

# **CRIAÇÃO DE TORNOZELEIRA COM MICROCONTROLADOR PARA ESTIPULAR LIMITES REFERENTES ÀS CONDIÇÕES HUMANAS NO TRABALHO EM ALTURA**

Ana Larissa da Silva Xavier (UFCG) ana\_larissa2@hotmail.com

José Silvino de Lima Neto (UFCG) netolimasb@gmail.com

Josembergue F. de Lima Júnior (UFCG) bergue\_limaf@outlook.com

Nicole Lustosa de Andrade Siqueira (UFCG) nicolealustosa@gmail.com

Renato Quaresma de Oliveira (UFCG) renato-quaresma@hotmail.com

## **Resumo**

A Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial é um novo conceito de organização que engloba as principais inovações tecnológicas nos campos de automação, controle e tecnologia da informação aplicados aos processos de manufatura. A partir de Sistemas Ciber-físicos, Internet das Coisas e Internet dos Serviços, os processos de produção tendem a se tornar cada vez mais eficientes. Nesse contexto, atrelando a inovação com a segurança do trabalho, esse estudo tem por objetivo a criação de uma tornozeleira que tem por finalidade monitorar a temperatura ambiente e a altura local nas quais o usuário trabalhador está exposto a fim de evitar riscos eminentes e obedecer as normas regulamentadoras que estipulam medidas de segurança para o colaborador. Para a criação do equipamento, utilizou-se um microcontrolador ESP8266-F12 que será acompanhado pela plataforma de programação Arduino como formulação de um sistema de monitoramento de altura e temperatura através da *web*, com intuito de se adequar a realidade na qual está exposto o colaborador e assim, por meio desses diagnósticos, estipular limites para que determinada tarefa em vigência não cause danos a sua integridade. Efetuar boas análises de eventos adversos possibilita compreender os riscos, solucionar problemas e proteger pessoas.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0. Segurança do Trabalho. Arduino.

## **1. Introdução**

### **1.1 Considerações iniciais**

Os avanços tecnológicos impulsionaram a produtividade industrial desde o início da Primeira Revolução Industrial, na qual foram aplicadas as fábricas de motores a vapor e na etapa seguinte à eletrificação que levou à produção em larga escala e, finalmente, na terceira revolução acontece a automatização da produção com o uso da tecnologia de informação.

Desde 2011 vem se concretizando a quarta onda de avanço tecnológico aplicado a indústria conhecida como Indústria 4.0, na qual sensores, máquinas, peças e sistemas de tecnologia da informação estarão conectados ao longo da cadeia de valor e não apenas em uma única empresa.

Com estruturas modulares, sistemas ciber-físicos monitorando processos e a tomada de decisões descentralizadas, a Indústria 4.0 é capaz de fornecer a visão e execução de “Fábricas Inteligentes” o que gerará empregos mais qualificados. Essas estruturas serão aplicadas em todas as áreas de negócios da indústria.

Nesse contexto, o trabalhador se torna imprescindível para a missão da empresa e, conseqüentemente, seus lucros e objetivos. Assegurar a sua saúde mental e física faz parte de um processo legal que beneficiará ambas as partes tendo como premissa uma legislação severa sobre o tema: segurança no trabalho. No entanto, nos últimos anos houve um crescimento acentuado de acidentes de trabalho com vítimas fatais. Embora seja evidente o avanço da tecnologia em âmbito empregatício, ainda há um índice elevado de mortes por negligência. Nesse caso, um equipamento como a tornozeleira tende a diminuir esses riscos e auxiliar a empresa no que diz respeito a segurança do trabalhador.

### **1.2 Justificativa**

Uma das principais causas de acidentes de trabalho graves e fatais se deve a eventos envolvendo quedas de trabalhadores de diferentes níveis. Os riscos de queda em altura existem em vários ramos de atividades e em diversos tipos de tarefas. A criação de uma

de um equipamento tecnológico e de normas regulamentadoras que atenda a todos os ramos de atividade é um importante instrumento de referência para que estes trabalhos sejam realizados de forma segura. Efetuar boas análises de eventos adversos possibilita compreender os riscos, solucionar problemas e proteger pessoas. Assim, investigar os riscos envolvidos na realização de trabalhos em altura e propor medidas de prevenção para estes é fundamental para a minimização dos acidentes e conseqüentemente para a preservação da integridade da saúde dos trabalhadores.

