



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA

JOSEMAR LOPES OLIVEIRA

**APRESENTAÇÃO DO RESUMO EXPANDIDO ELABORADO EM 2019  
POR MEIO DA IN PROEG Nº 01/2023: AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL BASEADA  
EM COMPORTAMENTO UTILIZANDO RASPBERRY PI**

TUCURUÍ

2023

JOSEMAR LOPES OLIVEIRA

**APRESENTAÇÃO DO RESUMO EXPANDIDO ELABORADO EM 2019  
POR MEIO DA IN PROEG Nº 01/2023: AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL BASEADA  
EM COMPORTAMENTO UTILIZANDO RASPBERRY PI**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado  
como requisito parcial para a obtenção de  
grau de Bacharel em Engenharia Elétrica,  
pela Universidade Federal do Pará.

Orientador:  
Prof. Dr. André Felipe Souza da Cruz.

TUCURUÍ

2023

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**  
**Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

O48a Oliveira, Josemar Lopes.  
Automação residencial baseada em comportamento utilizando  
Raspberry Pi / Josemar Lopes Oliveira. — 2023.  
22 f.

Orientador(a): Prof. Dr. André Felipe Souza Cruz  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade  
Federal do Pará, Campus Universitário de Tucuruí, Faculdade de  
Engenharia Elétrica, Tucuruí, 2023.

1. Inteligência artificial; Automação residencial; ABC+;  
Raspberry Pi.. I. Título.

CDD 006.33

---

JOSEMAR LOPES OLIVEIRA

**APRESENTAÇÃO DO RESUMO EXPANDIDO ELABORADO EM 2019  
POR MEIO DA IN PROEG Nº 01/2023:** Automação residencial baseada em  
comportamento utilizando Raspberry Pi

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito parcial para a obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Elétrica, pela Universidade Federal do Pará.

Data de aprovação: 15 de junho de 2023

**Banca Examinadora:**

---

**Prof. Dr. André Felipe Souza da Cruz**  
Orientador - FEE/CAMTUC/UFPA

---

**Prof. Dr. Ewerton Ramos Granhen**  
Avaliador Interno - FEE/CAMTUC/UFPA

---

**Prof. Dr. Washington Cesar B. Sousa**  
Avaliador Interno - FEE/CAMTUC/UFPA

TUCURUÍ

2023

Dedico aos meus familiares, em especial aos meus pais pelo esforço na minha educação e a todos os amigos pelo apoio, incentivo e confiança no decorrer da longa jornada de formação acadêmica.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida, e por todas as maravilhas que Ele vem me proporcionado por todos esses anos de vida.

A minha família por todo o apoio e incentivo, em destaque meus pais, "Mário de Oliveira e Altamira Lopes", que mesmo com a distância sempre se mostraram presente nessa caminhada, a minha profunda gratidão a pessoa que esteve presente na luta ao meu lado por todos esses anos de estudos, "Rosana Cordeiro", muito obrigado, e a meus irmãos.

Agradeço a todo o corpo docente da Faculdade de Engenharia Elétrica da UFPA que durante esses anos repassaram seus conhecimentos. Muito obrigado a todos os amigos e pessoas próximas que dividiram comigo momentos de felicidade e tristes, e que sempre estiveram presentes.

E finalmente, gratidão a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho de conclusão de curso, a gratidão se estende à direção e à administração por seu trabalho na formação de todos os alunos desta instituição. Muito obrigado!

## RESUMO

Este trabalho é apresentado e estruturado sobre a regulamentação da INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 01/2023 – PROEG/UFPA e da RESOLUÇÃO 001/2023 - FEE – maio de 2023, que fala sobre as diretrizes acadêmicas para a normatização e realização das atividades do Trabalho de Conclusão de Curso – TCC, flexibilizando a sua forma de elaboração, de apresentação e de defesa. E regulamenta a aplicação da Instrução Normativa na Faculdade de Engenharia Elétrica do Campus Universitário de Tucuruí. O resumo expandido desenvolvido no período de 03/2019 a 10/2019, e apresentado no III Congresso de Tecnologias e Desenvolvimento na Amazônia - CTDA, no qual é relatado uma das atividades desenvolvidas durante a execução do "Projeto de Extensão Domótica", sob orientação do Professor Jefferson Souza Costa. O projeto tinha como objetivo aplicar tecnologias de automação residencial de baixo custo no município de Tucuruí, motivando os interesses de jovens e adultos da comunidade para as aplicações de robótica e domótica usando circuito impressos e plataformas microprocessadas de baixo custo, como o Arduino, Raspberry Pi, NodeMCU do chip ESP8266, módulo sensores e atuadores. Abordamos no resumo uma automação residencial baseada em comportamentos utilizando Raspberry Pi, dos estudos bibliográficos realizados pelos alunos membros do projeto. Várias foram as atividades desenvolvidas da construção de protótipos a realização de palestras e minicursos ministrados nas escolas da rede pública no Município de Tucuruí. Os resultados alcançados pelo projeto foram os desenvolvimentos de protótipos de automação residencial, produções textuais que provocaram publicações em congressos, e uma dessas publicações é apresentado no anexo [A](#) deste trabalho, um estudo de automação residencial baseada em comportamento utilizando Raspberry Pi.

