



PREDIÇÃO DE FALHAS EM UM DATACENTER CORPORATIVO COM DISPOSITIVO DE IoT BASEADO NO MONITORAMENTO DE PADRÕES AUDIOMÉTRICOS AMBIENTE.

A. M. Silva^{1,*}; L. S. de Jesus^{1,2}; E. B. de Carvalho²

1 Centro Universitário Faculdade Campo Limpo Paulista (UNIFACCAMP)
Rua Guatemala, 167; Jardim América, Campo Limpo Paulista
+55(11)48129400; CEP.: 13231-230 /SP – Brasil

2- Grupo Taranto Comercial Importação e Exportação Ltda.
Mario Bravo 641, Avellaneda, Buenos Aires, Argentina

*andre@faccamp.br

RESUMO: Este trabalho propõe o desenvolvimento de um dispositivo de automação baseado em Arduino para monitoramento do som ambiente em um data center corporativo com o objetivo de antecipar eventuais problemas, reduzir danos e minimizar prejuízos de operação e infraestrutura de servidores e rede de computação. Ao identificar anomalias nos padrões audiométricos o dispositivo notifica os responsáveis técnicos através de mecanismos de comunicação rápida, alarmando-os quanto a um possível eventual problema.

PALAVRAS-CHAVE: Arduino; IoT; Sensores Audiométricos; Decibelímetro; Infraestrutura Corporativa; Datacenter.

ABSTRACT: This paper proposes the development of an Arduino-based automation device to monitor ambient sound in a corporate data center in order to anticipate possible problems, reduce damage and minimize losses in the operation and infrastructure of servers and computer network. By identifying anomalies in the audiometric patterns, the device notifies the technical staff responsible through rapid communication mechanisms, alarming them about a possible problem.

KEYWORDS: Arduino; IoT; Audiometric Sensor; Decibelimeter; Corporate Infrastructure; Data Center.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos o uso da tecnologia nos diversos meios corporativos tem deixado de ser algo desejável para se tornar algo necessário. Cada vez mais as empresas, dos mais diversificados setores, têm tirado vantagens competitivas com a aplicação da tecnologia. Por este motivo, um dos setores que mais tem ganhado criticidade nestas corporações é o departamento de tecnologia de hardware.

Empresas que ainda detêm controle sobre sua infraestrutura de rede, servidores e computadores pessoais vivem em constante turbulência quanto a disponibilidade de sua operação. Isto é, o bom andamento e continuidade das operações de tecnologia é o que mantém os processos de negócio das empresas em andamento. Muitas vezes, inclusive, a disponibilidade destes serviços de computação são atrelados a políticas de acordos e multas, demonstrando a importância e o formalismo destes processos para os negócios.



ISSN 2447-5378

Neste contexto, o cenário ideal para qualquer corporação que depende de uma infraestrutura computacional, é que não exista falhas de disponibilidade destes serviços. Porém, diante desta utopia, empresas convivem com a busca incessante de modelos e processos de qualidade para aprimorar suas técnicas de manutenção e suporte dos serviços de computação. Uma destas áreas de atuação seria a antecipação de eminentes problemas de hardware.

2. OBJETIVO

Este projeto tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema de alarme que monitore o som ambiente em um departamento de infraestrutura computacional de uma organização. A medida que leituras de audiometria fora dos padrões consideráveis sejam identificados, o sistema, de forma automática, identifica a possível causa e envia notificações ao responsável da área, incluindo seu histórico de leitura, para que o responsável técnico possa se antecipar para possíveis problemas de infraestrutura.

Basicamente, considerando um contexto específico, este projeto se propõe explorar recursos de IoT (Internet of Things), automação e integração de sistema para trazer benefícios corporativos. No caso, contribuindo diretamente no processo de previsão, antecipação e resolução de problemas de infraestrutura em um *datacenter*.

3. METODOLOGIA

Como este projeto envolve conhecimentos multidisciplinares aplicados à tecnológica em um cenário de propósito geral, é importante considerar um laboratório real que permita o entendimento e a experiência real de uma corporação com problemas e necessidades reais da rotina e apoio de profissionais com suas diversas especialidades. Por este motivo, foram realizadas atividades colaborativas com acompanhamento e tarefas participativas em todas as etapas ao longo do projeto.

