

Protocolo de Comunicação para Centrais de Detecção e Alarme de Incêndio Usando Redes Sem Fio

Fábio Pedrotti Terra¹, Janine Kniess²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense (IFC)
Campus São Bento do Sul, SC – Brasil.

²Centro de Ciências e Tecnologia – Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Joinville, SC – Brasil.

fabio.terra@ifc.edu.br, janine.kniess@udesc.br

Abstract. *Safety and security are always an issue in companies and institutions of any type. They demand constant attention to ensure the safety and integrity of both persons and property. So, the emergency scenarios shall be identified as rapidly as possible. In this paper, we present a generic solution that allows wireless communication between fire alarm systems, making it possible to rapid broadcast the information of a fire scenario in a company or institution. Even better, this solution is compatible with almost all manufacturers and technologies applied in the existing fire alarm systems.*

Resumo. *Segurança em empresas e instituições de variados tipos é cada vez mais presente no mundo moderno. Neste tema, incluem-se medidas que visam garantir segurança e integridade tanto de pessoas quanto de bens materiais. Assim, é de grande interesse a rápida identificação de cenários de emergência, especialmente quando causados por incêndios. Neste artigo, apresenta-se uma solução genérica que permite a comunicação sem fio entre centrais de incêndio de diferentes fabricantes e tecnologias, de forma a viabilizar a rápida divulgação da presença de incêndios nas empresas, complexos industriais ou instituições.*

1. Introdução

Os incêndios urbanos e industriais causam grandes prejuízos materiais e, em alguns casos, até mesmo perdas humanas. Uma detecção precoce de qualquer sinistro pode minimizar substancialmente estas perdas, pois permite atuação rápida sobre o incêndio, numa fase em que é mais facilmente controlável, impedindo seu alastramento e permitindo a evacuação segura das pessoas [Resende et al. 2009].

Nas grandes empresas, e mesmo nas instituições públicas, é comum que haja uma grande quantidade de prédios e pavilhões, muitas vezes situados com relativa distância um do outro. Dessa forma, na existência de um cenário de incêndio, em um destes prédios ou pavilhões, pode demorar para que o sinistro seja percebido e comunicado aos demais prédios e à brigada de emergência da instituição, especialmente quando a ocorrência se der em área sem presença humana constante.

É importante observar que situações de risco como a descrita acima existem mesmo quando todas as edificações possuem centrais de incêndio próprias, pois, muitas

das vezes, não são interligadas através de um sistema de comunicação. Isto ocorre, especialmente, quando as edificações são construídas em momentos distintos e, conseqüentemente, contam com sistemas de detecção e alarme de incêndio projetados, adquiridos e instalados também com relativo distanciamento temporal, o que, naturalmente, faz com que as tecnologias aplicadas nas centrais e, eventualmente, os próprios fabricantes sejam diferentes para cada um dos prédios.

Algumas grandes empresas optam por desenvolver projetos internos para contornar este problema. Naturalmente, a forma que costumam estudar para viabilizar a comunicação entre as centrais é por meio de interligação cabeada. Entretanto, essa solução, muitas vezes, esbarra nos custos referentes ao cabeamento e, principalmente, ao serviço para lançá-lo, que pode envolver montagem de andaimes, escavações, liberação de serviço em ambiente perigoso, com atmosfera potencialmente explosiva, etc. Dessa forma, em alguns casos, inviabilizando economicamente o projeto. Nesse contexto, uma solução mais rápida e econômica é implementar a comunicação entre as centrais de incêndio via rede sem fio, utilizando a infraestrutura de rede existente.

Neste artigo, propõe-se, então, uma solução que viabilize a implementação de um protocolo de comunicação entre diferentes centrais de incêndio, localizadas em prédios distintos, de um mesmo complexo industrial, empresarial ou institucional, de forma que um cenário de emergência em qualquer um dos prédios possa ser conhecido rapidamente por todas as centrais que compõem a rede.

