

IMPLEMENTAÇÃO DE TECNOLOGIA RFID PARA O CONTROLE DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS EM HOSPITAIS UTILIZANDO ARDUÍNO®

DUARTE DOS SANTOS¹, Priscila Mayara; **AMARAL**², Oscar Teodoro do; **FERRAZ**², Tiago Benedito.

1 – Professores na Universidade do Vale do Sapucaí.

2 – Graduados em Engenharia de Controle e Automação na Universidade do Vale do Sapucaí.

prisciladuarte@univas.edu.br; oscaramaral369@gmail.com; tiagobenedito@yahoo.com.br.

RESUMO

Este estudo concentrou-se na aplicação da tecnologia RFID por meio do Arduino® para aprimorar o gerenciamento de equipamentos médicos em ambientes hospitalares. Ao adotar essa tecnologia, destacam-se os benefícios significativos, como a redução de perdas e extravios de equipamentos, melhorias notáveis na eficiência operacional e a otimização do tempo dos profissionais. Entre os componentes eletrônicos necessários para a implementação do sistema de controle baseado em RFID, destacam-se as tags, os leitores e o módulo RTC. A programação do microcontrolador é realizada utilizando a linguagem de programação C++, para desenvolver um sistema de monitoramento de equipamentos em tempo real utilizando as informações das tags RFID. Os resultados obtidos com a implementação do sistema de controle foram positivos, demonstrando a eficácia da tecnologia na gestão de equipamentos médicos.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia RFID, Otimização de recursos, Rastreamento, Automatização de processos.

1 INTRODUÇÃO

A gestão da tecnologia é um ponto crucial na engenharia clínica hospitalar, onde uma parte dos ativos móveis de um hospital são extraviados ao longo de sua vida útil. Apesar da manutenção regular ser agendada para assegurar o funcionamento eficaz dos equipamentos, a maior parte do tempo da manutenção é consumido na busca por esses ativos dentro da unidade hospitalar (Fenili 2015).

A ineficiência no controle de equipamentos médicos em hospitais, pode acarretar em diversos problemas que prejudicam a gestão desses recursos e o bom atendimento médico aos pacientes. Entre os principais pontos, destaca-se a dificuldade em realizar o inventário de

forma precisa e rápida, o que pode resultar em perdas e extravios de equipamentos importantes. Além disso, a falta de monitoramento em tempo real pode comprometer a manutenção preventiva e a detecção de falhas, aumentando os custos de manutenção e reparo. Nesse contexto, muitas tecnologias de monitoramento podem ser adotadas por hospitais como, por exemplo, os códigos de barras e a tecnologia RFID (Identificação por Rádio Frequência) (Icsmed, 2015).

A evolução da tecnologia de informação aliada à redução de custos, tem desempenhado um papel importante na busca pelo controle e gestão eficientes de processos. Embora o código de barras tenha sido por muito tempo a principal solução tecnológica para o controle parcial da cadeia de suprimentos, suas limitações têm levado as empresas a buscar alternativas mais avançadas, como a tecnologia RFID. A identificação por rádio frequência tem sido utilizada por empresas de diversos setores, devido à sua capacidade em proporcionar um controle mais preciso e em tempo real dos equipamentos, o que pode gerar redução de perdas dos mesmo e aumentar a eficiência nos processos (Scavarda, Filho E Kraemer, 2005).

A tecnologia RFID é composta por um sistema de etiquetas de identificação (tags), que são pequenos dispositivos incorporados nos produtos, e ainda, por um sistema de leitura que utiliza sinais de rádio para identificar e recuperar dados remotamente. Desta forma, as tags RFID permitem a identificação automática e o armazenamento de dados de maneira precisa. Além disso, a versatilidade das tags e dos leitores, facilitam sua implementação em diferentes tipos e tamanhos de equipamentos (Bernardo 2004).

De acordo com Junior A. D., Efrom e Kraemer (2005), a Identificação por Radiofrequência apresenta diversas vantagens em relação a outras tecnologias de identificação, uma delas é a confiabilidade, já que os códigos de barras tendem a se apagar com o tempo. Além disso, a leitura de tags RFID é mais fácil, se comparado aos códigos de barras, já que ela pode ser realizada mesmo em ambientes úmidos, com água, lama e metais, e por ter facilidade de leitura, uma vez que não é necessário que as tags sejam apontadas diretamente para o leitor. Outra vantagem é que a captura de dados é feita automaticamente, o que reduz a ocorrência de falhas humanas no processo.