### **1.3 Objetivos**

Percebendo a relação que esse novo conceito de indústria e novas tecnologias possui com a segurança, surgiu a necessidade de criar um equipamento com características funcionais: uma tornozeleira. O propósito se baseia numa tornozeleira que possa detectar condições ambientais e estabelecer parâmetros que auxiliem o profissional de segurança a captar dados do trabalhador em vigência. E, assim, formular laudos sem que ao menos o mesmo necessite de sua presença física constante no local de trabalho e que esses dados sejam captados em qualquer parte do mundo via web. Toda essa problemática soa como um facilitador inovador, de baixo custo e de avaliações precisas por estar aplicada diretamente ao sujeito no ambiente em análise, afim de controlar tal exposição e avaliar se está de acordo com a NR-35, que se trata justamente da segurança do trabalho em altura e assim formular ideias de perspectiva preventiva.

## **2. Referencial Teórico**

Nessa seção serão descritos os conceitos necessários para delinear o escopo do projeto de criação de uma tornozeleira utilizando um microcontrolador ESP8266-F12 com a finalidade de analisar o ambiente ao qual o trabalhador avaliado está exposto, estipular limites referentes as que constituem as normas regulamentadoras e observar toda problemática de que o circunda.

## **2.1 Legislação e evolução da segurança do trabalho no Brasil**

A Lei nº 8.213 de 24 de julho de 1991 que dispõe sobre os planos de benefícios da Previdência Social e entre outras providências, em seu artigo 19, conceitua acidente de trabalho:

Art. 19 - Aquele que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados especiais, provocando, direta ou indiretamente, lesão corporal, doença ou perturbação funcional que cause a morte, ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho (BRASIL, 1991).

Em 1966, foi criada a FUNDACENTRO (Fundação Jorge Duprat e Figueiredo), cuja missão é a produção e difusão de conhecimentos que contribuam para a promoção da segurança e saúde dos Trabalhadores, visando o desenvolvimento sustentável, com o crescimento econômico, equidade social e proteção do meio ambiente (CARLOS, 2017). No Brasil, a revolução industrial atravessou os mesmos obstáculos e, mesmo assim, a imprensa declarou que em 1970 o país era o campeão mundial de acidentes do trabalho.

No entanto, a evolução da segurança do trabalho começou depois da instauração do regime CLT (Consolidação das Leis Trabalhistas), durante a gestão do então presidente Getúlio Vargas, em 1943. Posteriormente, foi criada a Lei 8.213, responsável pela regulamentação dos planos de benefícios, como a Previdência Social. Em 1978 foram criadas as Normas Reguladoras, que formam um conjunto de procedimentos de realização obrigatória para promover a segurança e saúde de trabalhadores. O cumprimento dessas normas é obrigatório em todas as empresas (FERNANDES, 2016).

## **2.2 Normas Regulamentadoras**

As normas e os regulamentos surgiram para auxiliar a elaboração dos planos, projetos de segurança, ordens de serviço e servirem também como parâmetros de dimensionamento.

Segundo Lopes Netto (2004, p. 48), as normas técnicas são “documentos voluntários, frutos do consenso e produzidos no âmbito da sociedade, por organizações técnicas” como a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Já os ditos regulamentos técnicos são “documentos compulsórios emitidos por autoridade estatal”, tais como as portarias e normas regulamentadoras do MTE e instruções normativas do INSS.

### **2.2.1 NR 17: Ergonomia**

A NR-17 é de grande relevância para este estudo, onde trata-se das condições de trabalho que incluem aspectos relacionados ao levantamento, transporte e descarga de materiais, ao mobiliário dos postos de trabalho, aos equipamentos dos postos de trabalho e às condições ambientais de trabalho, e à própria organização do trabalho (BRASIL, 2004). Isto é, abrange um dos principais fatores ambientais tratados na criação do equipamento inteligente que é a temperatura.