Neste ponto, ressalta-se que há normas internacionais que padronizam os sistemas de alarme de incêndio, como a [NFPA72 2016], compulsória nos Estados Unidos, e adotada como referência em outros países. No Brasil, atualmente, a norma que define requisitos mínimos para projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio é a [ABNT NBR17240 2010], que, na sua introdução, já alerta que a tecnologia destes sistemas é uma das que mais têm evoluído dentro da área de segurança contra incêndios, justamente devido a sua grande importância na proteção da vida humana e diminuição de perdas materiais.

Destaca-se, ainda, que algumas soluções existentes no mercado para detecção e alarme de incêndio já possuem capacidade de comunicação sem fio [Fire Systems 2016] [DeltaFire 2017] [Siemens 2017]. No entanto, tratam apenas da comunicação entre a central e seus sensores, ou seja, não permitem a comunicação sem fio entre diferentes centrais. Além disso, é comum haver, nas organizações, centrais de diferentes fabricantes e tecnologias e, portanto, incompatíveis em termos de *hardware* e *software*, dificultando ainda mais sua integração.

Com este artigo, pretende-se, portanto, apresentar uma solução genérica e escalável para viabilizar a comunicação entre centrais existentes, independente das tecnologias utilizadas, sem incorrer em altos custos para o lançamento de cabos de comunicação. Cabe ressaltar que este trabalho considera por premissa que, atualmente, a maioria das organizações possui rede sem fio em todos os ambientes. Mesmo assim, no caso de ambientes monitorados em que a rede seja puramente cabeada, considera-se a instalação de pontos de acessos sem fio, o que é razoavelmente simples e barato.

Este artigo está organizado da seguinte forma: na Seção 2, apresentam-se alguns trabalhos relacionados. Na Seção 3, a abordagem proposta, as modificações de *hardware* e o protocolo desenvolvido. Na Seção 4, apresentam-se os experimentos computacionais. Por fim, na Seção 5, as conclusões e os trabalhos futuros.

2. Trabalhos Relacionados

Sistemas de detecção e combate a incêndios têm sido largamente pesquisados e desenvolvidos há bastante tempo em diversas partes do mundo. Recentemente, as pesquisas têm se concentrado no aperfeiçoamento de soluções para comunicação sem fio entre sensores, sirenes e centrais, como em [Derbel 2003], por exemplo, onde é apresentada uma forma híbrida de detecção de fumaça, integrando *hardware* e *software*, com transmissão via rádio frequência em banda SRD de 868 MHz, alcance razoável e baixo consumo de bateria. Em [Zhang et al. 2009] os autores desenvolveram um sistema de alarme de incêndio baseado em redes de sensores sem fio, com repetidores e estrutura hierarquizada, com um concentrador em cada andar, comunicando-se com o centro de supervisão. A aplicação é destinada a grandes construções, prédios muito altos. Trata-se, portanto, de uma solução contemporânea, com comunicação sem fio entre os sensores e a central. O aspecto negativo, todavia, é que nenhum sistema existente é aproveitado e não são considerados aspectos referentes à comunicação sem fio entre diferentes centrais, apenas entre sensores, repetidores e concentrador.

Já [Dong et al. 2015] propõe um protocolo de comunicação sem fio para um sistema de detecção e alarme de incêndio automatizado. No artigo, os autores defendem a utilização de sistemas sem fio especialmente em prédios antigos, alugados, com múltiplos proprietários, ou pequenos comércios, justamente para evitar os custos e transtornos decorrentes da instalação de sistemas cabeados, que, muitas vezes, demandam, por exemplo, atravessar paredes com dutos. No sistema proposto, os autores implementaram a comunicação sem fio numa banda de frequência pública de 433 MHz. Logo, a infraestrutura de rede utilizada é nova e dedicada para a aplicação e, portanto, incompatível com o padrão IEEE 802.11. Além disso, o foco da aplicação não é a comunicação entre sistemas e centrais existentes. Patange e Yadav (2015) apresentaram alguns resultados preliminares da pesquisa realizada e propuseram um sistema de comunicação sem fio, com hierarquia auto-organizada, capaz de reportar as informações dos sensores para um centro de monitoramento. A comunicação entre os sistemas de detecção e de combate a incêndio dá-se por meio de um par transmissor-receptor de radiofrequência unidirecional.