Como estudo de caso, o trabalho teve como parceria uma empresa de fabricação de peças automotivas composta por dez plantas produtivas, três distribuidoras e um centro de pesquisa. Para integrar estas unidades e setores a empresa conta com uma infraestrutura computacional e de rede de comunicação bastante robusta. Considerando que a manutenção lógica, física e a gestão destas máquinas são da própria empresa, ela fornece um cenário bastante interessante e completo de análise e testes para a realização deste projeto.

Quanto às tecnologias envolvidas, este projeto inclui recursos utilizados basicamente na construção do protótipo IoT e ferramentas utilizadas somente como apoio ou facilitadores no projeto:

- Componentes de automação
 - Arduino Leonardo R3 Compatível (JAVED e ADAS, 2017);
 - Adaptador para Módulo Wi-Fi ESP8266 ESP-01(JAVED e ADAS, 2017);
 - Arduino 1.8.12: IDE para desenvolvimento da aplicação Arduino;
 - Led 5mm Alto Brilho;
 - Módulo de Reconhecimento de Voz V3 (McROBERT, 2015);
 - Módulo Eletreto Max9814 Amplificador com Controle Automático de Ganho;
 - Módulo Sensor de Som KY-038;
 - Módulo Wi-Fi ESP8266 ESP-01 e
 - Módulo Relé 5V



ISSN 2447-5378

- Recursos de apoio
 - Aplicativo para celular decibelímetro virtual (DECIBELÍMETRO, 2020);
 - Aplicativo para celular Blynk - IoT para Arduino (BLYNK, 2020);
 - Photoshop CS6 Portable v13.0: software editor de imagens;
 - Tinkercad: ferramenta online para protótipo e desenho e
 - Visual Basic for Applications do Excel.

4. ATIVIDADE PRÁTICA

4.1. Estudo de Caso

Atualmente, a empresa tomada como estudo de caso é formada de dez plantas produtivas, três distribuidoras de produtos e um centro de pesquisa e desenvolvimento de produtos e ferramentas. Juntas estas unidades formam uma estrutura integrada responsáveis pela produção de artigos de diferentes famílias tecnológicas como juntas, retentores, peças de borracha e borrachas/metálicas, embreagens, parafusos técnicos, peças forjadas e estampadas.

O fato de ser composta por uma estrutura geograficamente distribuída em diferentes regiões e países e ao mesmo tempo manter um alinhamento produtivo, a empresa faz uso exaustivo de tecnologia de computadores, entre eles, laboratórios de processamento de dados, redes de computadores, servidores de alto desempenho, dispositivos móveis e estações de trabalho.

É neste contexto, de recorrente chamados de manutenção, problemas e falhas de infraestrutura, necessidade de reconfigurações ou trocas de equipamentos constantes, é que esta proposta de trabalho pretende explorar como laboratório prático real, e posteriormente contribuir com uma proposta de melhoria de processo válida.

4.1. Análise e Projeto

Tecnicamente, o processo proposto para o sistema fará o monitoramento do sensor de áudio e enviará a leitura para uma planilha do Microsoft Excel (Figura 1). A partir desta base de informações (planilha de controle) o componente de análise fará comparações com os dados coletados validando-os com arquivos anteriores (histórico) e informações de calibragem (configurações e aprendizagem). Baseado nestas comparações o sistema toma a decisão sobre a necessidade de alarmar. Esta decisão deve considerar os limites definidos nos arquivos de *setup* exclusivos para um determinado contexto de execução; caso ultrapasse os valores preestabelecidos, o envio de mensagem será acionado a partir do Visual Basic for Applications do Microsoft Excel e apoio de alguma plataforma de comunicação instantânea de mensageiria (WHATSAPP, 2020).

Uma etapa muito importante para o projeto, foi a fase de análise de ruídos no ambiente usado como laboratório. Nesta etapa, foram necessários alguns dias de acompanhamento do ambiente, de modo que fosse possível definir uma padronização da “normalidade” audiométrica para o data center. Ainda nesta etapa, também foi preciso a simulação de problemas, por exemplo, um *cooler* obstruído, ventilação ambiente inoperante, entre outros, tal que problemas reproduzíveis fossem reconhecidos já durante a fase de estudo.