Apresenta-se, também, a necessidade de levar-se em conta a opinião dos trabalhadores na fase de projeto do ambiente físico do trabalho, antes da compra de equipamentos e ferramentas, melhorando o projeto e economizando através do desempenho eficiente de uma determinada atividade. Quanto a trabalhos que exigem de uma demanda maior de atenção, no subitem 17.5.2 da NR-17 especifica que nos locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, deve-se observar as condições de conforto para que os índices de temperatura efetiva estejam entre 20°C e 23°C. (GONÇALVES, 2003, p. 515).

### **2.2.2 NR 35: Trabalho em altura**

A NR-35 é a norma que regula as questões relacionadas ao trabalho em altura, ela estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para este tipo de serviço, envolvendo: o planejamento, organização e a execução de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com esta atividade (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2016).

Esta norma se complementa com as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes. E, na ausência ou omissão dessas, com as normas internacionais aplicáveis.

Em qualquer trabalho acima de 2 metros de altura é necessário que o trabalhador tenha feito um curso NR 35. Com no mínimo 8 horas de capacitação ministrado por profissional da área (com conhecimento no assunto) e seguindo todas as etapas e conteúdo estabelecido nesta Norma Regulamentadora.

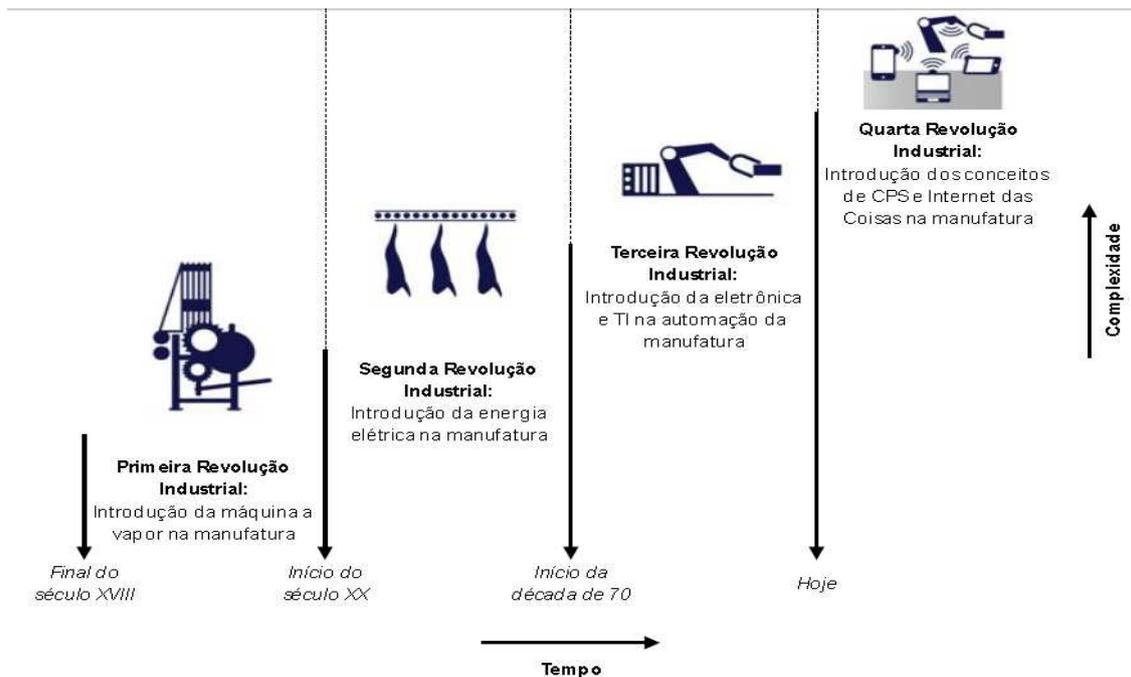
## 2.3 Indústria 4.0

As revoluções industriais principiadas com o advento de desenvolvimentos tecnológicos levaram a profundas mudanças na sociedade e ganhos massivos de produtividade.

