

## Lógica Fuzzy aplicada ao controle de intensidade da luz

Frequência variável de acordo com a claridade ambiente

REIS, Carlos Roberto dos<sup>1</sup>  
SILVA, João Paulo da<sup>1</sup>  
SILVA, Thiago Henrique da<sup>1</sup>

SANTOS, Flávia Aparecida Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Discentes do Curso de Ciência da Computação da Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS – Alfenas MG)

<sup>2</sup> Docente do Curso de Ciência da Computação da Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS – Alfenas MG); Doutora em Engenharia Elétrica – UNIFEI, Itajubá MG.

### RESUMO

Um dos grandes problemas mundiais nos dias contemporâneos tem sido a necessidade da redução no consumo de energia elétrica, uma vez que a população tende a se expandir alarmando ainda mais esses fatores. Em contrapartida a esse crescimento populacional, a realidade é que cada vez mais se tornam escassas as fontes renováveis, questão que tem levado não só estudiosos, mas pessoas de toda a esfera global a buscarem soluções que possam inibir e retardar o processo do aquecimento da atmosfera ameaçando a existência humana.

A Computação, por si só, já é apresentada ao planeta como uma das grandes vilãs no aumento do gasto de energia, o que tornou a área evolutiva no que diz respeito a precauções por meio do desenvolvimento de tecnologias que contribuam para um melhor controle nos danos causados à natureza.

Além do setor ambiental, a área computacional tem agredido também, gradativamente, a saúde das pessoas, sendo uma dessas consequências a “síndrome da visão do computador” ocasionada por meio de várias horas expostas à luminosidade de forma descontrolada. A solução proposta para lidar com esses problemas mencionados acima foi desenvolver um projeto visando o auxílio na transmissão de energia elétrica por meio da aplicação de Inteligência Artificial, a Lógica

Fuzzy, que regulará de forma automática as transmissões de intensidade da luz e, conseqüentemente, contribuirá na suavização adequada da luminosidade aplicada a seres humanos em geral que lidam cotidianamente com visores digitais, sejam eles de computadores, celulares, tablets, entre outros em meio a grande variedade existentes.

### PALAVRAS-CHAVE

Lógica Fuzzy, Arduino, Intensidade da Luz, Sensores, Controladores, Matlab, Inteligência Artificial, Circuitos, Dispositivos, Displays, Síndrome da visão do Computador, Consumo de Energia.

### ABSTRACT

One of the major global problems in contemporary times has been the need to reduce electricity consumption, since the population tends to expand, further alarming these factors. In contrast to this population growth, the reality is that renewable sources are increasingly scarce, a matter that has led not only scholars but people from all over the world to seek solutions that can inhibit and slow the process of warming the atmosphere threatening human existence.

Computing itself is already presented to the planet as one of the great villains in increasing energy expenditure, which has made the evolutionary area with regard to precautions by developing technologies that contribute to better control of damage caused to nature.

In addition to the environmental sector, the computational area has also aggressively assaulted people's health, one of these consequences being the "computer vision syndrome" caused by several hours exposed to light in an uncontrolled way. The solution proposed to deal with these problems mentioned above was to develop a project aimed at assisting in the transmission of electric energy through the application of Artificial Intelligence, Fuzzy Logic, which will automatically regulate the transmissions of light intensity and, consequently, will contribute to the adequate smoothing of the applied luminosity to human beings in general that deal daily with digital viewers, be they of computers, cell phones, tablets, among others amid the great variety that exists.

#### KEYWORDS

Fuzzy Logic, Arduino, Intensity of Light, Sensors, Controller, Matlab, Artificial Intelligence, Circuits, Devices, Displays, Computer Vision Syndrome, Energy Consumption.

### 1 INTRODUÇÃO

O crescimento da economia e a consequente ascensão das classes menos favorecidas - que passaram a ter acesso à luz elétrica, chuveiro e equipamentos eletroeletrônicos - turbinaram o consumo per capita de eletricidade, não só no Brasil, mas no mundo [1].

Segundo relatório da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), entre 2006 e 2010, o aumento do consumo foi de 11,31%, quase duas vezes

maior que o crescimento da população no período. Esse dado é alarmante e requer intervenções por meio de medidas que possam contribuir para um futuro menos escasso de recursos naturais [1].

