

DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA PREVENIR A EXPOSIÇÃO A ALTAS TEMPERATURAS

Jordana de Souza Nogueira (UFCG) jordanadesouzanogueira@gmail.com

Marcielly Medes Lima (UFCG) marciellymendes1@gmail.com

Fernanda Santos Souza (UFCG) nandasantosj3@gmail.com

Resumo

Há muitos segmentos industriais que possuem processos que demandam altíssimas temperaturas pra serem realizados, como: siderúrgica, metalurgia e ramo alimentício. Esses ambientes são considerados críticos, devido à exposição humana a altas taxas de calor, e por isso ocasionam grandes números de acidentes de trabalho. Diante disso surge a necessidade de medidas preventivas, dentre elas o uso de EPC (equipamento de proteção coletiva). O presente artigo tem a intenção de desenvolver um EPC, intencionado em analisar a temperatura do ambiente de trabalho. A metodologia foi baseada em um estudo de caso em uma pizzaria onde um dispositivo de arduino desenvolvido identificará a temperatura a qual o funcionário está exposto a fim de alertá-lo quando a mesma estiver acima de 31,4°C (limite permitido pela NR-15). Para evidenciar o funcionamento do dispositivo, a aplicação dessa metodologia na pizzaria foi realizada.

Palavras-Chaves: (Temperatura; Arduino; EPC)

1. Introdução

A Saúde e Segurança do Trabalho (SST) no Brasil, é auxiliada por Leis e Normas Regulamentadoras (NRs) que estabelecem prescrições para que as empresas se certifiquem aos cuidados da saúde e segurança de seus empregados. No processo produtivo, a área obedecendo aos conformes da normatização, minimiza os custos ocasionados por acidentes e lesões de trabalho. (SESCON-SP, 2019).

No cenário brasileiro, exemplando o ramo culinário, as empresas expõem seus funcionários a temperaturas que ultrapassam o limite de segurança, de modo a preservar a segurança dos trabalhadores, desenvolvem-se estudos, normas e necessidades por partes do governo para que os profissionais desta área tenham uma melhor qualidade de trabalho.

Segundo o Ministério de Trabalho e Previdência Social (MTPS) o número de acidentes de trabalho no setor de serviços representa 55% do total em 2017, desses, 4% é referente a serviços de alimentação e alojamento (que contabilizou 11.381 acidentes, no ano).

A temperatura humana é de acordo com o controle homeotérmico, pois é mantida em referente estabilidade a 37 °C (IIDA, 1997). Há a prevalência de tal temperatura de 37°C no cérebro, coração e órgão abdominais, sendo que sua manutenção é essencial para a realização de processos metabólicos. Na superfície da pele e no interior dos músculos as temperaturas podem apresentar variações de acordo com a exposição à temperatura ambiente e a atividade realizada (GRANDJEAN, 1998, p. 289).

Sabendo-se disso surgiu a necessidade de criar um dispositivo Arduíno, o qual tem por objetivo informar aos funcionários a temperatura a qual estão expostos, seja vulnerável a temperatura do ambiente ou aos instrumentos utilizados para a produção.

2. Referencial Teórico

2.1 Higiene e Segurança do Trabalho

2.1.1 Segurança do Trabalho

Segurança do trabalho pode ser entendida como os conjuntos de medidas que são adotadas visando minimizar os acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, bem como proteger a integridade e a capacidade de trabalho do trabalhador. (ALBUQUERQUE, 2017).

2.1.2 Higiene Ocupacional

Higiene Ocupacional é a ciência que tem como principal função antecipar, reconhecer, avaliar e controlar os perigos para a saúde no ambiente de trabalho com o objetivo de proteger a higidez e o bem-estar dos trabalhadores e da comunidade em geral. (MARQUES, 2017).

Segundo Marques (2017), a higiene ocupacional: visa cuidar do trabalhador em três aspectos:

Saúde Física: Cuidados para que os movimentos realizados durante o trabalho não causem lesões ao funcionário.

Saúde Mental: Preocupa-se com o bem-estar mental do colaborador, a fim de que ele não seja exposto a situações altamente estressantes ou constrangedoras que possam prejudicá-lo.

Saúde Social: Tem como objetivo promover uma boa relação entre todos os funcionários, para que eles convivam de forma pacífica e harmoniosa.

2.1.3 Acidente de Trabalho

É o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou instituição, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte, a perda ou a redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho. (RODRIGUES, 2017)

2.1.4 Riscos Ocupacionais

Risco é definido por toda e qualquer possibilidade de que algum elemento ou circunstância existente num dado processo ou ambiente de trabalho possa causar dano à saúde, seja por meio de acidentes, doenças ou do sofrimento dos trabalhadores, ou ainda por poluição ambiental. (SILVA et al, 2012).

