

O Uso da RFID em Sistemas Hospitalares: Uma Análise de Periódicos Internacionais

The Use of RFID in Hospital Systems: An Analysis of International Journals

Isabela Maria Monteiro Vieira¹, Universidade Federal de Sergipe, Dep. de Engenharia de Produção
Emerson Cleister Lima Muniz², Universidade Federal de Sergipe, Dep. de Engenharia de Produção
Camille Juliane Santos³, Universidade Federal de Sergipe, Dep. de Engenharia de Produção
Helber Bittencourt de Jesus Oliveira⁴, Universidade Federal de Sergipe, Dep. de Engenharia de Produção
Larissa Carvalho Gois Souza⁵, Universidade Federal de Sergipe, Dep. de Engenharia de Produção

RESUMO

O fluxo de pessoas, materiais e equipamentos em hospitais é alto, fazendo com que sua gestão seja uma tarefa complexa, pois deve-se zelar pela vida e segurança dos pacientes. Para tanto, um conjunto de novas tecnologias é inserido no mercado, como o sistema de identificação por radiofrequência - RFID - *Radio Frequency Identification*. Este sistema visa facilitar o gerenciamento de informações através do rastreamento de equipes médicas, pacientes, medicamentos e equipamentos. Assim, este artigo objetiva mapear os principais benefícios e implicações gerados nos sistemas hospitalares em decorrência do uso desta tecnologia. O trabalho embasou-se em uma pesquisa bibliográfica em bases de dados internacionais que permitiu a construção de uma síntese das principais informações obtidas com a aplicação desta tecnologia. Com a análise, conclui-se que a RFID tem capacidade de proporcionar benefícios significativos em sistemas hospitalares quanto ao gerenciamento de materiais, equipamentos e pessoas, e a sua implantação auxilia o processo de tomada de decisão destes ambientes. Em complemento, destaca-se também a possibilidade de uso da RFID em sistemas distintos da logística.

Palavras-chave: RFID. Benefícios. Healthcare. Hospitais. Implicações.

Editor Responsável: Prof.
Dr. Hermes Moretti Ribeiro da
Silva

ABSTRACT

The flow of people, materials and equipment in hospitals is high, making its management a complex task, since care must be taken to ensure the life and safety of patients. To this end, a number of new technologies have been introduced into the market, such as the Radio Frequency Identification (RFID) system. This system aims to facilitate the management of information through the tracking of medical teams, patients, drugs and equipment. Thus, this article aims to map the main benefits and implications generated in hospital systems resulting from the use of this technology. The work was based on a bibliographic research on international databases that allowed for the construction of a synthesis of the main information obtained with the application of this technology. With the analysis, it was concluded that RFID has the capacity to provide significant benefits in hospital systems in terms of the management of materials, equipment and people, and its implementation helps the decision-making process in these environments. In addition, the possibility of using RFID in systems other than logistics is also highlighted.

Keywords: RFID. Benefits. Healthcare. Hospitals. Implications.

2. Avenida Quirino, 1020, Inácio Barbosa, Aracaju - SE, eng.prod.emerson@gmail.com; 1.Trabalhos.daufs@gmail.com; 3. camiceljestos@gmail.com; 4. helberbittencourt@gmail.com; 5. larissacarvalhogs@gmail.com.

VIEIRA, I. M. M.; MUNIZ, E. C. L.; SANTOS, C. J.; OLIVEIRA, H. B. J.; SOUZA, L. C. G. O uso da RFID em sistemas hospitalares: uma análise de periódicos internacionais. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 14, n. 2, p. 55 - 74, 2019.

DOI: 10.15675/gepros.v14i2.2160

1. INTRODUÇÃO

Sistemas de localização em tempo real ou *real time location system* – RTLS, são sistemas sem fio que permitem o rastreamento de pessoas, fluxos de trabalho e materiais, tornando possível o monitoramento de características como velocidade, temperatura e umidade. Dentre estas tecnologias, pode-se mencionar o *bluetooth*, infravermelho e RFID (BUDAK; USTUNDAG, 2015).

A última delas, a identificação por radiofrequência ou Radio Frequency Identification (RFID), é um método de identificação automatizada que armazena dados que podem ser recuperados remotamente (QU *et al.*, 2011). A RFID permite a transmissão de informações entre uma localização estacionária e um objeto móvel sendo utilizado em diferentes setores tais como logística, aeroespacial e farmacêutico (JEDDA *et al.*, 2016; LANDT, 2005).