Ao final do século 18, a manufatura foi mecanizada pelo vapor e já no fim do século 19, a produção foi marcada pela eletricidade e pela divisão do trabalho. Começando na década de 70 até os dias de hoje, a terceira revolução industrial é caracterizada pelo rápido avanço na tecnologia da informação, eletrônica e digitalização, automatizando o processo de produção (SCHLUND, 2014).

Segundo Anderl (2014), a Indústria 4.0 é uma nova interpelação para a rede de manufatura que tenciona constituir sistemas de fabricação e originar um ambiente autocontrolado e inteligente. Um ambiente instável controlado pode promover informações sobre o ciclo de vida e fechar o loop de informações do produto.

Figura 1- As revoluções industriais ao longo do tempo



Fonte: Adaptado de Kagermann, Wahlster e Helbig (2013)

Cenários conectados, fomentados pela Indústria 4.0, conceituam a produção de produtos mais individualizados sem parar a produção, uma vez que os pedidos dos consumidores são diretamente conectados ao planejamento da produção, via rede (PICCARD *et al.*, 2014).

Os equipamentos e fábricas estão se tornando rapidamente adaptáveis enquanto ainda se mantém economicamente produtivas. Essa situação permite a descentralização da produção – por meio de tarefas autônomas baseadas em Cyber Physical Production Systems (BRETTEL *et al.*, 2014).

Fábricas inteligentes estarão conectadas em uma rede de colaboração Inter organizacional, compartilhando informações relevantes para uma base de dados e, assim, criando um ambiente dinâmico (SCHLUND, 2014). A implementação de fábricas inteligentes é possível considerando a evolução da manufatura e tecnologias de informação, sendo capazes de receber diferentes informações de diferentes fontes e produzir itens que são mais complexos em um tempo reduzido e em localidades diferentes (SOMMER, 2015).

#### **2.4 A placa Arduino**

O Arduino é uma plataforma de *hardware open Source*, de fácil utilização, ideal para a criação de dispositivos que permitam interação com o ambiente, dispositivos estes que utilizem como entrada sensores de temperatura, luz, som dentre outros. E como saída leds, motores, displays, alto-falantes etc., criando desta forma possibilidades ilimitadas (SOUZA *et al.*, 2011).

A plataforma utiliza-se de uma camada simples de software implementada na placa, que é um *bootloader*, e uma interface amigável no computador que utiliza a linguagem *Processing*, baseada na linguagem C/C++, a qual é também *open source*. Através do *bootloader* dispensa-se o uso de programadores para o chip – no caso a família AVR do fabricante ATMEL – facilitando ainda mais o seu uso uma vez que não exige compiladores ou *hardware* adicional. Neste ambiente de desenvolvimento, são disponibilizadas bibliotecas que permitem o interfaceamento com outros *hardwares*, permitindo o completo desenvolvimento de aplicações simples ou complexas em qualquer área (THOMSEN, 2014).

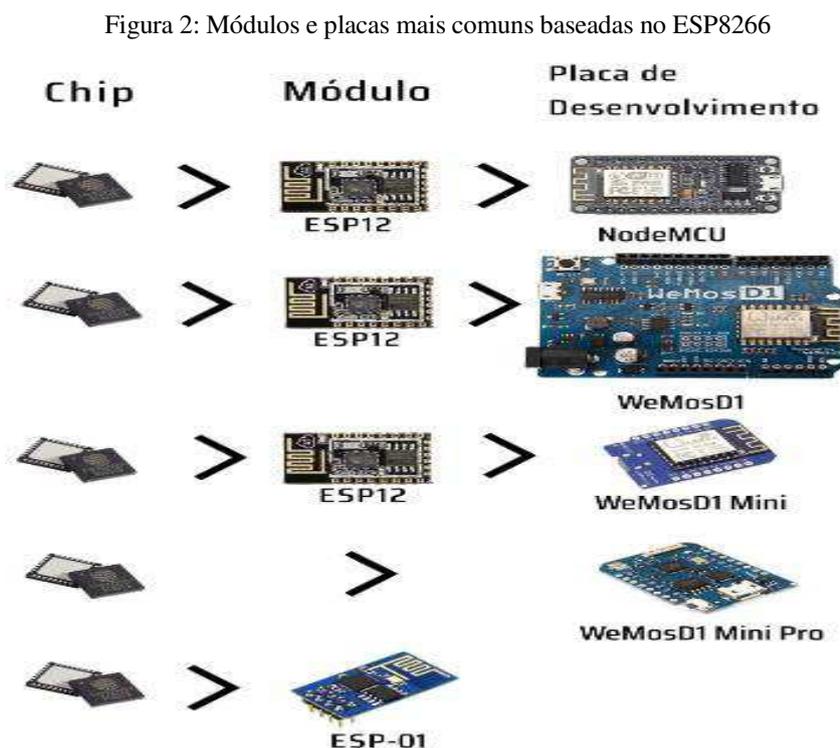
A plataforma original, mesmo tendo restrições de memória, possuía grandes possibilidades com seis entradas analógicas, 1 UART, I2C, SPI e 6 PWMs. Atualmente, na mesma linha tem-se modelos que permitem até 16 entradas analógicas, 14 PWMs, 4 UARTs, e com memória comparável a plataformas complexas como a família ARM (SOUZA *et al.*; 2011).

