



**ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL DEP. ARY DE CAMARGO
PEDROSO TÉCNICO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**

Enrico Mello da Silva

Gabriel Henrique Isidoro Barbosa

Jean Michel de Souza Vitti

Jhonatha Bigotto Oliveira

**IDENTIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA
RASTREADOS POR RAQUETE RFID**

Piracicaba

2024

Enrico Mello da Silva

Gabriel Henrique Isidoro Barbosa

Jean Michel de Souza Vitti

Jhonatha Bigotto Oliveira

**IDENTIFICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA
RASTREADOS POR RAQUETE RFID**

Trabalho de Conclusão de Curso da Etec
Deputado Ary de Camargo Pedroso, pelo
Prof. Adilson Antônio Rodrigues
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Técnico em
Automação Industrial.

Piracicaba

2024

DEDICATÓRIA

Dedicamos esse trabalho aos mestres que, com sua sabedoria e dedicação incansável, iluminaram o caminho do saber. Suas orientações moldaram não apenas o nosso trabalho, mas também o nosso pensamento crítico e nossa paixão pela aprendizagem. À instituição que foi o palco de tantas descobertas e conquistas, esta dedicação é um tributo à sua excelência educacional. Agradecemos à escola por proporcionar um ambiente estimulante para o crescimento intelectual, repleto de recursos e oportunidades que ampliaram nossos horizontes. E a nossas mães, cujo amor incondicional e apoio inabalável foram a força motriz por trás de cada passo nesta jornada. Sua fé em nós e seu incentivo constante foram as âncoras que nos mantiveram firme nos momentos de desafio. Esta dedicação é uma expressão do profundo apreço que sentimos por tudo o que elas fizeram e continuam a fazer por nos. Obrigado por ser nossas inspirações e nossa rocha.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos de coração à ETEC Ary de Camargo Pedroso e a todos os seus professores por todo o apoio e orientação ao longo de nossa jornada acadêmica. Cada aula foi uma verdadeira fonte de inspiração e aprendizado, contribuindo significativamente para moldar não apenas nosso conhecimento, mas também nosso caráter e nossa visão de mundo. Sem a dedicação incansável de vocês, não teríamos alcançado tantas conquistas e superado tantos desafios. Em especial, gostaríamos de agradecer aos professores Adilson Antonio Rodrigues, Matheus Colletti Altafini, Luis Gustavo Zanuzzi, Sandra Rodrigues Sarro Boaratti e Fabio Rogério Muzaranho Junior. Expressamos nossa profunda gratidão por todo o trabalho árduo e dedicação demonstrados por cada um de vocês. Obrigados por serem fontes de inspiração e por fazerem toda a diferença em nossas vidas.

Gostaríamos de expressar nossa mais profunda gratidão e admiração ao Mestre Silvio Nunes do Santos. Seu empenho incansável e paixão pelo ensino têm sido uma fonte constante de inspiração para todos nós. Mestre Silvio, seu compromisso com a educação e seu carinho por seus alunos fazem toda a diferença em nossas vidas.

EPÍGRAFE

"A única segurança real na vida está em saborear o risco de viver"

[Morgan Scott Peck](#)

"Se você não tem segurança para falar de algo tão próximo e visível, não fale convictamente sobre algo tão distante e intangível". (Livro O Futuro da Humanidade)

[Augusto Cury](#)

*"Há duas formas para viver a vida:
uma é acreditar que não existe milagre,
a outra é acreditar que todas as coisas
são um milagre".*

ALBERT EINSTEIN

RESUMO

O Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) desenvolveu uma solução inovadora para promover o uso consciente de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), focando na segurança do trabalho e no alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 3, 8 e 9. O projeto baseou-se em pesquisas, criatividade e construção de protótipo, integrando tecnologia RFID para rastreamento e validação de EPIs, garantindo eficiência e praticidade. A proposta utiliza uma “raquete” portátil equipada com um sistema de leitura RFID, permitindo inspeções de EPIs em qualquer local, sem depender de infraestrutura fixa. O sistema verifica a presença de EPIs, acionando um servo motor para liberar uma catraca automatizada caso todos os equipamentos estejam em conformidade. Essa abordagem elimina a necessidade de práticas convencionais, simplificando processos e incentivando o uso correto de EPIs. Estudos de mercado possibilitaram o desenvolvimento de uma solução acessível e econômica, priorizando a qualidade dos componentes e minimizando gastos desnecessários. Além disso, a análise de práticas similares permitiu adaptar e integrar características eficazes, promovendo maior segurança no ambiente laboral. O projeto utilizou Arduíno, protoboard e cabos jumper para montar o circuito, com programação que integra leitura de RFID e controle via servo motor. Os dados coletados foram organizados e analisados em uma planilha Excel. Os resultados alcançados destacam o impacto positivo do projeto na redução de acidentes, melhoria das condições de trabalho e promoção de uma cultura de segurança. O alinhamento com os ODS reforça seu compromisso com saúde, crescimento econômico sustentável e inovação. Como sugestão de melhoria, a substituição do RFID por QR codes foi considerada uma alternativa viável. Os QR codes são mais econômicos, de fácil reposição e leitura, eliminando a necessidade de leitores específicos, o que torna o sistema mais acessível e prático.

Palavras-Chave: Equipamento de Proteção Individual. Segurança. RFID. Monitoramento.

ABSTRACT

The Final Project (TCC) developed an innovative solution to promote the conscious use of Personal Protective Equipment (PPE), focusing on workplace safety and alignment with Sustainable Development Goals (SDGs) 3, 8, and 9. The project was based on research, creativity, and prototype construction, integrating RFID technology for PPE tracking and validation, ensuring efficiency and practicality. The proposal utilizes a portable "racket" equipped with an RFID reading system, allowing PPE inspections anywhere without relying on fixed infrastructure. The system verifies the presence of PPE and activates a servo motor to unlock an automated turnstile if all equipment is compliant. This approach eliminates the need for conventional practices, simplifying processes and encouraging proper PPE use. Market research enabled the development of an accessible and cost-effective solution, prioritizing component quality and minimizing unnecessary expenses. Additionally, the analysis of similar practices allowed the adaptation and integration of effective features, enhancing workplace safety. The project utilized Arduino, a protoboard, and jumper cables to assemble the circuit, with programming integrating RFID reading and servo motor control. The collected data was organized and analyzed in an Excel spreadsheet. The results highlighted the positive impact of the project in reducing accidents, improving working conditions, and fostering a culture of safety. The alignment with the SDGs reinforces its commitment to health, sustainable economic growth, and innovation. As a suggested improvement, replacing RFID with QR codes was considered a viable alternative. QR codes are more economical, easier to replace, and simpler to read, eliminating the need for specific readers and making the system more accessible and practical.