A Norma Regulamentadora NR-05 classifica os riscos em:

Riscos Físicos: ruídos, vibrações, radiações ionizantes e não ionizantes pressões anormais, temperaturas extremas, iluminação deficiente, umidade, etc.

Riscos Químicos: poeiras, fumos névoas, vapores, gases, produtos químicos em geral, neblina, etc.

Riscos Biológicos: vírus, bactérias, protozoários, fungos, bacilos, parasitas, insetos, cobras, aranhas, etc.

Riscos Ergonômicos: trabalho físico pesado, posturas incorretas, treinamento inadequado/inexistente, trabalhos em turnos, trabalho noturno, atenção e responsabilidade, monotonia, ritmo excessivo, etc.

Riscos de Acidentes: arranjo físico inadequado, máquinas e equipamentos sem proteção, ferramentas inadequadas ou defeituosas, iluminação inadequada, eletricidade, probabilidade de incêndio ou explosão, armazenamento inadequado, animais peçonhentos, outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes.

2.2 NR 15 – Atividades e operações insalubres

A NR-15 é um conjunto de normas que estabelece e disciplina o que é classificado um trabalho insalubre. A vigência desta norma é imprescindível porque, de acordo com a legislação trabalhista presente, colaboradores em circunstâncias insalubres ganham um acréscimo no salário, de acordo com as condições às quais são submetidos. Quanto mais grave ou intensa é considerada a insalubridade, maior é o acréscimo no salário, limitado a 40%. (XAVIER et al., 2019).

O Anexo 3 – da Norma Regulamentadora tem como objetivo estabelecer limites de exposição a serem utilizados como indicadores na avaliação, prevenção e controle dos riscos decorrentes da exposição ao calor.

Tabela 1 – Taxa de metabolismo por tipo de atividade

TIPO DE ATIVIDADE	Kcal/h
Sentado em repouso	100
Trabalho leve	125 - 150
Trabalho Moderado	180 - 300
Trabalho Pesado	440 - 550

Fonte: Adaptado da Norma Regulamentadora NR15 (2019)

Quadro 1 – Limite de temperatura por classificação de atividade e tempo de exposição

REGIME DE TRABALHO INTERMITENTE COM DESCANSO NO PRÓPRIO LOCAL DE TRABALHO (por hora)	TIPO DE ATIVIDADE		
	LEVE	MODERADA	PESADA
Trabalho contínuo	até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,5	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido o trabalho, sem a adoção de medidas adequadas de controle	acima de 32,2	acima de 31,1	acima de 30,0

Fonte: Norma Regulamentadora NR15 (2020)

2.3 Arduíno

O Arduíno é uma placa de circuito microcontrolador para desenvolvimento de protótipos eletrônicos, que permite a gravação de um conjunto de instruções através de uma linguagem de programação de modo a minimizar complexidades (FRIZZARIN, 2016).

Segundo Fonseca (2017), uma placa dessas geralmente é usada para automação de projetos eletrônicos e/ou robóticos, feito por amadores e também por profissionais. Ela facilita a prototipagem, implementação ou emulação do controle de sistema interativo, seja ele doméstico, comercial ou móvel.

O Arduíno não só facilita a programação, por meio de instruções da linguagem, como também facilita a utilização do hardware devido ao formato da sua plataforma. Mais do que os simples pinos, foram desenvolvidas placas que integram e expandem as conexões e funções da placa, permitindo ao Arduíno conexão à rede internet, wireless, GSM, comunicação RF (Radiofrequência), etc. Essas placas chamadas de Shields, se encaixam aos pinos da placa e permitem a comunicação de forma simples com demais dispositivos, estendendo o alcance da aplicação em que o Arduíno está inserido (MONK, 2015).

Segundo Gomes (2015), as aplicações do Arduíno são basicamente ilimitadas e dependem muito mais da criatividade e disciplina do desenvolvedor do que das limitações da plataforma ou das dificuldades de programação. Os makers estão usando a plataforma em projetos que vão desde a automação de processos em empresas até obras de arte.

O Arduíno pode ser especialmente útil na automatização dos processos da sua empresa. É possível criar protótipos que permitam a comunicação de um dispositivo móvel com máquinas de indústria até a integração total do escritório (luzes, aparelhos, ar-condicionado, etc) com a internet. (GOMES, 2015).

3. Metodologia

A pesquisa realizada neste trabalho classifica-se como uma pesquisa quantitativa. De acordo com Knechtel (2014), este tipo de pesquisa está ligada à investigação empírico-descritiva, quando se procura descobrir e classificar a relação entre as variáveis, as relações de causa e efeito entre os diferentes fenômenos.