Um dos grandes motivos do aumento de consumo elétrico está relacionado à globalização, essa que está vinculada diretamente com o rápido acesso às informações em tempo real por meio da internet. Esse mecanismo, atualmente, envolve 3,6 bilhões de pessoas, ou seja, 47% da população mundial, indivíduos esses que tem contato visual constantemente com diversos equipamentos digitais. A quantidade de usuários de internet mais do que dobrou em apenas oito anos. Em 2009, havia 1,7 bilhão de internautas no mundo. Os dados são atualizados permanentemente pela Statista [2].

Com o avanço da conectividade, não só os gastos de fontes naturais aumentaram, junto com eles acarretou a síndrome visual do computar. A distância entre os monitores desses dispositivos do olho humano reduziu, e com ela os relatos dessa síndrome só se alavancam, entre os sintomas estão dor de cabeça, olhos vermelhos e secos e visão embaçada [3].

A síndrome é causada pela má lubrificação dos olhos, devido ao fato dos indivíduos piscarem menos, e também ao esforço realizado para a visão de perto quando estão trabalhando no computador por horas seguidas [3].

Estes sintomas aparecem também em indivíduos que passam muito tempo à frente da televisão ou qualquer outro tipo de tela eletrônica. A programação chama a atenção, o que faz com que se pisque menos. Desta maneira, os olhos não são devidamente lubrificados pelas lágrimas causando problemas de visão [3].

O problema de saúde emergente atinge, em média, 20% a 25% das pessoas que todos os dias passam mais de três horas seguidas a olhar para um monitor ou ecrã, seja de computador, telemóvel ou tablet. “Com a crescente utilização, e em todas as idades, este é um problema epidêmico. Tem vindo a aumentar de forma exponencial e pode tornar-se um problema de saúde pública”, alerta a presidente da Sociedade Portuguesa de Oftalmologia, Maria João Quadrado. Atualmente 75% das atividades do dia a dia implicam utilizar um computador [4].

No contexto dos argumentos mencionados pelos autores, será apresentada uma aplicação de Inteligência Artificial, a Lógica Fuzzy [5], que contribuirá com uma melhor utilização de dispositivos digitais com auxílio do fator analógico que envolve todo ambiente ao redor, elaborando uma solução eficaz para os problemas mencionados até aqui. O objetivo específico será estreitar os custos energéticos trazidos por eletrônicos diversos, através de controle automático de frequência da luz transmitida por dispositivos auxiliando, consequentemente, em

um melhor conforto óptico para as pessoas, podendo evitar assim futuros danos à visão.

## 2 METODOLOGIA

A aplicação foi elaborada com a missão de criar uma aplicação que possa contribuir com a qualidade de vida das pessoas, tanto na redução no gasto de eletricidade por meio de controlador de intensidade da luz automático, como também resultante de contribuição na prevenção de síndromes oftalmológicas.

Nesses aspectos, o projeto foi desenvolvido em uma linguagem de alto nível denominada Matlab. Foram utilizadas ferramentas onde se pôde trabalhar de forma mais simples a junção de circuitos e lógica Fuzzy. Foram elas: Matlab R2015a, placa de circuito embarcado Arduino Uno, led de brilho, sensor LDR, jumpers e resistores de tensão.

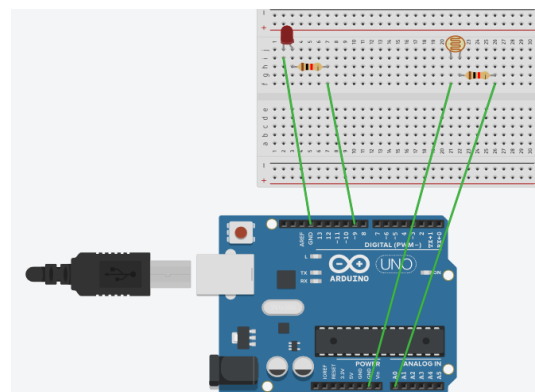


Figura 1: Protótipo Arduino

No Matlab, a lógica analógica foi aplicada, trazendo por si os valores variáveis de estado

como: muito baixa, baixa, moderada, alta e muito alta de acordo com o valor analógico absolvido do meio pelo sensor de luminosidade.