Key-Words: Individual protection equipment. Security. RFID. Monitoring.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Perfil dos casos nas notificações CAT (2018)	20
Figura 2. "Tags"	24
Figura 3. EPI	25
Figura 4. RFID	25
Figura 5. Arduíno	26
Figura 6. Cabos Jumper	27
Figura 7. Cabo USB	27
Figura 8. <i>Protoboard</i>	28
Figura 9. Cancela (Servo motor)	28
Figura 10. Pinos do RFID e suas conexões com os pinos do Arduíno	29
Figura 11. Esquema de montagem	29
Figura 12. Interface	31
Figura 13. Relatório	31
Figura 14. Projeto Montado	32

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1. Cronograma.....	16
Tabela 2. Série histórica dos Acidentes de Trabalho (2021).	20
Tabela 3. Lista de componentes e custos.	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EPI's - Equipamentos de Proteção Individual

RFID - Radio Frequency Identification

UFC - Universidade Federal do Ceará

INSS - Instituto Nacional do Seguro Social

Tag's - Etiqueta (s)

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

NR – Norma Regulamentadora

DDS – Dialogo Diário de Segurança

USB - Universal Serial Bus

QR Code - Quick Response Code (Código de Resposta Rápida)

CSV - Comma-Separated Value (Valores Separados por Vírgula)

TXT - Text (texto)

MySQL - My Structured Query Language" (Minha Linguagem de Consulta Estruturada)

SQL Server - Structured Query Language (Linguagem de Consulta Estruturada)

OIT - Organização Internacional do Trabalho

PIB - Produto Interno Bruto

GND - Ground (Aterramento)

V – Volts

Sumário

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 TEMA	13
1.1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	13
1.2 JUSTIFICATIVA.....	14
1.3 PROBLEMAS E PREMISSAS	15
1.4 OBJETIVOS	15
1.4.1 OBJETIVO GERAL.....	15
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.5 CRONOGRAMA.....	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 OS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI's)	17
2.2 ÍNDICES DE ACIDENTES.....	18
2.3 ACIDENTES DE TRABALHO	19
2.4 AUTOMAÇÃO E SEGURANÇA	21
2.5 EXCEL (BANCO DE DADOS).....	22
2.6 FUNCIONAMENTO RFID	22
3 METODOLOGIA	24
3.1 CUSTOS.....	29
3.2 CIRCUITO.....	29
3.2.1 CÓDIGO ARDUÍNO.....	30
3.2.2 CÓDIGO EXCEL	30
<i>Módulo 1: VerificarIDs.....</i>	<i>31</i>
<i>Módulo 2: Macro11.....</i>	<i>31</i>
4 CONCLUSÃO	33
4.1 SUGESTÕES E MELHORIAS	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
LIVROS.....	35
VÍDEOS	35

1 INTRODUÇÃO

1.1 Tema

A política de “acidente zero” nas indústrias busca eliminar completamente os acidentes de trabalho, destacando-se por sua relevância humana, econômica e social. Sua implementação exige comprometimento de empresas, governos e trabalhadores. (AMG SAÚDE, 2023)

Acidentes de trabalho podem gerar impactos devastadores, incluindo sofrimento humano, prejuízos às famílias e perdas financeiras significativas para as empresas, como despesas médicas, indenizações e danos à reputação. (SECOM).

Embora alcançar "acidente zero" absoluto seja improvável, o objetivo é criar um ambiente tão seguro que os acidentes sejam extremamente raros, com investigações rigorosas para prevenir sua repetição.

Essa política reforça o compromisso com a saúde e bem-estar dos trabalhadores, aumentando a confiança na execução das tarefas e garantindo que os EPIs estejam em perfeito estado. Como resultado, protege-se não apenas os trabalhadores, mas também a integridade da empresa.

A abordagem inovadora elimina a necessidade de infraestrutura fixa para leitura de tags RFID, substituindo-a por um sistema portátil de verificação, como a "raquete" RFID. Essa solução oferece flexibilidade, permitindo inspeções de EPIs em qualquer local e momento. (PANTALEÃO)

A portabilidade do sistema simplifica e acelera as verificações, aumentando a eficiência operacional e incentivando o uso adequado de EPIs. Essa acessibilidade contribui diretamente para um ambiente de trabalho mais seguro e protegido. (CECATTO)

1.1.2 Delimitação do tema

Está tecnologia já existe no mercado, um projeto parecido com o nosso está no Repositório Institucional UFC, que utiliza o sensor RFID para monitorar o setor da elétrica, mas esse monitoramento é feito por antenas, assim a inspeção dos EPIs ficaram totalmente dependente do ambiente, pois as ondas eletromagnéticas usadas na comunicação sem fio de um sistema RFID são

submetidas a perturbações como absorção, difração e reflexão, dificultando assim o processo de comunicação sem fio em questão.

Ao integrar a tecnologia RFID em uma "raquete" portátil para rastreamento de EPIs, nosso projeto oferece uma solução inovadora e eficaz para garantir a conformidade e a segurança no local de trabalho, ao mesmo tempo em que simplifica e agiliza os processos operacionais.

1.2 Justificativa

Em 2020, o Brasil notificou 446.881 acidentes de trabalho, número que subiu para 612.920 em 2021, representando um aumento de 37%. As mortes também cresceram 36%, de 1.866 para 2.538. Esses dados evidenciam uma crise na segurança dos trabalhadores que exige respostas urgentes. (SECOM)

Segundo o procurador-geral do trabalho, José de Lima Ramos Pereira, os acidentes de trabalho resultam do descaso em oferecer ambientes seguros e EPIs adequados. Em média, ocorrem 70 acidentes por hora e sete mortes diárias no Brasil, agravadas pela falta de investimento em melhores condições e orientação, refletindo um problema global.

