

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS – UNIGOIÁS
PRÓ-REITORIA DE ENSINO PRESENCIAL – PROEP
SUPERVISÃO DA ÁREA DE PESQUISA CIENTÍFICA - SAPC
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

**SERVIÇO DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM PROTOCOLOS Z-WAVE,
ZIGBEE E EMBRACENET: COMPARAÇÃO ENTRE PROGRAMAÇÃO E
APLICAÇÕES EM REDES MESH E SERIAIS**

ERIK REINALD BARSANULFO DA SILVA

LELLYO FERREIRA DE SOUZA

ORIENTADOR:MS. MURILO PARREIRA

GOIÂNIA
Dezembro/2024

TERMO DE APROVAÇÃO

ERIK REINALD BARSANULFO DA SILVA
LELLYO FERREIRA DE SOUZA

SERVIÇO DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM PROTOCOLOS Z-WAVE, ZIGBEE E
EMBRACENET: COMPARAÇÃO ENTRE PROGRAMAÇÃO E APLICAÇÕES EM REDES
MESH E SERIAIS

Trabalho final de curso apresentando e julgado como requisito para a
obtenção do grau de bacharelado no curso de engenharia elétrica do Centro
Universitário de Goiás – UNIGOIÁS na data de 09 de dezembro de 2024.

Prof. Ms. Murilo Parreira Leal (Orientador)
Centro Universitário de Goiás - UniGOIÁS

Prof. Ms. Álvaro Adelino (Examinador)
Centro Universitário de Goiás – UniGOIÁS

Prof. Esp. Cássio S. Silva (Examinador)
Centro Universitário de Goiás – UniGOIÁS

SERVIÇO DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM PROTOCOLOS Z-WAVE, ZIGBEE E EMBRACENET: COMPARAÇÃO ENTRE PROGRAMAÇÃO E APLICAÇÕES EM REDES MESH E SERIAIS

Erik Reinald B. da Silva¹

Lellyo Ferreira de Souza²

Murilo Parreira Leal³

Resumo: Este artigo apresenta um comparativo entre protocolos de automação residencial, no qual é dado a parte de suas programações e especificidades técnicas assim demonstrando como cada um dos protocolos é instalado, programado e executado. Sendo levado em consideração, para a realização do comparativo, sua complexidade, abrangência de comandos, tempo, custos e viabilidade. O artigo se baseia em 3 tipos de automações diferentes, Z-WAVE, EMBRACENET, ZIGBEE no qual alguns programas contam com um leque maior de ferramentas de controle. Em conjunto com Arthur de Oliveira Matos, sócio e dono da empresa Sona Automação formado em engenharia elétrica, MBA em gerenciamento de projetos pela FGV e portador do certificado de automação residencial pela associação brasileira de automação residencial, foi possível o acesso supervisionado aos softwares da Scenario e Z-Wave, desse modo foi feita uma análise dentro de cada parâmetro.

Palavras-chave: Comparativo. Automação. Protocolos. Programação.

HOME AUTOMATION SERVICE WITH Z-WAVE, ZIGBEE AND EMBRACENET PROTOCOLS: COMPARISON BETWEEN PROGRAMMING AND APPLICATIONS IN MESH AND SERIAL NETWORKS

Summary: This article presents a comparison between home automation protocols, which gives part of their programming and technical specificities, demonstrating how each of the protocols is installed, programmed and executed. When carrying out the comparison, its complexity, scope of commands, time, costs and feasibility are taken into account. The article is based on 3 different types of automation, Z-WAVE, e EMBRACENET, ZIGBEE, in which some programs have a wider range of control tools. Together with Arthur de Oliveira Matos, partner and owner of the company Sona Automação, graduated in electrical engineering, MBA in project management from FGV and holder of the home automation certificate from the Brazilian home automation association, supervised access to Scenario software was possible and Z-Wave, thus an analysis was carried out within each parameter.

KEYWORDS: Comparative. Automation. Protocols. Schedule.

¹ Discente do curso de Engenharia Elétrica do Curso do Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS. Lattes: E-mail: erikreinald@gmail.com

¹ Discente do curso de Engenharia Elétrica do Curso do Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS. Lattes: E-mail: lellyoferreiradesouza@gmail.com

¹ Professor do Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS. Mestre em Engenharia Elétrica - Ênfase em Sistemas de Automação pela Escola Politécnica da USP. Lattes: Currículo do Sistema de Currículos Lattes (Murilo Parreira Leal) (cnpq.br) <http://lattes.cnpq.br/8649834020525057> E-mail: murilo.leal@unigoias.com.br

INTRODUÇÃO

O crescente avanço da tecnologia e a demanda por redes de comunicação eficientes, especialmente no contexto de Internet das Coisas (IoT), a escolha do protocolo de comunicação adequado torna-se crucial. Neste trabalho, realizamos uma análise comparativa entre três protocolos amplamente utilizados: Z-Wave, Zigbee e EmbraceNet. Cada protocolo possui características distintas que influenciam seu desempenho, custo e consumo energético, impactando diretamente sua aplicabilidade em diferentes cenários. O objetivo é fornecer uma visão clara e detalhada sobre as vantagens e desvantagens de cada protocolo, ajudando a orientar a escolha mais adequada para diversas necessidades tecnológicas.