Dentre outras aplicações, sabe-se que a RFID possui alto potencial de aplicação em hospitais, principalmente com a finalidade de identificar e localizar pacientes, equipamentos e instrumentos em ambientes complexos e caóticos como os hospitais (YAO *et al.*, 2011). Em complemento, a RFID pode ser empregada também no auxílio a profissionais da área médica para fornecimento de serviços de qualidade e sem erros (ÖZCANHAN *et al.*, 2014). E diante do contexto exposto, o presente artigo busca realizar um mapeamento dos principais benefícios e implicações originadas através das diferentes aplicações da tecnologia RFID em sistemas hospitalares. Este mapeamento justifica-se por permitir a concatenação de um conjunto de informações importantes quanto à aplicação desta tecnologia no cenário da saúde, reforçando ainda mais pontos para novas pesquisas envolvendo a engenharia e este setor.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Hospitais devem garantir a qualidade e a segurança dos produtos e equipamentos utilizados para o tratamento de pacientes (ABARCA *et al.*, 2009). Deste modo, o atendimento a pacientes, sua identificação, administração de medicamentos e tratamentos corretos, são exemplos de ações pertencentes ao núcleo principal de operações desenvolvidas diariamente nestes sistemas hospitalares (YAZICI, 2014).

Com isto, é notório que hospitais se preocupem com a eliminação ou redução de erros causados por suas equipes, sendo estes erros provenientes da má administração da medicação, diagnósticos ou cirurgias, tendo como possíveis causas a fadiga ou a falta de cuidado dos

profissionais (CHEN; TSAI, 2014). É de conhecimento que estes erros podem acontecer a qualquer instante de atendimento dos pacientes e que a maioria deles acontece durante a prescrição (49-56%) ou durante a administração da medicação (26-34%) (ARONSON, 2009; HUGHES; ORTIZ, 2005; PERIS-LOPEZ *et al.*, 2011).

Embora passíveis de ocorrência, estes erros podem ser mitigados com o auxílio da tecnologia de informação (HUGHES; ORTIZ, 2005; PERIS-LOPEZ *et al.*, 2011). Em complemento a isto, sabe-se que erros médicos referentes a diagnósticos e procedimentos errados em cirurgias cresceram 140% nos últimos quatro anos, de acordo com o Superior Tribunal de Justiça (STF). Em 2010, 260 ações foram encaminhadas ao STF e em 2014 foram contabilizados 626 processos. Além disto, a perda de equipamentos e medicamentos e a incapacidade de monitorar todos os pacientes em tempo real constituem desafios enfrentados pelos gestores hospitalares.

Em junção aos problemas mencionados anteriormente, tem-se também uma constante pressão para que os hospitais melhorem a segurança dos seus pacientes sem aumento de custos operacionais. E neste contexto, os hospitais são compelidos a adotar novas tecnologias da informação para reduzir erros médicos e responder de forma rápida a situações críticas (YAO *et al.*, 2011).

Pesquisadores propõem a adoção de sistemas baseados na tecnologia RFID, integrados com a infraestrutura existente do hospital para melhorar a segurança dos pacientes (LEFEBVRE *et al.*, 2011). Deste modo, esta tecnologia pode ser considerada como a próxima inovação relacionada à coleta automatizada de dados e rastreamento de ativos. Diferentemente dos códigos de barra, ela não necessita que etiquetas sejam visualizadas para procedimento de leitura, pelo contrário, suas *tags* (etiquetas) podem ser lidas de diversos modos, e apresentarem diferentes tamanhos, formatos e materiais, além de serem resistentes a severas alterações ambientais (UTKU *et al.*, 2016; YAO *et al.*, 2012). Cabe mencionar ainda que as *tags* podem ser reaproveitadas e suas informações alteradas ou novas adicionadas, sem mencionar o fato do leitor ler mais de cem etiquetas por segundo (PERIS-LOPEZ *et al.*, 2011).

Na área da saúde, estas *tags* podem ser utilizadas em ativos, inventário, funcionários e pacientes, permitindo assim o controle e monitoramento destes enquanto se movimentam pelo ambiente hospitalar (YAO *et al.*, 2012; YAZICI, 2014). Para aumentar o controle das informações, Peris-Lopez *et al.* (2011) afirmam que é possível integrar um sistema de

GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 14, nº 2, p. 55 - 74, 2019.

segurança ao RFID, garantindo maior integridade e autenticidade às informações repassadas. Em adição, Cao *et al.* (2014) afirmam que a RFID é capaz também de enviar sinais sem fio automaticamente e sem intervenção humana, potencializando assim a diminuição de erros humanos, aumentando a eficiência e confiabilidade das informações.

Como ponto de alerta à aplicação da RFID em sistemas hospitalares, Lee *et al.* (2008) afirmam que os resultados obtidos com os serviços prestados via RFID na gestão de pessoas e na gestão de materiais e equipamentos podem ser diferentes. Assim, muitos hospitais têm receio de implementar esta tecnologia e optam por alocar verbas para tecnologias que irão aprimorar a eficácia e eficiência de um sistema já existente no hospital (BYERS *et al.*, 2011).

