o uso completo de recursos mais avançados e específicos do MSP, como interrupções e timer A e a evolução na lógica e especificação do projeto.

O mecanismo utilizado para monitorar e acionar a descarga automaticamente foi pensado, a princípio, para vasos sanitários como o presente nas figuras 1 (desconsiderar escalas e dimensões) e 2. O projeto foi pensado para esses modelos devido à caixa ser externa e próxima do vaso, que lhe garante maior facilidade/ simplicidade de instalação do mecanismo. Entretanto, o projeto pode ser futuramente repensado e reprojetoado para que o dispositivo possa funcionar em quaisquer modelos de vasos sanitários, ou pelo menos em demais modelos, conforme a necessidade.



Fonte: Madeira Madeira

**Figura 1.** Esquemático de vaso sanitário.



Fonte: Leroy Merlin

**Figura 2.** Exemplo de vaso sanitário para o projeto.

Na figura 3 é possível observar um esboço de como seria o painel com as informações básicas de funcionamento e uso a respeito do banheiro. Quando o banheiro estiver em perfeitas

condições de uso (para os parâmetros considerados, obviamente), as luzes no painel serão verdes; entretanto, caso haja algum problema em um ou mais parâmetros, seus respectivos LEDs vermelhos acenderão, facilitando e acelerando assim a identificação e o processo de correção de problemas relacionados, além de informar a situação do local ao próprio usuário.



Fonte: Autoria Própria.

**Figura 3.** Quadro para monitoramento local.

#### IV. CONCLUSÃO E DISCUSSÃO

Dados os avanços no projeto, tanto em seu conceito e definição, quanto em sua implementação, pode-se dizer que, apesar de situações de funcionamento parcial ou de não funcionamento de partes específicas do projeto devido à dificuldade na implementação em determinados módulos, como, por exemplo, o módulo Wi-Fi ESP8266-01, que ainda necessita ser devidamente configurado, ou o sensor que será utilizado para a detecção da falta de papel higiênico no local. O módulo Wi-Fi e o compartilhamento das informações pelo seu uso passou a ser a maior dificuldade na implementação do projeto, devido à sua difícil forma de comunicação com o próprio microcontrolador ou até mesmo com a interface serial da IDE do Arduino e em sua modificação para o MSP, denominada Energia. Apesar disso, com o módulo Wi-Fi e o trabalho com o papel higiênico deixados à parte, pode-se considerar que o projeto e os demais módulos estão em perfeitos funcionamento, necessitando apenas de ajustes e melhorias em sua implementação.

## REFERÊNCIAS

- [1] DRACO. Válvula de Descarga Sensorizada Eco. Disponível em:  
<<http://www.dracoeletronica.com.br/descargas/descargas-embutir/descargas-sensor/descarga-sensorizada-embutir-eco-90.490.htm>>. Data de acesso: 04 Setembro, 2018.
- [2] MERCADO LIVRE. *Exaustor para Banheiro*. Disponível em:  
<[https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-989579213-exaustor-banheiro-150mm-exb150-ventisol-220v-sensor-presen-\\_JM](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-989579213-exaustor-banheiro-150mm-exb150-ventisol-220v-sensor-presen-_JM)>. Data de acesso: 04 Setembro, 2018.
- [3] LEROY MERLIN. *Vaso Sanitário para Caixa Acoplada Diamantina Icasa*. Disponível em:  
<[https://www.google.com/shopping/product/14230547499734890463?lsf=seller:101617997,store:318609695353292675&prds=oid:4966553710133936349&q=tipos+de+descarga+em+vaso+sanitario&hl=pt-BR&ei=K0SPW9jTKMO-wATo4anYDA&lsft=gclid:CjwKCAjw2rjcBRBuEiwAheKeL5MYWK7noFjgE2qIvvggDzuUPXaqAzjNOVHgL9DJ3CkCqNRVoJsMoCxoCA\\_IQAvD\\_BwE](https://www.google.com/shopping/product/14230547499734890463?lsf=seller:101617997,store:318609695353292675&prds=oid:4966553710133936349&q=tipos+de+descarga+em+vaso+sanitario&hl=pt-BR&ei=K0SPW9jTKMO-wATo4anYDA&lsft=gclid:CjwKCAjw2rjcBRBuEiwAheKeL5MYWK7noFjgE2qIvvggDzuUPXaqAzjNOVHgL9DJ3CkCqNRVoJsMoCxoCA_IQAvD_BwE)>. Data de acesso: 04 Setembro, 2018.
- [4] EMBARCADOS. *Como medir o nível de água com Arduino*. Disponível em:  
<<https://www.embarcados.com.br/medindo-o-nivel-de-agua-com-arduino/>>. Data de acesso: 04 de Setembro de 2018.
- [5] TAVARES, Eduardo. *Os aeroportos mais modernos*. Disponível em:  
<<https://exame.abril.com.br/mundo/os-aeroportos-mais-modernos-2/>>. Data de acesso: 10 de Outubro de 2018.
- [6] ALVES, Ronaldo; VASCONCELOS, Ednaldo; SILVA, Naise; Carlos, JOSÉ; MARINHO, Jaqueline; CEDRAZ Rodrigo. *Projeto de Automação (Banheiro Adaptado Automatizado Parte 1)*. Disponível em:  
<<https://www.youtube.com/watch?v=J5hFq44utdc>>. Data de acesso: 10 de Outubro de 2018.
- [7] CIRIACO, Douglas. *Bill Gates exhibe vaso sanitário que não usa água nem esgoto*. Disponível em:  
<<https://www.tecmundo.com.br/ciencia/135932-bill-gates-exibe-vaso-sanitario-nao-usa-agua-esgoto.htm>>. Data de acesso: 18 de Novembro de 2018.