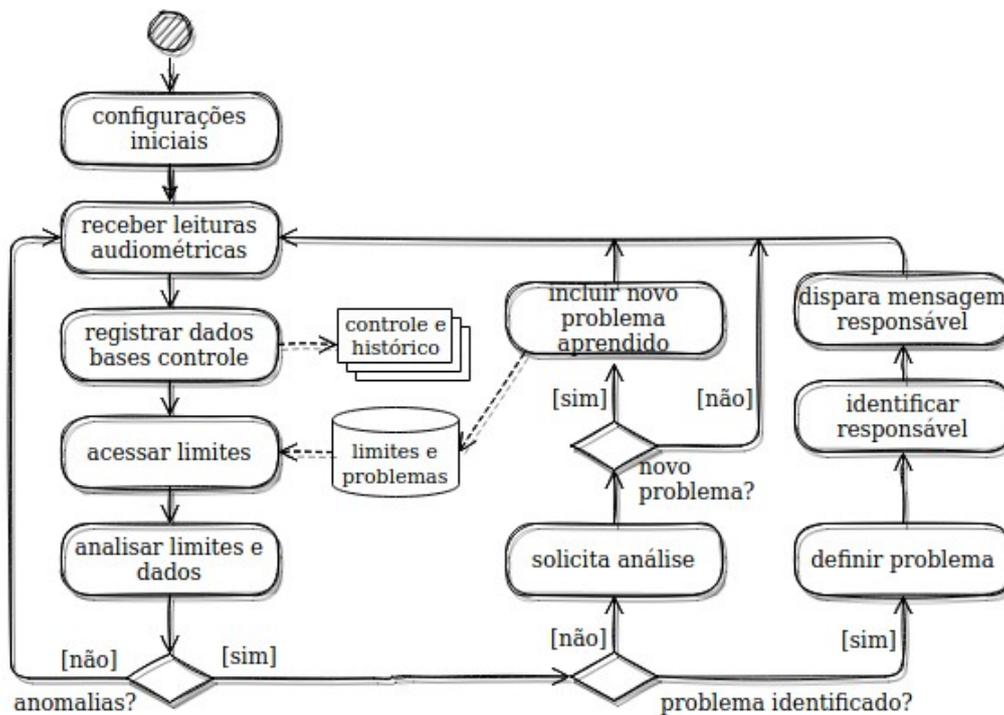


Figura 1. Processo de execução proposto

A figura 2 mostra duas leituras de testes realizados com o auxílio de um aplicativo de audiometria (DECIBELÍMETRO, 2020), em um celular Android. Através destes testes é possível comprovar o aumento no nível do som quando um equipamento apresenta um problema que gere algum tipo de som. Do lado esquerdo (Figura 2.a) é representado o nível em um ambiente normalizado, sem nenhum problema, apresentando apenas as emissões de ruído dentro dos padrões esperados. Na Figura 2.b é representado o aumento no nível do som ao realizar uma simulação de um problema, neste teste foi simulado um equipamento com problema no *cooler*.

Após as atividades de análise audiométrica e simulação de ruídos, foi construído o projeto do circuito. A Figura 3 (a) representa um protótipo da estrutura do circuito para automação do processo. Este protótipo foi construído na ferramenta *online* Tinkercad e Photoshop CS6 Portable (MONK e LASCHUK, 2017). Segundo este projeto, o sistema faz o monitoramento de duas formas:

- através dos módulos de sensores de som, ligados aos terminais do Arduino (JAVED e ADAS, 2017), da seguinte forma: VCC do módulo ao 5V do Arduino, GND no GND do Arduino, a saída de um dos módulo na entrada analógica A0, controlando os níveis baixos e a saída do outro módulo na entrada analógica A9, controlando os níveis alto; e
- através do módulo de reconhecimento de voz, seu diferencial está no fato do módulo ser treinado para reconhecer o som gerado por determinados problemas anteriores.

