Inventário Eletrônico para Utilização Hospitalar



Marcelo Pastor dos Santos[1]; Willian Gonçalves da Costa[2]; Jairo Kruger [3]; Allan Christian Krainski Ferrari[4].
UNIFACEAR – Centro Universitário

RESUMO
Este trabalho tem como objetivo desenvolver um protótipo de auxílio no controle de inventário, que realize o registro de equipamentos médicos lotados em setores de um hospital de grande porte e gerar uma listagem que permita observar quais deles estão lotados e informar dados como identificação patrimonial. O inventário é uma tarefa necessária para qualquer instituição inclusive em um hospital em que existe uma grande quantidade de aparelhos instalados de alto valor agregado, no entanto, devido estarem em uso, nem sempre estão acessíveis, tornando o inventário tradicional demorado e podendo não ter os dados fidedignos. Com a utilização de um inventário eletrônico, a aquisição de dados pode se tornar mais rápida e ágil. O registro será executado através da tecnologia RFID (Identificação por Radio Frequência) instalada em uma base móvel itinerante, com autonomia de energia, que permita o deslocamento entre as áreas. A aplicação do protótipo baseia-se em três etapas, a primeira, o cadastro inicial de uma etiqueta RFID, ou seja, vincular a etiqueta a um equipamento já cadastrado, a segunda etapa, é executar a varredura através de um protótipo ao longo dos setores, para realizar a leitura das etiquetas instaladas nos equipamentos, e a terceira etapa, descarregar os dados obtidos na segunda etapa em uma planilha Excel em conjunto com uma ferramenta macro, para confronto dos dados obtidos com os dados existentes. A aplicação deste projeto pode auxiliar equipes de gerenciamento a atualizar o banco de dados com as informações obtidas.

Palavras chave: Rádio Frequência, Etiqueta, Inventário.

ABSTRACT
This work aims to develop a prototype to aid in the inventory control, to perform the registration of established medical equipment in sectors of a large hospital and generate a listing that allows to observe which equipment is full and to report data as patrimonial identification. The inventory is a necessary task for any institution, even in a hospital where there is a large amount of medical equipment installed with high added value, however, because they are in use, they are not always accessible, making the traditional inventory time consuming and may not have reliable data. With the use of an electronic inventory, data acquisition can be made fast and agile. The registration will be executed through RFID (Radio Frequency Identification) technology installed in a roving mobile base, with autonomy of energy that allows the displacement between the areas. The application of the prototype is based on three stages, the first, the initial register of an RFID tag, in others words, to link the label to an equipment already registered, the second step is to perform the scan through the prototype along the sectors, to read the labels installed on the equipment, and the third step, to download the data obtained in step 2 in an Excel worksheet in conjunction with a macro tool to compare the data obtained with the existing data. The application of this project can help management teams to update the database with the information obtained.

Key Words: Radio Frequency, Label, Inventory.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a busca por automatização visa melhorar a qualidade e a agilidade nos serviços de diversos segmentos, isto é algo muito desejado pelas empresas. Assim vários métodos são elaborados e sistematizados no intuito de aperfeiçoar tarefas, assim tornando-as mais rápidas, simplificadas e com menor custo. Com base neste contexto, aborda-se neste trabalho a busca por melhoria das atividades em áreas hospitalares, no que se refere à rastreabilidade de bens ativos de alto valor agregado e importância.

No ambiente hospitalar podem ocorrer problemas no gerenciamento de equipamentos médicos, devido à falta de uma logística eficiente e pela dificuldade em acessar os equipamentos para conferência de dados patrimoniais por conta da alta demanda na utilização dos mesmos, estes fatores podem dificultar o controle do inventário pelos responsáveis da gestão patrimonial de bens móveis dos hospitais.

Se cada equipamento tiver o registro de identificação patrimonial ou o número de série vinculado a uma tecnologia de controle e identificação, isso pode promover às equipes de gerenciamento patrimonial maior rapidez e agilidade na tarefa de inventário e atualização do banco de dados de bens ativos com possível melhora na rastreabilidade dos mesmos.

