

# ESTUDO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA EM INTERNET DAS COISAS, VOLTADA NA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL.

Welliton Sousa da Cunha\*

**RESUMO:** A internet das coisas (Internet of Things (IoT)) e Inteligência artificial (IA) tem promovido a diversidade de objetos inteligentes com capacidade de sensoriamento, processamento, gerenciamento, interatividade, aprendizagem e comunicação. Nos últimos anos o termo IoT e IA tem crescido à cada dia tornando o cenário ainda mais atraente. Neste contexto, o IoT conecta estes objetos à Internet e entre si promovendo a comunicação e IA promove a interatividade com as pessoas entre usuários e dispositivos. Essas tecnologias representam uma solução em potencial para melhoria da vida das pessoas nos possibilitando uma grande quantidade de novas aplicações, com foco nas indústrias, comércio, segurança, cidades, saúde e automação de ambientes residenciais. Com isso abre uma demanda de questionários sobre os assuntos discutidos, bem como arquitetura do hardware, endereçamento, protocolos, projeto de software, projetos de ambientes entre outros. Nesse cenário será explicado seus conceitos, técnicas, ferramentas e aplicações associadas, o propósito do estudo é com este advento tecnológico propor as principais aplicações com o uso da IoT e IA em ambiente de automação residencial discutindo questões teóricas e práticas.

**Palavras chaves:** Internet das Coisas, Inteligência Artificial, Automação Residencial.

**ABSTRACT:** The internet of things (Internet of Things (IoT)) and artificial intelligence (AI) have promoted the diversity of intelligent objects with sensing capability, processing, management, interactivity, learning and communication. In recent years, the terms IoT and IA have grown to make the scenario even more attractive. In this context, IoT connects these objects to the Internet and to themselves promoting communication while IA promotes the interaction with people between users and devices. These technologies represent a potential solution to improve people's lives enabling several new applications, focusing on industry, trade, security, cities, health and automation of residential environments. Therefore, it opens a demand of questionnaires on the issues discussed as well as hardware architecture, addressing, protocols, software design, environment projects among others. In such scenario, concepts, techniques, tools and associated applications will be explained with the purpose of introducing the main applications that make use of IoT and IA in a home automation environment, discussing both theoretical and practical issues.

**Keywords:** Internet of Things, artificial intelligence, Home Automation.

## 1 INTRODUÇÃO

A Internet das Coisas (IoT – Internet of Things) e Inteligência Artificial (IA - Intelligence artificial) tem promovido a diversidade de objetos inteligentes com capacidade de sensoriamento, processamento, gerenciamento e comunicação. As técnicas usadas com base nesses conceitos na automação residencial nos proporcionam, segurança, conforto, entretenimento e interatividade. Muitos estudos e aplicações detectam eventos como a presença dos habitantes e suas ações, ou possuem sensores que conseguem capturar mudanças nas condições do ambiente, a estes eventos são aplicadas reações que estão previamente configuradas. O conceito de inteligência deve ir além de automatizar ou simplesmente aplicar regras pré-estabelecidas, devido a isso foi adicionado o estudo do IA, aplicado no IoT com o foco na automação residencial. Com isso abre-se um leque de estudos e desafios para demonstrar que os sistemas residenciais devem interagir com os habitantes da casa e aprender com seus comportamentos.

Na automação residencial são usados diversos hardwares, softwares que fazem uma residência ter ações pré-estabelecidas, usando somente IoT, ao adicionar IA o conceito evolui para Domótica Inteligente, o termo Domótica vem de uma junção, Domus (Casa) do latim com a expressão robótica. As informações obtidas pelos hardwares de uma residência, seja elas sensores, memórias e processamentos, devem ser estudadas e adaptadas de forma a criar regras de automação do ambiente ao comportamento dos habitantes. Os seres humanos vêm há muito tempo evoluindo com as mudanças, com isso é preciso está sempre pronto para uma adaptação, os nossos hábitos hoje podem não ser o mesmo amanhã, horários, atividades sempre mudam com o passar do tempo. Os estudos sobre estes conceitos demonstram que é possível construir uma residência realmente inteligente com capacidade de aprender seus comportamentos e hábitos.

Os dados coletados para adquirir conhecimento são variáveis, primeiramente é necessário determinar qual o melhor conjunto de dados, assim avaliando os métodos de aprendizagem, podemos citar alguns exemplos: Compreensibilidade, Eficiência, Precisão, Robustez e Requerimentos.

---

<sup>1</sup> Artigo científico apresentado a Faculdade DeVry Facimp no Curso de Sistemas de Informação, como requisito obrigatório para a obtenção de Título em Bacharel em Sistemas de Informação.

<sup>2</sup> Graduado em Sistemas de Informação da Faculdade de Imperatriz – DeVry Facimp.

<sup>3</sup> Orientador: Prof. Msc. Nonilton Alves de Satana.

O algoritmo em foco é o C4.5 ele gera uma árvore de decisão a partir dos dados coletados em função recursiva em dados particionados. A árvore é criada usando um roteiro de busca de profundidade (depth-first), o algoritmo testa todas as opções possíveis que podem dividir o conjunto de dados e seleciona a opção que resulta o maior ganho de informação.

O presente trabalho tem como objetivo geral propor um modelo de interconectividade de dispositivos em automação residencial a partir do paradigma inteligência artificial (IA) aplicada em internet das coisas (IoT). Os objetivos específicos se dividem em: A). Investigar os conceitos de Inteligência Artificial e Internet das Coisas, suas técnicas e ferramentas associadas; B). Avaliar possível cenário de integração entre Inteligência Artificial e Internet das Coisas; C). Identificar possíveis cenários de utilização do modelo proposto.

Em alguns anos, o crescimento exponencial no número de pessoas com acesso a computadores e internet tem chamado a atenção de grandes empresas. Segundo o (IBGE<sup>4</sup>, 2014) mostram que 36,8 milhões de casas estavam conectadas, o que representa 54,9% do total. Em 2013, esse índice era de 48%. O IBGE indicou ainda que a quantidade de internautas chegou a 54,4% das pessoas com mais de 10 anos em 2014. São 95,4 milhões de brasileiros com acesso à internet.

Segundo (Ashton, 2014), será possível acumular dados do movimento do corpo humano com uma precisão muito maior do que as informações obtidas hoje, a pesquisa foi desenvolvida pelo grande crescimento motivacional do termo “IA”, “IoT”, “Domótica”, usando o processo de aprendizado com uma árvore de decisão na automação residencial.

Segundo (Simon, 1983), O aprendizado automático é uma área de IA que busca métodos computacionais ligados a aquisição de novos conhecimentos e formas de organizar o conhecimento já existente.

Segundo (Sannapureddy, 2015), a internet das coisas pode ter características significativas dentro do processo de detecção de poluentes, calamidades naturais.

Podemos assim prevenir futuros desastres, monitorar fabricas, automóveis, rios, produtos químicos, minimizando a poluição do ar e da água.

---

<sup>4</sup> O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo tem por objetivo apresentar o referencial teórico da pesquisa e fundamentar as contribuições para os processos do estudo relacionado. Assim, buscando-se no campo do conhecimento as principais referências na definição de conceitos, dimensões e elementos, bem como a aplicação de modelos ou tipologias relacionadas à estudos e valores aplicados.

### 2.1 Inteligência Artificial

Para nos aprofundar no assunto precisamos primeiro entender, o que é ser inteligente? O que é ser artificial? Segundo (Larousse, 99), inteligente é dotado de inteligência, capaz de compreender, esperto, habilidoso. (Larousse, 99), diz que inteligência é a Faculdade de conhecer, de aprender, de conceber, de compreender, a inteligência distingue o homem do animal. Inteligência Artificial é o Conjunto de teorias e de técnicas empregadas com a finalidade de desenvolver máquinas capazes de simular a inteligência humana (Larousse, 99).