Além disso, abordaremos como as especificidades de cada protocolo se alinham com as exigências dos sistemas modernos, incluindo a escalabilidade, a segurança e a interoperabilidade. A análise incluirá não apenas uma avaliação técnica de cada protocolo, mas também considerações práticas sobre sua integração com outras tecnologias e sistemas existentes. Por meio dessa comparação abrangente, buscamos oferecer insights valiosos que facilitarão a tomada de decisões informadas, otimizando a implementação de soluções de comunicação para projetos IoT e outras aplicações tecnológicas avançadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para esta análise comparativa, utilizamos as seguintes fontes de informação:

- Documentação Técnica: Manuais e especificações dos protocolos Z-Wave, Zigbee e EmbraceNet.
- Artigos Acadêmicos e Relatórios de Pesquisa: Estudos de caso e análises de desempenho.
- Dados de Fornecedores: Informações sobre preços e especificações de hardware compatível com cada protocolo.
- A comparação entre os protocolos foi realizada através dos seguintes métodos:
- Análise Técnica: Revisão das características técnicas de cada protocolo, incluindo suas capacidades de comunicação, alcance, topologia de rede e segurança.
- Comparação de Preços: Avaliação dos custos associados ao hardware e às soluções de software para cada protocolo, utilizando informações de fornecedores e distribuidores.
- Análise de Consumo Energético: Estudo do consumo energético de dispositivos baseados em cada protocolo, considerando o impacto na eficiência e duração da bateria.

1.PROTOCOLOS

1.1 Z-WAVE

1.1.1. Frequência:

Global: O Z-Wave opera em diferentes bandas de frequência dependendo da região para evitar interferência com outros dispositivos e conformar-se com as regulamentações locais. As frequências típicas são:

- 900 MHz na América do Norte (908.42 MHz).
- 868 MHz na Europa (868.42 MHz).
- 919.8 MHz na Ásia e Brasil (919.8 MHz).

1.1.2. Tecnologia:

- Comunicação: Utiliza uma rede de malha (mesh network) para comunicar dispositivos. Isso significa que cada dispositivo Z-Wave pode retransmitir sinais, aumentando o alcance e a confiabilidade da rede.
- Velocidade de Transmissão: Até 100 kbps.
- Alcance: Tipicamente entre 30 a 100 metros em ambiente interno, dependendo de obstáculos e interferências.

1.1.3. Características:

- Topologia: Rede de malha com suporte a até 232 dispositivos.
- Segurança: Criptografia AES-128 para segurança de dados.
- Compatibilidade: Z-Wave é conhecido por sua compatibilidade entre diferentes fabricantes, desde que todos sigam o padrão Z-Wave.

1.2 ZIGBEE

1.2. 1. Frequência:

Global: Zigbee opera em várias bandas de frequência, que incluem:

- 2.4 GHz (banda global, utilizada pela maioria dos dispositivos Zigbee).
- 868 MHz na Europa.
- 915 MHz nas Américas.

1.2.2. Tecnologia:

- Comunicação: Também utiliza uma rede de malha (mesh network), o que permite comunicação entre dispositivos e melhora a cobertura da rede.
- Velocidade de Transmissão: Até 250 kbps.
- Alcance: Tipicamente até 10-20 metros em ambientes internos, podendo variar com a presença de obstáculos.

1.2.3. Características:

- Topologia: Rede de malha com suporte a milhares de dispositivos, embora a prática comum seja suportar até 65.000 dispositivos.
- Segurança: Criptografia AES-128.
- Compatibilidade: Zigbee é um padrão aberto, mas a compatibilidade pode variar entre diferentes implementações, com a certificação Zigbee garantindo uma maior interoperabilidade.

1.3 EMBRACENET

1.3.1. Frequência:

Global: EmbraceNet é um padrão de comunicação serial e não tem uma "frequência" de operação no sentido tradicional. Em vez disso, opera em níveis de tensão diferencial.