Sistemas de controles de inventário comumente são implantados a fim de realizar o registro da localização de equipamentos médico hospitalar, no entanto podem ocorrer divergências de informações referentes ao local da instalação inicial e a localização disponível nos sistemas convencionais de controle. Logo, surge constantemente a necessidade da atualização das informações.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um protótipo funcional, para a prova de conceito, através da leitura de etiquetas do tipo RFID (*Radio Frequency Identification* ou Identificação por Rádio Frequência), previamente instaladas em equipamentos médico hospitalares, e uma antena de leitura acoplada a uma plataforma de automação com armazenamento de informações e possibilidade de exportação de dados, buscando maior rapidez e agilidade na tarefa de conferência e contagem dos equipamentos, em que a atualização do banco de dados torne mais confiável, e melhore a rastreabilidade, e o mais importante, sem interferir nos procedimentos médicos trazendo maior qualidade no atendimento ao paciente.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 INVENTÁRIO

Para Martins e Campos (2016, p.199), “O inventário físico consiste na contagem física dos itens de estoque. Caso haja diferenças entre o inventário físico e os registros dos estoques, devem ser feitos os ajustes conforme recomendações contábeis e tributárias”.

2.2 IDENTIFICAÇÃO POR RÁDIO FREQUÊNCIA (RFID)

Segundo Rida, Yang e Tentzeris (2010, p.18, Tradução nossa), “[...] (RFID) é uma tecnologia sem fio para identificação de objetos [...]. RFID utiliza ondas eletromagnéticas para transmitir e receber informações armazenadas em uma etiqueta ou *transponder* de/para um leitor”.

A troca de dados é obtida sem contato entre etiqueta e o leitor/receptor, são utilizados campos magnéticos ou eletromagnéticos, em que a etiqueta é localizada no objeto a ser identificado, e o leitor, que é responsável pela aquisição dos dados da etiqueta [...] (Tradução nossa de FINKENZELLER, 2010, p.7).

2.2.1 Etiqueta TAG RFID *Transponder*

Como define Finkenzeller (2010, p.7, Tradução nossa), “O *transponder*, que representa o dispositivo de transporte de dados real de um sistema RFID, normalmente consiste de um elemento de acoplamento e um *microchip* eletrônico”. Como apresenta abaixo a Figura 1.

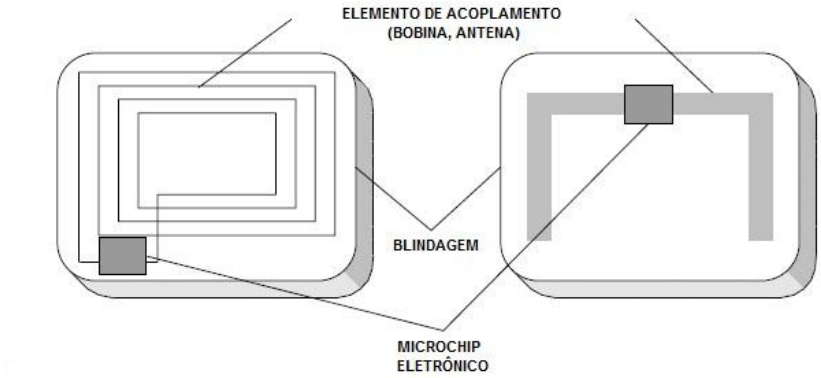

FIGURA 1 - ETIQUETA *TAG TRANSPONDER*.
FONTE: ADAPTADO DE FINKENZELLER (2010)

Uma etiqueta ou *TAG* recebe uma onda de rádio frequência de uma antena RFID conectada a um leitor, a etiqueta, como um rádio bidirecional, processa esse sinal recebido e envia uma onda RFID de volta com os dados armazenados, através da antena ao leitor. (Tradução nossa de HALEY, 2007, p.2).

Para Rida, Yang e Tentzeris (2010, p. 31, Tradução nossa), "[...] ainda classificam os tipos de etiquetas: Existem duas classificações gerais para etiquetas RFID: ativa e passiva. As etiquetas passivas são principalmente implantas por seu baixo custo e facilidade de implementação devido a padrões estabelecidos [...]".

2.2.2 Etiqueta Passiva Somente Leitura (*Read-Only - RO*)

Uma etiqueta de identificação do tipo somente leitura emite um simples numero de série contendo alguns *bytes* e provido de um dígito de verificação, ao entrar na zona de detecção de um leitor RFID transmite seu próprio número continuamente. Normalmente o fabricante do *chip* da etiqueta garante que o número de série seja único. (Tradução nossa de FINKENZELLER, 2010, p. 289).

2.2.3 Leitor e Transmissor RFID

Segundo Finkenzeller (2010, p. 317, Tradução nossa), "As principais funções do leitor são, portanto, ativar o portador de dados (*transponder*), estruturar sequência de comunicação com o suporte de dados e transferir dados entre o *software* de aplicação e um portador de dados sem contato".