Um dos grandes pesquisadores Marvin Minsky e Herbert Simon se empenharam para descrever o cérebro humano em um computador. O termo inteligência artificial ou IA foi usado por McCarthy em 1956, esse termo a muito tempo deixou de ser ficção científica, hoje já temos vários robôs que simulam um ser humano, tanto na parte física quanto na parte intelectual.

Os sistemas inteligentes vêm em constante evolução, (Nikolopoulos, 97), se baseavam em uma arquitetura com: base de conhecimentos, módulo de explicação, motor de inferência, módulo de aquisição de conhecimentos e a interface com o usuário. Onde perceberam que a alimentação de conhecimentos não era automática, que necessitava de pessoas especializadas para alimentar sua base de conhecimentos.

Em uma segunda geração de sistemas especialistas foram adicionado o sistema de conhecimento automático, onde se ouve falar do aprendizado de máquina simbólico (symbolic machine learning).

No processo evolutivo do aprendizado simbólico foram marcados por algumas linguagens de programação, algumas delas: Prolog, Fortran, Cobol, Lisp.

Os seus principais métodos de aprendizado simbólico segundo (Kolodner, 93), (Quinlan, 92), (Nilsson, 98), (Goldberg, 89), (Mitchell, 97), são: Analogia, Instâncias, Evolução, Seleção, Reforço não Supervisionado, Bayesiano, Explicações e Indução.

O aprendizado é o principal motivo que levou o ser humano ter sua superioridade (SANCHES; GEROMINI, 2001), é o princípio da inteligência.

Segundo (Simon, 1983):

“Aprendizado denota mudanças no sistema, que são adaptáveis no sentido de que elas possibilitam que o sistema faça a mesma tarefa ou tarefas sobre uma mesma população, de uma maneira mais eficiente a cada vez.”

Essa definição nos dar uma dimensão da importância do aprendizado automático, e das mudanças que podem ocorrer, essas mudanças o sistema precisa está pronto para qualquer eventual adaptação, sempre com eficiência e com a maior precisão possível. As técnicas e ferramentas usadas para automatizar o processo de aprendizado automático são coletadas a partir de conjunto de banco de conhecimentos (MITCHELL, 1997).

O processo de aprendizado automático tem alguns desafios, um deles é criar softwares que tenha maior capacidade de aprender automaticamente com as experiências dotadas, para isso precisamos compreender os erros pertinentes no sistema de maneira certo, como prevenção (Mitchell, 1997).

Segundo (MITCHELL, 1997):

“Pode-se afirmar que um programa computacional é capaz de aprender a partir da experiência E com respeito a um grupo de tarefas T e segundo a medida de desempenho P, se seu desempenho nas tarefas T, medido segundo P, melhora com a experiência E.”

No paradigma do aprendizado automático vamos nos basear no modelo simbólico (BATISTA, 2003), onde as representações estão exportas de forma lógica, com árvore de decisão, rede semântica. Os algoritmos ID3 (QUINLAN, 1986) e C4.5 (QUINLAN, 1993) são usados para indução de árvores de decisão, bastante usados para pesquisadores que trabalham na área de inteligência artificial. A primeira versão do software para indução de árvore de decisão é creditada à (Morgan, 1993).

Os sistemas de aprendizado automático podem ser classificados em três categorias (OSÓRIO, 1999):

- ✓ Aprendizado supervisionado: é quando se já sabe o roteiro que o software vai seguir, assim é possível generalizar aplicando-se a qualquer entrada.
- ✓ Aprendizado não-supervisionado: é quando não há informações dos comportamentos dos dados, assim usa algoritmos que tentam organizar ou classificar, procurando padrões que consiga identificar.

- ✓ **Aprendizado Semi-supervisionado:** é a junção do supervisionado e não-supervisionado, realiza uma busca por resultados obtidos, atribuindo pontuação que podem medir a quantidade de erro e acertos, com isso é possível ajustar o melhor comportamento, buscando o melhor resultado.

## 2.2 Internet das Coisas

A ideia surgiu no ano de 1991, que tinha como objetivo discutir a conexão TCP/IP e a internet. Em 1999, Kevin Ashton do MIT propôs o termo “Internet das Coisas” e dez anos depois escreveu o artigo “A Coisa da Internet das Coisas” para o RFID Journal . De acordo com Kevin o objetivo da internet das coisas é conectar objetos do dia a dia a internet. (Pinheiro, 2014). Dados do ITU 2005, diz que a IoT representa o futuro da comunicação tecnológicas. Com este futuro tecnológico, (Valente, 2011) diz que esse paradigma tem como objetivo conectar o meio físico ao virtual, criando uma ponte entre esses acontecimentos.

Observando que os dados levantados não consideram o avanço rápido das tecnologias, internet ou dispositivos.

Segundo (Peter Hartwell, 2010):

"Com um trilhão de sensores integrados no ambiente, todos conectados por sistemas de computação, software e serviços, será possível ouvir a batida do coração da Terra, impactando a interação humana com o globo de forma profunda da mesma forma que a Internet revolucionou a comunicação". Fonte: Cisco IBSG, abril de 2011.

Segundo, (NIC , 2008), considera que a IoT como umas das seis tecnologias mais promissoras e que mais impactarão a nação no futuro bem próximo, prevê ainda que em 2015 todos os objetos do cotidiano (por exemplo, embalagens de alimento, documentos e móveis) poderão estar conectados à internet. (Almeida, 2008).

A (CES , 2015), demonstrou em um evento ao público as tecnologias dedicadas as casas inteligentes, aos carros inteligentes e aos ‘wearables’, ou dispositivos “vestíveis”. A ideia é que esses objetos sejam controlados por sistemas inteligentes. (Gomes, 2011).

---

Instituto de Tecnologia de Massachusetts (em inglês: Massachusetts Institute of Technology - MIT) é uma universidade privada de pesquisa localizada em Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos.

RFID Journal é uma empresa de mídia independente dedicada exclusivamente à identificação por radiofrequência (RFID) e suas aplicações de negócios.

União Internacional de Telecomunicações (UIT) (em francês: Union internationale des télécommunications; em inglês: International Telecommunication Union) é a agência da ONU especializada em tecnologias de informação e comunicação.

(Banafa, 2015), diz que a IoT apresenta algumas desvantagens, como questões de privacidade e segurança. Dispositivos domésticos inteligentes têm a capacidade de utilizar um monte de dados e informações sobre um usuário. Se esses dados caírem em mãos erradas poderão ser utilizados de forma fraudulenta ou maliciosa, trazendo riscos à segurança. (Teixeira, 2006).

Segundo (Inovação Tecnológica, 2015):

Estamos dando aos desenvolvedores um balcão único onde é fácil projetar e implementar aplicações da Internet das Coisas, fornecendo blocos de construção para que eles possam criar seus próprios aplicativos. Esperamos que a abertura desta porta ao reino dos desenvolvedores menores vá conduzia a uma maior inovação.

(SOUZA, 2013), diz que estudo de desenvolvimento de um sistema residencial inteligente baseado na Internet das coisas é possível integrar sensores de temperatura, sensores de luz, controlando o ar-condicionado e os sistemas de entretenimento da residência através da conexão da plataforma Arduino em conjunto com uma web service. Com esses equipamentos é possível automatizar uma residência, trazendo mobilidade, comodidade, conforto e entretenimento. O estudo também apresentara conteúdos para automatização de residências inteligentes não somente automáticas. Com o suporte do IoT é possível interligar objetos de uma residência a internet, possibilitando que esses objetos comuniquem entre si.