## 2.5 Módulo ESP8266

O ESP8266 é um chip que revolucionou o movimento *maker* por seu baixo custo e rápida disseminação. O que mais chama atenção é que ele possui *WiFi* possibilitando a conexão de diversos dispositivos a internet (ou rede local) como sensores, atuadores dentre outros. (BAUERMEISTER, 2018).

Para facilitar o uso desse chip, vários fabricantes criaram módulos e placas de desenvolvimento. Essas placas variam em tamanho, número de pinos ou tipo de conexão com computador.

A figura 2 mostra a composição de alguns módulos e placas mais comuns baseadas no ESP8266. Note que existem placas que utilizam o chip diretamente e não utilizam módulos, como é o caso do Wemos D1 Mini Pro.

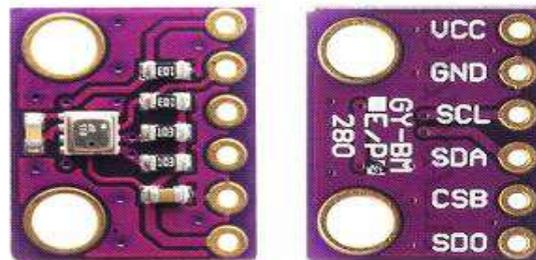


Fonte: FILIPE FLOP, 2018

### 3. Metodologia

Inicialmente, será montado um circuito para que a interação entre o sensor BMP280 e o ESP8266 aconteça. Este circuito irá mandar as informações captadas pelo BMP280 diretamente ao ESP8266. Estes serão responsáveis pelo controle da pressão e da temperatura.

Figura 3 - Sensores de pressão e temperatura



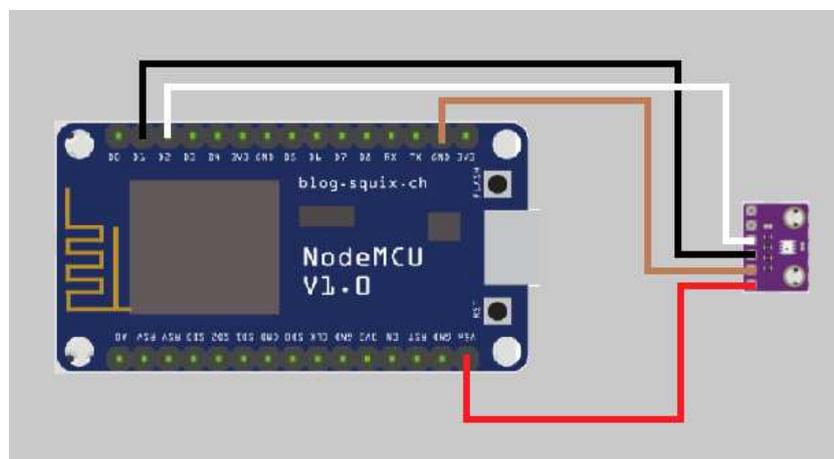
## BMP280

Fonte: Adaptado de Arduino e Cia (2017)