2.2.4 Ganho da Antena RFID

Para que o sinal irradiado seja focalizado em direção à etiqueta, leitores RFID operam com antenas do tipo direcional, logo, o ganho da antena é medido em dBi (decibel isotrópico), em que os fabricantes especificam como sendo em torno de 6 dBi para antenas polarizadas. (Tradução nossa de MICKLE; MATS; HAWRYLAK, 2008, p. 14).

Segundo Bertini (2015, p.179), "O dbi é o ganho de uma antena em relação à antena isotrópica, ou seja, uma antena capaz de transmitir igualmente para todos os lados (esse tipo de antena não existe na prática, mas este termo dBi é usado para cálculos)".

2.2.5 Acoplamento RFID

Como descrevem Rida, Yang e Tentzeris (2010, p. 36, Tradução nossa), “Existem dois tipos principais de mecanismos de acoplamento entre a etiqueta e o leitor, dependendo dos tipos de etiqueta: acoplamento indutivo e acoplamento de retro espelhamento modulado”.

Os modos típicos de acoplamento entre o leitor e as etiquetas, são representados conforme Figura 2.

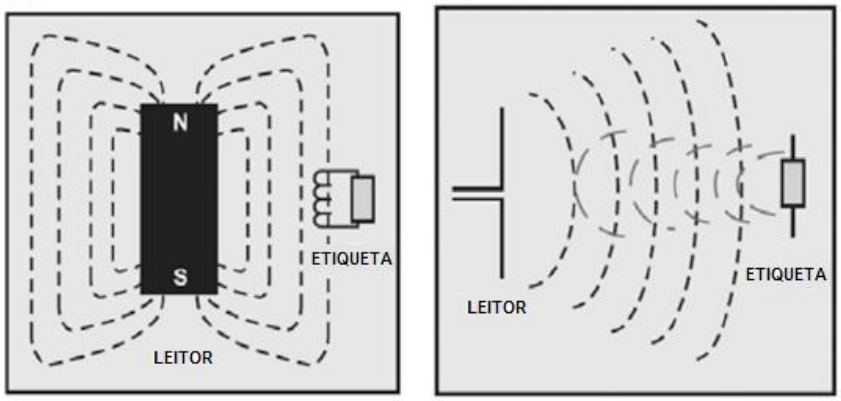

FIGURA 2 - ACOPLAMENTO INDUTIVO X ACOPLAMENTO RETRO ESPELHAMENTO.
FONTE: ADAPTADO DE ZUFFANELLI (2018)

A comunicação da etiqueta com o leitor é de maneira passiva, ao passo que os sinais de rádio somente são refletidos por retro espelhamento quando a impedância de entrada da etiqueta é alterada.

2.3 PLACA DE DESENVOLVIMENTO ARDUINO

Segundo McRoberts (2011, p.22), “[...] um Arduino é um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele. O Arduino é o que chamamos de plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de *hardware* e *software*”.

Para Banzi e Shiloh (2015, p.31), “O Arduino é formado por dois componentes principais: a placa Arduino, elemento de *hardware* com qual trabalhamos ao construir objetos; e o ambiente de desenvolvimento integrado do Arduino, ou IDE, *software* executado no computador”.

2.4 METODOLOGIA

2.4.1 Tipologia da pesquisa

Para o presente trabalho, no anseio em contribuir de maneira prática pela busca da solução do problema proposto, foi realizada pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo e pesquisa experimental.

No hospital escolhido para o teste do equipamento desenvolvido neste trabalho, Hospital do Trabalhador de Curitiba, foram feitas entrevistas por meio de um questionário para obtenção de informações, conforme as questões abaixo.

- Qual o tempo necessário para realização do inventário?
- Existe um roteiro para a realização do inventário?
- Qual a periodicidade de execução?
- Quantas pessoas são necessárias para executar?
- Qual a maior dificuldade em se realizar o inventário?
- Qual a importância do inventário?
- Qual o custo financeiro em realizar um inventário?

A obtenção de dados do hospital permitiu observar a maneira como é realizado o inventário de equipamentos, a respeito do tempo necessário, quantidade de pessoas necessárias para realizar a tarefa e a importância.

O Hospital possui cerca de 1800 equipamentos distribuídos entre 43 setores, conforme levantamento realizado via planilhas e sistema de gerenciamento interno.

Constatou-se que o inventário é realizado uma vez a cada dois anos, em média por três funcionários, a que compreende a contagem física de todos os bens móveis do hospital, não somente de equipamentos médicos, podendo durar até 90 dias para a contagem total. Estima-se que se o levantamento fosse realizado somente para equipamentos hospitalares duraria em torno de 30 dias.