## ANEXOS

### 1. Código no software Energia para controle de iluminação

```
// OBS: LDR montado de forma a ampliar o sinal de acordo com a luminosidade captada
#define LDR_pin P1_3
// #define LED_pin P2_7
#define LED_pin P1_6
#define SENS P2_5

// long int count = 0;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode(LDR_pin, INPUT);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(LED_pin, OUTPUT);
  pinMode(SENS, INPUT);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  int input = map(analogRead(LDR_pin), 0, 1023, 0, 3500); // MAX = 1023 para 10 bits
  bool sen = digitalRead(SENS);

  Serial.print("\n Luminosidade:");
  Serial.println(input);

  if(sen == HIGH)
  {
    Serial.print("Movimento Detectado");
    if(input > 1500)
      digitalWrite(LED_pin, LOW);

    else
      digitalWrite(LED_pin, HIGH);
  }
  else
    digitalWrite(LED_pin, LOW);

  delay(100);
}
```





## 2. Código de controle da cor dos LEDs

```
#define RED_pin P2_3
#define GREEN_pin P2_4
#define DIG_SEN P2_5

void setup() {
// put your setup code here, to run once:
  pinMode(RED_pin, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(GREEN_pin, OUTPUT);
  pinMode(DIG_SEN, INPUT);
}

void loop() {
// put your main code here, to run repeatedly:
  int input = digitalRead(DIG_SEN);

  if(input == HIGH)
  {
    Serial.print("OCUPADO\n");
    digitalWrite(RED_pin, HIGH);
    digitalWrite(GREEN_pin, LOW);
  }

  else
  {
    Serial.print("LIVRE\n");
    digitalWrite(RED_pin, LOW);
    digitalWrite(GREEN_pin, HIGH);
  }
  delay(10);
}
```



3. Código na plataforma Energia para controle do Servo - parte 1

```
#include <Servo.h>
#define servopin P1_3
#define inPin P2_5

#define angle_min 0
#define angle_max 180
#define time_d 10
Servo servo;

int onoff = 0;
int angle = angle_min;
bool updown = HIGH;
long debounce = 5;
long timeDb = debounce;
long count_d = time_d; // Tempo para que possa dar descarga novamente

int est = 0;
int sens = 0;      // variable for reading the pin status

void setup() {
    delay(2000);
    servo.write(angle);
    servo.attach(servopin);
    pinMode(inPin, INPUT);
    Serial.begin(9600);
}

}
```





4. Código na plataforma Energia para controle do Servo - parte 2

```
void loop() {  
    sens = digitalRead(inPin); // read input value  
    Serial.print("Sensor: ");  
    Serial.print(sens);  
    Serial.print("\n");  
    Serial.print("Estado: ");  
    Serial.print(est);  
    Serial.print("\n");  
    Serial.print("OnOff: ");  
    Serial.print(onoff);  
    Serial.print("\n");  
    Serial.print("Ângulo: ");  
    Serial.print(angle);  
    Serial.print("\n");  
    Serial.print("\n");  
    Serial.print("\n");  
    // if(sens == LOW && timeDb >= debounce && count_d >= time_d) {  
  
    if(est==2 && timeDb >= debounce && count_d >= time_d) {  
        timeDb = 0;  
        onoff = 1;  
        delay(3000);  
        est = 0;  
    }  
  
    if (sens == HIGH)  
        est = 1;  
  
    if (est==1 && sens == LOW)  
        est = 2;
```