**Palavras-chave:** Inteligência artificial; Automação residencial; ABC+; Raspberry Pi.

## ABSTRACT

This work is presented and structured on the regulation of NORMATIVE INSTRUCTION N° 01/2023 - PROEG/UFPa and RESOLUTION 001/2023 - FEE - May 2023, which talks about the academic guidelines for the standardization and carrying out of the activities of the Final Paper Course – TCC, making its preparation, presentation and defense more flexible. And it regulates the application of the Normative Instruction in the Faculty of Electrical Engineering of the University Campus of Tucuruí. The expanded summary developed from 03/2019 to 10/2019, and presented at the III Congress of Technologies and Development in the Amazon - CTDA, in which one of the activities developed during the execution of the "Domotic Extension Project" is reported, under the guidance of by Professor Jefferson Souza Costa. The project aimed to apply low-cost home automation technologies in the municipality of Tucuruí, motivating the interests of young people and adults in the community for robotics and home automation applications using printed circuits and low-cost microprocessor platforms, such as Arduino, Raspberry Pi, ESP8266 chip NodeMCU, sensors and actuators module. We approach in the summary a residential automation based on behaviors using Raspberry Pi, from the bibliographical studies carried out by the students members of the project. There were several activities developed, from the construction of prototypes to lectures and short courses given in public schools in the municipality of Tucuruí. The results achieved by the project were the development of home automation prototypes, textual productions that led to publications in congresses, and one of these publications is presented in annex A of this work, a study of behavior-based home automation using Raspberry Pi.

**Keywords:** Artificial intelligence; Home automation; ABC+; Raspberry Pi.

## SUMÁRIO

|   |                                                                                                          |    |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | TEXTO DE APRESENTAÇÃO . . . . .                                                                          | 10 |
|   | ANEXO A – AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL BASEADA EM<br>COMPOTAMENTO UTILIZANDO RASPBERRY<br>PI . . . . .          | 15 |
|   | ANEXO B – DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO EMITIDA<br>PELOS DEMAIS AUTORES DO TRABALHO<br>INCORPORADO . . . . . | 20 |

## 1 TEXTO DE APRESENTAÇÃO

A automação residencial, ou domótica como também é chamada, têm crescido nos últimos anos. O conceito de casa inteligente é definido a partir da aplicação de mecanismos automáticos e, algumas vezes, pela aplicação de técnicas de Inteligência Artificial, com o objetivo de possibilitar processos domésticos de forma automática. No trabalho intitulado "AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL BASEADA EM COMPORTAMENTO UTILIZANDO RASPBERRY PI", disponível no anexo [A](#), os autores propõem uma abordagem de automação baseada no aprendizado de máquina através dos comportamentos das pessoas que habitam em uma residência doméstica. A partir disto, a pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de possibilitar a construção de uma rede de comunicação com sensores e atuadores, por meio da modelagem de um sistema de automação residencial inteligente adaptativo, chamado sistema ABC+ (Automação Baseada em Comportamento Utilizando Raspberry pi). Este sistema utiliza técnicas de aprendizado no ajuste das regras de automação, em função do comportamento das pessoas de uma casa inteligente.

O trabalho foi desenvolvido a partir de resultados obtidos no projeto de extensão, intitulado Domótica - Aplicação de tecnologias de automação residencial de baixo custo no município de Tucuruí, Coordenado pelo Prof. Jefferson Souza Costa, com participação e colaboração de alunos do curso de Engenharia Elétrica. O projeto têm como objetivo aplicar tecnologias de automação residencial de baixo custo no município de Tucuruí, motivando o interesse de jovens e adultos da comunidade para as aplicações de robótica e domótica com o Arduino, socializando o conhecimento de práticas de engenharia, e contribuindo com a melhoria da qualidade de ensino no município de Tucuruí.