(Gartner, 2014), consultor americano diz que paradigma de IoT tem um amplo potencial que prevê bilhões de dispositivos estarão aptos a serem utilizados por aplicações em curto prazo de tempo. No que se refere a segurança, o sistema de IoT tem vulnerabilidades que vão dos componentes que passam a maior parte do tempo autônoma, facilitando o ataque físico. A maioria da comunicação é feito por wireless, tornando a espionagem extremamente simples. Com todos esses componentes comunicando entre-se, faz-se necessário a traçar estratégias de segurança para manter a integridade e privacidade dos dados disponibilizados.

## **2.2 Domótica Inteligente**

Antes de falar sobre Domótica Inteligente, vamos entender o que é Domótica, esse termo está relacionado em automatizar uma residência com instalações de equipamentos eletrônicos, com capacidade de processamento, gerenciamento e autopoder de aprendizado. Também pode existir outros termos para Domótica como: “Edifício Inteligente”, “Casa Inteligente”, “Ambiente Inteligente”, entre outros.

Esse termo tem grande aplicabilidade tecnológica, tendo como seu objetivo básico a comodidade, melhorando a qualidade de vida, automatizando trabalhos domésticos, aumentando o bem-estar, trazendo mais segurança e organizando diversos recursos domésticos que existem em uma residência (ANGEL, 1993).

Os sistemas domóticos necessitam de diversos dispositivos que precisam ser gerenciados, por que são vários processos que estão sendo executados, permitindo assim o maior controle de equipamentos sem perder o conforto adicionado (BOLZANI, 2004b).

Sistemas domóticos antigos eram poucos favoráveis, muito caro, não tinham padronizações, utilizavam funções básicas de sensores como: temperatura, umidade que transformam parâmetros físicos em sinais elétricos apropriados para que os sistemas domóticos possam analisá-los, também são usados atuadores que esses dispositivos eletromecânicos que tem suas funções alteradas conforme seus impulsos elétricos são recebidos, conectado a um controlador (BRETERNITZ, 2001).

Domótica inteligente tem como algumas características ter: memória, percepção de tempo, interação com habitantes, fazer várias funções, capacidade de auto reprogramação e correção. Para adicionar todos esses conceitos inteligentes e preciso utilizar algumas técnicas de inteligência artificial, como já foi mencionado anteriormente e será abordado com mais detalhe posteriormente. O termo está ligado a adaptação das regras, quanto ao comportamento dos habitantes das residências (TONIDANDEL; TAKIUCHI; MELO, 2004).

(BOLZANI, 2004a) apresentou um simulador que controla dispositivos residenciais inteligentes. Fica bem clara que os dispositivos inteligentes têm autonomia de desenvolver uma tarefa básica e trocar informações com os dispositivos.

(SIERRA et al, 2005) usa técnicas de indução para o conhecimento de técnicos em automação em edifícios, gerando regras que serão utilizadas em um sistema simulador para criar um edifício energeticamente eficiente.

Um dos artigos com maior relevância com relação a Domótica inteligente The Intelligent Room Project (BROOKS, 1997), do MIT<sup>1</sup>, que descreve informações sobre uma sala inteligente, fazendo uso de técnica em reconhecimento de voz, visão computacional, auxiliando os habitantes em algumas tarefas, esse projeto como foco na interação homem e máquina.

(ENG et al, 2002), apresenta um sistema que modifica dinamicamente um ambiente residencial com diálogos com os habitantes em um sistema artificial.



(RUTISHAUSER; SCHÄFER, 2002b) apresenta um modelo de sistema domótica inteligente baseado em lógica Fuzzy e multi-agentes. O trabalho fala acerca da adaptação dos sistemas ao comportamento dos habitantes, que podem ser dinamicamente alteradas de acordo com as mudanças, usando a política de punição e recompensa. Tendo em vista que o sistema foi testado em um ambiente real, e teve êxito no processo. Com todo avanço tecnológico usado nesse contexto, tem muitos desafios que precisam ser quebrados, como a forma que o sistema interage com os habitantes de forma geral, ou seja, não avalia de forma específica, também abre um espaço para criar novas regras que possam ser usadas no processo de aprendizado, não apenas as existentes e sim as que forem adicionadas com o passar do tempo de forma automática.

Uma residência inteligente deve-se interagir, aprender, executar, automatizar um processo, o sistema precisa estar pronto a tomar decisões importantes que envolve desde do bem-estar dos habitantes até o gerenciamento dos dispositivos. Os seres humanos mudam, se movem, falam, gesticulam, tem modos, mais não precisam se adaptar as residências e sim as residências adaptar com os comportamentos dos habitantes. A intervenção é importante, sempre que possível, mais com o passar do tempo, tende a diminuir, permitindo que qualquer pessoa possa utilizar o sistema com menor familiarização.

A qualidade de vida está associada ao bem-estar das pessoas, (FERREIRA, 2010) fala que a inclusão de tecnologias modernas através de ambientes inteligentes tende a melhorar significativamente a vida das pessoas, tendo em vista que esses seguimentos vêm evoluindo a cada dia.

Segundo (Werneck, 1999, p. 132):

Depois de o público conhecer uma residência automatizada, não haverá como retroceder, toda a cadeia de concepção da moradia, (a arquitetura construção etc.), evoluirá, e, principalmente, o ocupante do imóvel. Assim, deverão ser necessários vários profissionais que, interagindo, permitirão o real desenvolvimento das técnicas da domótica.

### **3 REFERENCIAL METODOLÓGICO**

Após reflexões fundamentais acerca da importância de se estabelecer uma metodologia adequada e favorável a compreensão do estudo da automação residencial foi adicionada tecnologias como: internet das coisas, inteligência artificial, domótica inteligente; com o intuito de estabelecer um material metodológico para possíveis implementações de residências inteligentes feito por esse estudo.

---

<sup>1</sup> Instituto de Tecnologia de Massachusetts (em inglês: Massachusetts Institute of Technology – MIT)

O método dedutivo, utilizando-se da pesquisa bibliográfico-documental, tem como objetivo revisar as teorias que norteiam o trabalho científico, facilitando a identificação e seleção dos métodos e técnicas a serem utilizados, investigando minuciosamente em busca do conhecimento e base fundamental para o todo de uma pesquisa.

Conforme esclarece Boccato (2006, p. 266),

A pesquisa bibliográfica busca a resolução de um problema (hipótese) por meio de referenciais teóricos publicados, analisando e discutindo as várias contribuições científicas. Esse tipo de pesquisa trará subsídios para o conhecimento sobre o que foi pesquisado, como e sob que enfoque e/ou perspectivas foi tratado o assunto apresentado na literatura científica. Para tanto, é de suma importância que o pesquisador realize um planejamento sistemático do processo de pesquisa, compreendendo desde a definição temática, passando pela construção lógica do trabalho até a decisão da sua forma de comunicação e divulgação.

Segundo (Minayo e Sanches, 1993), o conhecimento científico sempre decorre como a busca de estratégias entre teoria e realidade, tendo como o guia o método, a principal maneira de se articular e fundamentar o conhecimento.

O estudo se estendeu por dois semestres, com delimitação do tema e problema, levantamento bibliográfico, fontes de pesquisas, leitura, sumarização e redação. No decorrer dos estudos foram encontrados diversos desafios, como: delinear o tema com o problema, pois há vários estudos que mostram uma residência automática, porém não inteligente, como isso foi feito investigações em várias plataformas de pesquisa para compreender quais métodos seria utilizado para resolver o problema estabelecido. Também no amplo da pesquisa foram questionados alguns fatores que o sistema pode ocorrer, envolvendo tanto na segurança quando a usabilidade do mesmo, pois quando se trata de tecnologias pequenas e autocorretivas. No processo de avaliação, a pesquisa foi feita com êxito no que se refere ao estudo feito na análise e discussão, tomando um material recheado de metodologias para uma possível implementação ou base de conhecimento. Levando em conta todo material citado, tecnologias, dispositivos eletrônicos, algoritmos, softwares, entre outros.