A inspeção sucedeu-se em uma pizzaria na cidade de Sumé, onde a atenção foi direcionada ao trabalho realizado pelo responsável do forno, em que foi identificada a exposição do trabalhador a altas taxas de calor. O ambiente em que o forno fica posicionado foi verificado, e por meio do equipamento Termômetro de globo digital com datalogger (IBUTG) modelo TD-500 Plus, com auxílio de um técnico de segurança do trabalho, foi aferido à temperatura predominante no local. No decurso de uma hora, analisou-se o tempo em que o trabalhador realizava a atividade próxima ao forno e o tempo em que tinha de descanso, por meio da cronometragem.

Dessa forma, através dos dados obtidos foi elaborado por meio do uso de Arduino, um dispositivo. O equipamento foi construído mediante a utilização de uma placa protoboard, uma placa de arduino, alguns jumpers, um cabo USB, um resistor de 10K, um sensor de temperatura, um potenciômetro, display e buzzer.

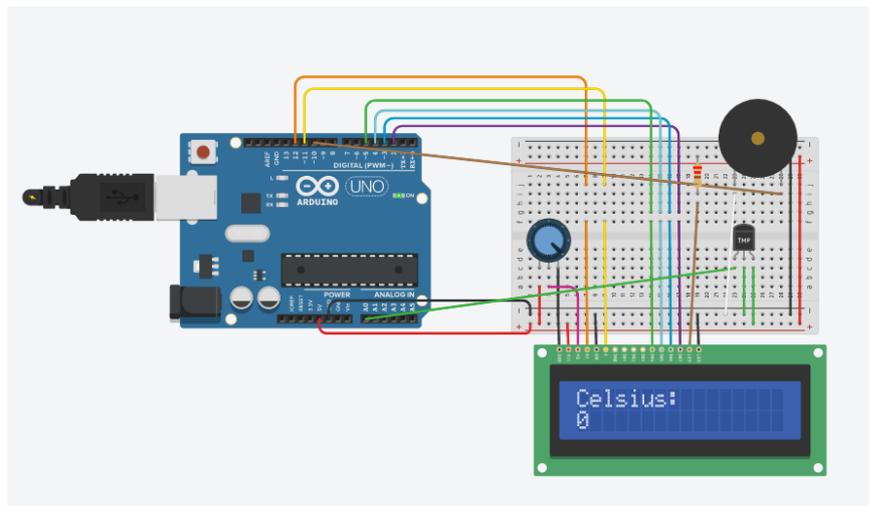
O processo de construção iniciou-se com a ligação do sensor de temperatura onde foi utilizado o resistor de 10K conectado a um terra (5V) e um GND (negativo), aplicando-o a uma porta analógica para recebimento dos dados, logo após, foram utilizadas as portas 4,5,6,7,8 e 9 para a ligação do display LCD, sendo este acoplado a um potenciômetro para o ajuste do contraste, e por último a instalação do buzzer, para que ao ser atingida a temperatura programada haja a emissão de um sinal sonoro.

4. Resultados e Discussões

Com o intuito de estabelecer parâmetros para o funcionamento do arduíno e atestar a necessidade de utilização do mesmo, realizou-se o estudo do ambiente na pizzaria. Como resultado da análise de desempenho e duração da tarefa, caracterizou-se como atividade leve tendo em vista que o funcionário no intervalo de uma hora, trabalha cerca de 30 minutos e tem 30 minutos de descanso, e ainda que a temperatura predominante no local era de 32,4°C, ultrapassando 31,4°C (limite permitido pela norma NR15), constatando-se a necessidade de utilização do arduíno.

Após o a confirmação da necessidade de utilização, foi construído o dispositivo.

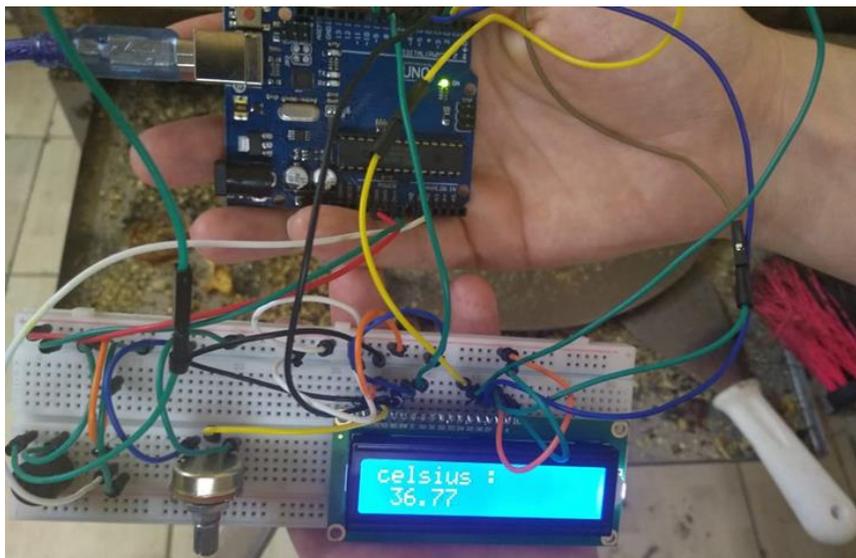
Figura 1 – Circuito de ligações



Fonte: Próprios Autores (2020)

Para demonstrar o funcionamento do dispositivo foram realizados alguns testes. O arduíno por meio do display mostra no leitor quanto é o valor da temperatura em graus célsius no local, apresentando 36,77°C, como mostra a figura 2, ultrapassando o que é estabelecido pela norma regulamentadora NR15, para atividade analisada, expondo os trabalhadores a riscos.