As atividades do projeto Domótica se diversificam no desenvolvimento de protótipos de robótica e domótica residencial, na realização de palestras, minicursos e exibição em feiras de tecnologia. As primeiras atividades que envolvem a equipe técnica de discentes, em estudo bibliográfico de assuntos básicos de engenharia elétrica que permitam o início do desenvolvimento de protótipos. O modelo têm em comum a base de uma plataforma microprocessada de baixo custo, pois apresenta desenvolvimento em código aberto e proposta simplificada de prototipagem, fator responsável por sua popularização nos últimos anos. Estas características permitem sua aplicação por usuários sem grande domínio do conhecimento técnico, como alunos do ensino médio, médio técnico e recém-ingressantes nos cursos superiores de engenharia. Para viabilizar a maior disponibilidade de recursos, foi realizada uma campanha de reciclagem de lixo eletrônico denominada Coleta de Lixo Eletrônico. São recolhidos equipamentos eletrônicos de pequeno porte, como carregadores de celulares e outras fontes portáteis, aparelhos rotativos (liquidificadores, secadores de cabelo, furadeira), placa-mãe de computador, roteadores, receptores de TV, aparelhos de

DVD e de som, e impressoras.

Figura 1 – campanha de reciclagem de lixo eletrônico.

**Campanha de coleta de LIXO ELETRÔNICO**

**Projeto de Extensão DOMÓTICA Automação Residencial**

**O que é Lixo Eletrônico?**  
São os equipamentos eletrônicos que não podem mais ser reaproveitados, como computador, aparelho celular, notebook, impressora, câmera digital, mp3 player, CD, fontes, entre outros. São considerados e-lixo também artigos elétricos, como geladeira, microondas e o que mais você usar em casa que, descartados de forma inadequada, podem poluir o planeta.

**Impactos**  
As informações são preocupantes, já que muito desse lixo acaba sendo tóxico ao ambiente em virtude da composição química empregada neles. Os cartuchos e toners de impressoras, por exemplo, representam um grande perigo. Os toners de tinta possuem um pó que, ao entrar em contato com o fogo, libera gás metano, que além de potencializar o efeito estufa, também causa problemas respiratórios nos humanos.

**Informações da ONU**  
Ainda não está convencida da reciclagem? Veja este dado da ONU: Em 1 tonelada de PCs existe mais ouro do que 17 toneladas de minério bruto do metal!!  
Surto global de lixo eletrônico: aumento de 21% em 5 anos. Um recorde de 53,6 milhões de toneladas de lixo eletrônico foi produzido globalmente em 2019 - o peso de 350 navios de cruzeiro do tamanho da Queen Mary 2; US \$ 57 bilhões em ouro e outros componentes descartados - principalmente despejados ou queimados.  
Um recorde de 53,6 milhões de toneladas métricas (MT) de lixo eletrônico foi gerado em todo o mundo em 2019, um aumento de 21 por cento em apenas cinco anos, de acordo com o Global E-waste Monitor 2020 da ONU.

**O que posso fazer?**  
Participar fazendo doações do eletrônico que está ali no canto sem utilidade, também pode divulgar e incentivar o engajamento do outro cidadão a fazer sua doação do eletrônico que ele vai levar para o lixeiro da beira da rua.

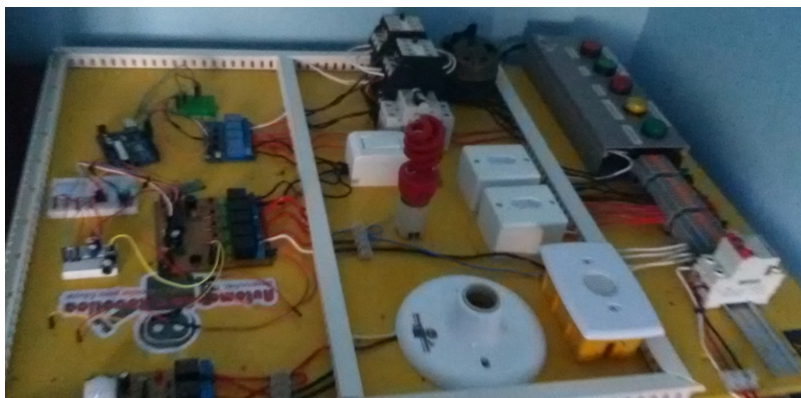
Se você tiver uma doação é só você entrar em contato pelas redes sociais do projeto que iremos fazer a coleta onde estiver ou você pode deixar na NUT - Laboratório da FEE, na Vila Permanente.

projetodomotica @projetodomoticaufpa eletrica17automacao@gmail.com

Fonte: Elaborada pelos autores.