A proposta de implementação da tecnologia RFID tem como objetivo aprimorar o controle de equipamentos médicos em hospitais, por meio do rastreamento automático e quase simultâneo dos equipamentos. A tecnologia a ser aplicada tem o intuito de minimizar furtos, extravios e distribuições inadequadas de tecnologia. O estudo apresenta um protótipo

nesse contexto de aplicação, composto por tags, coletor de dados, antenas estáticas, leitores, portais e *software* de gerenciamento. Devido às inspeções periódicas de órgãos de fiscalização a nível estadual e federal para diversas finalidades, as rápidas localizações dos itens solicitados são primordiais para uma boa gestão do tempo de levantamento de informações. A tecnologia RFID será utilizada para monitorar os equipamentos, em tempo real, tendo plena condição de gerar inventário dos setores rapidamente, trazendo segurança no gerenciamento da manutenção (Cooper 2006).

2 RFID

2.1 História

Em 1937, antes do início da Segunda Guerra Mundial, as forças militares dos Estados Unidos enfrentaram dificuldades na identificação de alvos terrestres, aéreos e marítimos. Para solucionar esse problema, desenvolveu-se o método de Identificação Frind-or-Foe (IFF), que permitia a distinção entre aeronaves aliadas e inimigas.

Inicialmente, o uso da radiofrequência estava limitado a aplicações militares, laboratórios e grandes empresas comerciais, devido ao alto custo envolvido. Entretanto, ao longo dos anos, com os avanços na área da eletrônica e o desenvolvimento de componentes em escala ampliada, o custo final de diversos dispositivos têm diminuído, possibilitando diferentes utilizações comerciais e em larga escala por todo o mundo.

As indústrias de manufatura, armazenamento e transporte têm se dedicado ao desenvolvimento de projetos baseados na tecnologia de Identificação por Radiofrequência desde os anos 1970, para aplicações que abrangem a automação, o rastreamento de veículos, logística, manipulação de objetos, inventário de produtos.

A partir da década de 1980, o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), juntamente com outros centros de pesquisa, investiu em estudos para criar uma arquitetura baseada em radiofrequência que servisse como referência para o desenvolvimento de novas aplicações de rastreamento e localização de produtos. Esses esforços resultaram no surgimento do Código Eletrônico de Produtos (EPC, *Electronic Product Code*). O EPC estabelece uma arquitetura para a identificação de produtos, utilizando os recursos fornecidos pelos sinais de radiofrequência. Devido aos avanços tecnológicos até os dias atuais, os sistemas RFID estão se beneficiando de melhorias no processamento, aumento das distâncias de leitura e incorporação de novas funcionalidades.

De acordo com Yazici (2014), futuras pesquisas em técnicas de análise de investimento, como a análise de opções reais, podem ser incorporadas para demonstrar a necessidade de

implementação do RFID, detalhando os benefícios e economias advindos dessa tecnologia. A expansão em larga escala de tecnologias em tempo real, pode resultar em benefícios significativos para pacientes, segurança e produtividade no setor de saúde. Principalmente devido ao objetivo principal da RFID, que é reduzir desperdícios e custos, e economizar tempo nos processos, através de um sistema de identificação ágil que garanta a satisfação de todas as partes interessadas.

2.2 Identificação da Tecnologia RFID

A tecnologia de Identificação por Rádio Frequência (RFID) consiste em componentes eletrônicos, como dispositivos de leitura, antenas e marcadores. Os marcadores, conhecidos como tags RFID, estabelecem uma rede de comunicação à distância sem fio, variando seu alcance em metros dependendo da frequência utilizada. Essas tags são essenciais para a comunicação entre objetos e leitores RFID. Ao possuírem uma tag RFID, os objetos podem ser identificados e localizados instantaneamente, mesmo em movimento e sem necessidade de contato físico ou visão direta. Os dados capturados pelo leitor são convertidos em informações significativas por meio de um software especializado (Sun, 2012; Chao, Yang & Jen, 2007). As possibilidades de aplicação das tags RFID são amplas, permitindo sua integração em uma variedade de objetos e equipamentos eletrônicos. Os chips podem operar em modo ativo, possuindo sua própria fonte de alimentação para enviar dados ao leitor, ou em modo passivo, funcionando sem bateria e obtendo energia a partir do leitor (Duroc & Kaddor, 2012; Soares et al., 2008).