Por fim, sabe-se também que a RFID possui potencial para melhorar métodos de reabastecimento em hospitais, aumentando a eficiência dos processos e reduzindo vários tipos de desperdícios, como estoques, produtos vencidos e movimentos desnecessários da equipe médica (BENDAVID *et al.*, 2012). Dentre outras aplicações da RFID, podem-se mencionar ainda aplicações na área farmacêutica, distribuição e rastreamento de bolsas de sangue, dispositivos médicos e no gerenciamento de documentos médicos e prontuários (YAZICI, 2014).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para levantar as informações referentes às aplicações da RFID em sistemas hospitalares, três bases de dados foram consultadas, a *Science Direct*, *Scielo* e Periódicos Capes. Em todas elas foram solicitadas a realização de busca avançada utilizando as palavras-chave “RFID” e “hospital” nos campos título, palavras-chave e resumo. Nenhum limite para datas de publicação foi aplicado, obtendo-se inicialmente 80 artigos, que após triagem para eliminar àqueles que não estavam dentro do escopo da pesquisa, resultou em 45 trabalhos.

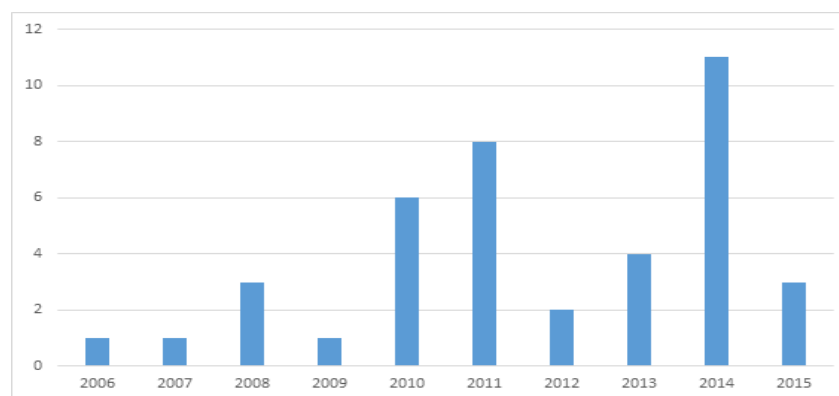
Em sequência, os trabalhos foram lidos, buscando identificar características relevantes, benefícios e implicações das diferentes aplicações da RFID em ambientes hospitalares. Após leitura, 05 artigos foram eliminados por não apresentarem informações creditadas e devidamente referenciadas, e/ou focarem em aspectos da RFID sem aplicação em sistemas hospitalares. Na fase final e bibliométrica, foram utilizados um total de 40 artigos que permitiram a compilação de resultados presentes nas seções seguintes deste trabalho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. A análise bibliométrica das publicações

Da Figura 1 observa-se um crescimento no número de publicações no início dessa década, sendo 34 artigos publicados entre 2010 e 2015, representando 85% da amostra. Acredita-se que esse aumento se deu por conta do crescimento na utilização da RFID em outros campos, incluindo hospitais. Através da análise, constata-se que até o fim da última década, a RFID era aplicada majoritariamente apenas a processos logísticos da indústria e comércio. Percebe-se também que todos os trabalhos foram publicados entre 2006 e 2015, tendo como picos de publicação os anos de 2014, 2011 e 2010.

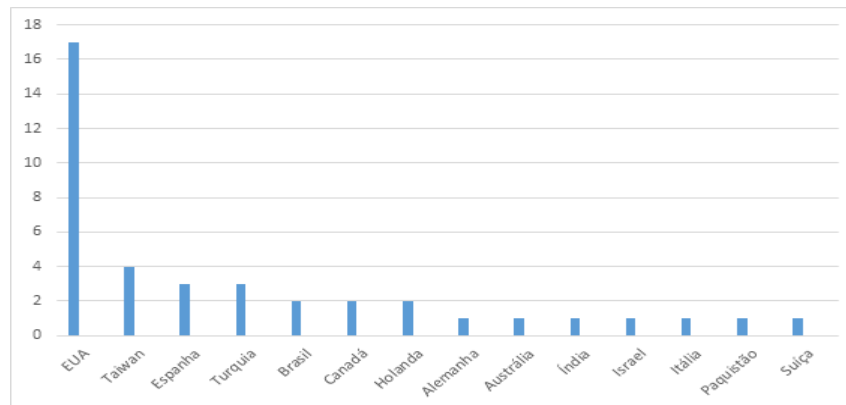
Figura 1 - Gráfico da distribuição do número de publicações ao longo dos anos.



Fonte: Autoria própria.