#### **4 RESIDÊNCIAS INTELIGENTES**

As residências estão tomando um rumo bem promissor quando se trata de infraestrutura, conforto, comodidade, segurança, autonomia e economia. Já mencionado (Bolzani, 2010), existem vários fatores que levaram o interesse socioeconômicos sobre o complexo ambiente residencial inteligentes, um deles é a busca de métodos mais eficientes de uso de energia e recursos naturais. O ambiente tem capacidade de gerenciar eventos naturais, como: mudanças de temperatura, umidade, luminosidade, som, gás, movimentos, entre outros. Ainda podendo optar em adicionar ou remover uma regra. Também restringindo acessos, dando

autonomia há ambientes de acordo as personalidades de seus habitantes, com possibilidades de adaptação dos mesmos. No decorrer dos discursões serão apresentadas as principais ferramentas utilizadas na automação residencial, dando ênfase a domótica inteligente.

#### 4.1 Ferramentas

As ferramentas usadas na construção de residências inteligentes são variadas, envolvendo desde softwares á hardwares, como por exemplo: sensores, atuadores, placas Arduino, zigbee, FRID e algoritmos como C4.5.

#### 4.2 Sensores

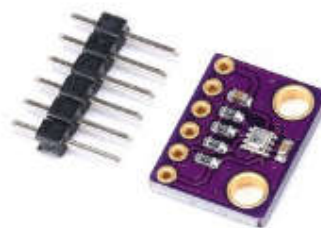
Os sensores são dispositivos que respondem a estímulo físico ou químico, esse termo e usado para descrever alguma sensibilidade energética á ambientes que podem ser térmicas, cinéticas e luminosas, trazendo informações que podem ser medida, como: velocidade, pressão, corrente, aceleração, posição, temperatura, entre outros.

Pode-se destacar alguns sensores que podem ser usados em uma residência, como por exemplo:

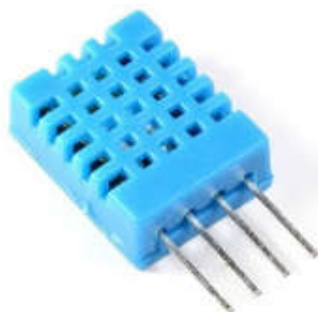
- **Sensores de luz:** sensor de imagem, sensor fotodiodo.
- **Sensores de som:** microfones, hidrofone, sensores sísmicos.
- **Sensores de temperatura:** termômetros, termopares, termístores, bimetálicos, termostatos.
- **Sensores de calor:** bolometro, calorímetro.
- **Sensores de radiação:** contador Geiger, dosímetro.
- **Sensores de resistência elétrica:** ohmímetro.
- **Sensores de corrente elétrica:** galvanômetro, amperímetro.
- **Sensores de tensão elétrica:** electrómetro, voltímetro.
- **Sensores de potência elétrica:** wattímetro.
- **Sensores magnéticos:** compasso magnético, compasso de fluxo de porta, magnetômetro, dispositivo de efeito Hall.
- **Sensores de pressão:** barômetro, barógrafo, pressure gauge, indicados da velocidade do ar, variômetro, por Ressonância.
- **Sensores de fluxo de gás e líquido:** sensor de fluxo, anemômetro, medidor de fluxo, gasômetro, aquômetro, sensor de fluxo de massa.
- **Sensores de nível de líquido e sólido:** sensor de nível, medidor de líquido, sensor de nível de grão.
- **Sensores químicos:** eletrodo ion-selectivo, eletrodo de vidro para medição de pH, elétrodo redox, sonda lambda.
- **Sensores de movimento:** arma radar, velocímetro, tacômetro, hodômetro, coordenador de giro.
- **Sensores de orientação:** giroscópio, horizonte artificial, giroscópio de anel de laser
- **Sensores mecânicos:** sensor de posição, selsyn, chave, strain gauge.
- **Sensores de proximidade:** Invólucros cilíndricos, retangulares, Polaridade reversa e proteção contra curto circuito.



*Sensor de Pressão e Temperatura Bmp280*



*Sensor de Pressão e Temperatura Bmp280*



*Sensor de Umidade e Temperatura DHT11*



*Sensor de Gás MQ-2 Inflamável e Fumaça*



*Sensor de Temperatura DS18B20 a Prova D'água*



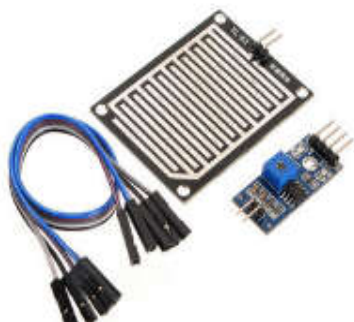
*Sensor de Corrente Não Invasivo 20A SCT-013*





*Sensor de Movimento Presença PIR*



*Sensor de Proximidade Indutivo NPN 6-36V*



<i>Sensor de Chuva</i>	<i>Sensor de Vibração SW-420</i>
	
<i>Sensor de Luz LDR</i>	<i>Sensor de Chama Fogo</i>
Fonte: Felipeflop <sup>11</sup>	

### 4.3 Atuadores

Os atuadores são elementos que produzem movimentos, comandados por equipamentos que podem ser manuais, elétricos ou mecânicos. Os atuadores transformam a energia em movimentos, também chamados de energia cinética, eles podem ser classificados em três categorias.

Atuadores Elétricos	Atuadores Hidráulicos	Atuadores Pneumáticos
 Reles da bomba elétrica	 Cilindro hidráulico	 lineares
 Resistores	 Atuadores Hidráulico	 Pneumáticos

 <p>Eletroímãs</p>	 <p>Atuadores Hidráulico</p>	 <p>Pneumático</p>
 <p>Lâmpadas</p>	 <p>Atuadores Hidráulico</p>	 <p>Pneum</p>
 <p>Alarmes sonoros</p>	 <p>Motor tipo gerator</p>	 <p>Pneumático</p>
 <p>Motores CC</p>	 <p>Motor de Pistão</p>	 <p>Pneumático</p>
<p>Fonte<sup>12</sup>: Alfamatec, Parker</p>		

<sup>11</sup> FELIPEFLOP: <http://www.filipeflop.com/sensores-ct-41d97>

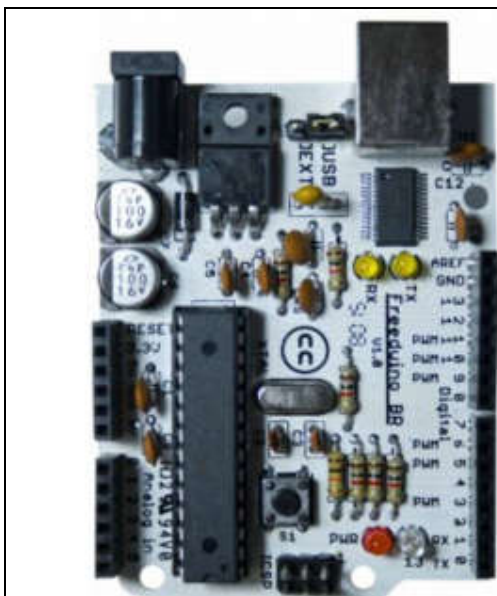
<sup>12</sup> Alfamatec: <http://www.penaeng.com.br/catalogos/parker/treinamento/cilindro-hidraulico-atuador-rotativo-motor-hidraulico> <sup>12</sup> Parker: <http://alfamatec.com.br/artigos-atuadores-pneumaticos-lineares/>

#### 4.4 Placas Arduino

(SOUZA e Anderson, 2011), fala que a placa Arduino é baseada no microcomputador, tornando muito mais versátil, dando funções que vai além de uma interface que controla um dado, ainda podendo controlar vários dispositivos sozinho, denominado como aplicação robótica ou embarcada.