O perfil das vítimas revela maior vulnerabilidade entre homens de 18 a 24 anos e mulheres de 30 a 34 anos, com lesões frequentes como cortes, fraturas, esmagamentos e distensões, ilustrando os riscos enfrentados diariamente pelos trabalhadores. (SECOM)

Além do impacto humano, os acidentes geram perdas econômicas significativas, estimadas em R\$ 13 bilhões anuais, incluindo benefícios pagos pelo INSS. Mais de 46 mil dias de trabalho são perdidos por afastamentos, prejudicando a produtividade e a economia. (OLIVEIRA)

Os dados reforçam a necessidade de ações eficazes para prevenir acidentes e garantir ambientes de trabalho seguros. Proteger a vida e a saúde dos trabalhadores deve ser prioridade, promovendo uma cultura de segurança e prevenção no ambiente laboral. (CECATTO)

1.3 Problemas e premissas

O projeto exigiu estudos avançados em programação, montagem, sistema elétrico e custos. A busca por componentes destacou a importância de qua-

lidade e acessibilidade. Na programação, foi necessário aprofundar-se nas linguagens utilizadas para garantir integração rápida e eficiente dos sistemas. Para a montagem, selecionaram-se materiais compatíveis com as tags e desenvolveu-se uma estrutura em forma de “raquete” para acomodar o hardware.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Criação de dispositivo acessível e prático, aplicando os conhecimentos obtidos em automação, visando a melhoria de qualidade de vida e segurança do trabalho, também cooperando com as corporações que tem como objetivo defender e ampliar sua reputação.

1.4.2 Objetivos Específicos

Condizente com os objetivos específicos, tornou-se necessário resolver e aplicar as seguintes atividades:

- Contemplar o ODS 3 - Boa saúde e Bem-estar
- Contemplar o ODS 8 – Emprego digno de crescimento econômico
- Contemplar o ODS 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura
- Prevenir acidentes no meio trabalhista

1.5 CRONOGRAMA

Tabela 1. Cronograma

CRONOGRAMA DO TCC													Legenda	
													F -Finalizado	
													P -Programado	
	Lista de Atividades	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ag	Set	Out	Nov	Dez	
1	Decisão do tema	P												
		F												
2	Buscar informações		P											
			F											
3	Ver se é um novo e acessível projeto			P										
				F										
4	Elaborar fichamento				P									
					F									
5	Testar alguns dos itens que serão usados					P								
						F								
6	Introdução da escrita do TCC escrito						P							
							F							
7	Desenvolvimento do TCC							P						
								F						
8	Conclusão do TCC											P		
												F		
9	Finalização prática												P	
													F	
10	Apresentação TCC												P	
													F	

Fonte: Autores (2024)

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Os Equipamentos de Proteção Individual (Epi's)

Os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) são fundamentais para a segurança e saúde dos trabalhadores em diversos ambientes laborais. Esses dispositivos têm como principal objetivo proteger os indivíduos de riscos que podem ameaçar sua integridade física durante a execução de suas atividades. A Norma Regulamentadora 6 (NR 6) estabelece que o fornecimento de EPIs é obrigatório quando as medidas de proteção coletiva não são suficientes para garantir a segurança do trabalhador. (PANTALEÃO).

A importância do uso de EPIs não pode ser subestimada, pois eles desempenham um papel crucial na prevenção de acidentes e doenças ocupacionais. A legislação brasileira determina que os empregadores devem fornecer EPIs adequados e em perfeito estado de conservação, assegurando que os trabalhadores estejam devidamente protegidos contra os riscos associados às suas funções. O uso correto desses equipamentos não apenas protege a saúde do trabalhador, mas também contribui para um ambiente de trabalho mais seguro e produtivo. (BARSANO)

Existem diversos tipos de EPIs, cada um projetado para mitigar riscos específicos. Capacetes de segurança, por exemplo, são utilizados para proteger a cabeça contra impactos e quedas de objetos. Óculos de proteção previnem lesões oculares causadas por partículas, respingos químicos e poeira. Protetores auriculares são essenciais para reduzir a exposição a ruídos excessivos, prevenindo danos auditivos. Luvas de segurança protegem as mãos contra cortes, queimaduras e substâncias químicas, enquanto calçados de segurança oferecem proteção contra quedas, esmagamentos e perfurações. (PANTALEÃO).

É importante ressaltar que a responsabilidade pelo uso adequado dos EPIs não recai apenas sobre os empregadores, mas também sobre os trabalhadores. As empresas devem garantir que os EPIs sejam fornecidos e utilizados corretamente, além de promover a conscientização dos funcionários sobre a importância de sua utilização. Realizar treinamentos e palestras é uma prática recomendada, e o Diálogo Diário de Segurança (DDS) pode ser uma

ferramenta eficaz para informar os trabalhadores sobre os riscos de suas atividades e a relevância dos EPIs. (CECATTO, 2022)

Os Equipamentos de Proteção Individual são essenciais para a proteção dos trabalhadores e para a promoção de um ambiente laboral seguro. A conformidade com a legislação e a conscientização sobre a importância do uso adequado desses equipamentos são fundamentais para a redução de riscos de acidentes e para garantir a saúde e segurança no trabalho. (BARSANO)

2.2 Índices de acidentes

Os índices de acidentes de trabalho na construção civil são alarmantes, e uma das principais causas para essa realidade é a falta de uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Estudos demonstram que a ausência ou o uso inadequado de EPIs contribui significativamente para o aumento dos acidentes nesse setor, que é considerado um dos mais perigosos em termos de segurança laboral. A Norma Regulamentadora 6 (NR-6) estabelece diretrizes claras sobre a obrigatoriedade do uso de EPIs, mas, infelizmente, muitas empresas ainda não cumprem essas normas de forma adequada. (FERREIRA; MORAIS; GOMES; SILVA; LEHFELD; CARITÁ,)

A utilização correta dos EPIs é fundamental para proteger os trabalhadores e minimizar os riscos de acidentes. Quando os EPIs são utilizados de maneira apropriada, há uma redução significativa na ocorrência de acidentes e doenças ocupacionais. Além disso, essa prática traz benefícios tanto para os empregados quanto para os empregadores, como a diminuição de custos relacionados a afastamentos, indenizações e a necessidade de substituição de funcionários. Também contribui para a melhoria da imagem da empresa e para o aumento da produtividade dos trabalhadores. (BARSANO)

A falta de treinamento adequado e a ausência de fiscalização são problemas recorrentes que perpetuam essa situação. Muitas empresas ainda negligenciam as normas regulamentadoras, o que resulta em um ambiente de trabalho inseguro. É fundamental que tanto empregadores quanto empregados estejam cientes da importância do cumprimento dessas normas, não apenas para evitar multas e penalidades, mas principalmente para garantir a segurança e a saúde no ambiente de trabalho. O comprometimento de todos

os envolvidos é essencial para reduzir os índices alarmantes de acidentes na construção civil e promover um ambiente de trabalho mais seguro e saudável.