Essencialmente, as tags de RFID oferecem a mesma funcionalidade dos códigos de barras impressos. No entanto, a principal diferença reside no fato de que a identificação não ocorre por meio de contato manual, ela acontece por meio de sinais eletromagnéticos. Dessa forma, os leitores examinam as tags dentro de sua área de alcance e capturam seu identificador. Com o identificador em mãos, é possível realizar diversos controles e manipular as informações usando softwares específicos, de acordo com as necessidades, como controle de acesso a um ambiente, rastreamento de produtos, automação de registros, entre outras aplicações (Ferreira e Delgado, 2010; Roussos, 2008, Henrici, 2008). Apesar da facilidade geral de manipulação da RFID, na implementação na gestão de equipamentos hospitalares, existem aspectos importantes que devem ser analisados. Entre esses aspectos destacam-se alguns pontos positivos e negativos, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens da tecnologia RFID

Vantagens	Desvantagens
Maior confiabilidade	Custo elevado
Alta Velocidade	Interferência por metais
Otimização dos processos	Privacidade
Facilidade de leitura	Treinamentos e adaptação das equipes
Identificação simultânea	
Capacidade de armazenamento	

2.3 Middleware

O middleware atua como uma camada intermediária entre o hardware (leitores, antenas, tags) e os sistemas de software. Sua função principal é facilitar a comunicação, integração e gerenciamento dos dados coletados pelo sistema RFID.

Esse mecanismo é responsável por receber os dados brutos capturados pelas antenas e leitores, realizando o processamento e filtragem desses dados, e fornecer uma saída em um formato adequado para ser utilizado por outros sistemas ou para aplicação de algum software. Além disso, o middleware também auxilia na sincronização e coordenação dos dispositivos RFID, garantindo o fluxo correto de informações em tempo real.

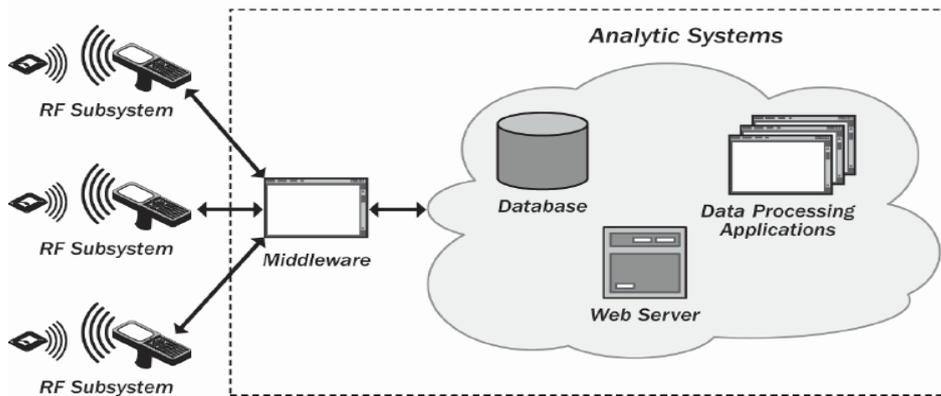
Esse componente incorpora um conjunto de softwares que desempenham diversas funções essenciais no sistema, conforme esquematizado na figura 1. Ele registra as comunicações entre a tag e o leitor, busca as informações relevantes no banco de dados e as disponibiliza ao leitor para permitir a interação com a tag. Além disso, o middleware garante que as informações captadas pelos leitores, sejam armazenadas e atualizadas de forma adequada nas bases de dados, mantendo assim a integridade e a sincronização entre todos os participantes do processo (Rei, 2010).

No campo das telecomunicações e, conseqüentemente, na tecnologia RFID, as antenas desempenham um papel importante por funcionarem como transceptores, ou seja, por possuírem um combinado de dispositivos, como transmissores e receptores. Na comunicação sem fio, elas atuam como um meio de transmissão e recebimento de ondas de rádio. As antenas são responsáveis por converter a energia irradiada em energia guiada, dentro de um meio de transmissão específico, atuando como um elo de comunicação entre as etiquetas RFID e os leitores, permitindo a transmissão e recepção das ondas de rádio utilizadas para a identificação e rastreamento de objetos (Heckel, 2007).

A emissão de ondas eletromagnéticas ocorre em todos os condutores que estão sujeitos

a uma diferença de potencial ou a uma corrente elétrica variável ao longo do tempo. Uma antena é um componente projetado para operar em uma faixa de frequência específica de 902 a 928 Mhz, de acordo com as especificações do projeto (Finkenzeller, 2003). A antena que envia informações eletromagnéticas apresenta uma característica elétrica idealmente resistiva, de maneira que a potência aplicada ao sistema é consumida em energia irradiada.

Figura 1 – Middleware em um sistema RFID Enterprise Subsystem



Fonte: (REI, 2010).