O Arduino é uma plataforma open-source de hardware, onde nos dar uma utilização fácil, permitindo uma interação com ambientes, dando suporte de entrada em sensores como: som, luz, temperatura, gás, entre outros. Já como entrada, dar apoio a leds, motores, displays, autôfalantes, entre outros.

Na parte de software utilizado no Arduino é bem simples e amigável, utiliza a linguagem Processing, baseada na linguagem C/C++, também open-source. Podemos destacar algumas placas arduino que podem ser utilizadas em automação residencial, como por exemplo:



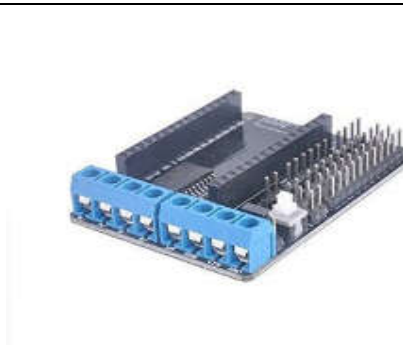
Placa Freeduino-BR



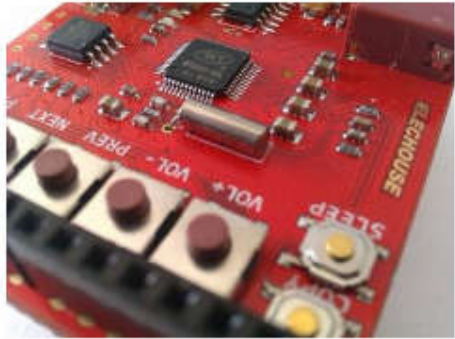

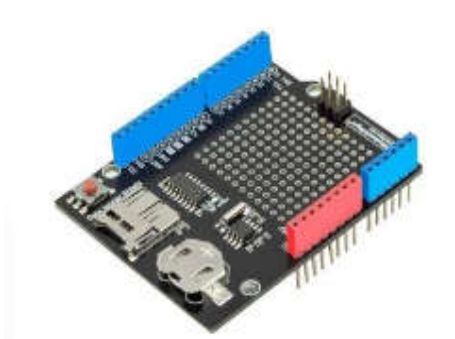


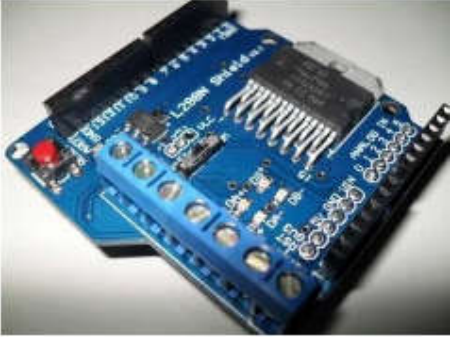
Shield Automação e Alarme residencial V5



Sim808 GPS / GSM



Motor shield ESP8266 / NodeMCU

 <p>MP3 Shield</p>	 <p>Display LCD Oled, sensor temperatura</p>
 <p>RTC SD card datalogger Shield</p>	 <p>Xbee Explorer</p>
 <p>Screw Shield – Bournes</p>	 <p>Motor Shield L298N</p>
<p>Fonte: Projeto Arduino<sup>13</sup></p>	

As placas arduino tem um custo baixo, onde pode ser feito projeto de automação residencial com grandes características, como automatizar toda parte de luz de uma residência, automatizar todo sistema de água, trazendo uma maior economia, ainda podendo criar um sistema de irrigação simples com grandes efeitos, tanto na parte de economia quanto na parte de produtividade.

<sup>13</sup> Projeto Arduino: <https://www.projetoarduino.com.br/>



## 4.5 Zigbee

O Zigbee é uma tecnologia que surgiu em maio de 2003, foi desenvolvida para a comunicação em redes sem fio, onde tem como principal característica a simplicidade na instalação, configuração e manutenção. Também tem como destaque a sua aquisição barata.

(Teixeira, 2006), o Zigbee tem como padrão IEE 802.15.4 que é utilizado para automação industrial e residencial, esse padrão também é usado em sensores rurais, controladores periféricos, controles remotos e em alguns produtos eletrônicos.

(Pinheiro, 2014), destaca que as faixas utilizadas são 2,4 GHz – Global, 915 Mhz – América e 868 Mhz – Europa. As taxas de transferências correspondiam à 250 Kbps, 40 Kbps e 20 Kbps.

Assim como outros padrões, Zigbee tem cinco camadas, como ilustra a descrição abaixo:

APLICAÇÃO / PERFIL	USUÁRIO
SUPOORTE A APLICAÇÃO	ZIBEE ALIANCE
REDE (NWK) / SUGURANÇA (SSP)	
MAC	IEEE 802.15.4
PHY	

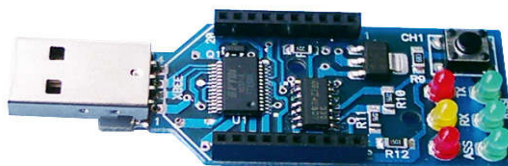
Fonte: Teleco<sup>14</sup>

A camada física tem como objetivo supri a necessidade que se tinha a interfaces de baixo custo, sem tirar a qualidade com um desempenho favorável, tudo isso graças a técnica de transmissão de Sequência Direta (DSS). A camada MAC tem como objetivo permitir topologias múltiplas com baixa complexidade, como por exemplo, o gerenciamento de vários dispositivos sem a necessidade de colocá-lo em espera, onde esse fator ocorre em algumas tecnologias sem fio. Na camada de Rede, tem como finalidade ter uma rede que podem ser expandidas sem a necessidade de equipamentos que transmitam uma potência mais elevada. Na camada de NWK, tem como objetivo balancear os custos das unidades em aplicações específicas, como por exemplo, o consumo das baterias, isso ocorre porque utiliza um algoritmo que permite a implementação de pilha de protocolo (Pinheiro, 2011).

<sup>14</sup> Teleco: [http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialzigbee/pagina\\_3.asp](http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialzigbee/pagina_3.asp)

### 4.5.1 CON-USBEE



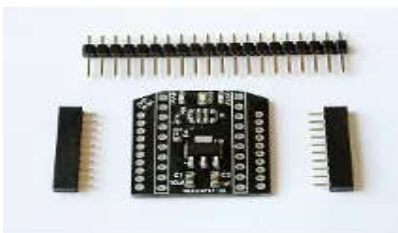

A placa de conexão CON-USBEE, consegue facilmente conectar ao Zigbee através da porta USB de um computador, onde o mesmo usa o chip conversor USB/Serial que por intermédio do LDO (Baixa queda de tensão), consegue regular a tensão. Ao instalar o CON-USBEE no computador o sistema operacional cria uma porta COMx virtual, assim é possível se conectar com a placa usando a comunicação serial padrão (Gomes, 2011).



COM-USBEE

Fonte: <https://multilogica-shop.com/adaptador-con-usbbee-descontinuado>

Alguns Exemplos de módulos Zigbee que são usados para conexão entre dispositivos.

 <p>Xbee S2 - Zigbee Antena U.fl - Arduino E Raspberry</p>	 <p>Módulo Sem Fio Módulo Xbee Zigbee Escudo Rf(shield)</p>
 <p>Xbee Placa Com Regulador De Voltagem Breakout</p>	 <p>Módulo Sem Fio Zigbee Xbee Pro S2b 63 Mw Rpsma Antena</p>
<p>Fonte: <a href="https://goo.gl/uPv2q6">https://goo.gl/uPv2q6</a></p>	

## 4.6 FRID

(Almeida, 2008), o termo FRID em inglês, Radio Frequency Identification, ou identificação via radiofrequência, tem como principal objetivo identificar ou rastrear pessoais e objetos. Essa tecnologia em poucos tempos irar substituir o código de barra e outras soluções tecnológicas, com vantagens de não necessitar de um leitor apontando para o objeto, isso é feita de forma automática, onde os objetos comunica-se entre si, identificando suas origens e coordenadas de forma prática e rápida.