2.3 Acidentes de Trabalho

Os acidentes de trabalho são evitáveis e causam um grande impacto sobre a produtividade e a economia, além de grande sofrimento para a sociedade. Segundo a Organização Internacional do Trabalho (OIT), ocorrem cerca de 270 milhões de acidentes de trabalho e 160 milhões de casos de doenças ocupacionais.

Os custos dos acidentes de trabalho são raramente contabilizados, mesmo em países com importantes avanços no campo da prevenção. Estima-se que 4% do Produto Interno Bruto (PIB) sejam perdidos por doenças e agravos ocupacionais, o que pode aumentar para 10% quando se trata de países em desenvolvimento como é o Brasil. (SANTANA et al. 2006).

Segundo Klassman (2021) no Brasil, com base no PIB do ano 2020, as estimativas de acidentes do trabalho e doenças ocupacionais ficam em 4% refletindo baixa efetividade das políticas e programas de prevenção de agravos à saúde no trabalho. Apenas no ano passado, por conta da Covid-19, o total de auxílios-doença por transtornos psicológicos, como depressão e ansiedade, chegou a 289 mil, um aumento de 30% em relação ao ano de 2019, quando foram registrados 224 mil.

Indo ao encontro das informações acima, Basílio (2021) escreveu no site de notícias da Globo.com a notícia de que o Brasil registrou taxa de 6 óbitos a cada 100 mil empregos formais. Ainda com base nestas informações o gráfico abaixo demonstra que em relação a 2002 o país aumentou em 14% o número de notificações, porém houve redução de 39% do número de óbitos. A Tabela 2 mostra o número de óbitos de 2010 a 2020 por acidentes de trabalho.

Tabela 2. Série histórica dos Acidentes de Trabalho (2021).

SÉRIE HISTÓRICA DOS ACIDENTES DE TRABALHO

	Nº de notificações	Nº de óbitos
2010	709.474	2.753
2011	720.629	2.938
2012	713.984	2.768
2013	725.664	2.841
2014	712.302	2.819
2015	622.379	2.546
2016	585.626	2.288
2017	549.405	2.096
2018	623.788	2.022
2019	639.325	2.146
2020	446.881	1.866

Fonte: Ministério Público do Trabalho (MPT) e Organização Internacional do Trabalho (OIT)

Infográfico elaborado em: 29/04/2021

Fonte: Inpeasy

A Figura 1 mostra o perfil de casos das notificações em CAT em 2018.

Figura 1. Perfil dos casos nas notificações CAT (2018)



Fonte: OnSafety

2.4 Automação e segurança

A automação industrial é um campo que tem revolucionado a forma como as indústrias operam, trazendo não apenas eficiência e produtividade, mas também uma série de desafios relacionados à segurança. A implementação de tecnologias automatizadas permite que processos sejam realizados com maior precisão e menor intervenção humana, o que, por sua vez, reduz a probabilidade de erros e acidentes. No entanto, a segurança deve ser uma prioridade em todas as etapas da automação.

A segurança na automação industrial envolve um conjunto de medidas e protocolos que visam proteger tanto os trabalhadores quanto os ativos da empresa. Isso inclui a identificação e mitigação de perigos, a implementação de sistemas de parada de emergência e o treinamento adequado dos operadores. A Norma Regulamentadora 12 (NR-12), por exemplo, estabelece diretrizes para garantir a segurança em máquinas e equipamentos, obrigando as empresas a adotarem práticas que minimizem os riscos de acidentes.

Um dos principais benefícios da automação é a redução de tarefas perigosas que antes eram realizadas manualmente. Com o uso de robôs colaborativos e sistemas automatizados, é possível dividir a carga de trabalho, o que não apenas melhora a ergonomia, mas também diminui a fadiga dos operadores. Essa abordagem não só protege os trabalhadores, mas também aumenta a eficiência operacional, pois as máquinas podem operar em condições ideais sem a limitação da capacidade humana.

Além disso, a automação contribui para a conformidade legal, já que o não cumprimento das normas de segurança pode resultar em multas e litígios. A adoção de tecnologias de automação que atendem a padrões rigorosos de segurança não apenas protege a integridade física dos trabalhadores, mas também melhora a reputação da empresa no mercado.

Investir em segurança na automação industrial pode parecer um custo adicional, mas, a longo prazo, representa uma economia significativa. A redução de acidentes leva a menos tempo de inatividade, menores custos com compensações trabalhistas e uma diminuição nas perdas de ativos. Portanto, a segurança na automação industrial não é apenas uma questão de conformidade legal, mas uma estratégia inteligente para garantir a

sustentabilidade e a competitividade das empresas no cenário atual. (OLIVEIRA).

2.5 Excel (banco de dados)

O Microsoft Excel é uma ferramenta poderosa que vai além de simples cálculos, destacando-se como um banco de dados eficiente para pequenas e médias empresas e usuários individuais na organização e análise de informações. Ele permite armazenar dados em tabelas, com colunas representando campos e linhas correspondendo a registros, facilitando a visualização e o gerenciamento de inventários, listas de clientes e vendas.

Além do armazenamento, o Excel oferece ferramentas avançadas para análise, como as funções PROCV, CONT.SE e SOMASE, que realizam cálculos complexos de forma ágil. Recursos como gráficos e tabelas dinâmicas transformam dados brutos em visualizações claras, facilitando sua interpretação.