A figura 2 mostra o código fonte elaborado no Matlab:

```
function fuzzyConsumo %Mostra funcao
clear all %limpa memória do matlab
clc %limpa dados na tela

a = arduino('COM4', 'UNO'); %Seta a porta e o modelo do arduino
fisFuzzy = readfis('consumoOk2.fis');

disp('Iniciando Controlador de Intensidade Fuzzy');%Mostra na tela
pause(3);%Delay de 3 segundos
maximo = 5.5000;%alta voltagem analógica de intensidade medida com o flash do celular sobre o sensor LDR
minimo = 0.0000;%menor voltagem analógica possível (Quando estiver tudo escuro)
pause(3);
disp('Inicio do programa');

while(true)
    tenso = readVoltage(a, 'A0');%le o valor presente no meio referente a luminosidade
    luminosidade = tenso*1000/maximo %luminosidade é o valor da tenso lida do meio * 100 dividida pelo valor máximo
    [intensidade] = evalfis([luminosidade],fisFuzzy);% é enviado o valor da luminosidade como entrada
    %para a função Fuzzy e Intensidade recebe a saída programada
    disp_inten = intensidade*1000 %Mostrar na tela o valor da intensidade, aumentando as casas decimais de visualização
    writePRNDutyCycle(a, 'D9', intensidade);%Envia para o arduino, no pino PWM D9 o valor da intensidade de saída
end
```

Figura 2: Codificação em Matlab com Fuzzy

Já no arduino, cuidou-se da regularização de intensidade da voltagem enviada ao led de brilho por influência da lógica Fuzzy (simulando o envio de corrente elétrica do circuito do dispositivo ao pixel do display de qualquer dispositivo digital). A lógica Fuzzy, por sua vez, foi utilizada por suas impostas condições aproximadas, aumentando as possibilidades de controle automático da luz adequando-a de acordo com a luminosidade local, para que assim, tomasse decisões no que diz respeito à frequência de transmissão da luz do led.

A figura 3 ilustra a tela de um editor Fuzzy para a parametrização dos dados.

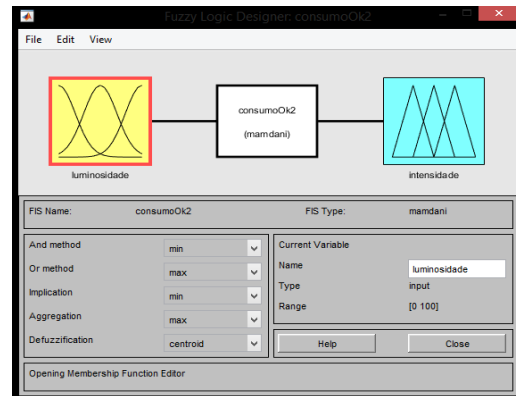


Figura 3: Editor Fuzzy

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A lógica Fuzzy, através do auxílio de entrada por meio do sensor LDR - que é responsável pela leitura da luz externa - foi representada pelos seguintes parâmetros de entrada de luminosidade: muito baixa, baixa, moderada, alta e muito alta, tendo como retorno o percentual de liberação elétrica da frequência relativa ao capturado pela entrada, ou seja, menos e mais luz ambiente resultará em menos e mais brilho do led, respectivamente. Com esse conceito, foi possível se chegar à solução para o problema proposto.

Em uma análise detalhada, o estado “muito baixa” que recebe do sensor de luminosidade LDR muito pouca ou nada de luz de entrada, foi enviado mínima voltagem ao pino PWM do arduino, que por sua vez, tratou o led de forma a suavizar intensamente o reflexo de seu brilho na escala em torno de 0 a 11,99% da frequência total que ele pode emitir.

No estado “baixa”, que recebe do sensor de luminosidade LDR pouca luz de entrada, foi enviado pouca voltagem ao pino PWM do arduino, que por sua vez, tratou o led de forma a suavizar um pouco o reflexo de seu brilho na escala em torno de 12 a 38,99% da frequência total que ele pode emitir.

Já no estado “moderada”, que recebe do sensor de luminosidade LDR moderada luz de entrada, foi enviado média voltagem ao pino PWM do

arduino, que por sua vez, tratou o led de forma a suavizar mediamente o reflexo de seu brilho na escala em torno de 39 a 61,99% da frequência total que ele pode emitir.

Em seguida, no estado “alta”, que recebe do sensor de luminosidade LDR muita luz de entrada, foi enviado alta voltagem ao pino PWM do arduino, que por sua vez, tratou o led de forma a aumentar expressivamente o reflexo de seu brilho na escala em torno de 62 a 88,99% da frequência total que ele pode emitir.

Por fim, no estado “muito alta”, em um ambiente com intensa quantidade de luz lida pelo sensor LDR, foi enviado a maior voltagem ao pino PWM do arduino, que por sua vez, tratou o led de forma a aumentar extremamente o reflexo de seu brilho na escala em torno de 89 a 100% da frequência total que ele pode emitir.