1.3.2. Tecnologia:

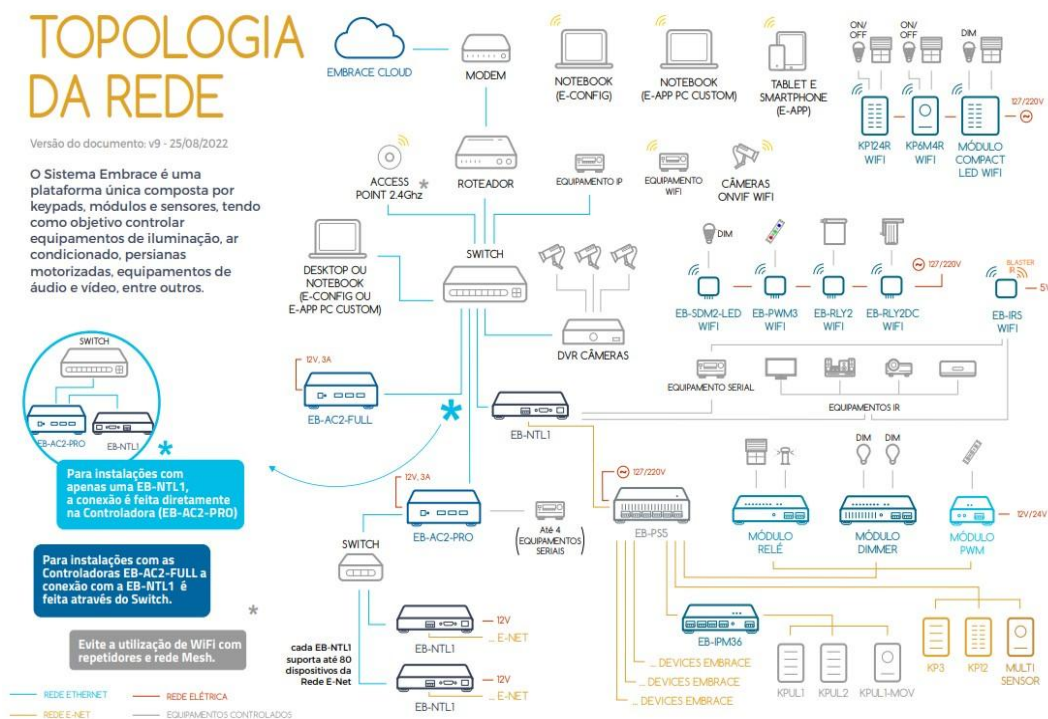
Comunicação: EmbraceNet é utilizado para comunicação serial em uma rede de barramento. Utiliza uma linha diferencial para transmitir dados, o que proporciona resistência a interferências eletromagnéticas.

- Velocidade de Transmissão: Até 10 Mbps (a depender da distância e qualidade do cabo).
- Alcance: Até 1200 metros a 100 kbps. A distância pode ser reduzida com velocidades mais altas.

1.3.3. Características:

- Segurança: Não possui criptografia incorporada; a segurança precisa ser implementada em um nível de aplicação.
- Compatibilidade: EmbraceNet é um padrão bem estabelecido e amplamente suportado em muitos dispositivos industriais e comerciais.
- Topologia: Tipicamente, uma rede de barramento com vários dispositivos conectados em série, conforme ilustrado na figura 01

Figura 01 – Topologia do Sistema Embrace – Scenario



Fonte:scenarioautomation.com (2022)

Cada um desses protocolos tem suas vantagens e desvantagens, e a escolha entre eles depende das necessidades específicas da aplicação, como o alcance, a velocidade de comunicação e a robustez da rede.

Seguem tabelas 1,2 e 3 para melhor compreensão das diferenças e características dos protocolos Z-Wave, Zigbee e EmbraceNet.

2.TABELAS DE COMPARAÇÃO

Tabela 1: Características Técnicas dos Protocolos

Característica	Z-Wave	Zigbee	EmbraceNet
Frequência de Operação	868 MHz (Europa)/ 908 MHz (EUA)	2.4 GHz (global)	1 MHz- 10 MHz (varia conforme o projeto)
Topologia da Rede	Malha (Mesh)	Malha (Mesh)	Barramento (Bus)
Número Máximo de Dispositivos	Até 232 dispositivos	Até 65.000 dispositivos	Depende do projeto geralmente vários dispositivos
Taxa de Transmissão	9.6 kbps a 100 kbps	20 kbps a 250 kbps	Até 10 Mbps
Segurança	Criptografia AES- 128	Criptografia AES-128	Varia com a implementação

Fonte: <https://images.app.goo.gl/WDhnyDAuVzzrpar77>

Tabela 2: Comparação de Preços

Dispositivo	Z- Wave	Zigbee	EmbraceNet
Sensor de Temperatura	R\$ 150 – R\$ 250	R\$ 100 – R\$ 200	R\$ 50 – R\$ 100
Controlador de Rede	R\$ 300 – R\$ 500	R\$ 200 – R\$ 400	R\$ 150 – R\$ 300
Módulo de Comunicação	R\$ 200 – R\$ 400	R\$ 150 – R\$ 300	R\$ 100 – R\$ 200

Fonte: <https://images.app.goo.gl/WDhnyDAuVzzrpar77>

Tabela 3: Comparação de Consumo Energético

Dispositivo	Z- Wave	Zigbee	EmbraceNet
Consumo em Modo Ativo	30 – 50 mW	20 – 40 mW	10 – 20 mW
Consumo em Modo de Espera	1 – 5 uW	1 – 5 uW	0.5 – 2 uW
Duração da Bateria (em dispositivos portáteis)	1 – 2 anos	2 - 3 anos	Depende do projeto, geralmente maior

Fonte: <https://images.app.goo.gl/WDhnyDAuVzzrpar77>

Pode-se trazer como adendo um outro ponto: ao longo de diversas implementações, percebe-se que há limitação de corrente nos módulos Zigbee e Z-Wave, que geralmente suportam até 5 amperes por canal, tem gerado dificuldades significativas em instalações que utilizam iluminação LED. Os LEDs geram picos de corrente elevados no momento de sua partida, o que pode sobrecarregar os módulos e causar falhas, como a

"colagem" dos dispositivos. Afim de evitar esses problemas, seria necessário instalar relés de proteção adicionais, que controlam esses picos de corrente.