Utilizando componentes reciclados a partir da “Coleta de Lixo Eletrônico”, desenvolvemos uma série de soluções de automação e segurança predial com atuadores e interface por aplicativo móvel, para o pavimento de um prédio residencial, formando uma bancada didática de automação Figura 2. Trata-se de uma maquete que conta com o acionamento remoto por comando de voz e botões em um aplicativo Android®.

Figura 2 – bancada didática de automação

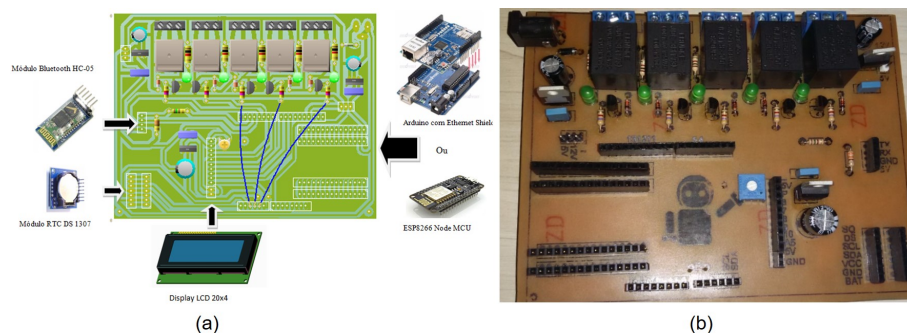


Fonte: Elaborada pelos autores

A bancada de automação predial foi totalmente desenvolvida em hardware e software por estudantes de engenharia elétrica da UFPA em Tucuruí. Esta bancada possui

uma placa central de controle Figura 3 que interage por meio da web (módulo Ethernet Shield) ou via Bluetooth com uma aplicação Android. A placa responde como servidor da aplicação e contém as regras de controle e monitoramento local e remoto. Possui alimentação bifásica (220V) e 8 saídas por relês (NA, COMUM, NF) 10A /110/220V, ligados a entradas de 3.3V, 5V, 12V.

Figura 3 – (a) Visão funcional da Placa de controle central da bancada de automação predial. (b) Placa de acionamento e interface com aplicação móvel



Fonte: Elaborada pelos autores

A bancada de automação também conta com uma trava eletrônica para controle por senha na entrada da residência Figura 4a. A mesma solução eletrônica foi implementada na porta do laboratório sede do projeto e, além do sucesso funcional, o custo total chega a ser de três a quatro vezes mais baratos que as soluções comerciais semelhantes disponíveis Figura 4b.

Figura 4 – (a) Placa da trava eletrônica instalada na bancada de automação residencial. (b) Placa da trava eletrônica instalada na porta do laboratório sede do projeto.

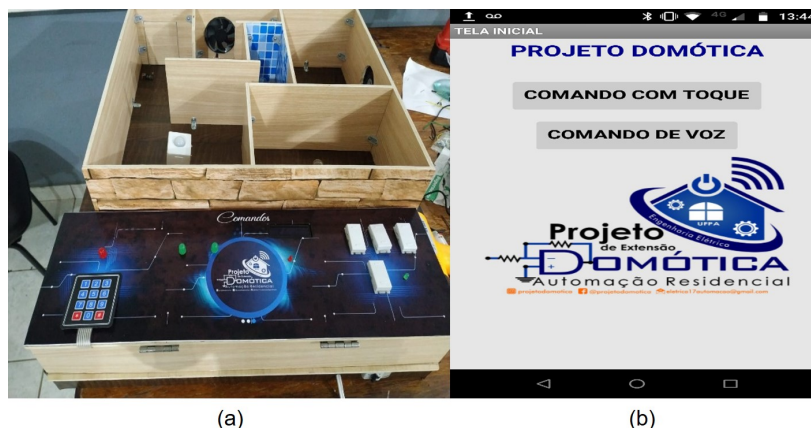


Fonte: Elaborada pelos autores

Fazendo implementação na bancada de automação e utilizando componentes reciclados a partir da Coleta de Lixo Eletrônico, desenvolvemos uma série de soluções de automação e segurança predial com sensores e atuadores para interface controlada por aplicativo móvel, para o pavimento de um prédio residencial, formando uma bancada didática de automação Figura 5. O aplicativo próprio da bancada foi desenvolvido utilizando

a ferramenta online “MIT App Inventor”, tendo como foco personalizar a experiência do usuário com a bancada de automação.