O trabalho de Al-Ameen (2013) propõe um sistema de divulgação rápida de emergências de incêndio via envio de mensagens de celular (SMS) para um determinado grupo de destinatários. É uma solução interessante, porém, não considera a propagação dos alarmes entre centrais existentes. Além disso, na arquitetura proposta, é necessário um computador para rodar o programa que gerencia a comunicação entre o microcontrolador e o celular responsável pelo envio das mensagens (SMS), o que acaba agregando vulnerabilidades ao sistema e dificulta sua instalação em ambiente industrial. Yogesh (2012) apresenta uma proposta semelhante à [Al-Ameen 2013] em que um controlador envia mensagens (SMS) e realiza ligações via GSM para um grupo pré-determinado de destinatários. O protocolo proposto visa ainda reduzir o atraso de tempo que ocorre na comunicação de uma emergência. Novamente, no entanto, não é considerada a comunicação entre centrais existentes. Tampouco é avaliado o cenário de indisponibilidade das redes celulares, o que ocorre tanto em [Al-Ameen 2013], quanto em [Yogesh 2012]. Em [Muheden 2016] apresenta-se um sistema implementado com Arduino para monitorar remotamente sensores de temperatura, umidade, gás e fogo. O controlador se comunica, via rede sem fio, com um ponto de acesso local e permite que as informações sejam acessadas via internet por meio de computador ou celular, através

de um endereço IP. A solução, no entanto, não prevê a integração com sistemas e centrais existentes nos prédios onde é implementado o monitoramento remoto. Em [Yunfeng 2016] é apresentado um sistema de alerta precoce de incêndio elétrico em prédios históricos, baseado no protocolo JenNet para redes sem fio. A solução prevê a integração da rede sem fio a um barramento RS-485 existente. Trata, portanto, da inclusão de sistema adicional sem fio para alerta de incêndio, mas também não contempla integração e comunicação entre sistemas existentes.

Adicionalmente, cabe ressaltar que é possível encontrar no mercado alguns equipamentos que permitem propagar, via rede sem fio, as informações de alarmes em centrais de incêndio, como é o caso de [Honeywell 2017], em que a comunicação pode ser feita via IP e/ou GSM. Este equipamento, no entanto, trata do envio das mensagens para um centro de supervisão e não contempla a comunicação direta entre centrais existentes. Além disso, só é compatível com centrais que suportem supervisão via linha telefônica, pois sua interface se dá via porta de comunicação deste padrão.

3. Abordagem Proposta

A proposta deste artigo trata de uma solução para viabilizar a comunicação sem fio entre diversos sistemas de detecção e centrais de incêndio, em uma mesma empresa ou instituição, visando disseminar rapidamente toda e qualquer informação referente à ocorrência de sinistros. Para tal, é previsto, em cada central existente, o acoplamento de um novo módulo microcontrolador, com capacidade de comunicação sem fio, de forma a realizar a leitura e a rápida propagação dos eventos de alarme da central.

Há uma grande variedade de modelos e tecnologias de sistemas de detecção e alarme de incêndio no mercado. Além disso, muitas organizações mantêm em funcionamento sistemas já significativamente ultrapassados. Todos eles, no entanto, obsoletos ou atuais, possuem alguns elementos comuns, ao menos em nível funcional, como é o caso das centrais de incêndio. As centrais são responsáveis pela leitura dos detectores de fumaça, fogo e temperatura; e também pelo acionamento dos alarmes sonoros e visuais. Lembrando que é por meio dos alarmes que é feita a sinalização local dos sinistros. Cada central é instalada e pré-configurada com uma lógica de operação que lhe permite acionar corretamente os alarmes conforme o status dos detectores. Na Figura 1, apresenta-se um exemplo de sistema de detecção e alarme de incêndio com alguns dos seus possíveis componentes.