Outro destaque do Excel é sua acessibilidade: sua interface familiar reduz a curva de aprendizado, e a compatibilidade com formatos como CSV e TXT facilita a integração com outras ferramentas. Contudo, o Excel tem limitações, como a incapacidade de lidar com grandes volumes de dados ou garantir alta segurança e integridade, áreas onde bancos de dados robustos como SQL Server ou MySQL são mais indicados.

Versátil e acessível, o Excel se apresenta como uma solução valiosa para organizar e interpretar informações de maneira prática e eficiente.

2.6 Funcionamento RFID

A tecnologia RFID (Identificação por Radiofrequência) é um sistema que utiliza ondas de rádio para identificar e rastrear objetos. Seu funcionamento se baseia em três componentes principais: etiquetas (tags), leitores e antenas. As etiquetas RFID contêm um microchip que armazena informações e uma antena que permite a comunicação com o leitor. Quando um leitor emite um sinal de radiofrequência, ele "desperta" a etiqueta ao seu alcance, que então responde com os dados que contém. (I3C)

O processo de leitura ocorre quando o leitor, equipado com uma antena, envia sinais em busca de etiquetas. Ao detectar uma etiqueta, ocorre um acoplamento entre a antena do leitor e a antena da etiqueta, permitindo que as informações armazenadas sejam transmitidas. Essa comunicação é realizada por meio de um método de acoplamento, que pode ser eletromagnético (backscatter) ou magnético (indutivo), dependendo da aplicação e das necessidades do sistema. (Manual do Mundo)

A frequência de operação entre a etiqueta e o leitor é um aspecto crucial, pois determina a distância e a velocidade de leitura. As etiquetas RFID podem ser passivas, ativas ou semi-ativas. As passivas não possuem bateria e dependem da energia do sinal do leitor, enquanto as ativas têm uma fonte de energia própria, permitindo um alcance maior.

A tecnologia RFID é amplamente utilizada em diversas áreas, incluindo bibliotecas, onde melhora a eficiência do empréstimo e do inventário de livros. Com leitores instalados em balcões de circulação e quiosques de autoatendimento, as bibliotecas podem identificar rapidamente os itens retirados ou devolvidos, simplificando o processo e reduzindo erros. Além disso, sistemas de segurança equipados com RFID ajudam a prevenir furtos, detectando itens que não foram corretamente registrados.

O RFID é uma tecnologia poderosa que automatiza e agiliza processos de identificação e rastreamento, trazendo benefícios significativos em eficiência e segurança em diversos setores, incluindo o gerenciamento de bibliotecas. (I3C)

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram levantadas as seguintes hipóteses de problema:

1. Trabalhadores que exercem funções perigosas, como em áreas de solda ou laboratórios de química, não podem esquecer de utilizar seus EPIs.
2. O trabalhador possui todos os equipamentos exigidos para determinado setor, mas algum deles está vencido, exigindo substituição para garantir sua segurança.

Este projeto apresenta uma proposta inovadora com a utilização de tecnologia RFID. Pesquisas de mercado não identificaram soluções idênticas, apenas variantes semelhantes, como sistemas de identificação de EPIs baseados em inteligência artificial, que utilizam câmeras para verificar se os funcionários estão utilizando os equipamentos corretamente.

O produto do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é composto por duas partes: o EPI e o leitor. Na parte referente ao EPI, o equipamento de proteção individual é disponibilizado com uma “tag” identificadora integrada e previamente cadastrada.

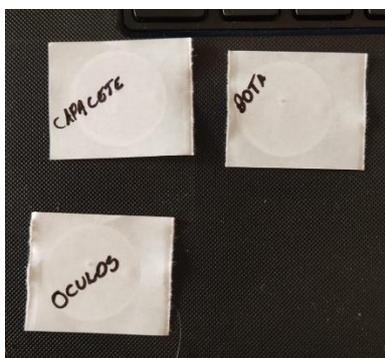


Figura 2. “Tags”.

Fonte – Autores (2024)

As “tags” são fixadas na superfície do EPI em uma localização estratégica para a facilidade de leitura. Elas funcionam com sua pequena antena receber um sinal de rádio e assim gerar energia necessário para q seu chip funcione. Desse modo o chip reenvia um sinal para o RFID, assim pelo cadastro o ID corresponderá por seu EPI no banco de dados. A Figura 3 mostra alguns EPIs usados neste TCC.

Figura 3. EPI



Fonte – Autores (2024)

O EPI é obrigatório em muitas áreas da empresa onde além de assegurar a segurança do trabalhador, cada EPI tem diferentes funções e importâncias, não é apenas um fator que irá prezar sua segurança total, mas sim uma combinação de utilização. O Leitor é composto por um RFID, um Arduíno, cabos jumper, cabo USB p/ Arduíno e protoboard.

Figura 4. RFID



Fonte – Autores (2024)

O RFID-RC522 é responsável por transmitir um sinal de radiofrequência para a “tag”, permitindo a leitura e envio dos dados ao Arduino. As conexões necessárias são as seguintes:

- **DAS (SS – Slave Select):** Seleciona o módulo na comunicação SPI. Geralmente conectado ao pino 10 do Arduino, embora isso possa variar dependendo da biblioteca utilizada.
- **SCK (Clock):** Sincroniza a comunicação SPI entre o Arduino e o RFID. No Arduino Uno, é conectado ao pino 13.
- **MOSI (Master Out Slave In):** Permite que o Arduino envie dados ao RFID. No Arduino Uno, esse pino é ligado ao pino 11.
- **MISO (Master In Slave Out):** Recebe os dados enviados pelo RFID ao Arduino. No Arduino Uno, é conectado ao pino 12.
- **IRQ (Interrupção):** Não é necessário para a maioria dos projetos simples e pode ser deixado desconectado.
- **GND (Terra):** Deve ser ligado ao pino GND do Arduino para completar o circuito elétrico.
- **RST (Reset):** Utilizado para reiniciar o módulo RFID, geralmente conectado a um pino digital do Arduino, como o pino 9.
- **3.3V:** O módulo opera com 3.3V, sendo alimentado pelo pino 3.3V do Arduino.

Essas conexões garantem o funcionamento adequado do RFID-RC522 em projetos de leitura e controle de dados. A Figura 5 mostra o micro controlador Arduino.

Figura 5. Arduino.