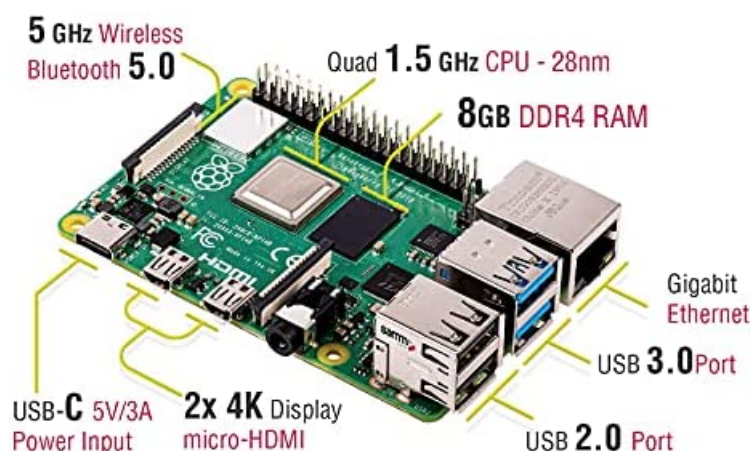
Figura 5 – (a) Imagens da bancada de automação predial. (b) Imagem do aplicativo desenvolvido com interface móvel da bancada.



Fonte: Elaborada pelos autores

Com as melhorias na construção de protótipos de automação residencial, propomos uma implementação usando o Raspberry pi Figura 6, com a base de algoritmo C4.5 o qual gera uma árvore de decisão a partir dos dados mediante partições realizadas recursivamente pelo habitante da residência. Usando a arquitetura de ABC+ (Automação baseada em comportamentos), levando o sistema a registrar eventos e deixando inteligente para tomadas de decisões, através da árvore de decisão montadas pelos eventos regulares. A partir dos resultados de estudos e pesquisa, surgiu o trabalho que foi apresentado e publicado no III Congresso de Tecnologias e Desenvolvimento na Amazônia, realizado em Santarém/Pá, trabalho este disponível no anexo A, na forma de resumo expandido.

Figura 6 – Raspberry Pi4 8GB.



Fonte: [www.amazon.com.br](http://www.amazon.com.br)

Para o autor deste Trabalho de Conclusão de Curso, o aprendizado que projeto Domótica proporcionou pode ser descrito a partir da construção de protótipos didáticos

de automação e robótica, o que foi possível a partir da reciclagem do lixo eletrônico, e utilização de plataformas microprocessadas de baixo custo. Durante o projeto, buscou-se soluções tecnológicas práticas para os problemas enfrentados, além disso, o projeto contribuiu para a socialização do conhecimento na universidade e motivou os acadêmicos a buscarem mais conhecimentos fora da sala de aula.

Durante a execução das atividades do projeto foram encontradas diversas dificuldades, das quais posso citar: a falta de equipamentos e dispositivos eletrônicos, na maioria das vezes por indisponibilidade na região; a estrutura dos laboratórios de ensino, que dificultaram a construção dos protótipos; A falta de planejamento discente, que levou a dificuldade para vencer os desafios de sala de aula. Contudo, buscando vencer esses desafios, foram criadas campanhas de coleta de lixo eletrônico, que possibilitou a construção dos primeiros protótipos, além da aquisição de bolsas de estudo, que ajudaram a fomentar parte do custeio para execução das atividades.

Por fim, o trabalho disponível no anexo [A](#) foi apresentado a Faculdade de Engenharia Elétrica, como parte integrante do trabalho escrito do TCC, integração possibilitada por meio de estratégia de flexibilização definida pela INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 01/2023 – PROEG/UFGA, com o objetivo de cumprir a componente curricular Trabalho de Conclusão de Curso. A utilização deste trabalho foi autorizada pelos demais autores, e coordenador do projeto, que participaram da construção do referido trabalho original, como declarado na autorização devidamente assinada, disponível no anexo [B](#).

## **ANEXO A – AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL BASEADA EM COMPORTAMENTO UTILIZANDO RASPBERRY PI**

Na próxima página encontra-se o arquivo original do resumo expandido intitulado "Automação residencial baseada em comportamento utilizando Raspberry Pi", apresentado no III Congresso de Tecnologias e Desenvolvimento na Amazônia, realizado em Santarém/Pa, no ano de 2019.