Conforme relatos, a maior dificuldade para a realização de inventário em equipamentos se deve ao fato de estarem constantemente nos procedimentos hospitalares, ou seja, sempre em uso. Os aparelhos não podendo ser catalogados a qualquer momento, sendo necessário retornar ao setor em outro momento, com isso aumenta-se o tempo na realização do inventário o que ocasiona atrasos, e dificulta a atualização de dados no sistema.

2.5 ELABORAÇÃO DO PROTÓTIPO

O protótipo consiste em uma antena RFID de 900 MHz e etiquetas do tipo passiva de somente leitura, agregada a uma plataforma de desenvolvimento Arduino Uno R3, montados em uma base móvel itinerante, com autonomia de energia, ou seja, com bateria de chumbo ácido, leve, compacta e que seja de fácil locomoção,

O projeto prevê um código fonte embarcado que permita adquirir os dados de leitura de uma antena RFID, para que ao final da leitura em um determinado setor, identifique os equipamentos e armazene a informação em um micro cartão SD um arquivo do tipo “txt”.

Elaborou-se um fluxograma demonstrando a disposição física dos itens que foram necessários ao desenvolvimento do protótipo e acoplada a base. Representado através da Figura 3.

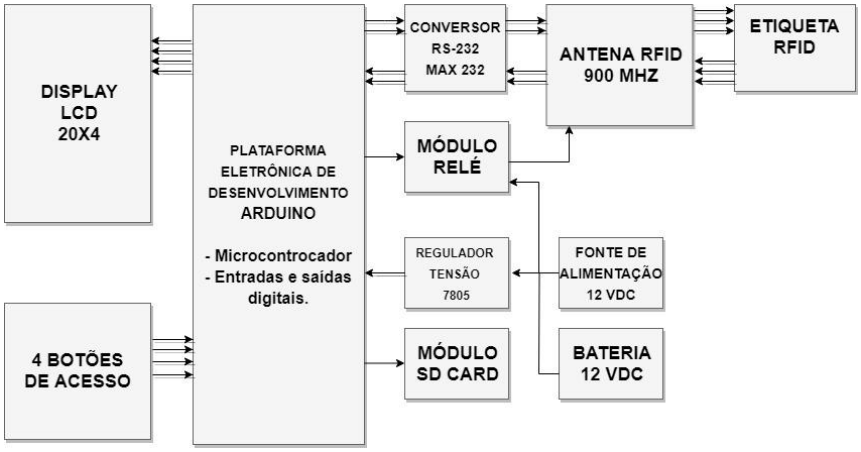

FIGURA 3 - FLUXOGRAMA DO PROTÓTIPO.
FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2018)

2.6 MONTAGEM DO PROTÓTIPO

Para manter o sistema autônomo, foi desenvolvido um módulo para fornecimento de energia, que contempla uma bateria 12 Volts, 7 amperes, ligada em paralelo a uma fonte chaveada estabilizada de 12 Volts, 10 amperes, com medidores de tensão. O objetivo é monitorar a tensão de fornecimento da fonte ou da bateria e monitorar o potencial elétrico que é fornecido à antena e ao módulo de comando que contém a placa arduino.

Para identificação das tensões, foram instalados dois medidores, conforme Figura 4.



FIGURA 4 – MÓDULO DE ENERGIA.
FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2018)

Os componentes deste módulo foram acomodados em um gabinete plástico injetado, de modo que ficassem fixos, e os contatos elétricos não ficassem expostos, garantindo segurança e estética adequada, bem como medidores de tensão visíveis.

O projeto prevê a utilização de uma base móvel para acomodação dos componentes como a antena, o módulo de comando e o módulo de energia, e que permita a movimentação de forma adequada.

O desenvolvimento desta base levou em consideração a necessidade de fixar os componentes de maneira eficiente para manter o funcionamento do sistema mesmo em movimento.

Entre o tripé e o tubo de suporte da antena foram utilizados parafusos com manípulo, em destaque na Figura 5, sem a necessidade de utilizar ferramentas para fixação.



FIGURA 5 – SISTEMA DE FIXAÇÃO DA BASE.
FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2018)

2.7 UTILIZAÇÃO DE EDITOR DE PLANILHA EXCEL AO PROJETO

Para a análise dos dados adquiridos pela antena, utilizou-se um *software* de planilhas desenvolvido pela *Microsoft*, que integra várias ferramentas de trabalho voltadas para manipulação, organização e desenvolvimento das informações desejadas, denominado de Excel.