2.4 Componentes RFID

2.4.1 Arduíno®

Arduíno é uma placa de circuito eletrônico, como apresentado na figura 2, contendo um pequeno processador programável, que permite acessar entradas e saídas de dados entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele. Projetos que incluem o Arduíno®, utilizam entradas e saídas de sensores e atuadores para dialogar com ambientes físicos ou virtuais, especialmente protótipos que interagem com componentes eletrônicos de percepções visuais, sonoras e sensíveis ao toque, como sensor touch capacitivo, por exemplo. Essa plataforma composta por microcontrolador, também é formada por pinos de E/S digital e analógica, além de ter uma interface serial ou USB (*Universal Serial Bus*), para interligar-se ao computador, o que confere a interface de programação instalada uma interação em tempo real entre máquina e o processador.

Figura 2: Plataforma programável – Arduíno



Fonte: Adaptado de Soares (2013).

2.4.2 Tags

As tags RFID são dispositivos eletrônicos empregados para a identificação e rastreamento de objetos, animais ou indivíduos. De acordo com Santini (2008), as tags são compostas por transponders (dispositivo eletrônico presente nas tags) compactos, contendo um chip integrado e uma antena, permitindo o armazenamento e a transmissão de dados de forma sem fio, que podem ser classificadas em duas categorias principais: tags passivas e tags ativas. Por meio das tags RFID os dados podem ser enviados, recebidos e transmitidos em um sistema de monitoramento de objetos.

2.4.2.1 Tags passivas

Tags passivas não possuem uma fonte de energia interna própria. Isso significa que elas não possuem baterias ou outros dispositivos para fornecer energia. Ao invés disso, as tags passivas obtêm a energia necessária para a comunicação por meio do campo eletromagnético gerado pelos leitores RFID.

Em Santana (2008), são apresentados diversos exemplos de aplicações da tecnologia RFID. Um exemplo notável é a utilização no setor automotivo, mais especificamente em sistemas antifurto. Neste contexto, é implementado um imobilizador eletrônico que faz uso da tecnologia RFID. Nesse caso, uma etiqueta, que permite apenas a leitura de seus dados, é integrada à parte plástica da chave do veículo ou incorporada a um chaveiro. Quando o condutor insere a chave no contato, um leitor capta o código contido na etiqueta e o transmite a um sistema que habilita o acionamento do veículo somente após a verificação e reconhecimento do código.

2.4.2.2 Tags ativas

Tags ativas possuem uma fonte de energia interna, geralmente uma bateria, que alimenta seu funcionamento de forma autônoma. Essa energia permite que as tags ativas tenham um maior alcance de leitura em relação às tags passivas, já que não dependem do campo eletromagnético do leitor RFID para obter energia. Um exemplo de tag ativa é um LoJack, acoplado em um carro, com ajuda de um GPS e um celular, pode localizar o carro furtado (Want, 2006).

2.4.3 Leitor

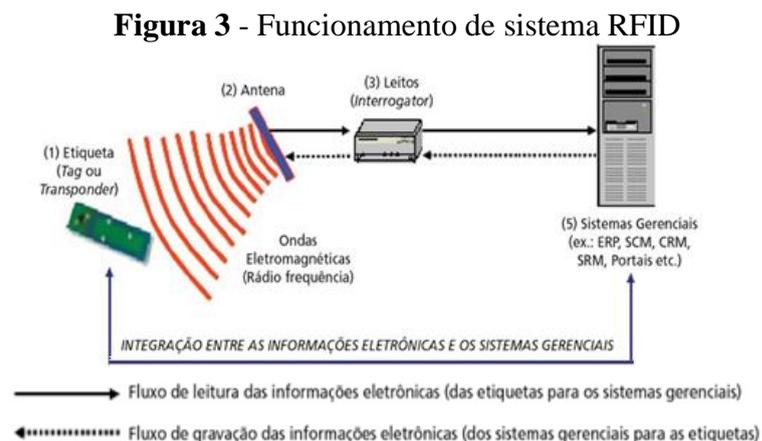
De acordo com Griebeler (2010), um leitor RFID apresenta distinções significativas em

relação a um leitor de código de barras. Enquanto este último requer contato visual direto com a etiqueta para efetuar a leitura dos dados, o leitor RFID dispensa essa necessidade, pois a leitura pode ser realizada através de diversos materiais, tais como plástico, tecido, madeira, entre outros. Além disso, o leitor RFID possui a capacidade de realizar leituras simultâneas de milhares de microchips, possibilitando o armazenamento dos dados para um posterior envio ao servidor do sistema. O leitor RFID são dispositivos eletrônicos projetados para ler e comunicar-se com as etiquetas RFID.