A Figura 2 apresenta uma distribuição de publicações por país, podendo-se notar que os Estados Unidos é um grande pesquisador da RFID em sistemas hospitalares, concentrando 42,50% dos trabalhos, sendo seguido por Taiwan com 10%. Já o Brasil apresenta apenas 02 publicações, sendo assim pouco atuante em termos de produção científica nesse campo.

Figura 2 - Gráfico da distribuição do número de publicações por país.

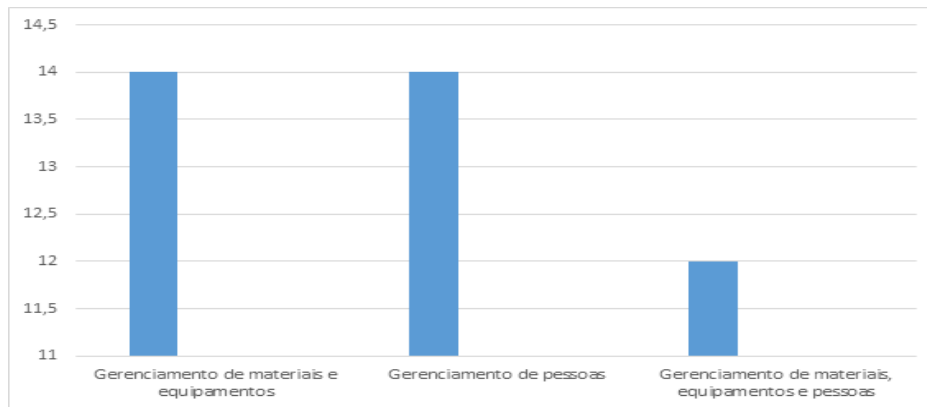


Fonte: Autoria própria.

No que tange a apresentação das contribuições e dificuldades encontradas pelos pesquisadores, salienta-se que as diferentes aplicações da RFID foram divididas em duas perspectivas. Onde uma delas volta-se para análise de pesquisas que aplicam a tecnologia para o rastreamento e controle de materiais e equipamentos, e a segunda delas volta-se para aqueles trabalhos que aplicam a RFID para monitoramento e transmissão de informações referentes aos pacientes e à equipe médica.

Deste modo, a Figura 3 apresenta as três categorias que os artigos foram distribuídos para serem analisados sob o olhar destas duas perspectivas. Cabe salientar que a categoria de Gerenciamento de materiais, equipamentos e pessoas inclui trabalhos que abordam a aplicação da RFID tanto com foco em pacientes como nos materiais e equipamentos. Por exemplo, Oshashi *et al.* (2010) estudaram um modelo de sistema de informação utilizando RFID para, através da criação de etiquetas para pacientes, enfermeiros, medicamentos e equipamentos, possa possibilitar a diminuição do tempo das operações realizadas bem como os erros médicos identificados.

Figura 3 - Gráfico da distribuição de publicações nas diferentes categorias definidas



Fonte: Autoria própria.

Da Figura 3, pode-se perceber que o número de estudos tanto do gerenciamento de materiais e equipamentos através da RFID, bem como do gerenciamento de pessoas é o mesmo, 14 publicações. Já os artigos que abordam as duas perspectivas, percebe-se que este número cai para 12 publicações e que foram pouquíssimas as publicações que abordam modelos completos que integram o gerenciamento de pessoas, materiais e equipamentos.

Esse fato provavelmente se deve à complexidade desses sistemas, não só quanto a implementação, mas também ao elevado custo e à dificuldade de processamento e organização do volume de dados gerados. Em complemento, nota-se que é essencial que haja nos sistemas hospitalares a percepção de que a integração de seus sistemas gerenciais pode se dar de modo mais eficiente quando há a aplicação da RFID no gerenciamento de materiais, equipamentos e pessoas do que quando aplicado individualmente a um ou a outro elemento.

4.2. Aplicações da RFID em sistemas hospitalares

Esta seção visa descrever as principais aplicações da RFID nos diversos tipos de sistemas hospitalares, sendo aqui demonstrado os principais objetivos e resultados alcançados nas pesquisas, ao passo que discussões sobre estes achados também serão realizadas. Estas descrições serão feitas com base nas três categorias já mencionadas na seção anterior, sendo iniciada pela categoria “Gerenciamento de materiais e equipamentos”. Deste modo o Quadro 1 expõe os principais objetivos e resultados obtidos dentro desta.