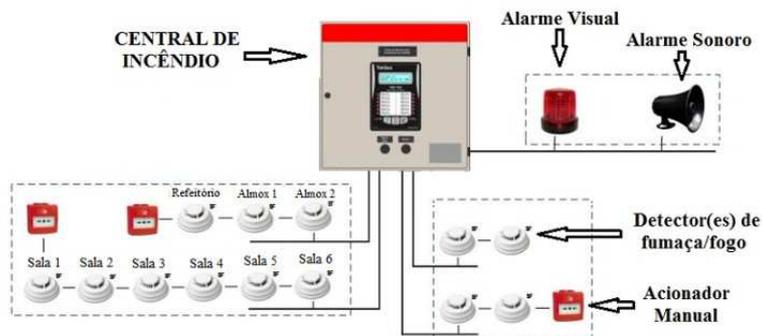


Figura 1. Exemplo de Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio.

Fonte: Adaptado de [Teksea 2016].

3.1. Modificações de Hardware nas Centrais

Como visto, todas as centrais permitem leitura de sensores e acionamento de alarmes, o que é feito por meio do que classificaremos, neste artigo, como entradas e saídas, respectivamente. Uma central de incêndio aciona o alarme local apenas quando há uma situação de emergência. Logo, necessita-se, de alguma forma, que o novo microcontrolador possa reconhecer este alarme, para poder propagá-lo para as outras centrais. Deseja-se que a solução proposta neste artigo possa ser utilizada com qualquer modelo de central de detecção e alarme de incêndio, não necessitando, portanto, de grandes investimentos para a atualização do *hardware* instalado.

Para tal, identificaram-se duas possibilidades. A primeira, mais elegante, poderia ser implementada configurando-se uma saída digital de cada central existente para que ela envie o sinal de alarme ao microcontrolador utilizado, conectando-se, assim, a saída configurada da central a uma entrada do microcontrolador. A restrição disto, porém, é que nem todas as centrais possuem saídas digitais disponíveis e, além do mais, alguns modelos mais antigos nem mesmo são programáveis ou, quando são, possuem arquitetura proprietária e fechada, não permitindo sua configuração.

Já a segunda possibilidade, que está sendo adotada neste trabalho, é mais universal e prática, pois propõe a duplicação física do sinal de alarme e, portanto, não demanda configuração de novas saídas na central. Para sua implantação, propõe-se a utilização do comando de saída já existente nas centrais, responsável pelo acionamento do alarme local (sonoro e/ou visual), instalando-se, então, nesta saída, um duplicador de sinal. O duplicador é um componente eletrônico que permite fazer uma cópia do sinal, enviando-o para dois sistemas independentes e garantindo a isolamento galvânica entre eles. Na Figura 2, é apresentado o esquema de duplicação do sinal de alarme, permitindo que este seja lido por uma entrada do microcontrolador utilizado na solução, sem afetar o acionamento do alarme local.

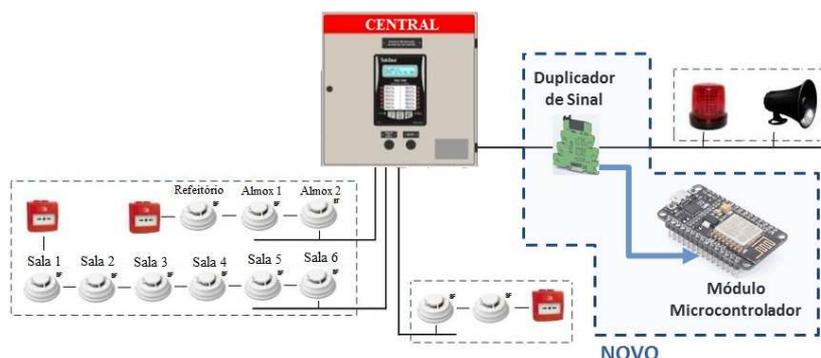


Figura 2. Esquema Proposto para Duplicação e Leitura do Sinal de Alarme
Fonte: Elaborado pelos autores. Adaptado de [Teksea 2016].

3.2. Protocolo para Comunicação Sem Fio entre as Centrais

Uma vez que o alarme local foi identificado e reconhecido pelo novo módulo microcontrolador, é necessário que este o divulgue via rede sem fio para os demais módulos, localizados em outros prédios ou pavilhões da organização. Para tal, fez-se a associação de cada microcontrolador ao Ponto de Acesso (AP) mais próximo, e com melhor nível de sinal. A partir daí, o módulo microcontrolador passa a fazer parte da rede corporativa e, portanto, pode se comunicar os demais módulos da rede.