Utilizou-se uma ferramenta denominada de macro, também integrada no Excel, para gravação de processos e rotinas, na qual é chamada quando necessário.

Para o processo de transferência de dados do bloco de notas para o Excel, utilizou-se a linguagem de programação VB (*Visual Basic*) para o desenvolvimento de toda a rotina, trabalhando com processos de chamadas de funções integradas no sistema operacional *Windows* da *Microsoft*, na abertura do *Explorer* para a busca do arquivo de bloco de notas.

2.8 TESTES E RESULTADOS

A funcionalidade do dispositivo se divide basicamente em três etapas para que o sistema alcance seu propósito de exibir uma lista com as quantidades dos respectivos dados como números de patrimônio e números de série.

A primeira etapa consiste na organização dos dados, em que através de um banco de dados já existentes em planilhas contendo informações como marca, modelo, identificação patrimonial e número de série do equipamento, deve-se vincular o número serial, também chamada de *string,* contido na etiqueta RFID para posterior confronto com a leitura obtida no inventário (etapa 2).

O número serial da etiqueta RFID pode ser obtido pelo próprio protótipo, na tela de LCD, informado em hexadecimal e logo transcrito o número à etiqueta, como demonstra em destaque na Figura 6 e posteriormente fixada no equipamento correspondente.

0 1 18 0 1	PRONTO SOCORRO	Monitor Multiparametrico	Mindray/Imec 12	100002117399	MM42	EV42010350
0 1 1A 0 1	PRONTO SOCORRO	Monitor Multiparametrico	Mindray/Imec 12	100002127404	MM41	EV46012687
0 1 17 0 1	PRONTO SOCORRO	Monitor Multiparametrico	Mindray/Imec 12	100002117401	MM43	EV42010334
0 1 19 0 1	PRONTO SOCORRO	Monitor Multiparametrico	Mindray/Imec 12	100002117405	MM44	EV42010354
0 1 14 0 1	PRONTO SOCORRO	Eletrocardiógrafo	Dixtal/EP12	2128407	EC05	142903011
0 1 13 0 1	PRONTO SOCORRO	Cardioversor	Mindray/Beneheart D3	E.PR 2148183	CV23	EL64025990
0 1 15 0 1	PRONTO SOCORRO	Ventilador Pulmonar	GE/Engstrom Carestation	E.PR 100001816386	VP41	CBCN01897
0 1 16 0 1	PRONTO SOCORRO	Ventilador Pulmonar	GE/Engström Carestation	SESA 129572	VP31	CBCN01855
0 0 F7 0 1	PRONTO SOCORRO	Ventilador Pulmonar	GE/Engström Carestation	SESA 129575	VP34	CBCN01937

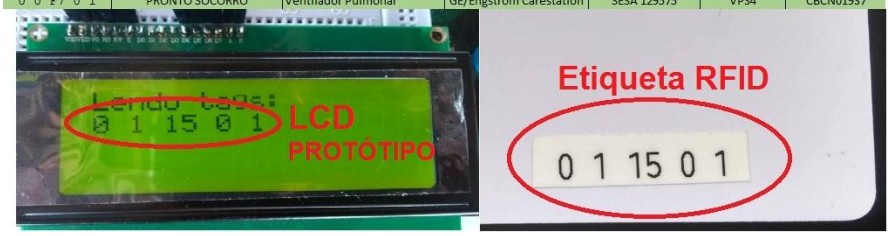

FIGURA 6 – PRIMEIRA ETAPA: VÍNCULO DAS ETIQUETAS RFID AOS DADOS.
FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2018)

Na segunda etapa, prosseguiu-se com a simulação da aplicação do inventário eletrônico em um centro cirúrgico, que consiste em habilitar o dispositivo para fazer a leitura das etiquetas acopladas nos equipamentos em setores pré-determinados, (ver Figura 7).

Ao passo que cada leitura é feita, o código fonte armazena, no cartão *SD Card*, o número serial vinculado na etapa 1.