Quadro 1 – Análise dos resultados da categoria de Gerenciamento de materiais e equipamentos

Autores	Principais Objetivos	Principais Resultados
Byers <i>et al.</i> (2011); Fisher e Monahan (2008)	Aplicar RFID para localizar equipamentos médicos em hospitais visando a redução do tempo de busca e verificação dos mesmos.	Permitiu a redução na busca dos equipamentos médicos dentro das unidades, principalmente por parte dos enfermeiros, que passaram a dispor de mais tempo para dar suporte aos médicos em procedimentos.
Bendavid e Boeck (2011); Bendavid <i>et al.</i> (2012); Coutasse <i>et al.</i> (2013)	Analisar o impacto e potencial da implementação do RFID na cadeia de suprimento de um hospital, visando determinar benefícios e barreiras para adoção.	Demonstram que os hospitais têm começado a incorporar o controle de produtos e equipamentos através da RFID, gerando rastreamento e monitoramento eficazes.
Abarca <i>et al.</i> (2009), Togt <i>et al.</i> (2010)	Desenvolver um sistema de controle com base no RFID para monitoramento do banco de sangue e seus derivados.	Criação e implantação dos sistemas que empregam o RFID para monitoramento através da temperatura.
Cheng e Fan (2013)	Combinar o uso da RFID, PDA (<i>Personal Data Assistant</i>) e computação visando reduzir erros durante a distribuição de suprimentos médicos.	Concluíram que sistemas com RFID são mais eficientes que aqueles que usam código de barras, bem como o uso conjunto do RFID com PDA reduz erros humanos de operação com produtos.
Rosales <i>et al.</i> (2015)	Estudar a otimização de sistemas <i>2Bin</i> em sistemas hospitalares.	Comprovaram a eficácia do método <i>2Bin</i> , visualizando também que todo o potencial da RFID não é bem aproveitado nos hospitais, em decorrência de seu uso apenas para rastreamento de itens.
Qu <i>et al.</i> (2011)	Desenvolver um modelo usando cadeia de Markov para decisão quanto implantação da RFID.	Através do modelo, foi possível avaliar a preparação de equipamentos e a política de manutenção em hospitais com rastreamento de equipamentos via RFID.
Williams (2014)	Analisar a ocorrência de artigos cirúrgicos retidos (ACR) no corpo dos pacientes, os métodos de prevenção e os custos envolvidos.	Constatou-se que os hospitais que adotaram a RFID tiveram uma redução de 93% na taxa de artigos cirúrgicos esquecidos em pacientes entre os anos de 2006 e 2012.
Kapa <i>et al.</i> (2011)	Estudar se um sistema RFID pode causar interferência eletromagnética nos equipamentos médicos usados nos hospitais	Constatou que as antenas receptoras da RFID necessitam estar em uma distância mínima dos equipamentos médicos.
Kumar e Rahman (2014)	Aplicar RFID para viabilizar um processo de reengenharia do setor de lençóis de um hospital.	Aumento da produtividade do setor devido à eliminação de perdas de tempo em procura de itens e à redução do estoque no mesmo.
Madrid <i>et al.</i> (2012)	Analisar a confiabilidade do uso da RFID para identificação de dentaduras em unidades de tratamento médico de longo prazo.	Percebe-se que a RFID se mostrou muito confiável no rastreio e identificação das dentaduras.

Fonte: Autoria própria.

Em complemento ao exposto no Quadro 1, Byers *et al.* (2011) e Fisher e Monahan (2008) relatam ainda ganhos quanto a não entrega de medicamentos vencidos aos pacientes, dado que a RFID é capaz de avisar à equipe o prazo de expiração dos medicamentos. Os

autores enfatizam ainda esta tecnologia é capaz de gerar grandes retornos financeiros sobre os investimentos, pois diminuem custos operacionais em hospitais e aumentam fluxo de trabalho.

No contexto de custos operacionais, Bendavid e Boeck (2011), Bendavid *et al.* (2012) e Coutasse *et al.* (2013) mencionam a necessidade de aplicação da RFID em hospitais para gerenciar medicamentos, dado que a demanda por estes usualmente é grande e sempre de modo emergencial. Em reforço a isto, Coustasse *et al.* (2013) afirmam que os custos de abastecimento em hospitais são a segunda maior fonte de despesas, e que o controle eficaz destes contribui diretamente para redução de custos operacionais e possíveis desperdícios.

No que diz respeito à dados técnicos e possíveis interferências eletrônicas em decorrência do uso da RFID, Kapa *et al.* (2011) identificaram que uma distância mínima de 04 pés é necessária entre as antenas receptoras e os equipamentos médicos em uso, logo, os *layouts* dos hospitais precisam ser cuidadosamente analisados. Já Madrid *et al.* (2012) constataram consideráveis ganhos na confiabilidade dos processos que fazem uso de RFID, dado que em 06 meses de aplicação, apenas 01 de 65 etiquetas RFID apresentou falhas. Contudo, os mesmos identificam como pontos negativos da RFID a baixa proteção de dados e privacidade das informações, dentre outros.