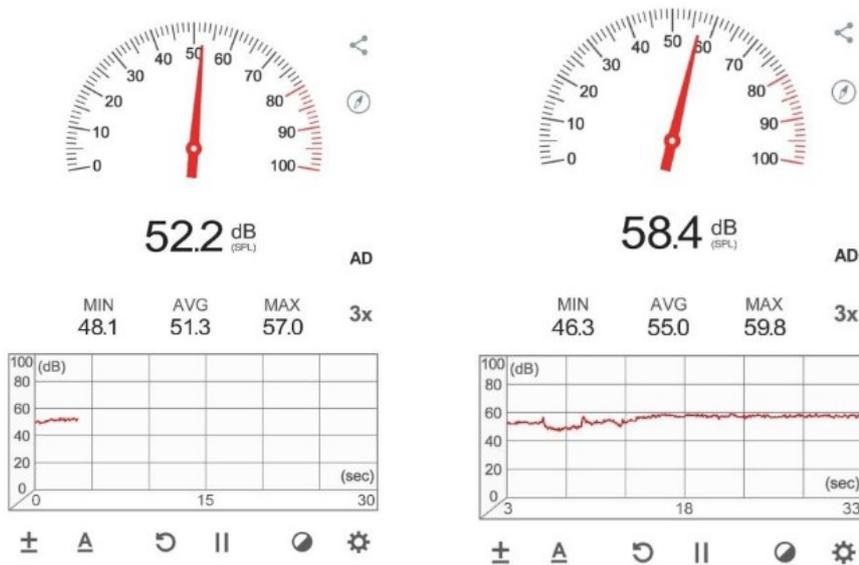


Figura 2. Testes para calibragem com decibelímetro nos (a) ambientes normalizados e em (b) situações simuladas

Após analisado o comportamento de audiometria do ambiente é definido os padrões e limites em uma situação de normalidade para o laboratório computacional. Por exemplo, é definido uma faixa onde é situada a situação de normalidade de operação e os comportamentos não esperados, tais como: quedas, amplitudes repentinas, picos inesperados, entre outras especialidades. Ou seja, o algoritmo básico é definido para monitorar pontos críticos, por exemplo “ponto A” da Figura 3.

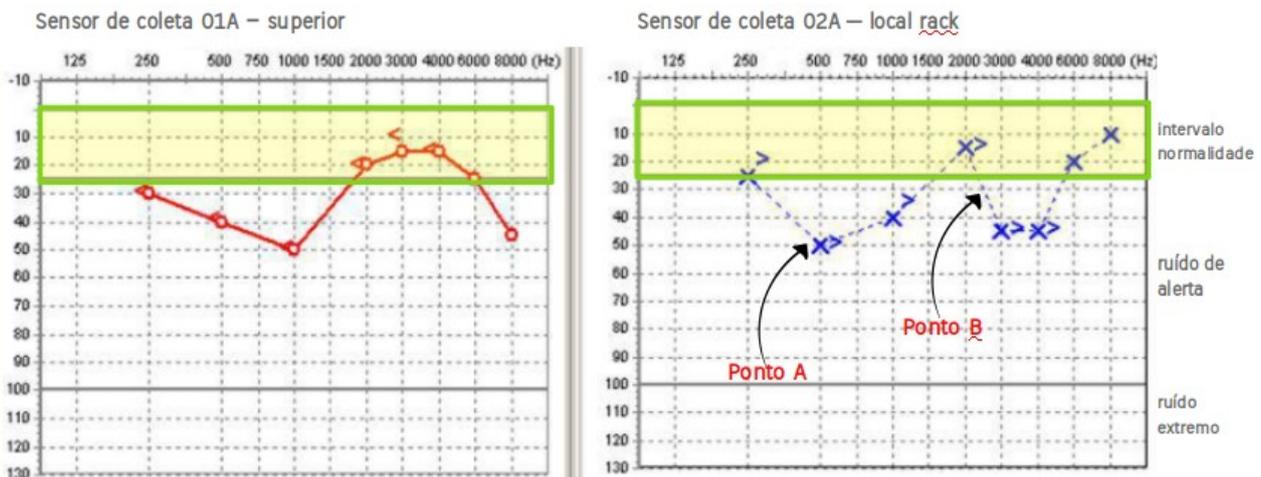


Figura 3. Exemplo de mapeamento de padrão audiométrico e indicação de pontos de anormalidade