No entanto, essa solução nem sempre é viável, especialmente em instalações onde o espaço nas caixas embutidas é limitado, como é comum em muitas residências e ambientes comerciais.

Em vários casos, isso resultou em dificuldades na operação do sistema e até mesmo na necessidade de orientação ou troca total do sistema do cliente. A instalação de relés de proteção, além de aumentar a complexidade do projeto, frequentemente elevava o custo e tornava o processo de instalação mais demorado. Em alguns casos, a solução não foi suficiente para resolver os problemas de sobrecarga, o que levou à decisão de substituir os módulos Zigbee ou Z-Wave por sistemas que oferecessem maior resistência a essas variações de corrente.

O sistema Embracenet se mostrou uma alternativa eficaz nesses cenários. Seus módulos são projetados para lidar com correntes mais altas de forma eficiente, sem a necessidade de relés de proteção adicionais, o que simplifica a instalação e aumenta a confiabilidade do sistema. Com sua maior capacidade de suportar picos de corrente sem comprometer o desempenho, o Embracenet se apresentou como uma solução mais robusta e prática, especialmente em instalações de iluminação LED onde os picos de partida são um problema constante.

Portanto, a experiência com esses desafios demonstrou que, em muitos casos, a orientação e a troca do sistema foram necessárias para garantir a estabilidade e a eficiência das redes de automação. O Embracenet, ao oferecer maior resistência elétrica e reduzir a necessidade de dispositivos adicionais, tem se mostrado a solução ideal para ambientes onde a confiabilidade e a simplicidade da instalação são cruciais.

3.PROCESSO DE CONFIGURAÇÃO DOS SISTEMAS COM OS PROTOCOLOS EM ESTUDO

3.1 Z- WAVE

3.1.1. Incluindo dispositivos Fibaro Elero

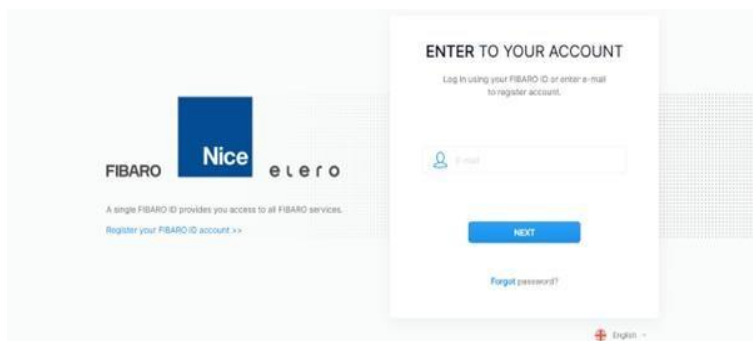
- Interagir com a interface de configuração.
- Abrir a aba de > Dispositivos.

- Iniciar uma nova sessão em 
- A partir deste momento o programador linka o dispositivo Elero com a hub.
- Para concluir o processo de emparelhamento do dispositivo, reproduzir a alteração de estado do dispositivo pelo menos 3 vezes usando os botões do teclado   e/ou na interface.
- No botão *Vincular* é de fato estabelecida o vínculo entre modulo e central.
- Quando o processo estiver concluído, os dispositivos ficarão visíveis em *Dispositivos > Elero*.

Nota 1: O pareamento sincronizado é possível. Isso permite que vários dispositivos sejam pareados com o controlador ou controle remoto ao mesmo tempo. O número de dispositivos pareados será exibido durante o pareamento. O pareamento sincronizado de dispositivos Elero está disponível nas configurações Nice/Elero.

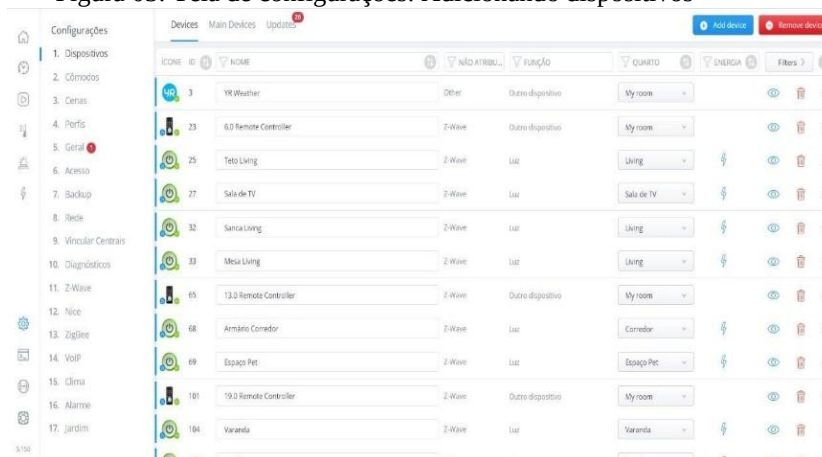
Estes passos estão ilustrados nas figuras 02,03,04 e 05 para uma configuração rápida e eficaz do seu sistema Z-Wave.