Os identificadores são usados para anexar dados aos objetos com capacidade de armazenar e transmitir as informações cadastradas. O tipo do material do identificador pode ser variado de acordo com a necessidade, exemplo: PVC, vidro, papel autoadesivo, chaveiros, etiquetas, cartão de crédito, entre outros.



*Identificadores FRID, tags.*

Fonte: <http://www.rfidbr.com.br/index.php/tags-rfid.html>

Os identificadores podem ser classificados em três categorias, sendo elas, ativos, passivos ou semi-passivos.

- Identificador passivo: esse tem como principal característica a espera pela ativação dada pelo leitor, que ao mandar a ativação via radiofrequência, inicia-se a troca de informações, outra característica é que não possui bateria interna.
- Identificador ativo: tem como característica a utilização de bateria interna, processador, memória, sensores.
- Identificador semi-passivos: tem característica dos dois anteriores, possui bateria interna, mais necessita de comandos do leitor para iniciar a troca de informação.

Os identificadores podem se comunicar com os leitores, possibilitando a troca de informações de duas formas:

- Full-duplex (FDX) é quando a comunicação é feita simultânea, o leitor e o identificador podem conversar ao mesmo tempo.
- Half-duplex (HDX) é quando eles podem conversar um por vez, como é feito a comunicação em conversas via rádio.

Já a parte de segurança, que garante a comunicação dos dispositivos é feito via chaveamento, que se divide em três tipos:

- ASK, chaveamento de alteração de amplitude, onde tem como parâmetro a variação da amplitude da onda.
- FSK, chaveamento de alteração de frequência, tem como principal a variação da frequência da onda.
- PSK, chaveamento de alteração de fase, tem como variação das distâncias entre as ondas.

Os leitores podem ter diversas formas, desde os portáteis até o outro tipo túnel ou portal.



*Leitores FRID*

Fonte: <http://nimaltecnologia.com.br/equipamentos/rfid/>

Os middleware RFID são os softwares que tem como função, disponibilizar a conectividade com os leitores, com uma interface de gerenciamento para os leitores, as informações coletadas pelos RFIDs são processadas de forma bruta e repassadas para o middleware que serão utilizadas na aplicação.

#### 4.7 Algoritmo C4.5

Como já foi mencionado (Quinlan, 1993) anteriormente, o algoritmo C4.5 é um sistema de aprendizado que tem como objetivo construir árvore de decisão, com base em um conjunto de exemplos. Esse algoritmo faz parte de um estudo que utiliza um método indutivo de aprendizado automático supervisionado não incremental.

Exemplo de pseudocódigo do algoritmo C4.5 usado para construir uma árvore de decisão em um modelo de exemplos.

Função C4.5  
 (R: conjunto de atributos não classificadores,  
 C: atributo classificador,  
 S: conjunto de treinamento) devolve uma árvore de decisão;

Início  
 Se S está vazio,  
     devolver um único nó com Valor Falha;  
 Se todos os registros de S têm o mesmo valor para o atributo classificador,  
     devolver um único nó com tal valor;  
 Se R está vazio, então  
     devolver um único nó com o valor mais frequente do atributo  
     classificador nos registros de S [Nota: existirão erros, isto é,  
     registros que não estarão bem classificados neste caso];  
 Se R não está vazio, então  
      $D \leftarrow$  atributo com maior Proporção de Ganho(D,S) entre os atributos de R;  
     Sejam  $\{d_j \mid j=1,2, \dots, m\}$  os valores do atributo D;  
     Sejam  $\{S_j \mid j=1,2, \dots, m\}$  os subconjuntos de S correspondentes aos  
     valores de  $d_j$  respectivamente;  
     devolver uma árvore com a raiz nomeada como D e com os arcos nomeados  
      $d_1, d_2, \dots, d_m$  que vão respectivamente às árvores  
     C4.5(R- $\{D\}$ , C, S $_1$ ), C4.5(R- $\{D\}$ , C, S $_2$ ), ..., C4.5(R- $\{D\}$ , C, S $_m$ );

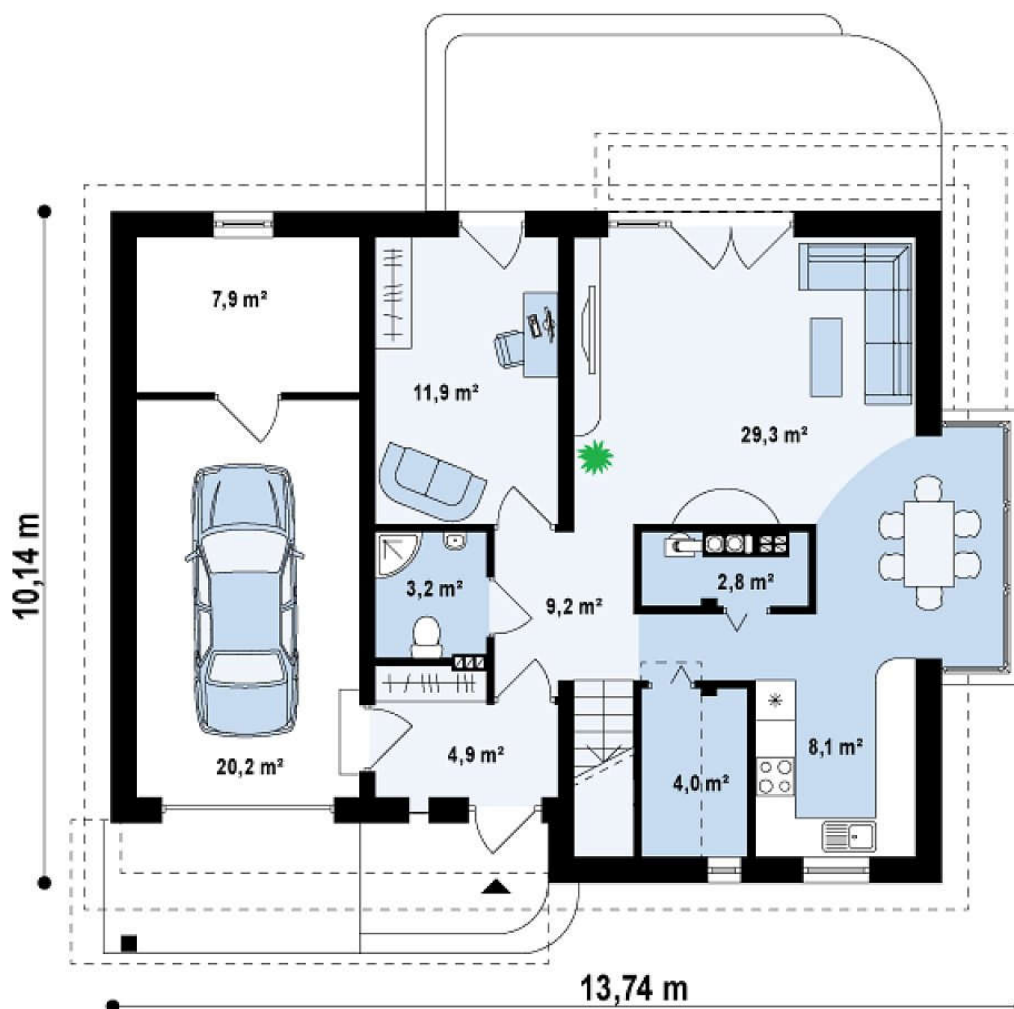
Fim

Algoritmo C4.5 (Quinlan, 1993).

Esse algoritmo tem como característica criar uma descrição dos dados testados em uma árvore de decisão, onde os atributos e os classificadores recebem um valor onde serão processados.