Foram realizadas as seguintes ligações:

- Cabo preto: D1 para o SLC;
- Cabo preto: D1 para o SLC;
- Cabo branco: D2 para SDA;
- Cabo vermelho: 3V para VCC;
- Cabo marrom: G para GND

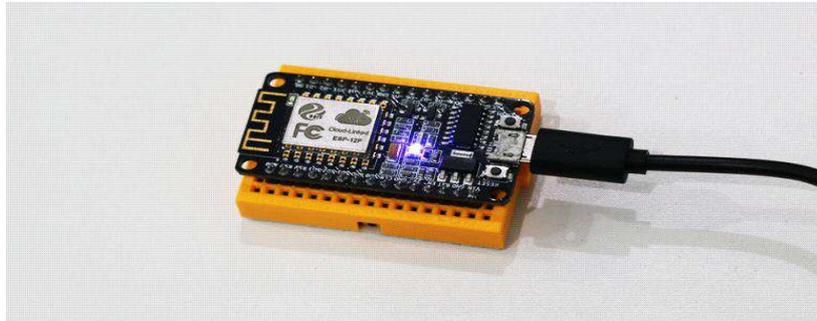
Figura 4: Circuito de ligações



Fonte: Autoria própria (2019)

A Placa *Wireless* é conectada no computador com o auxílio de um cabo USB, onde logo após é iniciada a programação do aparelho.

Figura 5: Módulos ESP8266 conectado ao computador



Fonte: FLOP (2018)

A programação é realizada no programa Arduino IDE 1.8.8 e efetuada com a linguagem de programação C/C++.

Figura 6: Programa Arduino IDE1.8.8

```
Primeiro_programa $
//Programa: Temperatura, Pressao e Altitude com BMP280
//Autor: Arduino e Cia

#include <Wire.h>
#include <U8glib.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Adafruit_BMP280.h>

Adafruit_BMP280 sensor_bmp;

//Definicoes do display Oled
U8GLIB_SSD1306_128X64 u8g(U8G_I2C_OPT_FAST);

void draw()
{
  //Comandos graficos para o display devem ser colocados aqui
  u8g.setFont(u8g_font_8x13B);
  u8g.drawRFrame(0, 16, 128, 48, 4);
  u8g.drawRFrame(0, 0, 128, 16, 4);
  u8g.drawStr(40, 13, "BMP280");
  //Mostra a temperatura
  u8g.drawStr(10, 31, "Temp:      C");
  u8g.drawCircle(93, 22, 2); //Grau
  u8g.setPrintPos(55, 31);
  u8g.print(sensor_bmp.readTemperature(), 1);
  //Mostra a pressao (em hPa)
  u8g.drawStr(10, 45, "Pres:");
}
```

Fonte: Autoria própria (2019)

Após concluída a programação, o aparelho estará pronto para ser utilizado. Conectado a uma fonte ou bateria portátil e inserido na tornozeleira, o sensor estará apto a captar dados do ambiente em vigência.

#### **4. Descrição do Produto**

O desenho inicial de uma tornozeleira surgiu da ideia de um equipamento com o intuito de assegurar a integridade física do trabalhador em ambientes de periculosidade, especificamente, altura. Algumas características como ser leve, não interromper nas atividades do trabalhador, ser útil e funcional foram acatadas.

Com recursos próprios e com o auxílio de um artesão, a tornozeleira foi curtida em couro de forma artesanal e projetada para que seja resistente a impactos e que não afete na captação dos dados. No espaço da tornozeleira que aparenta uma bolsa, ficou o sensor protegido por um suporte de sabonete, visando maiores turbulências. Para a fixação na perna do trabalhador, foram utilizadas duas fivelas.

O equipamento criado tem um sistema de monitoramento de altura e temperatura através da web, com intuito de se adequar a realidade na qual está exposto o colaborador e assim, por meio desses diagnósticos, estipular limites para que determinada tarefa em vigência não cause danos a sua saúde e respectivamente a reputação da companhia.