Quadro 2 - Análise dos resultados da categoria de Gerenciamento de pessoas

Autores	Principais Objetivos	Principais Resultados
Bajo <i>et al.</i> (2009), Calderoni <i>et al.</i> (2015), Cao <i>et al.</i> (2014)	Maximizar a segurança de pacientes em hospitais pelo uso da RFID.	Os sistemas implantados foram capazes de mostrar informações precisas e em tempo real dos pacientes internados.
Unluturk (2013)	Aplicar RFID para melhoria de localização do corpo clínico.	A adoção da RFID permitiu a identificação e mapeamento da localização dos enfermeiros de plantão, que por sua vez melhorou e tornou mais eficaz o planejamento de equipes na unidade.
Chang <i>et al.</i> (2011)	Propor um modelo empregando RFID para registrar histórico de contato entre pacientes e funcionários.	O modelo contribuiu eficazmente para o rastreamento da equipe em operação dentro dos plantões, bem como permitiu a estruturação de indicadores para monitoramento do quadro.
Filho <i>et al.</i> (2014), Marra <i>et al.</i> (2014), Pineles <i>et al.</i> (2014)	Aplicar o RFID para melhoria no controle de higiene das mãos em unidades de tratamento de saúde.	Com a adoção do sistema RFID, foi detectada uma apuração de 92% dos eventos de higienização dentro da unidade de saúde.
Lin <i>et al.</i> (2012)	Aplicar RFID para oferecer identificação da equipe médica e	O uso da RFID com sistema de ventilação dos hospitais contribuiu para o melhor uso destes, bem como redução

GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 14, nº 2, p. 55 - 74, 2019.

	pacientes comunicando-se com o sistema de ventilação HEPA.	de casos de infecções hospitalares.
Kushnir <i>et al.</i> (2014)	Introduzir um sistema baseado na RFID para automatizar os registros de entrada de recém-nascidos em uma maternidade.	Pelo RFID, foi criado sistema de controle com base em um número de identificação permanente para monitorar e melhorar o controle de recém-nascidos.
Fisher e Monahan (2008)	Analisar as implicações sociais causadas pela adoção de sistemas RFID em hospitais.	Foi percebido que os funcionários, sobretudo enfermeiros, expressam preocupação em relação a potencial vigilância de rastreamento da tecnologia, bem como que houve intensificação do trabalho como consequência.
Stübig <i>et al.</i> (2014)	Aplicar RFID para melhorar tempo de espera de pacientes em hospitais através de sua percepção.	Constatou-se uma redução de 13% no tempo de espera após implementação do sistema de informação baseado na localização em tempo real e tecnologias similares ao RFID.
Yazici (2014)	Compreender como a RFID pode beneficiar o atendimento aos requisitos de informação hospitalar em tempo real e requisitos de informação da gestão de pessoas.	Os resultados mostram que os requisitos de informação em tempo real foram significativamente associados à eficiência percebida e no aumento de satisfação dos pacientes.

Fonte: Autoria própria.

Do Quadro 2, percebe-se que as motivações observadas em Bajo *et al.* (2009), Calderoni *et al.* (2015) e Cao *et al.* (2014) estão relacionadas com o dinamismo no ambiente hospitalar, dado que pacientes mudam frequentemente de local e *status* (novos chegam e antigos recebem alta), assim como a alta rotação das equipes de saúde ao longo dos plantões. Já Cao *et al.* (2014) conseguiram três fatores chaves para adoção da RFID em organizações de saúde, sendo elas a tecnologia, a organização e o ambiente.

Para melhorias operacionais, como por exemplo, o controle de frequência de lavagem de mãos de profissionais de saúde em hospitais, Filho *et al.* (2014), Marra *et al.* (2014) e Pineles *et al.* (2014) desenvolveram crachás especiais para funcionários, que em contato com um *dispenser*, liberava álcool em gel para higienização das mãos. Os autores afirmam também que o armazenamento dos dados fornecidos pela TI foi importante para dar retorno aos profissionais em monitoramento. Já nas pesquisas desenvolvidas em Lin *et al.* (2012), o sistema criado pelos autores teve como objetivo tornar o uso do sistema HEPA mais eficiente e reduzir seus custos através do controle de fluxo de ventilação. O sistema criado nesta pesquisa, permitiu através de *tags*, que a gestão hospitalar identificasse a quantidade de pessoas dentro das salas cirúrgicas, como ponto para controle do fluxo de ar condicionado liberado.

Quadro 3 - Análise dos resultados da categoria de Gerenciamento de materiais, equipamentos e pessoas.