Na Figura 3, é apresentado um resumo da arquitetura proposta, destacando-se a possibilidade de haver os mais variados modelos de centrais e pontos de acesso.

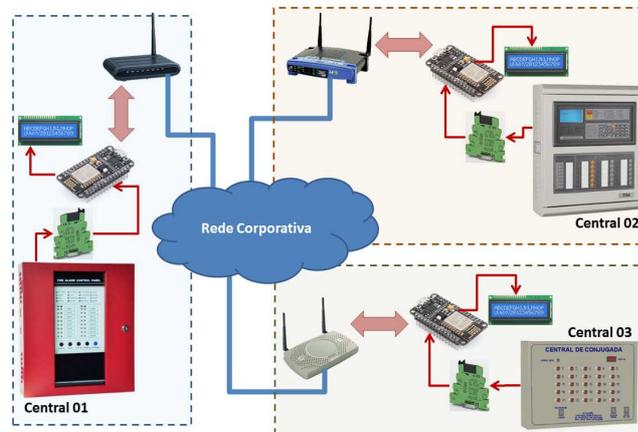


Figura 3. Visão Geral da Arquitetura Proposta. Fonte: Elaborado pelos autores

Na solução proposta, optou-se por realizar a troca de mensagens sobre o protocolo da Camada de Transporte (*User Datagram Protocol* - UDP), para não causar sobrecarga na rede. No Algoritmo 1, apresenta-se, em pseudocódigo, parte do protocolo que resume o funcionamento do sistema. A dinâmica de funcionamento do algoritmo será apresentada na Seção 4 juntamente com os experimentos computacionais.

Algoritmo 1. Protocolo de Comunicação entre as Centrais de Incêndio

```

1. task Initialization
2.   WiFi Module: Central 01
3.   id_Central = 01 ADM
4.   ssid = EmergencyNetwork
5.   password = emergency
6.   TimerHello = 60
7.   IP_BROADCAST = 255.255.255.255
8.   IPAddress = IPCentral_01
9.   Port = 9001
10.  Max_Resend_Emergency = 3
11.  TTL_Resend_Emergency = 5
12. end task

13. task T1 [BROADCAST Hello]
14.   Send UDP Hello in BROADCAST
15.   if (CurrentTime() - LastSentTime) > TimerHello
16.     Broadcast HELLO(id_Central, IP_BROADCAST, Port)
17.     LastSentTime = CurrentTime()
18.   end if
19. end task

20. task T2 [Listen Input / BROADCAST Emergency]
21.   ButtonState = ReadValueOfButton()
22.   if (ButtonState != LastButtonState)
23.     if (ButtonState = PRESSED)
24.       Broadcast EMERGENCY(id_Central, IP_BROADCAST, Port)
25.     else
26.       Broadcast EndOfEmergency(id_Central, IP_BROADCAST, Port)
27.     end if
28.   LastButtonState = ButtonState
29. end task

30. task T3 [Receive Acknowledgement / Unicast Emergency]
31.   Central wait UDP ACK msg
32.   if ((StatusRemoteCentral = ONLINE) and (ACKreceived = NotOK))
33.     count = 1

```

```

34.  REPEAT
35.      Unicast EMERGENCY(id_Central, RemoteIPAddress, Port)
36.      count = count + 1
37.      Wait(TTL_Resend_Emergency)
38.      until ((ACKreceived = OK) or (count = Max_Resend_Emergency))
39.      if (ACKreceived = OK)
40.          StatusRemoteCentral = ONLINE
41.      else
42.          StatusRemoteCentral = OFFLINE
43.      end if
44.  end if
45. end task

46. task T4 [Receive UDP Message]
47.     Central Read UDP msg
48.     if (Datagram contains HELLO)
49.         RecordRemoteCentralIP
50.         StatusRemoteCentral = ONLINE
51.     else if (Datagram contains EMERGENCY)
52.         LocalDisplay(Emergency at RemoteCentralName)
53.     else if (Datagram contains EndOfEmergency)
54.         LocalDisplay.Clear()
55.     end if
56.     Unicast ACK(id_Central, RemoteIPAddress, Port)
57. end task.