2.4.4 Componentes Lógicos do Sistema

Os componentes lógicos são componentes que incluem microchips, memória, processadores e algoritmos. São esses componentes os responsáveis por controlar e gerenciar as operações de leitura, gravações e processamento de dados nas etiquetas RFID. Através da implementação deles, torna-se possível a coleta, armazenamento, processamento e interpretação dos dados.

Esses componentes são responsáveis por controlar todas as etapas do processo, desde a comunicação entre o leitor e a antena, até o processamento das informações nos terminais, conforme esquematizado na figura 3. Além disso, compõem softwares especializados que garantem a integração harmoniosa e o fluxo contínuo de dados, proporcionando uma gestão eficaz das informações coletadas pelo sistema (Almeida, 2011).



Fonte: Pedroso, Zwicker e Souza (2009).

2.4.5 MIFARE RC522

O módulo MIFARE RC522 é um componente que demonstra a capacidade de interagir com Cartões Inteligentes (IC – Intelligent Card) conforme ilustrado na figura 4, utilizando tecnologia de comunicação sem contato, operando a uma frequência de 13.56 MHz. Este

leitor é compatível com o padrão ISO/IEC 14443 tipo A para comunicação sem contato integrada em cartões IC. Segundo a NXP (2016), o módulo MRFC522 pode realizar operações de leitura e escrita em cartões IC utilizando uma antena interna, sem a necessidade de circuitos externos.

Figura 4 – MRFC522



Fonte: Gonçalves (2019)

2.4.6 MIFARE Classic 1k

É um cartão inteligente para comunicação sem contato de acordo com o padrão ISO/IEC 14443 tipo A operando em frequências de 13.56 MHz. De acordo com a NXP (2011), sua memória de 1 kB é dividida em 16 setores, onde cada setor é dividido em 4 blocos contendo 16 Bytes cada. Cada dispositivo possui um número de identificação única chamado de UID (*Unique Identifier*), que garante autenticidade em sua identificação. Existem alguns modelos que servem como estrutura para o chip MIFARE Classic 1k. Eles podem, por exemplo, ser encontrados na forma de cartão ou na forma de chaveiro, como mostra a Figura 5.

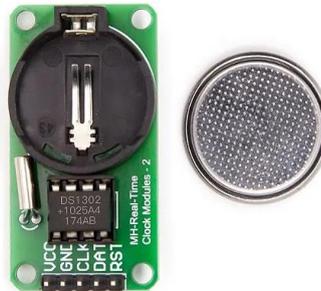
Figura 5 - MIFARE Classic 1k em modelo cartão e modelo chaveiro



2.4.7 Módulo RTC – DS1302

O módulo RTC DS1302, exibido na figura 6, é equipado com uma bateria de lítio integrada de 3V, o que lhe confere a capacidade de manter as informações de data e hora, mesmo quando o dispositivo está sem uma alimentação externa. Essa característica é importante para garantir a precisão e continuidade das medições, uma vez que, a bateria assume a responsabilidade de manter os registros temporais sem alterações em situações onde a energia principal é interrompida. Essa funcionalidade é particularmente necessária em cenários onde a precisão temporal é de extrema importância, como em sistemas de registro de dados ou em aplicações que dependem de programações precisas.

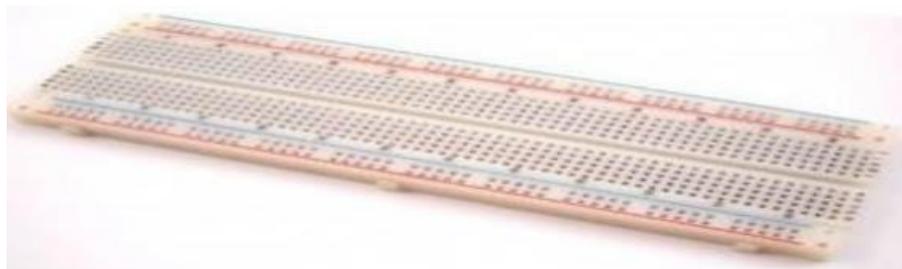
Figura 6 - Módulo Real Time Clock RTC DS1302



2.4.8 Protoboard

O *Protoboard*, figura 7, é uma placa que apresenta uma matriz de contatos, proporcionando uma plataforma flexível para a criação de circuitos experimentais sem a exigência de processos de soldagem. Esta característica se traduz em uma capacidade notável de realizar modificações nas posições dos componentes ou substituí-los de uma forma simples (Sareta, 2013).