Os demais pontos de leitura indicados na imagem (Figura 3) são pontos de comportamento esperado conforme faixa configurada para o cenário observado. Porém, mesmo dentro deste intervalo o algoritmo é preparado para considerar um ponto de alerta com valores válidos se este estiver

envolvido com eventos de mudanças súbitas, como mostrado na curva acentuada indicada pelo “ponto B”, da mesma imagem (Figura 3). É importante ressaltar que o sistema permite a classificação de novos valores ou novos picos conforme estes problemas são identificados no dia a dia da *datacenter* de forma manual através dos controles e configurações para o sistema. Embora este processo ainda é manual, ele permite uma manipulação bastante fácil e intuitiva através de uma interface gráfica construída em MS Visual Basic.

Do ponto de vista mais mecânico, o circuito também possui um módulo *wi-fi* controlado através da plataforma online Blynk. Este módulo está conectado ao Arduino e é responsável por controlar o acionamento do relé, utilizado para pausar e liberar o envio de mensagens (disparo dos alarmes). Os três *leds* na parte inferior do protótipo, são auxiliares e indicam os possíveis estados: (verde) liberado o envio de mensagem, (laranja) envio de mensagem em pausa e (azul) desligado. Os estados pausado e liberado o envio de mensagem, são controlados através da plataforma online Blynk (2020), já o estado desligado é controlado por um interruptor mecânico.