```

4. Experimentos Computacionais

Experimentos foram realizados em nível de prototipação, conforme esquema apresentado na Figura 4. Para tal, idealizou-se um cenário industrial em que há três complexos prediais relativamente distantes, sendo um prédio administrativo, um bloco de oficinas e um galpão de almoxarifado. Cada um deles contando com um sistema de detecção de incêndio totalmente independente dos demais. Dessa forma, cada uma das centrais hipotéticas recebe um microcontrolador dedicado. Além disso, em cada prédio, há rede sem fio 802.11 acessível no entorno das centrais.

Na implementação proposta, foi utilizada a placa de desenvolvimento NodeMCU (ESP8266), como responsável pelo tratamento do sinal de alarme, proveniente da central a qual está associada, e por sua divulgação na rede, no intuito de avisar as demais centrais da corporação.

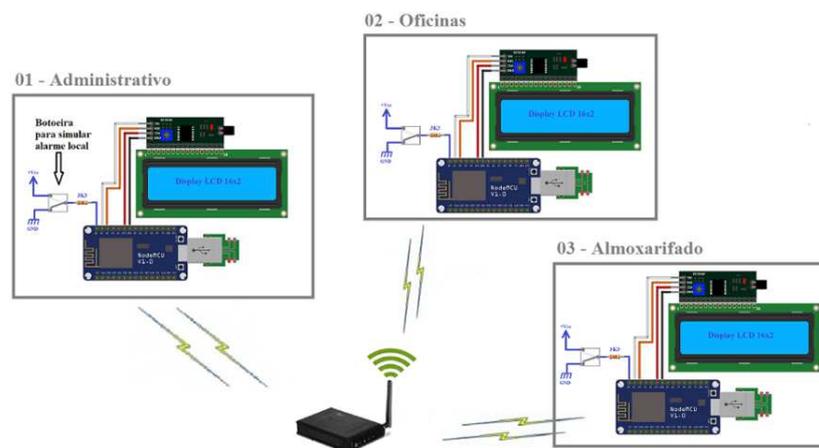


Figura 4. Elementos da Bancada de Testes. Fonte: Elaborado pelos autores

O cenário foi configurado com três centrais independentes. Todavia, a solução é escalável e pode ser implantada para um grande número de centrais. Observando-se, porém que, em termos práticos, mesmo nas grandes corporações, o número de centrais

de incêndio diversas é finito e limitado, por exemplo, pelo número de edificações.

Durante a realização dos primeiros testes de comunicação, utilizou-se um celular com o aplicativo *UDP Sender/Receiver*, disponível em versão gratuita para Android. Em seguida, utilizou-se o monitor serial da IDE Arduino para acompanhar a troca das mensagens entre os NodeMCUs e depurar o protocolo. Na Figura 5, são apresentadas as telas: Monitor Serial da IDE Arduino; e aplicativo *UDP Sender/Receiver*.

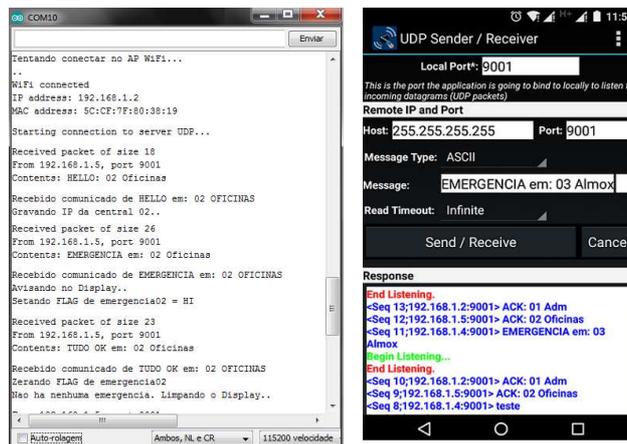


Figura 5. Screenshots: Monitor Serial Arduino; e *UDP Sender/Receiver*.