Figura 7 - Protoboard

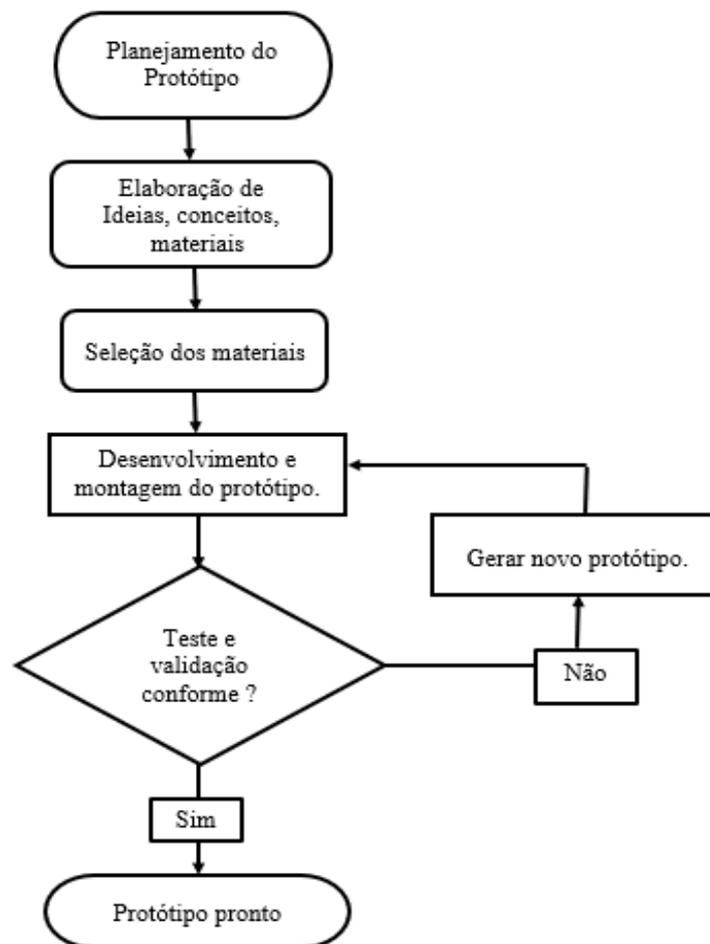


Fonte: SARETA, 2013

3 MATERIAL E MÉTODO

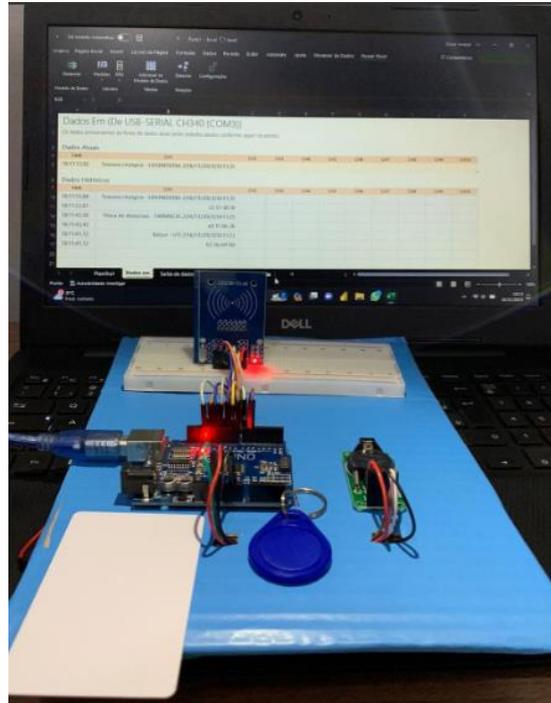
O desenvolvimento de projetos que utilizam RFID também podem ser aplicados em ambientes hospitalares como o protótipo deste estudo. Para que isto seja possível, envolvem etapas de desenvolvimento, planejamento, geração de ideias, levantamento de materiais e testes, como apresentadas no fluxograma da figura 8.

Figura 8- Fluxograma com as etapas de elaboração do protótipo.



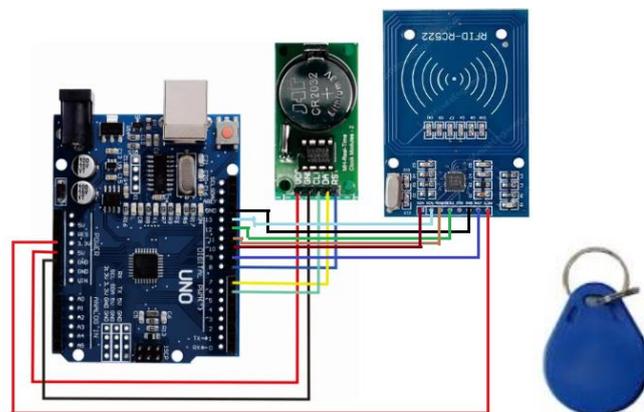
Com o auxílio do Arduíno foi desenvolvido um programa em linguagem C, para a leitura das tags, contendo a descrição do equipamento, setor de origem, data e hora de identificação, registrados pela antena. Os dados lidos são processados e gravados em uma planilha do Excel facilitando a gestão e o acompanhamento das informações, conforme a figura 9