## **AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL BASEADA EM COMPOTAMENTO UTILIZANDO RASPBERRY PI**

**Alexandre de Araujo Pereira<sup>1</sup>; Josemar Lopes Oliveira<sup>2</sup>. Jefferson Souza Costa<sup>3</sup>.**

<sup>(1)</sup> Graduando em Engenharia Elétrica; Universidade Federal do Pará; Tucuruí, Pará; alexdeap@gmail.com; <sup>(2)</sup> Graduando em Engenharia Elétrica; Universidade Federal do Pará; Tucuruí, Pará; nanalopesjorge@gmail.com; <sup>(3)</sup> Professor Mestre em Engenharia Elétrica; Universidade Federal do Pará.

**RESUMO.** A automação residencial tornou-se popular pelo fato de atribuir o esforço e trabalho humano do dia-a-dia no lar a casas inteligentes. Neste trabalho implementou-se o sistema de inteligência artificial ABC+ (Automação Baseada em Comportamento) utilizando um Raspberry Pi como central de automação. O sistema ABC+ caracteriza-se pelo fato de auto adaptar as regras de automação conforme aprende o comportamento dos usuários, dispensando o esforço manual de programar as ações de tal sistema, promovendo aos habitantes conforto e conveniência.

**PALAVRAS-CHAVE:** Inteligência artificial, Automação residencial; ABC+; Raspberry Pi.

### **INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos a Automação Residencial se fez cada vez mais presente nas residências devido à sua simplicidade e acessibilidade. Com novas tecnologias ligadas ao cotidiano surgindo, a conectividade entre os dispositivos presentes na casa das pessoas já é uma realidade. Essa automação é conhecida igualmente através do termo Domótica uma junção entre doméstica e informática (DENNIS AK, 2013).

A Domótica das casas automatizadas reage por mecanismos previamente configurados e sua programação estática é inserida manualmente baseada em hábitos específicos dos habitantes da casa. Assim, a cada mudança nos hábitos uma nova programação é necessária, isso torna essa solução totalmente inviável.

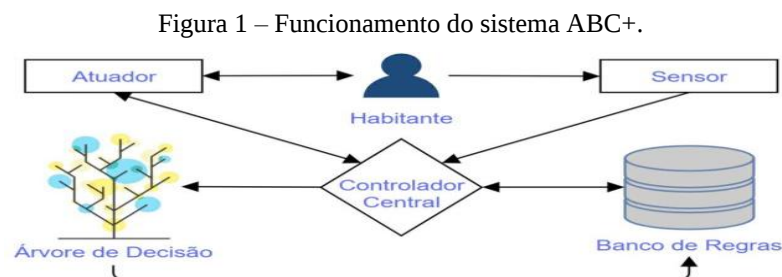
Através da Domótica Inteligente busca-se alcançar casas completamente automatizadas. Na Domótica Inteligente os dados coletados de sensores e atuadores são analisados automaticamente de tempos em tempos, ajustando as regras de automação a partir de técnicas de IA como Árvore de Decisão, Lógica Fuzzy e Rede Neural (COOK, 2004), (HENRÍQUEZ e PALMA, 2011) e (K., 2018).

Esse trabalho propõe a criação de uma rede de sensores e atuadores controlados automaticamente por um conjunto base de regras de automação residencial, as quais são alteradas de forma autônoma por um algoritmo adaptativo inteligente capaz de aprender com o hábito dos moradores da residência, buscando contribuir com a Domótica Inteligente.

## MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho implementamos o sistema ABC+ de automação residencial, já consolidado para o conceito de casas inteligentes, o qual toma como base as informações do comportamento do habitante para o controle adaptação de processos residenciais com tecnologias *open source* e de baixo custo de execução (TONIDANDEL et al, 2004), (TONIDANDEL e SGARBI, 2006) e (SGARBI e TONIDANDEL, 2006).

Considerando a mudança do comportamento humano e aplicando técnicas de aprendizagem, o sistema ABC+ cria as regras de automação dando ênfase à obtenção, tratamento e manutenção das regras. O sistema ABC+ registra um determinado número de eventos dos usuários (Figura 1) e aplica um algoritmo de árvore de decisão que mapeia os mais correlacionados, gerando um conjunto de regras.