Fonte – Autores (2024)

O Arduino, em suas múltiplas funções, é um hardware de código aberto que permite executar diversas atividades de maneira prática e flexível. Neste projeto, utilizaram-se os pinos 9, 10, 11, 12 e 13 para a conexão com o módulo

RFID, combinado ao pino 3.3V para a alimentação e o GND para completar o circuito elétrico. Além disso, conectar o servo motor aos pinos 5V e GND para a alimentação elétrica, e ao pino 3 para o controle do movimento. A versatilidade do Arduino permite integrar diferentes componentes de forma eficiente, tornando-o uma ferramenta essencial para o desenvolvimento de soluções criativas e tecnológicas. A Figura 6 mostra alguns “*jumper*”.

Figura 6. Cabos Jumper



Fonte – Autores (2024)

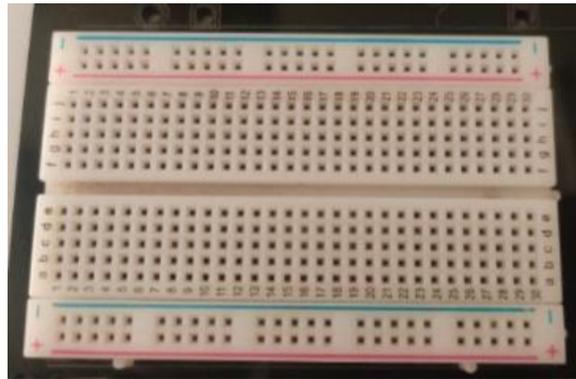
Os “*Jumpers*” são usados para fazer as ligações/transmissão de dados. Estes componentes apresentam combinações em seus terminais, podem ser por exemplo: macho-macho, macho-fêmea e fêmea-fêmea. A Figura 7 mostra um cabo USB.

Figura 7. Cabo USB



Fonte – Autores (2024)

O cabo USB tem a utilidade para como fonte de alimentação e transmissão de dados. A Figura 8 mostra uma protoboard.

Figura 8. *Protoboard*

Fonte – Autores (2024)

A “*protoboard*” utiliza-se para organização do trabalho e disponibilidade de portas de entrada e saída. A Figura 9 mostra a cancela obtida no método de manufatura aditiva para as simulações deste projeto.

Figura 9. Cancela (Servo motor)



Fonte – Autores (2024)

Como parte adicional do projeto, utilizou-se um servo motor para desempenhar a função de uma cancela automatizada. A função atribuída ao servo motor foi a de simular o movimento de uma cancela automática, que se ativa após o escaneamento dos EPIs. Uma vez que os equipamentos de proteção individual estão devidamente identificados e validados, o servo motor realiza um movimento em um eixo de 90°, representando a abertura da cancela para permitir o acesso. Esse componente não só aprimora a funcionalidade do sistema, mas também reforça a automação e a praticidade na simulação de cenários reais, onde a integração de dispositivos eletrônicos e sensores é essencial para garantir eficiência e segurança no controle de acesso.

3.1 Custos

Tabela 3. Lista de componentes e custos.

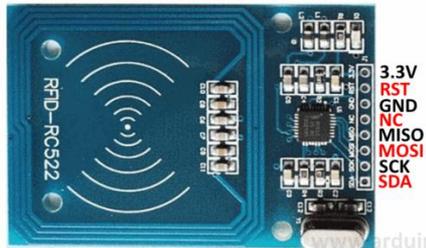
Componentes do Projeto		
Componentes	Valor unitário no mercado	Item doado ou comprado
Arduíno UNO BlackBoard	R\$ 94,90	Doado
RFID	R\$ 19,80	Comprado
Jumper	R\$ 13,85	Doado
Cabo USB	R\$ 12,23	Doado
Servo motor	R\$ 21,97	Doado
Protoboard	R\$ 15,99	Doado
Tag	R\$ 25,11	Comprado
Total	R\$ 203,85	
Total gasto pelo grupo	R\$ 44,91	

Fonte: Autores (2024)

3.2 Circuito

A Figura 10 mostra o pinout do RFID e suas conexões com o Arduíno.

Figura 10. Pinos do RFID e suas conexões com os pinos do Arduíno

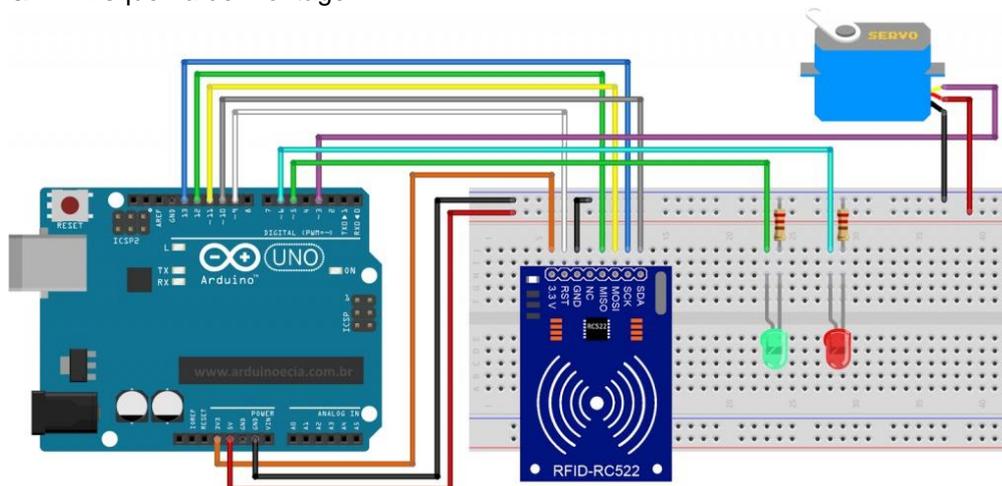


Módulo RFID RC522	Arduíno
3.3	Pino 3.3V
RST	Pino 9
GND	Pino GND
NC	Não conectado
MISO	Pino 12
MOSI	Pino 11
SCK	Pino 13
SDA	Pino 10

Fonte – Arduinoecia.com

A Figura 11 mostra o circuito deste trabalho.