Figura 9 – Teste de validação do Protótipo construído



O diagrama do protótipo está apresentado na figura 10, com a indicação das conexões da antena modulo RFID RC522, que tem a função de realizar a leitura dos equipamentos, que estão com uma tags passivas fixadas. Esse processo permite a identificação e leitura eficaz dos itens associados às tags, proporcionando uma gestão e rastreamento dos equipamentos de forma precisa e ágil, o que resulta em maior controle e otimização de recursos.

Figura 10 - Diagrama de montagem.



4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o objetivo de uma aplicação prática e eficaz, o protótipo foi desenvolvido com base no fluxograma para a construção do sistema. Foram realizados testes para avaliar o desempenho e a aplicabilidade do protótipo. Os resultados desses testes, apresentados na Tabela 2 do quadro subsequente, oferecem uma visão clara dos testes realizados e dos resultados obtidos.

Tabela 2 – Resultados dos testes

Resultado dos Testes Realizados			
Nº testes	Descrição dos procedimentos dos testes	Distância	Resultados
1	Módulo obstruído por metal	-	Não ocorre a leitura
2	Módulo obstruído por madeira	-	Não ocorre a leitura
3	Modulo obstruído por obstáculos como: papel, acrílico, plástico e tecido	5cm	Ocorre a leitura com uma distância reduzida
4	Sem obstáculo	10cm	Ocorre a leitura de forma correta

O protótipo apresentou algumas limitações de alcance de leitura das tags pelas antenas, e com obstáculos. O sistema foi projetado para atuar como uma ferramenta no manejo do ambiente tecnológico, sendo eficaz no cumprimento do propósito para o qual foi desenvolvido e dimensionado.

Podem ser observados alguns pontos importantes sobre o RFID:

- Não necessita de contato físico;
- Identificação única, possibilitando a identificação exclusiva de cada objeto ou item;
- Rastreamento preciso de objetos em tempo real das informações;
- Redução nas perdas e extravios de objetos;
- Versatilidade de Aplicações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após uma análise abrangente do projeto, é evidente que o Arduíno é uma ferramenta satisfatória para a finalidade proposta no desenvolvimento do protótipo considerando alguns dos benefícios, tais como: Interação entre os componentes utilizados, Interface de simples acesso, etc. A boa capacidade de interação entre os componentes e os demais sensores e

atuadores, estabeleceu uma base sólida para a construção do protótipo bem-sucedida do controle de equipamentos médicos utilizando a tecnologia RFID.

Contudo, é importante ressaltar que, como em qualquer implementação tecnológica, existem desafios a serem considerados, como a necessidade de treinamento entre as equipes, limitação de alcance nas leituras, limitações físicas entre outras. Portanto, a decisão de adotar a tecnologia RFID deve ser avaliada, levando em conta as vantagens e desvantagens apresentadas. Com uma estratégia bem planejada e a devida atenção a esses aspectos, é possível maximizar os benefícios da tecnologia RFID na gestão de equipamentos hospitalares.

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Lucas, C. **Aplicações da Tecnologia de identificação por RádioFrequência-RFID**. Disponível em:

<http://www.cgeti.ufc.br/monografias/LUCAS_CAVALCANTE_DE_ALMEIDA.pdf>.

BERNARDO, Cláudio Gonçalves. **A tecnologia RFID e os benefícios da etiqueta inteligente para os negócios**. Revista Eletrônica UNIBERO de Produção Científica. São Paulo, 2004.

Chao, C., Yang, J., Jen, W. **Determining Technology Trends and Forecasts of RFID by a historical Review and Bibliometric Analysis from 1991 to 2005**. Technovation. Taiwan, 27, pp.268–279. 2007.

COOPER, M. Bixby. **Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

Duroc, Y., Kaddour, D. **RFID Potential Impacts and Future Evolution for Green Projects**. Energy Procedia, Elsevier/ Science Direct, v.18, pp.91-98. 2012.

FERREIRA, A.A.; DELGADO, R.M. **Sistema de Controle de Eventos Utilizando RFID**. São José do Rio Preto, 2010, Projeto de Conclusão de Curso Tecnólogo em Informática para Gestão de Negócios-Faculdade de Tecnologia de São José do Rio Preto.