Na prática, os sensores, atuadores, RFIDs, placas arduino, ao receber um valor seja ele ocasionados pelos habitantes de uma casa ou não, são repassadas ao algoritmo C4.5 onde será gerado um evento que possivelmente será analisado, onde pode ser armazenado em banco de dados ou não, dependendo da natureza do evento que está pré-configurada no algoritmo. A partir dessas solicitações serão criadas regras e classificadas como ativa que serão usados posteriormente assim que solicitarem, sejam pelos hábitos dos moradores ou solicitação manual.

#### 4.8 Modelo da Casa Inteligente



Fonte: [http://www.proyectosdecasas.es/files/images/thumb\\_Z234\\_rzut1\\_0.png](http://www.proyectosdecasas.es/files/images/thumb_Z234_rzut1_0.png)

- D1 – FRID no portão e no carro, onde abertura seria automática ao se aproximar;
- D2 – CPU para gerenciamento e processamento dos sensores, atuadores e algoritmo;
- D3 – SENSORES para luz, incêndio, água;
- D4 – ATUADORES para abertura e fechamento de janelas;
- D5 – PLACAS ARDUINO interligadas a TV, ar condicionado possibilitando o controle por smartphone;
- D6 – Algoritmo C4.5 no servidor instalado com suporte web para o processamento das informações repassadas pelos sensores e atuadores;
- D7 – Sistema com usabilidade fácil para adicionar ou remover uma regra.

O modelo de aplicabilidade pode ser feito em planta com toda arquitetura estruturada ou adicionar as ferramentas em uma casa já existente com sua estrutura básica, claro que nesse caso a estrutura precisara passar por algumas adaptações para que seja adicionado os dispositivos com suas respectivas funções, tendo com benefícios o conforto, a comodidade, automação de processos, entre outros. As pessoas com necessidades especiais podem ser beneficiárias dessa tecnologia, onde pode ser automatizado uma tarefa que necessite de algum comando específico onde a pessoa com necessidade especial, seja motora ou física, pudesse facilmente fazer algum estímulo para que essa função fosse ativada e assim a tarefa era executada.

Um outro ponto bem interessante na implementação dessas tecnologias seria nas escolas ou estabelecimentos públicos, onde teria como pontos de apoio para as pessoas com necessidades visuais, auxiliando no ensino e processo de adaptação dos alunos. Como por exemplo: A escola seria toda mapeada com sensores RFID que teria todos os pontos das escolas, como: banheiro, salas de recursos, diretoria, pátios, onde os alunos deficientes visuais teria uma pulseira que respondesse a estímulos, com um sintetizador de voz embutido para indicar a cada setor estabelecido com indicações vibração a esquerda, direita, frente e trás, dando coordenadas que pudesse instruir a pessoa até no seu destino estabelecido. Assim teria uma contribuição de acessibilidades tecnológicas para pessoas com necessidades visuais em estabelecimentos públicos.

Empresas que atuam nesse seguimento no Brasil a pelo menos 23 anos, fazem orçamentos que podem variar de 10 a 20 mil reais de acordo as necessidades de implementações, criando um ambiente básico automatizado como: som, cortinas, televisão, ar condicionado, entre outros. Hoje existem várias formas de deixar uma residência com aspectos automático, seja pelos estudos já publicados ou por terceiros, empresas como a Tecsul<sup>1</sup> que oferece esse serviço.

Todo e qualquer cômodo de uma residência pode ser automatizado, quebrando uma barreira sociocultural. Hoje já é realidade o processo de automação de residências inteligentes que tem um papel fundamental no bem está das pessoas, provocando um estilo de vida muito mais confortável e criativo de vivenciar aquilo que está ao seu redor.

---

<sup>1</sup> Tecsul: <http://www.tecsul.com.br/>

## 5 CONCLUSÃO

Com base no que foi proposto, o trabalho destacou as principais tecnologias utilizadas na automação residencial com ênfase em domótica inteligente, após uma análise das tecnologias apresentadas, ficou bem claro o quanto essas ferramentas podem ajudar no processo de automação, criando um ambiente inteligente com capacidade de aprendizado e alto poder de execução, demonstrando uma total liberdade para os habitantes escolher a melhor opção de processamento que se adeque as suas necessidades.

O estudo ainda mostrou os principais periféricos que podem ser usadas no processo de automação residencial e suas aplicabilidades. Dando uma maior sustentabilidade em toda a análise criada. Periféricos que pode ser comprado em custo bem baratos, como zigbee, com fácil manuseio e aplicabilidade.

O modelo de aplicabilidade proposta podem tomar grandes proporções, assim como foi citado, tendo como finalidade em ajudar pessoas que necessitam de auxílio da tecnologia para realizar uma determinada tarefa. Tomando desafios que podem ser executados como trabalhos futuros, tendo como contribuição na sociedade corrente. Ainda deixando um modelo para implementação de residência inteligentes para estudo de caso como parte prática deste estudo.

Com tudo, essas tecnologias estão em constante evolução, tomando como base a criação de novas estudos sobre o tema é de suma importância para área. Abrindo um leque de informações que prestadas fiquem cada vez mais eficazes e com menos dificuldades de serem entendidas, contribuindo assim para a comunidade acadêmica e sociedade.



## REFERÊNCIAS

ANGEL, P. M. **Introducción a la domótica; Domótica: controle e automação.** Escuela Brasileño-Argentina de Informática. EBAI. 1993.

AHMED BANAFI. "How the Internet of Things is shaping modern business" (2015). Disponível em: <https://works.bepress.com/ahmed-banafi/52/>.

ASHTON, Kevin .**Internet das Coisas,nova revolução da conectividade.** Porto Alegre:2014. Inovação em Pauta, Porto Alegre, n. 18, p. 6-9, 14 dez. 2014.

ATZORI, L Iera A Morabito G. L. Atzori et al./Computer Networks 54 (2010) 2787–2805. **THE INTERNET OF THINGS: A SURVEY.**

BOCCATO, V. R. C. **Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo Científico como forma de comunicação.** Rev. Odontol. Univ. Cidade São Paulo, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006.

BRETERNITZ, J. V. **Domótica: as casas inteligentes.** Disponível em: <http://www.widebiz.com.br/gente/vivaldo/domotica.html>. 2001.

BROOKS, A.R. **The intelligent Room Project. In: 2th International Cognitive Technology Conference (ICT'97).** Proceedings. Aizu, Japão. 1997.

BOLZANI, C.A.M. **Desenvolvimento de um simulador de controle de dispositivos residenciais inteligentes: uma introdução aos sistemas domóticos.** São Paulo, Dissertação (mestrado), Universidade de São Paulo. 2004a.

CES, **2015 CES INNO V A TION A W ARDS.** Disponível em: [http://content.ce.org/PDF/2015\\_CES\\_Innovations\\_Awards.pdf](http://content.ce.org/PDF/2015_CES_Innovations_Awards.pdf).

DAVE EVANS, **A Internet das Coisas Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo.**2011. Disponível em: [http://www.cisco.com/c/dam/global/pt\\_br/assets/executives/pdf/internet\\_of\\_things\\_iot\\_ibsg\\_0411final.pdf](http://www.cisco.com/c/dam/global/pt_br/assets/executives/pdf/internet_of_things_iot_ibsg_0411final.pdf).

DAVID J. Gunkel. Galaxia (São Paulo, online), ISSN 1982-2553, n. 34, jan-abr., 2017, p. 05-19. **COMUNICAÇÃO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: NOVOS DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA A PESQUISA EM COMUNICAÇÃO.**

DE K RODRIGUES, O Kalil F 2013. **TECNOLOGIA E O FUTURO: INTERNET DAS COISAS, MICROCONTROLADORES E WEBSERVICES.**

DO J MOREIRA, M Beleza R Janeiro de 2009. **Sistema Integrado de Segurança e Domótica.**

DE R BERNINI, A Ferro E Santos D. **HABITAÇÕES INTELIGENTES PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA E DE MELHOR IDADE BASEADA NO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA.**

DE SOUZA, Anderson R. et al. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 2011, 1702.