Autores	Principais Objetivos	Principais Resultados
Najera <i>et al.</i> (2011)	Analisar duas perspectivas da aplicação da tecnologia RFID em hospitais.	Na primeira aplicação o sistema permitiu o rastreo de equipamentos médicos possibilitando localização dos itens em tempo real e a prevenção de furtos. Na segunda, constatou-se o eficaz controle de pacientes dentro dos hospitais, pelo uso de pulseiras de identificação RFID.
Utku <i>et al.</i> (2016)	Desenvolver um sistema para controle das datas de manutenção e demais informações em ambulâncias, visando fornecer melhores atendimentos.	Foi desenvolvido um protótipo de sistema denominado “EEAPTS”, que foi aplicado com sucesso no controle de informações importantes das ambulâncias hospitalares.
Ohashi <i>et al.</i> (2010)	Desenvolver um modelo com base na RFID para administração de medicamentos de pacientes internados.	Os testes com o modelo resultaram em uma redução de mais de 60% no <i>lead time</i> da administração de drogas e da coleta de sangue.
Chen e Tsai (2014), Peris-Lopez <i>et al.</i> (2011)	Propor um sistema usando RFID para melhorar o processo de medicação de pacientes, visando torná-lo mais eficaz e com menos erros.	Obteve-se uma redução drástica do número de erros na administração de medicamento.
Lee <i>et al.</i> (2008)	Estudar a aplicação de sistemas RFID na perspectiva do foco no cliente, discutindo diferentes exemplos, entre esses as aplicações em hospitais.	Os autores constataram que o uso de RFID para rastreo de equipamentos, materiais e pessoas em hospitais já era uma realidade na época, e previram corretamente que no futuro haveria crescimento do uso dessa tecnologia como suporte à gestão de informações de pacientes
Leema e Hemalatha (2011)	Descrever algumas aplicações da RFID em sistemas hospitalares.	Após pesquisas, concluíram que o setor hospitalar pode obter grandes benefícios com a implementação da RFID.

Fonte: Autoria própria.

Do Quadro 3, e com base nas pesquisas de Chen e Tsai (2014) e Peris-Lopez *et al.* (2011), constatou-se que os sistemas desenvolvidos por estes empregaram a RFID para realizar a verificação automática de medicamentos, suas doses, horários de administração, bem como a identificação dos enfermeiros que ministram os medicamentos. Neste sistema criado, foi possível então efetuar duas verificações de controle de medicação, antes e depois do ato, e caso fosse detectada falha na combinação de dose-paciente a administração do medicamento era imediatamente suspensa.

No modelo desenvolvido em Ohashi *et al.* (2010) denominado “carrinho inteligente”, a administração de medicamentos se dava via sistema de etiquetas e leitores RFID que exibiam automaticamente informações sobre o paciente e medicamentos. Já o protótipo desenvolvido em Utku *et al.* (2016), além do controle de informações sobre ambulâncias, permitiu rastreamento eletrônico de pessoas, bens, consumíveis e medicamentos.

Em Leema e Hemalatha (2011), os autores deram ênfase aos efeitos da energia eletromagnética na qualidade de medicamentos, na tolerância a falhas de sistemas RFID e na privacidade das informações. Por fim, dentre os artigos analisados nesta categoria, três se destacaram por apresentarem proposições que não foram similares a nenhuma outra publicação, pois dois deles lidam com questões relativas ao manejo dos dados (HAMEED *et al.* 2015; YAO *et al.* 2011). Enquanto que em Fisher e Monahan (2011) foi percebido a introdução do conceito chamado “*biosecuritization*” para descrever os novos domínios tecnológicos na saúde.

4.1.1. Benefícios e dificuldades de implementação do RFID em sistemas hospitalares

A análise dos artigos permitiu reunir um compêndio dos principais benefícios e dificuldades relacionadas à implementação da RFID em sistemas hospitalares, apresentados nos Quadros 4, 5 e 6. Ressalta-se que as informações explicitadas nestes quadros foram propositalmente simplificadas para uma fácil compreensão.

Cabe aqui salientar que o Quadro 4 apresenta as principais contribuições e limitações que a RFID pode gerar simultaneamente no gerenciamento de pessoas e equipamentos, sem uma delimitação específica para um dos elementos. Diferentemente do que é exposto no Quadro 6, onde buscou-se expor apenas benefícios e limitações quanto ao gerenciamento de pessoas, sejam estas pacientes ou corpo profissional das unidades analisadas. Já o Quadro 5 apresentará os resultados obtidos apenas em aplicações voltadas para gestão de materiais e equipamentos, deixando fora de discussão os possíveis benefícios gerados no controle do corpo clínico, por exemplo.