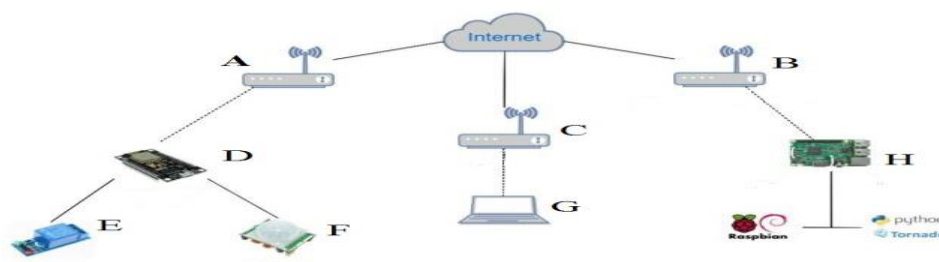


Fonte: Adaptado de SGARBI e TONIDANDEL, 2006.

Para que o monitoramento e controle dos recursos de uma residência possa acontecer, uma infraestrutura de rede precisa existir. As Redes de Sensores Sem Fio gerenciam e permitem o tráfego de informações nessas arquiteturas (BINH, 2018).

Propomos uma arquitetura no formato cliente-servidor cujo designer de rede reúne três clientes com finalidades distintas e um servidor (Figura 2). Os seguintes elementos compõem a rede: nós sensor e atuador como clientes da rede construídos com o embarcado NodeMCU, módulo sensor de Presença PIR e módulo relé 127V<sub>AC</sub>; camada de aplicação da rede com protocolo WebSocket (WANG, 2013) para comunicação via internet; servidor web no host Raspberry Pi; sistema inteligente de supervisão e controle dos dados da rede chamado de “Administrador ABC” construído seguindo o método do sistema ABC+, usando o C4.5 (QUINLAN, 1993) para as regras, esse sistema conecta-se à rede como um cliente da mesma forma que os nós.

Figura 2 – Arquitetura do sistema inteligente. Legenda: A – Roteador Wifi (Gateway); B - Roteador Wifi (Gateway); C - Roteador Wifi (Gateway com *Port Forwarding*); D – NodeMCU V3 (Cliente); E – Módulo Relé (Atuador); F – Módulo PIR (Sensor); G – Computador; H – Raspberry Pi (Servidor + Administrador ABC).



Fonte: Autoria própria.

O papel do servidor Websocket é repassar as notificações que são enviadas quando um evento de sensor ou atuador ocorre para todos que estão conectados.

Quando essas notificações desencadeiam ações do Administrador ABC, ele prontamente envia ações para os atuadores a partir do servidor WebSocket. Os dados enviados por sensores e atuadores são recolhidos pelo administrador ABC a todo evento ocorrido, que armazena, aprende e gerencia as regras a partir desses dados.

O monitoramento dos eventos é feito através de uma página web em HTML e JavaScript com conexão WebSocket ligada à rede de sensores em um Computador.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Construímos a arquitetura do sistema inteligente (figura 2) baseando-se nos preceitos que regem as arquiteturas de redes de computadores. Nesse modelo os computadores são clientes ou servidores. Cliente é aquele que acessa serviços e esses serviços são oferecidos pelos servidores. Os serviços envolvem receber, processar e enviar dados aos clientes (BINH, 2018). A rede que é canal para essas informações é a internet.

Nossos nós *sensores* e *atuadores* foram modelados como clientes e o *servidor Websocket* como servidor. O processamento de dados foi retirado do servidor e colocado no *Administrador ABC* que se conecta a ele como um cliente.

Um dos tipos de dados que trafegam nessa rede de sensores é chamado de evento. Coletamos todos os eventos da rede de sensores em nosso Administrador ABC para que ele os armazene em seu banco dados e o projetamos para que processe esses eventos para o formato de árvore de decisão a fim de extrair as regras de automação para as suas tomadas de decisão.

## CONCLUSÃO

Ter tirado o processamento de dados do servidor e colocado em um cliente foi

uma importante adaptação feita em relação ao modelo original das redes de computadores. O servidor ficando responsável somente por receber e enviar dados aumentou em muito a velocidade das informações e impediu qualquer descongestionamento de dados na rede.

Os ensaios práticos mostraram que a velocidade de comunicação e a coleta de dados da rede de sensores são satisfatórias, ratificando assim o princípio de funcionamento da proposta que é ler o ambiente e tomar as devidas decisões em tempo real. E frente à bateria de eventos testados o Administrador ABC demonstrou ser versátil ao ter sido capaz de armazenar dados, produzir regras e monitorar eventos para a tomada de decisão, tudo ao mesmo tempo e em tempo real. Isso mostra que a interação do sistema em uma casa real é viável.