Figura 2 - Resultado apresentado pelo dispositivo



Fonte: Próprios Autores (2020)

Para prevenir que se exceda esse valor de exposição permitido, foi adicionado um buzzer que emite um sinal sonoro sempre que a temperatura estiver no limite programado, definido como seguro.

6. Considerações Finais

Ao constatar que o estabelecimento não possuía um sistema de controle de temperatura, e para entrar em conformidade com a NR-15 e por se tratar de uma pizzaria onde o forno atinge altas temperaturas, se faz necessária a aplicação de dispositivos que garantam a segurança e o bem estar do funcionário.

Tendo em vista o grande número de acidentes de trabalho em decorrência da exposição a altas taxas de calor, surge uma maior preocupação com a saúde do empregado a médio e longo prazo, validando o investimento e desenvolvimento de EPC's, que possam passar um feedback de forma rápida do ambiente em que o colaborador estar inserido.

Torna-se assim importante a contribuição deste artigo para o reforço do aporte teórico/prático no tocante a estudos de análise de práticas industriais ligadas a higiene e segurança do trabalho.

REFERÊNCIAS

ANGELO, Pedro D'. **Pesquisa quantitativa e pesquisa qualitativa: qual a diferença?**: .. 2019. .. Disponível em: <<https://blog.opinionbox.com/pesquisa-quantitativa-e-pesquisa-qualitativa-qual-a-diferenca/>>. Acesso em: 30 nov. 2019.

FILIFE, D. J. **Condições de trabalho em cozinhas profissionais: análise de inquéritos realizados no âmbito do Projeto COPROF**. Coimbra. 2015.

FONSECA, Bruno. **Arduino e suas múltiplas aplicações**. 2017. Disponível em: <<https://www.redbull.com/br-pt/arduino-e-suas-multiplas-aplicacoes>>. Acesso em: 2 dez. 2019.

GOMES, Pedro César Tebaldi. **ENTENDA O QUE É ARDUINO E COMO FUNCIONA A SUA APLICAÇÃO!** 2015. Disponível em: <<https://www.opservices.com.br/o-que-e-o-arduino/>>. Acesso em: 3 dez. 2019.

MARQUES, Marcus. **Tudo Que Você Precisa Saber Sobre Higiene e Segurança do Trabalho**. 2017. Disponível em: <<http://marcusmarques.com.br/pequenas-e-medias-empresas/voce-precisa-saber-higiene-seguranca-do-trabalho/>>. Acesso em: 3 dez. 2019.

MARINHO, Rogério. **Esteira de Mudanças**. 2019. Disponível em: <<https://www.revistasconsp.com.br/sescon-sp-nrs-esteira-de-mudancas/>>. Acesso em: 02 dez. 2019.

MASCHIO, A. C.; ALARCON, H. G.; CATAI, R. E. **Análise de insalubridade em um restaurante do município de Juquitiba-SP**. Fortaleza. 2015.

MONTEIRO, Luciano Fernandes; LIMA, Hugo Leonardo Moreira; SOUZA, Márcia Juliana Paiva de. **A importância da saúde e segurança no trabalho nos processos logísticos**. 2005. Disponível em: <file:///C:/Users/Cliente/Downloads/Monteiro_LF_A%20importancia%20da%20s.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2019.

SOUZA, Wanderson Quaresma de. **A IMPORTÂNCIA DA PLATAFORMA ARDUINO NO MEIO ACADÊMICO**. 2018. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-eletrica/meio-academico#2-A-plataforma-arduino>>. Acesso em: 2 dez. 2019.

XAVIER, Ana Larissa da Silva; LIMA NETO, José Silvino de; LIMA JÚNIOR, Josembergue Flôrencio de. **BENZENO: PERIGO PARA A SAÚDE DOS FRENTISTAS. UMA ANÁLISE DOS RISCOS OCUPACIONAIS EM POSTOS DE COMBUSTÍVEIS NA CIDADE DE SUMÉ – PB**. 2019. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/7simep/142386-benzeno--perigo-para-a-saude-dos-frentistas-uma-analise-dos-riscos-ocupacionais-em-postos-de-combustiveis-na-cid/>>. Acesso em: 2 dez. 2019.