Figura 02: Tela Inicial do Software Fibaro Nice



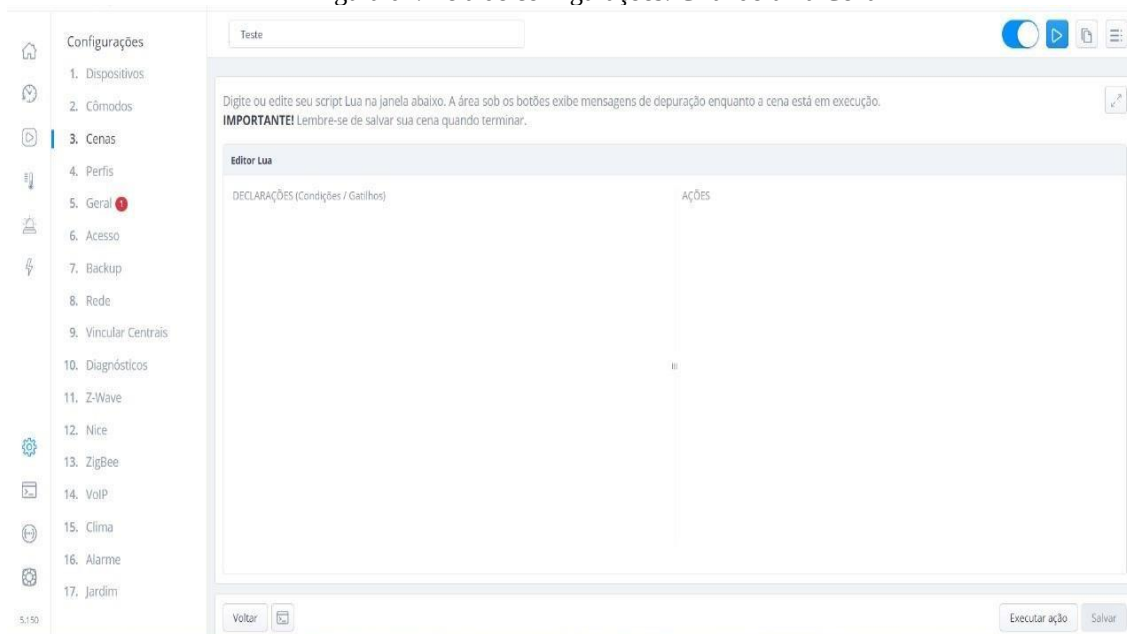
Fonte: Fibaro.com

Figura 03: Tela de configurações: Adicionando dispositivos



Fonte: Fibaro.com

Figura 04: Tela de configurações: Criando uma Cena



Fonte: Fibaro.com

Figura 05: Linguagem de programação: código de um comando específico



Fonte: Fibaro.com

3.2 PROTOCOLO ZIGBEE

Adicionar um dispositivo no aplicativo Smart Life: Aplicativo Smart Life (download feito pelo próprio celular):

- Quando iniciado o aplicativo de configuração, certifique-se de que você está conectado à rede Wi-Fi, na mesma qual os dispositivos que devam ser automatizados.
- No menu de adição de dispositivos o cliente deve acessar o ícone “+” ao canto superior direito, no qual irá iniciar o processo de adicionar um novo dispositivo. Conforme figura 6.

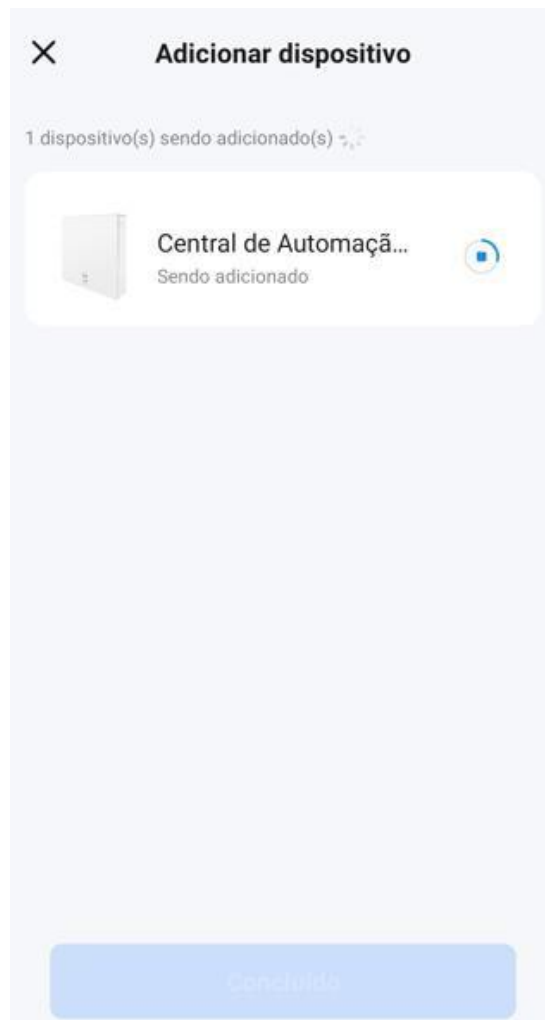
Figura 06: Tela Inicial do Controlador Zigbee