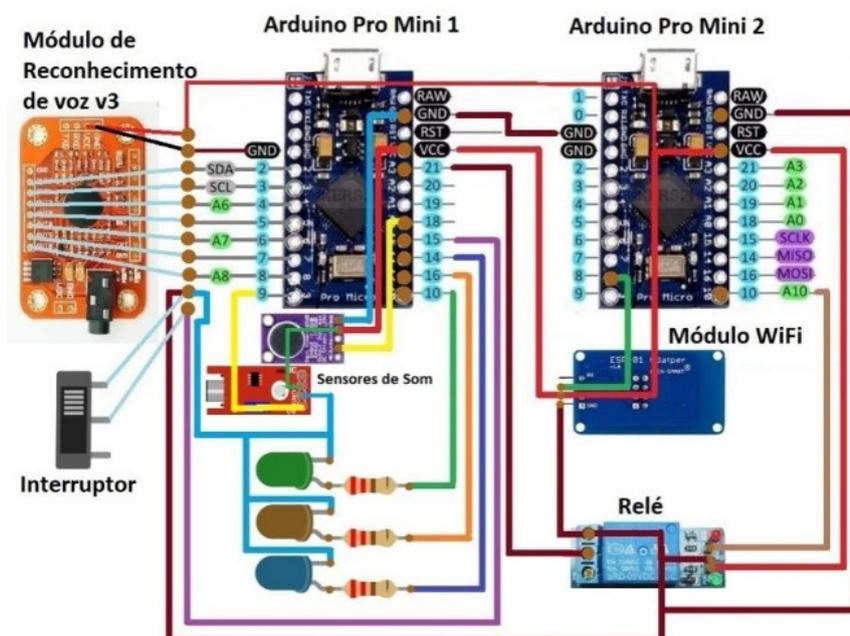


Figura 3. Protótipo

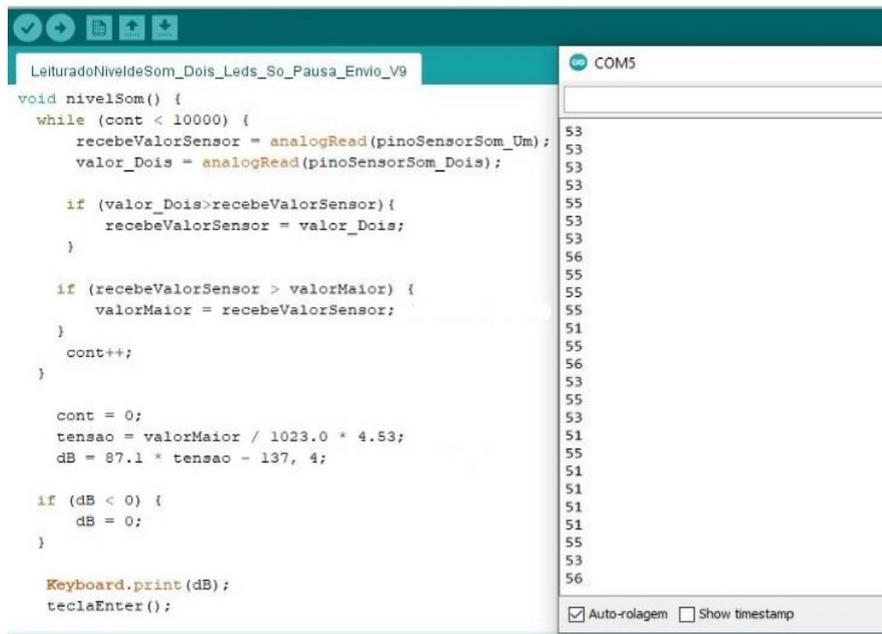
4.2. Desenvolvimento

A Figura 4 demonstra o código em linguagem C para Arduino, responsável por controlar os valores de entrada das portas analógicas A0 e A9 do Arduino, respectivamente ligadas as saídas dos sensores de som, também é possível ver o monitor serial do Arduino, mostrando a oscilação no nível do som. O teste foi realizado com intuito de comprovar e regular a captação do nível de som no ambiente através dos módulos de som. O código carregado no módulo Arduino funciona conforme o seguinte algoritmo:

1. o valor do nível de tensão gerado pelo módulo de som é convertido para um valor aproximado em decibéis e enviado para a planilha de controle no Microsoft Excel.
2. simultaneamente, caso alguma alteração de padrão tenha sido identificada, o módulo de reconhecimento de voz envia para o Arduino no pino correspondente a alteração mapeada no nível lógico,

3. somente neste caso, o Arduino reconhece através de uma condição qual pino especificamente teve seu estado alterado e envia o código correspondente ao problema detectado para a planilha de controle do Microsoft Excel

A Figura 5 representa a tela de controle construída em Microsoft Excel, responsável por arquivar os valores em decibéis para histórico e controlar os envios de notificação (mensagem). Nesta planilha os valores em decibéis e códigos enviados pelo Arduino, são recebidos em uma única célula, que é monitorada pelo *Visual Basic for Applications*. O valor é analisado e caso corresponda a algum código predeterminado, referente a um problema, então é chamada à função responsável por abrir o navegador Google Chrome e em seguida a plataforma de mensageiria instantânea para o envio da mensagem com a descrição do problema para os responsáveis do setor de TI.



```
LeituradoNiveldeSom_Dois_Leds_So_Pausa_Envio_V9
void nivelSom() {
  while (cont < 10000) {
    recebeValorSensor = analogRead(pinoSensorSom_Um);
    valor_Dois = analogRead(pinoSensorSom_Dois);

    if (valor_Dois > recebeValorSensor) {
      recebeValorSensor = valor_Dois;
    }

    if (recebeValorSensor > valorMaior) {
      valorMaior = recebeValorSensor;
    }
    cont++;
  }

  cont = 0;
  tensao = valorMaior / 1023.0 * 4.53;
  dB = 87.1 * tensao - 137, 4;

  if (dB < 0) {
    dB = 0;
  }

  Keyboard.print(dB);
  teclaEnter();
}

COM5
53
53
53
53
55
53
53
56
55
55
55
51
55
56
53
55
53
51
55
51
51
51
51
51
51
55
53
56
 Auto-rolagem  Show timestamp
```

Figura 4. Função de tratamento para as leituras recebidas

Por outro lado, se o valor recebido não for um código referente a algum problema identificado, mas for reconhecido um valor em decibéis fora do intervalo de normalidade predefinido, o valor será armazenado na planilha com data e hora da leitura e uma mensagem será enviada, alertando a detecção de um problema de origem desconhecida, para posterior análise. Após averiguação, no caso do alerta ser considerado um problema ainda não mapeado como tratamento esperado, os índices registrados no histórico podem ser então inseridos no sistema, fazendo com que o módulo de reconhecimento de voz seja treinado para reconhecer este tipo de problema para futuras ocorrências.