FENILI, Renato Ribeiro. **Gestão de materiais**. Brasília: Enap, 2015. 168 p. Disponível em: <http://www.enap.gov.br/documents/52930/707328/Enap+Didáticos+-+Gestão+de+Materiais.pdf/76d26d48-37af-4b40-baf1-072a8c31236a>. Acesso em: 07 nov. 2017.

FINKENZELLER, K. **RFID Handbook: fundamentals and applications in contactless smart cards, radio frequency identification and near-field communication**. 3. ed. [S.l.]:John Wiley, 2010.

GONÇALVES, V. R. **Sistema de controle de acesso utilizando autenticação por RFID e**

gerenciamento por meio de software WEB. 2019. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP, Ouro Preto, MG, 2019.

GRIEBELER, Ivo Iran. **Proposta de um modelo de dados para um cartão pessoalúnico e de uso comercial utilizando tecnologia RFID.** 2010. Trabalho de conclusão de curso (Monografia) – Curso de Sistema de Informação, Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, 2010.

HECKEL, Andrei Pedro. **Identificação por Radiofrequencia (RFID):** Estudo Teórico e Experimentação via Simulação. 2007. Trabalho de conclusão de curso (Monografia) – Curso de Ciência da Computação, Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, 2007.

HENRICI, Dirk. **RFID Security and Privacy: Concepts, Protocols, and Architectures.** Alemanha: Springer, 2008, 265 p.

ICSMED, 2015. **Solução para monitorização e rastreamento de ativos hospitalares por RFID.** Disponível em: <<http://www.icslogistica.com.br/downloads.htm>>. Acessado em: 01 de novembro de 2015.

JUNIOR, Hélio B. de A.; et al. **RFID APLICADO A AUTOMAÇÃO HOSPITALAR: “DESENVOLVIMENTO DE UMSISTEMA PARA AUTOMAÇÃO DE LABORATÓRIOS DE ANÁLISE CLINICA”.** 2008.

NXP. **MFRC522:** Datasheet. 2016. Disponível em: <https://www.nxp.com/docs/en/datasheet/MFRC522.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2017.

SANTANA, S. **RFID, Identificação por Rádio Frequência.** Disponível em http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/sandra_santana/rfid_01.html . Acesso em: 15/08/2008.

SANTINI, A. G. **RFID Conceitos, aplicabilidades e impactos.** Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

SARETA, L. Fronteirtec. **fronteirtec.com,** 2013. Disponível em: <<http://fronteirtec.com/blog/protoboard-para-que-serve-e-como-utiliza-lo/>>.

SCAVARDA, Luiz Felipe; FILHO, Cícero Nogueira; KRAEMER, Victor. **RFID NA LOGÍSTICA: FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES.** 2005. XXV Encontro Nacional de Engenheiros de Produção. Porto Alegre. 2005.

SOARES. M. J. Microcontroladores PIC. **Arnerobotics.** Disponível em: <https://www.arnerobotics.com.br/eletronica/Microcontroladores_PIC_teorias_1.htm>.

Soares, R. S.; Comucci, T. L.; Dos Santos, T. C. Almeida, T. B.; Leite, P. R. **O Impacto da Tecnologia de Etiqueta Inteligente (RFID) na Performance de Cadeias de Suprimentos – Um Estudo no Brasil.** Revista Jovens Pesquisadores, ano V, n. 9, jul./dez. 2008.

Sun, C. **Application of RFID Technology for Logistics on Internet of Things**. In: AASRI Conference on Computational Intelligence and Bioinformatics. 2012

JUNIOR, Antônio Dresch; EFROM, Cícero Nogueira; KRAEMER, Victor.
SISTEMA DE CONTROLE DE PATRIMÔNIO VIA RFID. 2005. XXV Encontro Nacional de Engenheiros de Produção. Porto Alegre. 2005.

PEDROSO, Marcelo Caldeira; ZWIKER, Ronaldo; SOUZA, Cesar Alexandre de. Adoção de RFID no Brasil: Um estudo Exploratório. **SciELO**, São Paulo, v. 10, n. 1, p.12-36, jan../fev.2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-69712009000100002&lang=pt>.

REI, Antonio Jorge Laranjeira. **RFID Versus Código de Barras da Produção à Grande Distribuição**. Porto, Portugal: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, 2010.

ROUSSOS, G.. **Networked RFID: System, Software and Services**. Londres:Springer, 2008. 181 p.

YAZICI, Hulya Julie. **An exploratory analysis of hospital perspectives on real time information requirements and perceived benefits of RFID technology for future adoption**. International Journal of Information Management 34, pages 603– 621. Publishing Press, 2014.

WANT, R. **An introduction to rfid technology**. IEEE pervasive computing, IEEE, n. 1, p. 25–33, 2006. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 36.