Figura 7: Tornozeleira inteligente



Fonte: Autoria própria

## **5. Resultados**

Inserir e associar a tecnologia com a segurança no trabalho é uma ideia viável e de rápida acessibilidade e aceitação principalmente quando o custo envolvido é baixo. Mas, apesar do ESP e sensor serem tecnologias de baixo custo e de ótimo rendimento, ainda existem obstáculos para sua adequação no ramo da segurança, seja por causa de recursos financeiros, por falta de profissionais qualificados, desinteresse das instituições ou por outros motivos.

Apesar dos obstáculos, é incontestável que com a inserção de novidades tecnológicas no trabalho a ser executado trará melhorias, sempre buscando uma maior precisão e consequentemente um maior rendimento seja ele em desempenho ou em prevenção.

Deste modo, a criação do EPI inteligente buscou trazer com maior precisão dados relevantes nos trabalhos realizados em altura (NR-35). A partir da altitude em que o colaborador está situado, a inserção desses dados poderá estabelecer parâmetros nas atividades diárias realizadas no trabalho, sejam eles na prevenção de acidentes e nos riscos no qual está exposto.

Além dessa causa, outros fatores como temperatura e pressão podem afetar diretamente o desempenho do colaborador, e principalmente a sua saúde, podendo ocasionar doenças ou acidentes no local de trabalhado. Desidratação, doenças de pele, tontura são alguns dos agravantes devido à alta exposição nesses ambientes de temperaturas elevadas e variação de pressão.

A criação do EPI pode trazer benéficos incalculáveis tanto para o colaborador quanto para organização que decidir adotá-lo. Com os dados de antemão, ambos estarão cientes dos riscos encontrados no local de trabalho, levando em consideração que é uma tecnologia financeiramente viável, precisa e de fácil implantação.

## **6. Orçamento**

Os equipamentos e acessórios utilizados para a confecção da tornozeleira foram adquiridos com recursos próprios.

**Tabela 1 – Orçamento Financeiro**

<b>Equipamentos</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor</b>
ESP8266 F12	1	R\$ 23,50
Jumpers	4	R\$ 0,20
Tornozeleira	1	R\$ 15,00
BMP280	1	R\$ 12,55
Saboneteira	1	R\$ 4,50
Carregador portátil	1	R\$ 23,99
<b>Valor total</b>		<b>R\$ 80,34</b>

Fonte: Autoria própria (2019)

## **7. Considerações finais**

O aparelho apresentou algumas limitações com relação à altitude que é baseada no nível do mar. Por isso uma melhoria foi planejada: adicionar um botão que após acionado irá resetá-lo facilitando sua leitura. Logo, independente da altitude do nível do mar em que o aparelho se encontra, a sua medição iniciará no zero. Contudo, espera-se que novos estudos possam surgir a partir dessa pesquisa e que o equipamento criado seja otimizado no intuito de preservar a vida humana.

## REFERÊNCIAS

- ANDERL, R. Industrie 4.0 - Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production. 2014. 19. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ALTA TECNOLOGIA. **Anais...** Piracicaba, São Paulo: 2014.
- ANDERL, R. Industrie 4.0 - technological approaches, use cases, and implementation. **Automatisierungstechnik**, v. 3, p. 753-765, 2015.
- ARDUINO E CIA. **Use o BMP280 para medir temperatura, pressão e altitude**. 2018. Disponível em: <<https://www.arduinoecia.com.br/2017/04/bmp280-pressao-temperatura-altitude.html>>. Acesso em: 26 jan. 2019.
- ARDUINING. Physical Computing Mini-Projetects. 2018. Disponível em: <<https://arduining.com/>>. Acesso em 28 dez. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6494: Segurança nos andaimes**. Rio de Janeiro, 1990.
- \_\_\_\_\_. **NBR 7678: Segurança na execução de obras e serviços de construção**. Rio de Janeiro, 1983.
- AZEVEDO, Alessandra Bandeira de; SOUSA, Sueline. **Os dilemas da saúde e segurança do trabalho nas cooperativas**. 2013. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufpb.br/index.php/abet/article/viewFile/18516/10419>>. Acesso em: 24 jan. 2019.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 17 – Ergonomia**. Disponível em: <http://www.trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-17-ergonomia>>. Acesso em 28 jan. 2019.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 35: Trabalho em altura**, 2012. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-35-trabalho-em-altura>>. Acesso em 25 jan. 2019.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Manual de aplicação da norma regulamentadora NR 17**. 2 ed. Brasília: MTE, SIT, 2002, 101.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Análise de acidentes do trabalho: dados 2003**.
- BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Aprova as Normas Regulamentadoras – NR - do capítulo V, do título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, 9. Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978. Lex: Segurança e Medicina do Trabalho. NR18 item 18.15, São Paulo, p 272, 65 ed. 2009.**
- BRASIL, **Lei 8213 de 24 de julho de 1991**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L8213cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8213cons.htm)>. Acesso em: 30 jan. 2019.
- BRETTEL, M.; FRIEDERICHSEN, N.; KELLER, M.; ROSENBERG, M. How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. **International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial and Mechatronics Engineering**, v. 8, n. 1, p. 37–44, 2014.