Figura 11. Esquema de montagem



Fonte – Arduinoecia.com

3.2.1 Código Arduíno

O código implementa um sistema de controle de acesso utilizando RFID, LEDs, um buzzer e um servo motor, gerenciado por um Arduino. O objetivo é verificar se os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) necessários foram identificados antes de liberar a passagem simulada por uma "catraca" controlada pelo servo motor.

1. Configuração Inicial:

- O RFID RC522 é configurado para leitura de cartões, com os pinos definidos para SPI.
- LEDs, um buzzer e um servo motor também são configurados, sendo o servo ajustado inicialmente para uma posição fechada (70°).
- O código envia cabeçalhos para integração com uma planilha Excel via comunicação serial.

2. Leitura de Cartões RFID:

- O sistema verifica continuamente a presença de novos cartões.
- Quando um cartão é detectado, seu UID é comparado com os UIDs pré-configurados para os EPIs (capacete, bota, óculos).
- Caso um cartão corresponda a um EPI válido, ele é marcado como detectado e os dados associados são enviados ao Excel.

3. Validação e Ação:

- Se todos os três EPIs forem identificados, o servo motor é acionado, movendo-se para 0° (simulando a abertura da catraca). Após 2 segundos, retorna à posição fechada.
- LEDs indicam o estado da validação: o LED verde acende para cartões válidos e o vermelho para inválidos. Um breve som do buzzer confirma o sucesso da leitura.

4. Reset do Sistema:

- Após a liberação da "catraca", o estado dos EPIs é resetado, permitindo novas leituras.

O código utiliza bibliotecas SPI e MFRC522 para comunicação com o módulo RFID e Servo.h para controle do servo motor. É uma solução prática para sistemas de controle de acesso baseados em identificação e validação de múltiplos itens.

3.2.2 Código EXCEL

O código VBA complementa o sistema Arduino, cruzando dados entre duas planilhas: "Simple Data" e "Further sheet". Ele verifica se IDs da coluna "D" da "Simple Data" estão na coluna "B" da "Further sheet", marcando "presente" na coluna "C" quando há correspondência.

Módulo 1: VerificarIDs

- Identifica as últimas linhas relevantes de ambas as planilhas.
- Limpa previamente a coluna "C" da "Further sheet".
- Compara cada ID da "Simple Data" com os IDs da "Further sheet". Se houver correspondência, insere "presente" na coluna "C".

Módulo 2: Macro11

- Limpa manualmente o intervalo "C2:C20" da planilha ativa para reinicializar os dados rapidamente.

Este código facilita o controle e validação de dados relacionados ao sistema, como registros de EPIs, integrando Arduino e Excel de forma simples e eficiente. A Figura 12 mostra a interface do banco de dados em Excel.

Figura 12. Interface

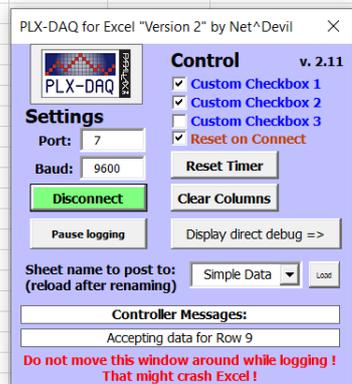
A	B	C	D	E	F	G	H	I
	ID	VALOR	EPI			ENTRADA	VALOR	RESULTADO
	123456		Capacete			Capacete		0
	789101		Bota			Óculos		0
	112233		Óculos			Bota		0
								Não liberado

Fonte – Autores (2024)

A Figura 13 mostra o relatório do aplicativo no Excel

Figura 13. Relatório

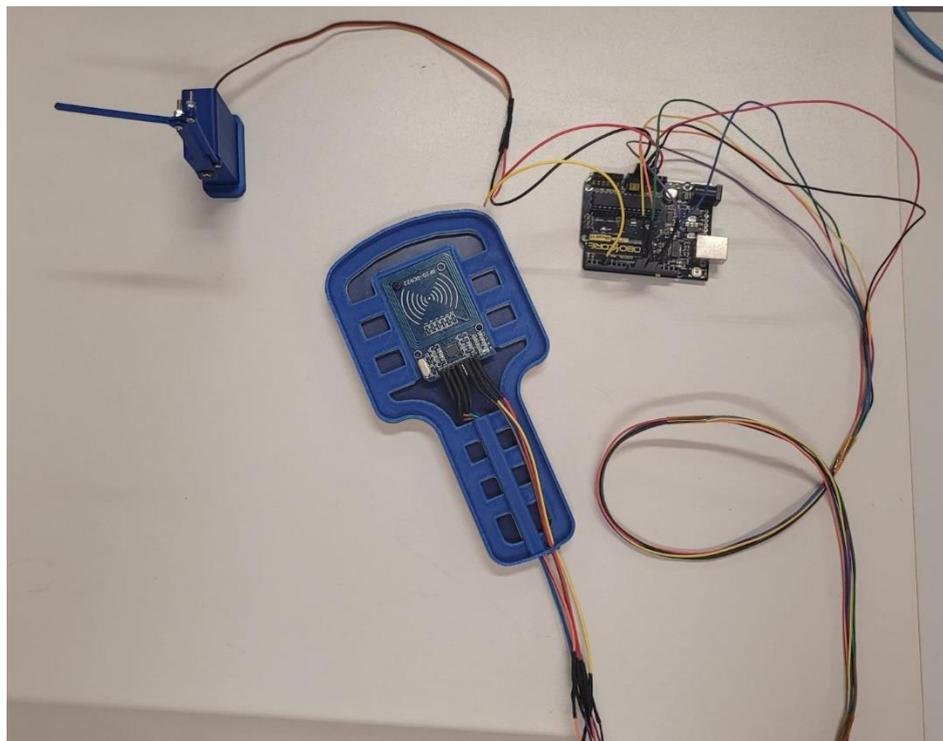
A	B	C	D	E	F	G
Date	Time	Name	Number		Último ID lido	
25/11/2024	1:49:05 PM	EPI 1	123456			
25/11/2024	1:49:08 PM	EPI 3	112233			
25/11/2024	1:49:10 PM	EPI 2	789101		789101	
25/11/2024	1:49:16 PM	EPI 1	123456			
25/11/2024	1:49:18 PM	EPI 2	789101			
25/11/2024	1:49:20 PM	EPI 3	112233			
25/11/2024	1:49:24 PM	EPI 2	789101			
25/11/2024	1:49:25 PM	EPI 3	112233			
25/11/2024	1:51:25 PM	EPI 2	789101			



Fonte – Autores (2024)

A Figura 14 mostra a raquete e o circuito montado.