DE ALMEIDA, JANY DANTAS. **ETIQUETAS INTELIGENTES: ESTADO DA ARTE E QUESTÕES ÉTICAS**, 2008.

ENG, K. et al. Ada: **Constructing a synthetic organism. In IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and System (IROS 2002).** Proceedings. Lausanne. Suíça.

FERREIRA, V.Z.G. **A domótica como instrumento para melhoria da qualidade de vida dos portadores de deficiência.** Trabalho de conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológica da Paraíba. João Pessoa, PB, 2010.

GARTNER, 2014. **“Gartner says 4.9 billion connected ‘things’ will be used in 2015”**, <http://www.gartner.com/newsroom/id/2905717>.

GOLDBERG, D. E. **Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning.** Addison-Wesley Publishing. 1989.

GOMES, Hugo Gabriel Lins. **Automação residencial usando tecnologia IEEE 802.15. 4 Zigbee.** 2011.

HENRIQUE, F Thiago G Tsai T Paulo S 2007. **Projeto e Implementação de um sistema de identificação por RFID para uma aplicação de automação residencial.**

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA 2015, Estratégia Nacional de Ciência, **Tecnologia e Inovação 2012 – 2015**. Disponível em: [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0218/218981.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0218/218981.pdf).

IBSG, C Dave Evans A 2011. **A INTERNET DAS COISAS COMO A PRÓXIMA EVOLUÇÃO DA INTERNET ESTÁ MUDANDO TUDO**. Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG).

ITU, **releases 2015 ICT figures**, <http://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>.

Kolodner, J. (1993) “Case-Based Reasoning”. San Mateo: Offices.

LUÍS, R Santos D 2014. **INTERNET DAS COISAS E 6LoWPAN**. Especialização Em Configuração E Gerenciamento De Servidores E Equipamentos De Rede.

LAROUSSE. **Grande Enciclopédia Larousse Cultural**. Editora Nova Cultural, 1999.

MINAYO, M. C. S.; SANCHES, O. **Quantitativo-qualitativo: oposição ou Complementaridade?** Cad. Saúde Pública, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 239-262, 1993.

MOTA, R. P. B.; Batista D Journal Article. 31 Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos – SBRC 2013 2013 pp: 297-310. **Um mecanismo para garantia de QoS na Internet das Coisas com RFID**.

MITCHELL, Tom M. **Machine Learning**. McGraw-Hill, 1997. Web: <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs.cmu.edu/user/mitchell/ftp/tomhome.html>.

NIKOLOPOULOS, Chris. Expert Systems – **Introduction to First and Second Generation and Hybrid Knowledge Based Systems**. Marcel Dekker Inc. Press. 1997.

NILSSON, Nils J. **Artificial Intelligence: A New Synthesis**. Morgan Kaufmann Publishers. 1998. Web: <http://robotics.stanford.edu/people/nilsson/mlbook.html>.

NIC (2008) “National Intelligence Council, Disruptive Civil Technologies – **Six Technologies with Potential Impacts on US Interests**, Conference Report CR. [http://www.dni.gov/nic/NIC\\_home.html](http://www.dni.gov/nic/NIC_home.html).

PIZZANI L Cristina Da Silva R Faria Bello S Piumbato M Hayashi I (101) pp: 53-66. **A ARTE DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA NA BUSCA DO CONHECIMENTO THE ART OF LITERATURE IN SEARCH OF KNOWLEDGE**.

PINHEIRO, José Maurício S. As redes com zigbee. **Projeto de Redes**, v. 27, 2004.

QUINLAN, J. R. C4.5- **Programs for Machine Learning**. Morgan Kauffman Publishers. San Mateo, CA. 1993. Web: <http://www.cs.su.oz.au/People/quinlan.html>.

RUTISHAUSER, U; SCHÄFER, A. **Adaptative Building Automation: A multi-agent approach. Research project**. University of Applied Science Rapperswil. Suíça. 2002a, 2002b.

ROMERO, P Quinderé F; 2009 janeiro/2009. **Casa Inteligente – Um Protótipo de Sistema de Automação Residencial de Baixo Custo**.

ROBERTO, Magalhães Pessoa C George Leal Jamil Colaboradores D Geremias T Henrique da Silva Santos P Marcio Figueiredo Rosa M Bento da Silva T. **A INTERNET DAS COISAS: SERÁ A INTERNET DO FUTURO OU ESTÁ PRESTES A SE TORNAR A REALIDADE DO PRESENTE?**

SGARBI, Julio André Domótica Inteligente: **Automação Residencial Baseada em Comportamento** / Julio André Sgarbi – São Bernardo do Campo, 2007. 107 f.: il. Dissertação de Mestrado – Centro Universitário da FEI.

SANTOS, B Silva L Celes C Neto J Peres B Augusto M Vieira M Vieira F Goussevskaia O Loureiro A. **CAPÍTULO 1 INTERNET DAS COISAS: DA TEORIA À PRÁTICA**.

SILVEIRA, S587p Carlos Eduardo da Rosa da, 1991- **PROPOSTA DE AUTOMATIZAÇÃO DE UNIDADE DE INFORMAÇÃO A PARTIR DA INTERCONECTIVIDADE DA INTERNET DAS COISAS** / Carlos Eduardo da Rosa da Silveira. – Florianópolis, 2015. 45f. ; 30cm.

SIMON, R. **Psicologia Clínica Preventiva: Novos Fundamentos**. São Paulo, Vetor, 1983.

SANNAPUREDDY, B. R. **Pros & Cons of Internet Of Things (IOT) 2015**. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/pros-cons-internet-things-iot-bhaskara-reddy-sannapureddy>.

SANCHES, M. K; GEROMINI, M. R. **Aprendizado de Máquina**. Disponível em: <http://labic.icmc.usp.br/didatico/am/AM-2001.pdf>. 2001.

SIMON, H.A. **Search and Reasoning in Problem Solving. Artificial Intelligence**, N°21, p.7-30. 1983.

SOUZA, Alberto; AMAZONAS, José. **A Novel Smart Home Application Using an Internet of Things Middleware**. 2013.

SIERRA, E.A. et al. **Sistema experto para control inteligente de las variables ambientales de un edificio energéticamente eficiente**. XI Reunión de Trabajo en Procesamiento de la Información y Control. Buenos Aires, Argentina. 2005.

TONIDANDEL, F. **Desenvolvimento e implementação de um sistema de planejamento baseado em casos**. São Paulo, Tese (doutorado), Universidade de São Paulo. 2003.

TONIDANDEL, F; TAKIUCHI, M.; MELO, E. **Domótica Inteligente: Automação baseada em comportamento**. Congresso Brasileiro de Automática. 2004.

TEIXEIRA, F Pereira F Vieira G Marcondes P Wong H Nogueira J Oliveira L Anais do 32º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos – SBRC 2014 2014 pp: 589-602. **Siot - Defendendo a Internet das Coisas contra Exploits**.

TEIXEIRA, L. M. **Desenvolvimento de uma aplicação com o protocolo ZigBee aplicado em Instrumentação de Ensaio em Voo**. 2006. 163 f.

TUYLS, K Weiss G Russell S Norvig P Richard J Jr M Osório F Lucas É Heron C Grunitzki R Gomes D Bulletin T Wikipédia 2014 vol: 1 (1) pp: 41-52. **Ulllited States Patent** [19].

VANDERLEI, RABELO TEZA. Florianópolis - SC 2002. **ALGUNS ASPECTOS SOBRE A AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL – DOMÓTICA**.

VALENTE, Bruno Alexandre Loureiro. **Um middleware para a Internet das coisas**. 2011.

WERNECK, Siva Bianchi de Frontin. **Domótica: União de arquitetura e tecnologia da informação na edificação residencial urbana**. Tese de Mestrado em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1999.