5. Código na plataforma Energia para controle do Servo - parte 3

```
if (onoff == 1) {  
    count_d = 0;  
    if (angle >= angle_max && updown == HIGH)  
    {  
        angle = angle_max;  
        updown=LOW;  
        delay(10000);  
    }  
    else if (angle<=angle_min && updown==LOW)  
    {  
        updown=HIGH;  
        onoff = 0;  
        angle = angle_min;  
    }  
    if(updown==HIGH && angle<angle_max && onoff==1)  
    {  
        angle += 15;  
        servo.write(angle);  
    }  
    else if (angle>angle_min && updown == LOW)  
    {  
        angle -= 5;  
        servo.write(angle);  
    }  
}  
delay(200);  
timeDb++;  
count_d++; }
```

## 6. Código final implementado no IAR Systems para uso próprio do MSP - Parte 1

```
#include <msp430.h>
#include <msp430g2553.h>

#define LED BIT0
#define LDR BIT1
#define SEN BIT3
#define SM_clk 1100000
#define servo_freq 50
#define MAX 1000000
#define SERVO_BIT BIT2
#define LED1 BIT4 // RED
#define LED2 BIT6 //GREEN
#define LEDS LED1 | LED2

float  ADC_Value;
void atraso();

volatile unsigned int i = 0xFFFF;
volatile long int time = 0;
int falling_edge = 0;
int on = 0;
```

## 7. Código final implementado no IAR Systems para uso próprio do MSP - Parte 2

```
int main(void)
{
    int PWM_period = SM_clk /servo_freq;

    WDCTL = WDTPW | WDTHOLD;           // Stop WDT
    ADC10CTL0 = ADC10SHT_2 + ADC10ON + ADC10IE; // ADC10ON, interrupt enabled
    ADC10CTL1 = INCH_1;                 // input A1
    ADC10AEO |= LDR;                   // PA.1 ADC option select
    P1DIR |= LED | SERVO_BIT | LEDS;    // Set P1.0 to output direction
    P1SEL |= SERVO_BIT; // port 1 function is set.
    P1OUT &= ~LED;
    P1DIR &= ~SEN;
    P1OUT |= SEN | LEDS;

    TA0CCR0 = PWM_period-1; // pwm period
    TA0CCR1 = 500; //duty cycle = TA0CCR0/ TA0CCR1
    TA0CTL1 = OUTMOD_7;
    TA0CTL=TASSEL_2+MC_1; // starting timer by setting clock source SMCLK of timer and UP mode
```



8. Código final implementado no IAR Systems para uso próprio do MSP - Parte 3.

```
for (;;)
{
    ADC10CTL0 |= ENC + ADC10SC;           // Sampling and conversion start
    __bis_SR_register(CPUOFF + GIE);       // LPM0, ADC10_ISR will clear these
    ADC_Value = ADC10MEM;
    ADC_Value *= 3.4213098729227761485826001955034;
    if ((P1IN&SEN)==SEN)
    {
        P1OUT |= LED1;
        P1OUT |= SEN;
        P1OUT &= ~LED2;
        atraso(0xFFFF);
        if ((ADC_Value < 2070))
        {
            // MAX = ~3352.884   MIN = 2042.522
            P1OUT |= LED + SEN;
            atraso(0xFFFF);
        }
        else
            P1OUT &= ~LED;           // Set P1.0 LED off
    }
    else
    {
        P1OUT |= SEN;
        P1OUT |= LED2;
        P1OUT &= ~LED1;
    }
}
```

9. Código final implementado no IAR Systems para uso próprio do MSP - Parte 4.

```
if(((P1IN&SEN)==SEN) && falling_edge == 0)
    falling_edge = 1;

if (((P1IN&SEN) != SEN && falling_edge==1))
    falling_edge = 2;

if(falling_edge == 2)
{
    falling_edge = 0;
    while(TA0CCR1 < 2400)
    {
        TA0CCR1 += 50;
        __delay_cycles(300000);
    }
    __delay_cycles(5000000);

    while(TA0CCR1 > 500)
    {
        TA0CCR1 -= 50;
        __delay_cycles(300000);
    }
    while(time<MAX)
        time++;
}
time = 0;
TA0CCR1=500;
```



10. Código final implementado no IAR Systems para uso próprio do MSP - Parte 5 (final).

```
        while(time<MAX)
            time++;
    }
    time = 0;
    TA0CCR1=500;
}

#pragma vector=ADC10_VECTOR
__interrupt void ADC10_ISR(void)
{
    __bic_SR_register_on_exit(CPUOFF);
}

void atraso(volatile unsigned int i)
{
    while((i--)>0);
}
```