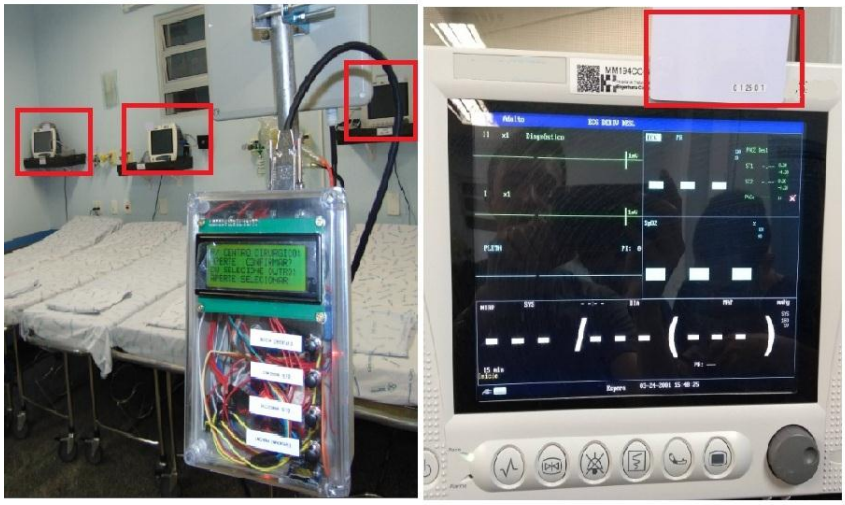

FIGURA 7 – SEGUNDA ETAPA: LEITURA DAS ETIQUETAS EM UM SETOR HOSPITALAR.
FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2018).

Neste teste, a leitura foi realizada a uma distância aproximada de 3,00 m, com a presença de macas de 2,00 m de comprimento, entre o protótipo e os equipamentos, que estão instalados entre si em aproximadamente 1,80 m. Realizando com sucesso a leitura dos sete equipamentos instalados, no tempo de 2 minutos e 40 segundos, obtendo o resultado esperado.

A terceira etapa equivale a obtenção do relatório, ou seja, retirar o cartão *SD CARD* instalado no módulo contendo as informações adquiridas na segunda etapa, setor de instalação e *string* (número serial) das etiquetas, e exportá-las a um computador em formato de texto.

No editor Excel, duas abas de acesso estão disponíveis, para permitir a importação dos dados do cartão e fornecer quais equipamentos foram encontrados, realizando assim a função de controle de inventário de maneira rápida.

Ao carregar os dados no Excel, conforme Figura 8, a ferramenta macro se encarrega de filtrar e remover as duplicidades de leitura, para que ao final possa gerar uma lista confiável com a quantidade total de equipamentos médicos encontrados no setor, neste caso, sete equipamentos, bem como informações, número de série e patrimônio. Os testes demonstraram rapidez na tarefa de inventário.



FIGURA 8 – TERCEIRA ETAPA: RELATÓRIO DO INVENTÁRIO.
FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2018)

No entanto, o protótipo foi submetido a outros ensaios para identificar a capacidade de leitura, observando parâmetros, como distância de atuação, altura e ângulo de inclinação da antena, bem como quantidade de etiquetas lidas.

Neste tipo de ensaio buscou-se conhecer a limitações do sistema, foram utilizadas etiquetas, a 1,70 m do chão, espaçadas entre si em a partir de 0,05 m a 1,60 m, alternado a distância entre elas de modo a obter as melhores condições de atuação.

No caso da antena, a altura ficou a 2,05 m do chão, e inclinada para baixo em aproximadamente 20 graus.

Nesta etapa, obtiveram-se dados que permitiram conhecer a faixa útil de utilização do protótipo, a partir de 1,50 m de distância das etiquetas e espaçamento de 0,5 m entre elas, os resultados já se mostraram satisfatórios. Assim, verificou-se que ao aumentar a distância entre as etiquetas, por exemplo, em 1,60 m, conforme Figura 9, permitiu-se afastar o protótipo para distâncias maiores em aproximadamente até 3,50 m.