- CARLOS, A. **Introdução/História da Segurança do Trabalho**. 2017. Disponível em: <<https://segurancadotrabalhoacz.com.br/historia-da-seguranca-trabalho/>>. Acesso em: 26 de jan. 2019.
- FERNANDES, Cláudio. "**Consolidação das Leis Trabalhistas na Era Vargas**"; *Brasil Escola*. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/historiab/consolidacao-das-leis-trabalhistas-na-era-vargas.htm>>. Acesso em: 11 de fev. 2019.
- FLOP, Filipe. **Guia do Usuário do ESP8266**. 2018. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/guia-do-usuario-do-esp8266/>>. Acesso em: 22 jan. 2019.
- FILIFE FLOP. **O que é Arduino?** 2018. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>>. Acesso em: 22 jan. 2019.
- FUNDACENTRO. **Recomendação técnica de procedimentos – RTP nº 1**: medidas de proteção contra quedas de altura, 1999a. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/>>. Acesso em 21 jan. 2019.
- \_\_\_\_\_. **Recomendação técnica de procedimentos – RTP nº 2**: movimentação e transporte de materiais e pessoas, elevadores de obra, 1999b. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/>>. Acesso em 27 jan. 2019.
- \_\_\_\_\_. **Recomendação técnica de procedimentos – RTP nº 4**: escadas, rampas e passarelas, 2002. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/>>. Acesso em 21 jan. 2019.
- GERMAN TRADE AND INVEST. **Industrie 4.0: Smart Manufacturing for the Future**. Berlim, 2014. p. 1-40.
- HOBBSAWM, E. **A Era das Revoluções - 1789 - 1849.**, 1. ed., São Paulo: Paz e Terra, 1961.
- KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0**. Acatech, p. 13-78, 2013.
- KAGERMANN, H.; LUKAS, W; WAHLSTER, W. *apud* HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. **Design Principles for industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review**. Technische Universität Dortmund, n. 1, 2015.
- KOLBAN, N. **Kolban's Book on ESP32 and ESP8266**. 2016. Disponível em: <[https://leanpub.com/ESP8266\\_ESP32](https://leanpub.com/ESP8266_ESP32)>. Acesso em: 19 jan. 2019.
- MINATEL, P. **Sistemas Embarcados e Internet das Coisas**. 2016. Disponível em: <<http://pedrominate.com.br/pt/arduino/web-server-com-esp8266-e-ide-arduino/>>. Acesso em: 27 jan. 2019.
- MURTA, G. **Guia completo do NodeMCU**. 2018. Disponível em: <<http://blog.eletrogate.com/nodemcu-esp12-introducao-1/>>. Acesso em: 24 jan. 2019.
- PICCARD, A.; ANDERL, R. Integrated Component Data Model for Smart Production Planning. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ALTA TECNOLOGIA, 19, 2014. **Anais...** Piracicaba, São Paulo: 2014.
- SOMMER, L. Industrial revolution - Industry 4.0: Are German manufacturing SMEs the first victims of this revolution? **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 8, n. 5, 2015, p. 1512–1532.
- S. SCHLUND, D. M. AND O. G. W. B. **Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland**. Bitkom - Berlin, 2014.