Para que as mensagens de emergência recebidas pelo NodeMCU fossem lidas e acompanhadas durante os experimentos, independente da conexão com o Monitor Serial da IDE Arduino, conectou-se um *display* a cada microcontrolador. Foi utilizado um LCD de 16x2 com conexão I2C. Através do *display*, é possível conferir se há emergência em alguma das centrais. Em cada NodeMCU também foi interligada uma botoeira de três contatos e duas posições (NA/NF) para simular o sinal de alarme captado localmente da central, via duplicador de sinal.

No ambiente configurado, cada NodeMCU conecta-se ao AP e envia mensagens periódicas do tipo *HELLO* em *broadcast*, sobre o protocolo UDP, para os outros NodeMCUs que compõem a rede, avisando-os que está *online* (linhas 13 a 19 do Algoritmo 1). Na mensagem, informa o nome da sua central associada. Quando da efetiva implantação nas organizações, será recomendada a configuração de uma VLAN para que todos os NodeMCUs, mesmo quando associados a diferentes APs, façam parte da mesma rede e, com isso, possam enviar e receber os avisos de emergência.

Periodicamente, o NodeMCU lê a porta de entrada em que está conectado o botão de alarme e verifica se houve mudança no estado do sinal de entrada. Caso tenha ocorrido, o sistema envia uma mensagem do tipo “*EMERGENCY*” (se o estado do botão mudou para *PRESSED*); ou, do contrário, envia “*EndOfEmergency*” para sinalizar aos outros NodeMCUs que não há presença de incêndio (linhas 20 a 29 do Algoritmo 1).

No cenário representado pela Figura 4, cada NodeMCU tem a função de analisar os pacotes recebidos e identificar o endereço IP, o nome e o conteúdo do pacote. Caso o pacote recebido contenha “*HELLO*”, o *Node* grava o IP do remetente e atualiza o *status* deste remetente para *online* (linhas 48 e 50). Caso o pacote contenha a informação “*EMERGENCY*”, ele deve avisar localmente, no *display*, o nome da central onde está ocorrendo a emergência. Por outro lado, se o pacote contiver a informação

“*EndOfEmergency*”, significa que a central que estava em emergência já teve sua situação regularizada. Então, o sistema atualiza a informação desta central para fora de perigo e limpa a mensagem de emergência que havia sido colocada no display.

Cabe ressaltar que, a cada mensagem de emergência enviada, o transmissor fica aguardando a confirmação de recebimento por parte de todas as centrais que estão *onlines* na rede (linhas 31 a 45 do Algoritmo 1). Esta confirmação é feita através do retorno de uma mensagem de “ACK”. Caso algum retorno não seja recebido após um intervalo de tempo configurável, o transmissor faz mais 3 tentativas intercaladas de reenvio da mensagem em *unicast* para o *Node* que não retornou. Se ainda assim não receber confirmação de entrega, descarta a mensagem e atualiza o *status* do *Node* que não retornou para *offline*. Esta central só voltará a ter status *online* quando enviar nova mensagem de “HELLO”. Quando a mensagem recebida for do tipo “ACK”, significa que a última transmissão foi corretamente recebida pelo *Node* que retornou com o “ACK”, pois a confirmação é sempre transmitida em *unicast*.

5. Conclusão

Neste artigo foi apresentada uma solução genérica e universal que permite implementar a comunicação sem fio entre centrais de incêndio existentes numa mesma instituição, sejam elas de qualquer fabricante ou tecnologia e, ainda melhor, sem a necessidade de alterar as configurações existentes ou realizar grandes investimentos. A solução proposta é viável a partir da premissa de que sempre haverá rede corporativa sem fio disponível nas proximidades das centrais existentes.

Em comparação aos trabalhos relacionados na Seção 2, a solução desenvolvida é única ao propor utilização completa dos sistemas de incêndio existentes. Bastando acoplar, a cada central, o NodeMCU, módulo microcontrolador de baixo custo com capacidade de comunicação sem fio via IEEE 802.11.