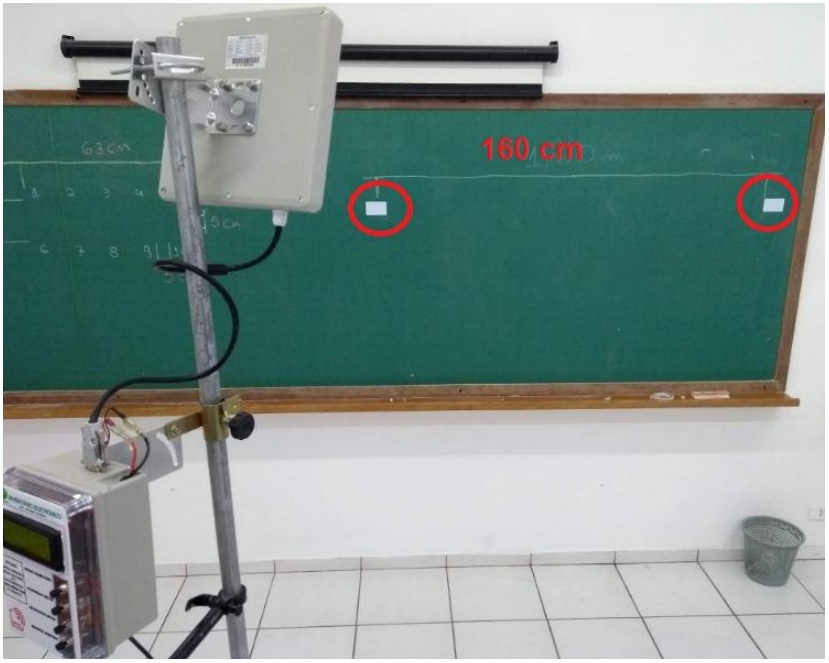

FIGURA 9 – ENSAIO DE CAPACIDADE.
FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2018)

Seguem abaixo os dados obtidos sobre a leitura das etiquetas em relação à distância e a quantidade de etiquetas identificadas nos ensaios. Conforme Tabela 1 e Figura 10.

TABELA 1 – RESULTADOS QUARTO ENSAIO.

QUANTIDADE ETIQUETAS UTILIZADAS	DISTÂNCIA ENTRE ETIQUETAS (m)	DISTÂNCIA DE LEITURA (m)	QUANTIDADE DE ETIQUETAS LIDAS
2	1,60	0,50	0
		1,00	1
		1,50	2
		2,00	2
		2,50	2
		3,00	2
		3,50	2
		4,00	1
		4,50	0

FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2018)

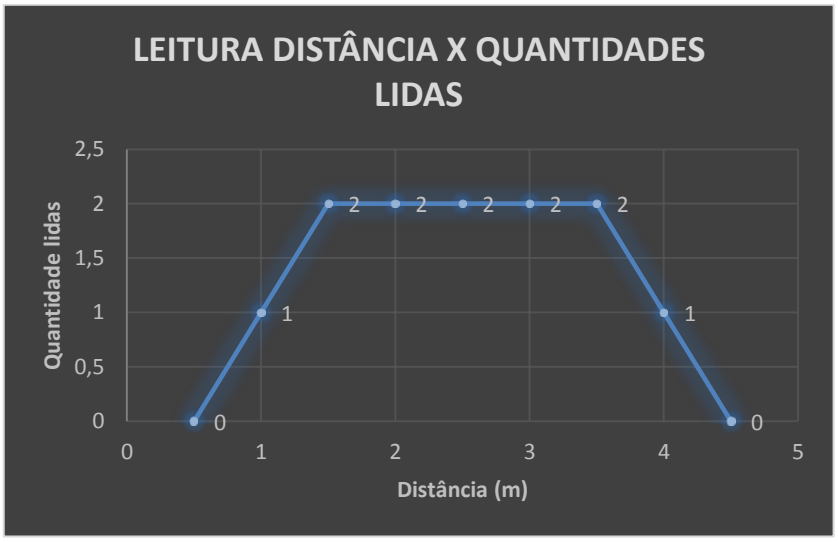

FIGURA 10 – GRÁFICO DE RESULTADO DOS ENSAIOS.
FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2018)

2.9 COMPARATIVO ENTRE INVENTÁRIO CONVENCIONAL X INVENTÁRIO ELETRÔNICO

A pesquisa de campo forneceu dados para comparação, estima-se que para realizar o inventário de todos os equipamentos instalados, cerca de 1800, o tempo médio é de um mês, o que equivale a 176 horas de trabalho, o que leva a concluir que cada equipamento precisa de em média 6 minutos e 26 segundos, dado a dificuldade de acesso aos equipamentos por estarem em uso.

Com a aplicação do protótipo, o teste realizado no centro cirúrgico do Hospital, mostrou claramente, desde o início do inventário, ou seja, da varredura no setor através da leitura, até a obtenção dos dados finais, o tempo necessário foi de 2 minutos e 40 segundos, para sete equipamentos, o que nos dá a média de 23 segundos, por equipamento, sendo assim o uso do inventário eletrônico demostra ser bem mais ágil que o sistema convencional de 6 minutos e 26 segundos.

Baseado no tempo de leitura de cada equipamento, pôde se estimar que para realizar o inventário total, multiplicando-se o tempo necessário para cada equipamento de 23 segundos para um montante de 1800 equipamentos, nos dá um tempo de 11, 50 horas, o que equivale a 11 horas e 30 minutos, pouco mais de um dia para a realização do inventário, conforme demostra a Figura 11.