Fonte: Aplicativo Smart Life

- Localizar a categoria do dispositivo:
- Assim que localizada, o cliente/instalador irá selecionar categoria desejada (por exemplo, "Lâmpada", "Tomada", "Sensor", etc.).
- O aparelho deve estar em modo de emparelhamento afim de estabelecer um vínculo da central, modulo e celular.
- As instruções do dispositivo que cada fornecedor informa pode ser localizada tanto no aplicativo de programação quanto nos informes da central para fazer esse emparelhamento. O mais comum envolve pressionar um botão no dispositivo até que uma luz comece a piscar, de acordo com a Figura 07.

Figura 07: Tela de Adição de dispositivo



Fonte: Aplicativo Smart Life

- Conectar o dispositivo à rede Wi-Fi:
- A conectividade com a rede Wi-Fi deve ser a mesma dos módulos e hub com o aparelho celular. O aplicativo irá procurar dispositivos disponíveis e conectá-los à rede.
- Encerrar a adição do dispositivo:
- Aguardar a confirmação de que o dispositivo foi adicionado com sucesso. O aplicativo deve exibir uma mensagem de sucesso e o dispositivo aparecerá na lista de dispositivos.

- Configuração Adicional:
- Configurar as preferências do dispositivo como nome, horários, e automações, conforme ilustrado na Figura 08.

Figura 08: Tela de Comando do dispositivo



Fonte: Aplicativo Smart Life

3.3 PROTOCOLO EMBRACENET

Adicionar um dispositivo em um sistema embrace.

- Verificar se todos os equipamentos tem conectividade com o sistema Embracenet.
- Fazer a instalação do cabo de rede “PETCORD” para conexão do computador com o programa de configuração do sistema.
- Conectar o controlador Principal
- Adicionar o dispositivo
- Configurar o novo projeto: - Definir um nome único para o dispositivo conforme indicado no manual, de acordo com a Figura 09.

Figura 09: Tela Inicial do Controlador Embracenet - Scenario

INSTALAÇÃO

Informações | Configurações | Rede | Licença

Novo Projeto

criação: 14/09/2024 11:41:42 última alteração: 14/09/2024 11:41:42

Instalador

Nome da empresa:

Nome do funcionário:

Endereço:

Cidade:

Cliente

Nome:

Endereço:

Cidade:

Telefone Residencial:

Telefone comercial:

Celular:

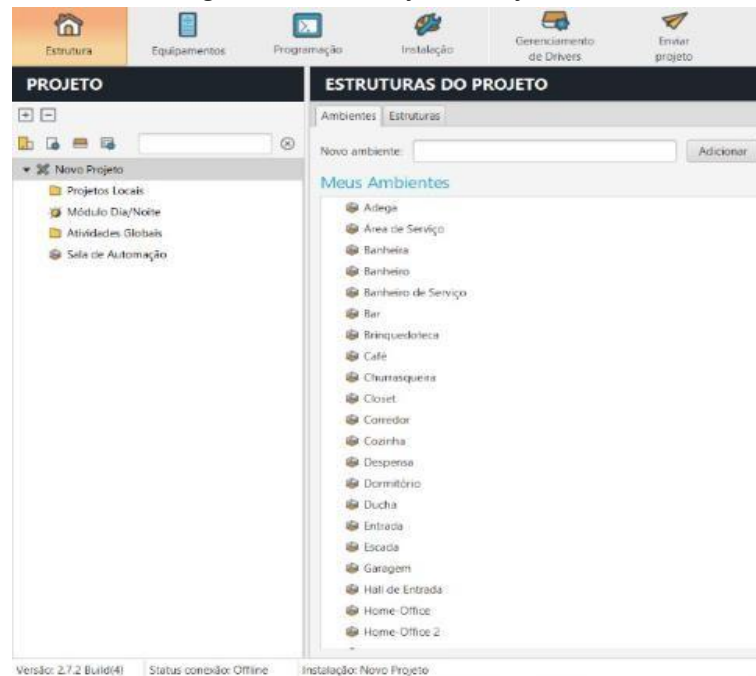
Observações:

Versão: 2.7.2 Build(4) Status conexão: Offline Instalação: Novo Projeto

Fonte: Scenarioautomation.com

- Estruturar o projeto de forma clara e objetiva, com o intuito de sempre manter a organização e controle para futuras modificações; como ilustrado na Figura 10.