Como trabalhos futuros, sugere-se a implementação de um algoritmo para avaliar o desempenho da comunicação, analisando-se a taxa de sucesso na divulgação das emergências, i.e., o percentual de sinistros detectados no âmbito de uma central e que são comunicados com sucesso para todas as demais centrais da rede. Sugere-se avaliar esta métrica a partir da variação de parâmetros como o número de nós; a distância entre os nós; e número de alarmes gerados num dado intervalo de tempo. Para que os resultados sejam mais fidedignos, recomenda-se que os testes sejam realizados em ambiente industrial, justamente devido à maior incidência de ruído. Em seguida, destaca-se necessidade de aprofundar discussão sobre questões de segurança e confiabilidade da comunicação entre as centrais, para evitar riscos de falsos positivos.

Quando da implementação prática da solução proposta, sugere-se a configuração adicional de uma saída no NodeMCU para que este, além do aviso no *display*, possa também acionar um alarme sonoro/visual localmente, sempre que o módulo receber o comunicado de emergência de alguma outra central compõe à rede. Adicionalmente, caso as políticas de TI da empresa/instituição permitam acesso externo à rede corporativa, recomenda-se a configuração de nova funcionalidade nos módulos, de forma que seus *status* de emergência possam ser constantemente monitorados via interface Web.

Referências

- ABNT NBR 17240:2010. Sistemas de detecção e alarme de incêndio – Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio – Requisitos.
- Al-Ameen, M. N. An Intelligent Fire Alert System using Wireless Mobile Communication. Cornell University, arXiv, 2013.
- Arduino Software - Integrated Development Environment (IDE). Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment>. Acesso em 20 nov. 2016.
- Defeng, T. et al. A Fire Monitoring System In ZigBee Wireless Network. CyberC, 2010.
- DeltaFire - Alarme de Incêndio Wireless. Disponível em: <http://www.deltafire.com.br/produtos/id/193>. Acesso em: 27 jan. 2017.
- Derbel, F. Reliable Wireless Communication for Fire Detection Systems in Commercial and Residential Areas. IEEE WCNC, 2003.
- Dong, W. et al. Design of Wireless Automatic Fire Alarm System. ICPFFPE, 2015.
- Fire Systems Ltd. Disponível em: <http://www.firesystemsltd.co.uk/service/fire-alarm/wireless/suppliers/>. Acesso em: 21 nov. 2016.
- Fitzgerald, F. A. J. A new automatic fire alarm. Journal of the Franklin Institute, 1913, Vol.176(5), pp.575-582. ScienceDirect (Elsevier B.V.)
- Honeywell IPGSM-4G – Commercial Fire Communicator. Disponível em: <http://www.honeywellpower.com/comm-ipgsm4g.html>. Acesso em: 10 fev. 2017.
- Muheden, K. et al. Design and Implementation of the Mobile Fire Alarm System Using Wireless Sensor Networks. IEEE CINTI, 2016.
- NFPA 72 – National Fire Alarm and Signaling Code. National Fire Protection Association. 2016 Edition.
- Patange, S. P. and Yadav, S. V. Design and Implementation of Automatic Fire Alarm System based on Wireless Sensor Networks. JETIR, 2015.
- Resende, Rogério Manuel Teixeira. Detecção e Alarme de Incêndio – Sistemas Actuais. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2009.
- Siemens SWING wireless technology for maximum life safety and flexibility. Disponível em: <http://www.siemens.com/bt/file?soi=A6V10387658>. Acesso em 27 jan. 2017.
- Teksea. Disponível em: http://teksea.com.br/?page_id=1403. Acesso em 14 nov. 2016.
- Yogesh, S. K. et al. Wireless Sensor Network and Emergency Communication System for Fire Safety. International Journal of Advanced Computer Research, 2012.
- Yunfeng, Z. et at. Ancient Building Electrical Fire Early Warning System Based on JenNet Wireless Technology. IEEE CCDC, 2016.
- Zhang, L. and Wang, G. Design and Implementation of Automatic Fire Alarm System based on Wireless Sensor Networks. ISIP, 2009.