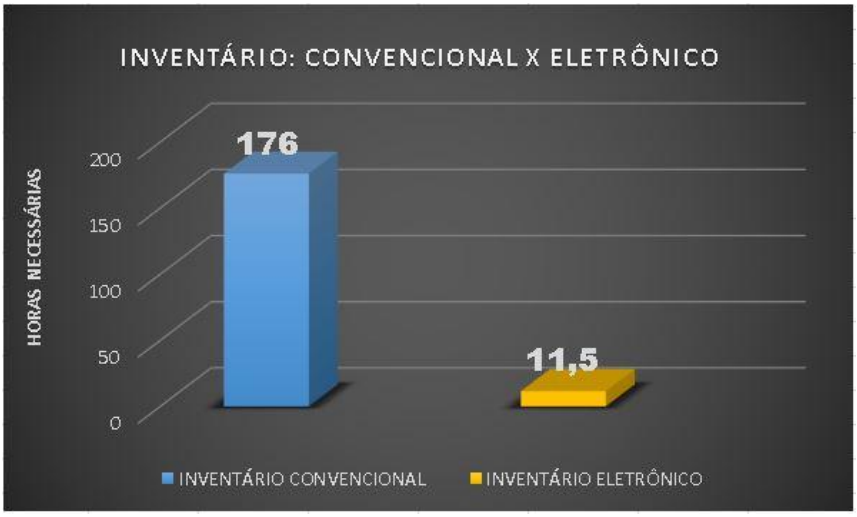

FIGURA 11 – GRÁFICO COMPARATIVO INVENTÁRIO CONVENCIONAL X INVENTÁRIO ELETRÔNICO.
FONTE: AUTORIA PRÓPRIA (2018)

3. CONCLUSÃO

Devido às dificuldades em realizar um inventário de maneira tradicional em um hospital com grande quantidade de equipamentos médicos instalados, a solução apresentada ao longo deste projeto mostrou viável para auxilio do inventário, visto que os testes demonstraram que houve ganho de tempo e praticidade ao realizar esta tarefa, já que a leitura é realizada a distância.

Constatou-se que a tecnologia RFID pode ser utilizada para esta finalidade de inventário de bens ativos, baseado em controle e identificação de forma automatizada, inclusive para utilização em outros processos que necessitam ser realizados de maneira mais rápida com leitura precisa e de longo alcance.

O foco do projeto foi na funcionalidade e no baixo custo, visando demonstrar que a tecnologia RFID pode ser aplicada, contudo ainda apresenta demanda de melhorias.

Logo, há a necessidade de utilizar componentes mais robustos, como: placa de circuito impresso, processador com mais capacidade de memória. Além do uso de uma

interface de alto nível que auxilie na manipulação dos dados obtidos com uso do banco de dados para armazenamento local ou em nuvem, e até mesmo agregar ao sistema, dispositivos móveis como *smartphones.*

4. REFERÊNCIAS

BANZI, Massimo: SHILOH, Michael. **Livro Primeiros Passos com o Arduino**: São Paulo: Ed. Novatec, 2015.

FINKENZELLER, Klaus. **RFID Handbook:** *Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Near-Field Identification***.** Munich: Ed. Wiley, 2010.

HALEY, Connie K; JACOBSEN, Lynne A. ***Radio frequency identification : Handbook for Librarians***. Westport: Ed. Librarians Unlimited, 2007.

LUIZ, Bertini. CFTV Circuito fechado de TV e antenas coletivas. São Paulo: Ed. Eltec, 2015.

MARTINS, Petrônio G; CAMPOS, Paulo R. ***Administração de materiais e recursos patrimoniais*****.** São Paulo: Ed. Saraiva, 2016.

MCROBERTS, Michael. **Arduino básico**: São Paulo: Ed. Novatec, 2011.

MICKLE, Marlin H.; MATS, Leonid; HAWRYLAK, Peter J. *Physics and Geometry of RFID.*
In: AHSON,Syed; ILYAS, Mohammad. ***RFID handbook :*** *Applications, technology, security, and privacy*. Boca Raton: Ed. CRC Press. 2008. p. 3-15.

RIDA, Amin; YANG, Li, TENTZERIS, Manos. ***RFID – Enabled Sensor Design and Applications* :** Westport: Ed. Artech House, 2010.

ZUFFANELLI, Simone. ***Antenna Design Solutions for RFID Tags Based on Metamaterial:*** *Inspired Resonators and Other Resonant Structures***.** Barcelona: Ed. Springer, 2018.