Figura 14. Projeto Montado



Fonte – Autores (2024)

4 CONCLUSÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso foi desenvolvido com base em pesquisas, criatividade e na construção de um protótipo, abordando soluções para o uso consciente de EPIs e promovendo segurança e proteção. Todas as metas estabelecidas foram alcançadas devido às metodologias aplicadas, evidenciando a relevância do projeto na verificação, confirmação e incentivo ao uso correto dos equipamentos de proteção.

Com a realização do estudo de mercado, foi possível criar uma solução acessível, econômica e inovadora. Durante a aquisição de materiais, priorizaram-se componentes adequados, reduzindo-se gastos desnecessários. A análise de práticas similares permitiu a incorporação das melhores características disponíveis, adaptadas às limitações do projeto. Através de comparações entre diferentes abordagens de segurança, identificaram-se e aplicaram-se técnicas eficazes para promover um ambiente de trabalho mais seguro e eficiente.

A implementação das metodologias estabelecidas contribuiu para a redução de incidentes e incentivou uma cultura de segurança entre os colaboradores. O monitoramento constante e as revisões periódicas asseguraram o alinhamento com os mais altos padrões de segurança. As estratégias desenvolvidas não apenas cumpriram os objetivos propostos, mas também criaram uma base sólida para futuras melhorias, beneficiando a saúde ocupacional e prevenindo acidentes.

O projeto foi alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 3, 8 e 9:

- **ODS 3 (Saúde e Bem-Estar):** Foram reduzidos acidentes e doenças ocupacionais, promovendo saúde e qualidade de vida para os colaboradores.
- **ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico):** As condições de trabalho foram aprimoradas, aumentando a produtividade, reduzindo o absenteísmo e os custos relacionados a acidentes.
- **ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura):** Práticas de segurança e tecnologias inovadoras foram incorporadas para monitoramento e prevenção de riscos, fortalecendo a segurança e promovendo a inovação.

O desenvolvimento contou com o uso de softwares especializados para criação do código e simulação do circuito eletrônico, utilizando os conhecimentos adquiridos em Automação Industrial e complementados por novos aprendizados essenciais para oferecer um produto prático e eficiente ao mercado.

4.1 Sugestões e melhorias

Uma alternativa ao uso do RFID no projeto seria a adoção de QR codes, que poderiam ser afixados diretamente nos EPIs e lidos por dispositivos como “*smartphones*” ou ‘*tablets*’. Isso reduziria os custos, já que a impressão de QR codes é mais barata e sua reposição mais simples em caso de desgaste ou perda, diferente das “*tags*” RFID que exigem componentes eletrônicos. Além disso, os QR codes podem ser facilmente lidos por equipamentos comuns, eliminando a necessidade de um leitor específico e tornando o sistema mais acessível e compatível. A tecnologia QR “*code*” também permite o registro de dados no sistema de gestão de EPIs, como validade, histórico de uso e manutenção, mantendo o controle dos equipamentos e garantindo a segurança dos trabalhadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMG SAÚDE. **O que é Zero Acidente?** 2023. Disponível em: <https://amgsaude.com.br/glossario/o-que-e-zero-acidente/>. Publicado em: 10 dez. 2023.

PANTALEÃO, Sergio Ferreira. **EPI - Equipamento de Proteção Individual - Não basta fornecer, é preciso fiscalizar.** 2023. Disponível em: <https://www.guiatrabalhista.com.br/tematicas/epi.htm>. Publicado em: 31 jan. 2023.

CECATTO, Cristiano. **Importância do uso de EPI, dicas e como conscientizar trabalhadores.** Publicado em: 26 nov. 2022. Disponível em: <https://sso.com.br/2022/11/26/importancia-do-uso-de-epi/>. Acesso em: 30 nov. 2024

I3C. **Como funciona o RFID.** Disponível em: <https://i3csolucoes.com.br/como-funciona-o-rfid/>.

OLIVEIRA, Roberta. **Análise dos impactos econômicos decorrentes da utilização de EPI ou da falta destes: estudo de caso de uma microempresa de construção civil.** Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/c218a366-2375-4fe6-90bc-0f3683055319>. Publicado em: 2022

SECOM - Secretaria de Comunicação. **Acidentes de trabalho matam ao menos uma pessoa a cada 3h47min no Brasil.** Disponível em: <https://tst.jus.br/-/acidentes-de-trabalho-matam-ao-menos-uma-pessoa-a-cada-3h47min-no-brasil-1>. Publicado em: 28 abr. 2023.

FERREIRA, William Costa; MORAIS, Francielle Maria; GOMES, Nathalia Augusta Batista; SILVA, Silvia Sidnéia da; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza; CARITÁ, Edilson Carlos. **O uso de equipamentos de proteção individual e prevenção de acidentes na construção civil.** Disponível em: <https://www.unaerp.br/revista-cientifica-integrada/edicoes-anteriores/volume-4-edicao-5/4183-rci-epiconstrucaocivil-122020/file>. Publicado em: 2020

Livros

BARSANO, Paulo Roberto; BARBOSA, Rildo Pereira; SOARES, Suerlane Pereira da Silva. **Equipamentos de segurança.** 1. ed. São Paulo: Editora Érica, 2013.

PINTO, João Baptista Beck; CAMPOS, Armando. **NR 12 - Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos: gerenciando risco.** 1. ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2019.

MCFEDRIES, Paul. **Análise de dados com Excel para leigos.** 4. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2020.

PEREIRA, Paloma Cristina. **Introdução a bancos de dados.** 1. ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2020.

Vídeos

RFID - gravação de informação personalizada nas TAGs. Disponível em: <https://youtu.be/rb4KBf-GA4?si=HDFzKQZKfKNbdbEL>. 2019. Acesso em: 01 dez. 2024.

MANUALMAKER. COMO USAR UMA IDENTIFICAÇÃO POR RÁDIO. AULA 8: VÍDEO 1. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=gcBN4NLqz_U. 2019. Acesso em: 01 dez. 2024.