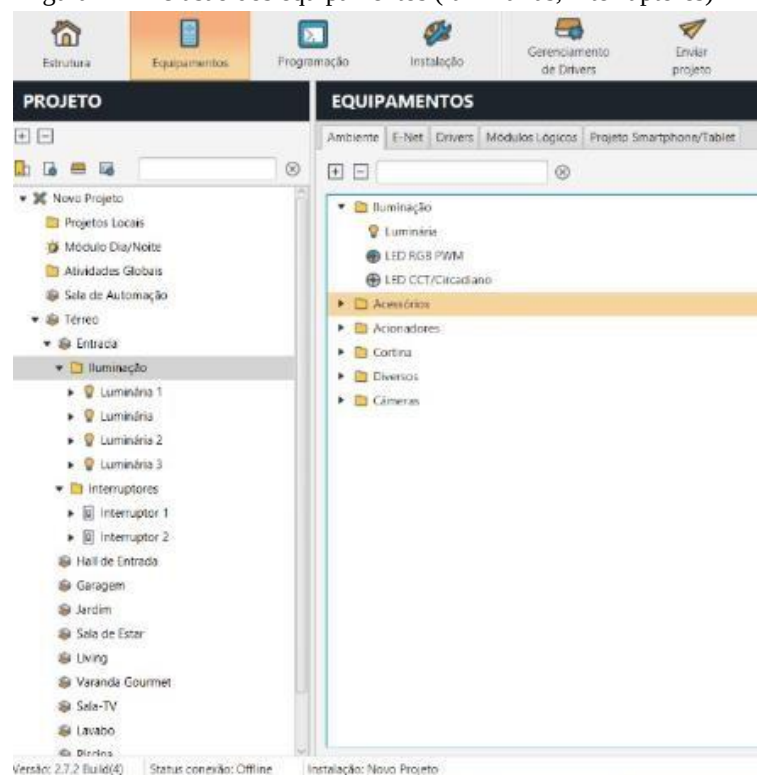
Figura 10 - Estruturação do Projeto



Fonte: Scenarioautomation.com

- Incluir os dispositivos como mostrado na Figura 11.

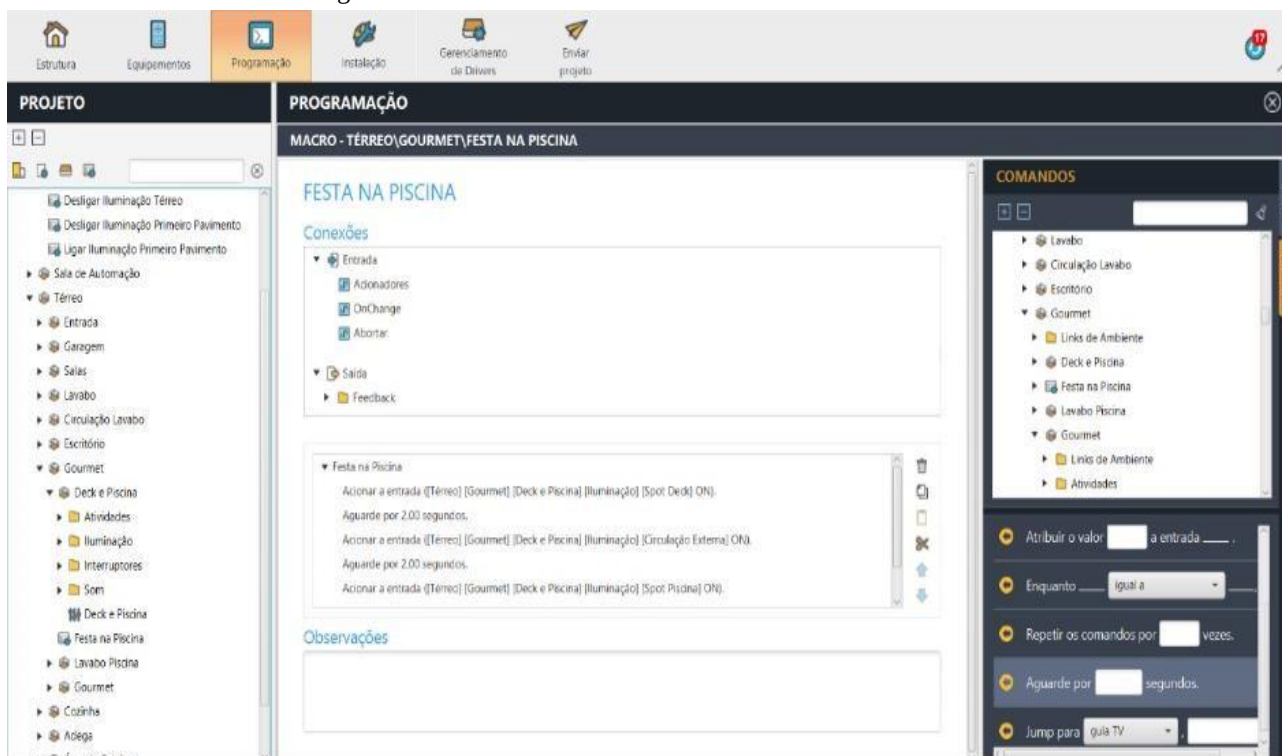
Figura 11- Inclusão dos equipamentos (luminárias, interruptores)