O futuro dessa pesquisa está no desenvolvimento de uma plataforma web para internet das coisas. Essa arquitetura de referencia definiria um conjunto inicial de blocos para a construção de ambientes IoT que se adaptem ao comportamento humano frente a crescente demanda por esse modelo de solução que promove o gerenciamento e controle automatizado por meio da nuvem.

## **REFERÊNCIAS**

BINH, Huynh Thi Thanh; DEY, Nilanjan (Ed.). Soft Computing in Wireless Sensor Networks. CRC Press, 2018.

COOK, Diane; DAS, Sajal Kumar. Smart environments: Technology, protocols and applications. John Wiley & Sons, 2004.

DENNIS AK. Raspberry Pi home automation with Arduino. USA: Packt Publishing; 2013.

HENRÍQUEZ, Mauricio R.; PALMA, Patricio A. Control automático de condiciones ambientales en domótica usando redes neuronales artificiales. Información tecnológica, v. 22, n. 3, p. 125-139, 2011.

K., Reena. Intelligent Decision Support System for Home Automation - ANFIS Based Approach. International Journal of Engineering & Technology, v. 7, n. 2.24, p. 421-427, 2018.

QUINLAN, J. Ross. C4.5: Programs for Machine Learning. San Mateo, California, EE.UU, Morgan Kaufmann Publishers, 1993.

SGARBI, Julio André; TONIDANDEL, Flavio. Domótica Inteligente: Automação residencial baseada em comportamento. In: Workshop de Teses e Dissertações em Inteligência Artificial, Ribeirão Preto, São Paulo. 2006.

TONIDANDEL, Flavio; TAKIUCHI, Marcelo; MELO, Erica. Domótica Inteligente: Automação Baseada Em Comportamento. In: CBA 2004 Gramado - RS. Anais XV Congresso Brasileiro de Automática. 2004.

WANG, Vanessa; SALIM, Frank; MOSKOVITS, Peter. The definitive guide to HTML5 WebSocket. New York: Apress, 2013.

## **ANEXO B – DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO EMITIDA PELOS DEMAIS AUTORES DO TRABALHO INCORPORADO**

Na próxima página encontra-se a declaração de autorização que possibilita a utilização do trabalho apresentado na anexo [A](#) como parte integrante do trabalho escrito, para compor o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA

**ANEXO II: Declaração de autorização emitida pelos demais autores do trabalho incorporado.**

## **Declaração de Autorização**

Tucuruí-PA, 08 de maio de 2023.

Ao colegiado da Faculdade de Engenharia Elétrica do CAMTUC/UFPA, e a quem possa interessar;

Eu, **Josemar Lopes Oliveira** (201633940039"), DECLARO ter sido autorizado por todos os discentes (autores), abaixo relacionados, incluindo o docente responsável (orientador), para a utilização do trabalho técnico-científico intitulado "**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL BASEADA EM COMPOTAMENTO UTILIZANDO RASPBERRY PI.**", apresentado no "**III Congresso de Tecnologias e Desenvolvimento da Amazônia 2019**", realizado em "**Santarém/Pará**", no período de "**18 à 22 do mês de novembro de 2019**", como parte integrante do Trabalho Escrito, para cumprimento da componente curricular EL18060 - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, segundo a RESOLUÇÃO Nº01/2023 - FEE/CAMTUC, que trata da flexibilização da atividade curricular de TCC por meio da INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 01/2023 – PROEG/UFPA.

O(s) discente(s), também, declara(am) a ciência da **impossibilidade de reutilização** do trabalho técnico-científico mencionado por qualquer outro autor para a mesma finalidade. Esta declaração terá validade, se, e somente se, acompanhada das assinaturas de todos os autores listados abaixo.

Nada mais a declarar, agradeço a atenção e consideração.

JOSEMAR LOPES OLIVEIRA

Relação dos discentes co-autores:

| MATRÍCULA    | NOME COMPLETO               | ASSINATURA              |
|--------------|-----------------------------|-------------------------|
| 201433940049 | Alexandre de Araujo Pereira | Alexandre de A. Pereira |
|              |                             |                         |

Docente responsável e orientador do trabalho técnico-científico:

| MATRÍCULA | NOME COMPLETO         | ASSINATURA                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1064491   | Jefferson Souza Costa | <br>Documento assinado digitalmente<br>JEFFERSON SOUZA COSTA<br>Data: 09/05/2023 14:23:12-0300<br>Verifique em <a href="https://validar.iti.gov.br">https://validar.iti.gov.br</a> |

obs: Recomenda-se que assinatura de todos seja realizada via SIAAC.