Os resultados obtidos por meio da aplicação da lógica Fuzzy no que diz respeito ao problema foram satisfatórios. É complexo se pensar em outras formas mais simples de resolução que envolva leituras analógicas determinísticas para o controle digital a não ser pelo conceito da lógica Fuzzy.

A figura 4 mostra a captura de tela das regras introduzidas no editor Fuzzy do Matlab.

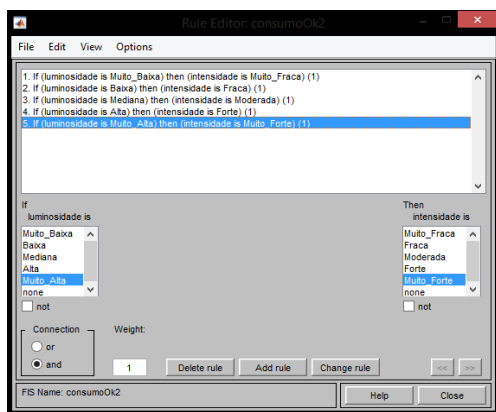


Figura 4: Regras Fuzzy.

#### 4 CONCLUSÃO

A solução para inibir o consumo de energia e contribuir para a saúde ótica dos seres humanos, portanto, foi ideal e condizentemente apresentada por essa aplicação embarcada inteligente envolvendo circuitos e lógica. Os aspectos mutáveis, tais como a luminosidade ambiente, foram aproveitados pelo conceito Fuzzy e aplicados à placa arduino utilizada como protótipo para simulação do efeito da aplicação exposta em leds de dispositivos digitais diversos.

Com essa solução, é explícito o benefício de tornar todos os luminaires digitais automatizados com recurso de controle automático dos seus graus de luminosidade, sendo viável a um mundo tecnológico - atualmente considerado o principal responsável pelo aumento de gastos energéticos - onde se pode utilizar dessa aplicação prol do futuro do planeta e ainda inibir possíveis danos causados à visão por meio da luz desregulada emitida pela maioria dos dispositivos atuais.

Em um total de 100% de energia consumida pelos dispositivos, 9% é atribuída a tela, segundo pesquisa do Psafe. Com esse dado, o projeto demonstrado, de forma aplicável, auxiliará na redução de mais 4% em média do consumo de bateria por recarga completa, visto que há a probabilidade da tela estar sendo utilizada em taxas de até 50% de intensidade total do led, conforme mencionado no decorrer desse estudo.

Em vista da economia de carga elétrica, as telas se tornarão menos influenciadoras de danos à visão. O presente trabalho pode, de acordo com espaço ao redor, controlar a emissão do grau de luz do acessório digital, evidenciando conforto e melhor percepção e longevidade ocular.

É de extrema importância utilizar soluções que proporcionem conforto às pessoas, ao mesmo tempo em que zelam pela saúde. A aplicação de Inteligência Artificial que simulou por meio de lógica Fuzzy supriu com êxito as demandas levantadas.

#### REFERÊNCIAS

- [1] PEREIRA, Renée. Consumo de energia cresce o dobro do avanço populacional entre 2006 e 2010. **O Estado de São Paulo**. São Paulo, Jan. 2012. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/noticias/geral/consumo-de-energia-cresce-o-dobro-do-avanco-populacional-entre-2006-e-2010-imp-,825976>>. Acesso em 28 nov 2018.

[2] TRACTO. Quantas pessoas têm acesso à internet no mundo?. **Tracto Content Marketing**. Dez. 2017. Disponível em: <<https://www.tracto.com.br/quantas-pessoas-tem-acesso-a-internet-no-mundo/>>. Acesso em 28 nov 2018.

[3] FRAZÃO, Arthur. Síndrome da Visão do Computador. **Tua saúde**. Rio Grande do Norte, Nov. 2018. Disponível em: <<https://www.tuasaude.com/sindrome-da-visao-do-computador/>>. Acesso em 28 nov 2018.

[4] ARREIGOSO, Vera Lúcia. Síndrome visual de computadores já afeta milhões. **Expresso**. Jun. 2016. Disponível em: <<https://expresso.pt/sociedade/2016-06-26-Sindrome-visual-de-computadores-ja-afeta-milhoes#gs.VeA0Ingl>>. Acesso em 28 nov 2018.

[5] LIMA, Isaías; PINHEIRO, Carlos. A. M; SANTOS, Flávia. A. O. Inteligência Artificial. Rio de Janeiro: **Elsevier**. Julho. 2014.