Fonte: Scenarioautomation.com

- Criar cena a que mais se adapte a necessidade do cliente, como exemplo Figura 12.

Figura 12- Adicionando uma cena” Festa na Piscina”



Fonte: Scenarioautomation.com

- Verificar se todos os sistemas estão de acordo e logo após realizar o teste, assim ajustando e parametrizando de outras formas quando necessário.

4.CONCLUSÃO

Logo tem-se, portanto, que existem várias variáveis a serem levadas em consideração quando se tratar de qual o melhor tipo de tecnologia a ser utilizada. Citando um caso de estudo; No Edifício Mio Marista, onde foram instaladas fitas de LED variando de 3 metros a 12 metros. Os módulos Zigbee, devido à sua limitação de corrente, não conseguiram suportar os picos de corrente de partida dessas fitas de LED, resultando em falhas no sistema. Esse caso demonstra a importância de se avaliar as necessidades específicas de cada aplicação antes de escolher o protocolo de automação, pois o uso de módulos inadequados pode levar a problemas de desempenho e até mesmo danos aos componentes.

Em paralelo, um outro caso, foi um cliente já de idade mais avançada, procurou a empresa para instalar a automação das cortinas e lâmpadas da casa, ao chegar no ambiente foi constatado que a área construída era pequena, um apartamento, e como o

cliente não tinha tanta empatia com softwares foi optado a utilização do Zigbee, pela clareza no layout e por atender perfeitamente ao ambiente em questão. Também foi-o alertado que caso fosse necessário poderia ser linkado as cenas do smartphone a algum dispositivo de voz, como a Alexa, sendo assim ficando ainda mais prático a utilização pelo cliente.

A análise comparativa entre os protocolos Z-Wave, Zigbee e EmbraceNet revela que cada um possui características que atendem de forma distinta às necessidades de diferentes tipos de aplicações. O Z-Wave se destaca pela segurança robusta e confiabilidade em redes de malha, tornando-se uma escolha ideal para ambientes que exigem altos níveis de proteção de dados. No entanto, seu custo mais elevado pode ser uma limitação em projetos com orçamentos restritos. O Zigbee oferece uma boa relação custo-benefício, sendo altamente eficaz para aplicações com uma grande quantidade de dispositivos conectados e baixo consumo energético, o que o torna adequado para cenários de automação residencial e comercial. Já o Embracenet, com custo elevado e capacidade de comunicação eficiente em longas distâncias, é uma excelente opção para ambientes industriais e para sistemas que necessitam de maior robustez na transmissão de dados.

Portanto, a escolha da tecnologia mais adequada deve levar em conta não apenas os aspectos técnicos, financeiros e de segurança, mas também as limitações físicas e operacionais dos sistemas. A adaptação dos módulos de controle para lidar com os picos de corrente dos LEDs pode exigir a inclusão de relés de proteção ou, em casos mais extremos, a substituição do sistema por um protocolo como o Embracenet, que pode oferecer uma solução mais robusta e adequada para ambientes com requisitos de controle de energia mais exigentes, o layout de configuração do sistema também é um ponto a ser levado em consideração. Essa consideração é essencial para garantir a longevidade, confiabilidade e desempenho consistente do sistema de automação, atendendo a todas as necessidades da aplicação de maneira eficiente e eficaz.

5.REFERÊNCIAS

Comparativo de características de diferentes protocolos. PNG. Disponível em:
<https://images.app.goo.gl/WDhnyDAuVzzrpar77>

Informações relacionada ao Z WAVE, fornecido pela Fibaro, disponível em:
<https://www.fibaro.com/pt/products/home-center-lite/> & <https://manuals.fibaro.com/document-category/yh-devices/>

Informações relacionada ao EMBRACENET, fornecido pela ScenarioAutomation, disponível em: <https://www.scenario.ind.br/embrace.html> & <https://www.scenarioautomation.com/>

Relação e diferenciação entre redes, cabeadas e wireless. Disponível em:
<https://www.kostenhaus.com.br/artigo/automacao-cabeada-sem-fio>

Informações e embasamento teórico relacionada ao ZIGBEE, fornecido pela Tuya, disponível em: https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2017_2/802154/zigbee.html

Comparativo direto entre protocolo Zigbee e Z wave, disponível em:
<https://embarcados.com.br/zigbee-vs-z-wave-qual-a-diferenca/>