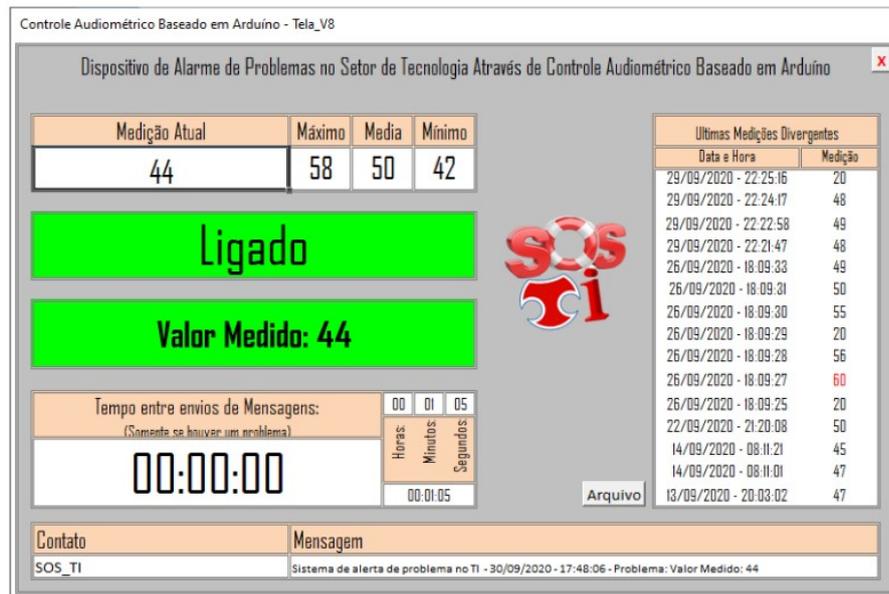


Figura 5. Painel de controle do sistema integrado baseado em MS Visual Basic

4.3. Resultados Obtidos

A conclusão do sistema apresentou resultados satisfatórios, pois os objetivos para esta etapa foram alcançados, conseguiu atender aos requisitos preestabelecidos, obter a leitura do nível do som em decibéis e o reconhecimento de um problema no ambiente monitorado. Uma vez reconhecida a discrepância no nível do som, o sistema enviou a leitura para planilha do Microsoft Excel que por sua vez arquivou os valores e enviou uma mensagem por meio da plataforma de mensageira para o grupo responsável por analisar e atuar quanto aos problemas notificados.

O ambiente de teste para o protótipo construído é a central de servidores da empresa utilizada como estudo de caso, em sua unidade de São Paulo. Trata-se de um *rack* para servidores com refrigeração por *cooler*, contendo diversos tipos de equipamentos, sendo que não só os equipamentos serão monitorados, como também o próprio *rack* com suas partes, *cooler*, abertura de porta, oscilações na estrutura entre outras possibilidades. Os resultados foram de acordo com o esperado, considerando que o protótipo conseguiu identificar todos os casos simulados: de normalidade, problemas predefinidos e anomalias não mapeadas.

A Figura 6 mostra o sistema integrado já montado e utilizado durante a fase de teste e validação. Na Figura 6.a é possível ver a placa de circuito impresso e seus componentes, tal como o dispositivo para captura de som ambiente com o recurso de minimização de ruídos. A Figura 6.b demonstra um exemplo da execução do sistema no ambiente de teste em campo. Nela é possível ver os resultados dos testes de envio da mensagem a partir de aplicativo de mensagens na tela de um celular cadastrado como o contato de um responsável de área específica. Além disso, por se tratar de um sistema capaz de verificar o nível do som, monitorando se o nível está ou não dentro dos limites estabelecidos para o ambiente, existe a possibilidade da utilização do sistema em outras aplicações, até mesmo em outros tipos de ambiente, como por exemplo, ambientes em que deve manter-se o mínimo de ruído possível, alarmando mensagens caso extrapolem os limites ou executando determinadas tarefas específicas por comandos de voz.



Figura 6. Protótipo integrado operacional com a (a) placa de circuito com os componentes e (b) exemplo de execução das notificações por mensagens instantânea

4.4. Problemas enfrentados

Um dos maiores problemas enfrentados no desenvolvimento do sistema foi conseguir fazer a leitura em decibéis com maior precisão possível. Este problema só foi resolvido colocando um segundo módulo do tipo: “Microfone Eletreto Max9814 Amplificador com Controle Automático de Ganho”. Isso resultou em uma leitura mais precisa, um ganho maior na resposta e menos perda.

O segundo problema enfrentado, foi como reconhecer as possíveis causas dos problemas. Com os modelos dos sensores já definidos, diversas leituras do nível de som foram feitas para coletar os valores máximo, médio e mínimo em um ambiente com funcionamento normal, sem problema algum, outros testes foram feitos simulando alguns problemas comuns. Esta análise contribuiu para identificar o aumento do nível no som em diversos problemas, mais ainda era muito impreciso indicar a causa do problema, pois existem valores muito próximos entre alguns tipos de problemas. Para resolver este problema, juntamente com os sensores de som, também foi utilizado um módulo de reconhecimento de voz V3, este módulo foi treinado para reconhecer alguns tipos de problemas já constatados anteriormente, enquanto o módulo de reconhecimento de voz fica verificando a existência ou não de algum problema já conhecido, o sensor de som arquiva alguma anomalia no nível do som, que será analisada posteriormente e caso necessário o módulo de reconhecimento de voz será treinado para reconhecer eventualmente.



5. CONCLUSÃO

Foi um desafio desenvolver um sistema de automação desde sua concepção até sua implantação e teste em um ambiente real. Envolver um contexto real como laboratório prático permitiu vantagens durante o entendimento do problema, análise e refinamento de objetivos e apoio às atividades de teste. Porém, entre os principais benefícios com a conclusão deste projeto, estão ganhos não técnico, tais como, amadurecimento quanto ao ciclo de vida completo de um sistema, tomada de decisão gerencial, colaboração e envolvimento corporativo.

Como resultado de pesquisa, a grande contribuição desse projeto é identificar problemas rapidamente, coisa que sistemas comuns de monitoramento não conseguem de forma tão rápida. Um exemplo seria o problema com o *cooler*; enquanto este protótipo se baseia monitoramento de padrões de som para reconhecer um potencial problema, os sistemas de monitoramento de temperatura comuns só reconhecem o problema após o superaquecimento.

Como sugestão para trabalhos futuros, propõe-se o estudo da implantação de um módulo que faça gravações de padrões audiométricos suspeitos do sistema e a implantação de módulos para outros tipos de controles e referência, como por exemplo: temperatura, umidade e sensor de presença, entre outros, também propõe a criação de um aplicativo para controle e monitoramento em tempo real e com boa precisão.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Grupo Taranto Comercial Importação e Exportação Ltda., Buenos Aires, Argentina, especialmente ao Eric Barbosa de Carvalho; sem essa colaboração e apoio não teria sido possível desenvolver este projeto, principalmente no que diz respeito às orientações técnicas de contexto e apresentação de problemas reais. Esta parceria permitiu especificações mais precisas e melhores resultados durante as validações em campo.

7. REFERÊNCIAS

BLYNK. *Blynk IoT para Arduino, ESP8266/32, Raspberry Pi*. Disponível em <https://play.google.com/store/apps/details?id=cc.blynk>. Acessado em agosto de 2020.

DECIBELÍMETRO, *Decibelímetro Virtual*, Aplicativo para Android. Disponível em <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gamebasic.decibel>. Acessado em abril de 2020.

JAVED, A.; ADAS, C. J., *Criando projetos com Arduino para Internet das coisas*; ed.1, Ed. Novatec Editora, 2017.

McROBERTS, M.; *Arduino Básico*. ed. 2; Ed. Novatec Editora, 2015.

MONK, S., e LASCHUK, A., *Programação com Arduino: começando com Sketches*; ed. 2; Ed. Bookman. 2017.

OLIVEIRA, S., *Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi*, ed.1, Novatec 2017.

SOUZA, V. A., *Envio de E-mail com o módulo SIM800L para medição de Decibelímetro Programado no Arduino*, ed.1, Ed. Cerne, 2020.

WHATSAPP., Página oficial Whatsapp, aplicativo multiplataforma de mensagens instantâneas e chamadas de voz para smartphones. Disponível em <http://www.whatsapp.com>. Acessado em maio de 2020.