Quadro 4 - Principais benefícios e dificuldades no gerenciamento de materiais, equipamentos e pessoas

	Benefícios	Dificuldades
RFID aplicada para gerenciamento de materiais, equipamentos e pessoas	<ul style="list-style-type: none"> - Transferência automática de sinais; - Redução de intervenções humanas; - Mantem um alto nível de precisão; - Aumento da segurança nos processos; - Profissionais dedicam maior tempo aos pacientes; - Redução na inserção manual de informações; - Melhoria na comunicação interna; - Melhoria na utilização dos tempos de funcionários e equipes médicas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto custo na segurança das informações. - Dependência de outros sistemas de organização; - Possível interferência entre equipamentos de sistemas RFID e hospitalares; - Dificuldade de implementação devido a estrutura física dos hospitais; - Troca de baterias; - Alto custo e retorno incerto sobre investimento; - Dificuldade em determinar local onde os dados serão armazenados e quem poderá acessá-los; - Backup eficiente de informações; - Adaptação dos usuários à tecnologia.

Fonte: Autoria própria.

Dentre os resultados expostos no Quadro 4, Cao *et al.* (2014) enfatizaram como um dos principais benefícios da RFID a transferência de sinais automaticamente, reduzindo a intervenção humana e mantendo um nível alto de precisão. Em complemento, Bajo *et al.* (2008) e Calderoni *et al.* (2014) afirmam que a RFID permite o conhecimento rápido da localização dos pacientes, contribuindo para o aumento na velocidade de atendimento, bem como na separação correta de equipamentos e medicamentos necessários para atendimento. Ou seja, pode implicar também em melhorias na logística e distribuição de insumos necessários para realização de procedimentos.

Já no trabalho de Unluturk (2013), pode-se constatar que sistemas RFID permitem o fornecimento de localização de pacientes, ao passo que melhoram também a comunicação entre profissionais, corroborando assim com as afirmações expostas em Bajo *et al.*, (2008) e Calderoni *et al.* (2014).

Quadro 5 - Principais benefícios e dificuldades no gerenciamento de materiais e equipamentos

	Benefícios	Dificuldades
RFID aplicada no gerenciamento de materiais e equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de erros na administração de medicamentos; - Redução de equipamentos perdidos ou roubados; - Redução de custos de recuperação de equipamentos e materiais extraviados; - Redução do tempo perdido na localização de equipamentos; - Otimização nos níveis de estoque; - Melhoria no controle de produtos vencidos; - Diminuição na frequência de <i>stockout</i>; - Permite medição de parâmetros diversos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Informações inseridas erradas implicam numa administração errada de medicamentos; - Dúvidas quanto à influência das ondas de rádio na qualidade de medicamentos.

Fonte: Autoria própria.

Do Quadro 5, pode-se mencionar os achados de Kumar e Rahman (2014), ao constatarem que a implementação da tecnologia RFID no setor de reposição de lençóis em um

hospital gerou um aumento da produtividade e consequente diminuição de roubos, bem como melhoria da visibilidade e controle dos processos. Cabe destacar ainda que este mesmo fato foi também constatado por Budak e Ustundag (2015), Coustasse *et al.* (2013) e Yazici (2014).

Enquanto que Bendavid *et al.*, (2012) perceberam que a aplicação da RFID permitiu à equipe de enfermagem ter mais tempo livre que resultou em um atendimento mais calmo e customizado aos pacientes. Os mesmos autores mencionam ainda que a aplicação da RFID é capaz de melhorar significativamente também a comunicação com fornecedores.

Quadro 6 - Principais benefícios e dificuldades no gerenciamento de pessoas

	Benefícios	Dificuldades
RFID aplicada no gerenciamento de pessoas (pacientes e/ou equipe médica)	<ul style="list-style-type: none"> - Registro, em tempo real, do contato entre equipes médicas e pacientes; - Registro, em tempo real, dos tempos de atendimento; - Auxílio na prevenção de infecções; - Redução de erros na administração de medicamentos; - Maior acessibilidade a histórico procedimental de pacientes; - Redução nos tempos de espera de pacientes; - Localização rápida e precisa de pacientes; - Identificação rápida e precisa de pacientes antes da realização de procedimentos; - Redução de falhas na transmissão de informações; - Maior visibilidade da rotatividade (entrada e saída) de pacientes e funcionários. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ocorrência de “Jittering”; - Privacidade dos usuários; - Recusa da utilização de etiquetas por funcionários e pacientes; - Sabotagem das etiquetas ou sensores; - Monitoramento excessivo de funcionários; - Necessidade de <i>backup</i> de informações eficiente; - Necessidade de capacitação dos usuários para uso dos sistemas; - Preocupações da equipe de enfermagem quanto ao aumento da carga de trabalho; - Desconfiança dos profissionais quanto à confiabilidade do sistema tecnológico.

Fonte: Autoria própria.

Como destacado por Yazici (2014), a tecnologia RFID se mostra benéfica para atender aos requisitos de informação hospitalar em tempo real. Assim como Chen e Tsai (2014), Ohashi *et al.* (2010), Peris-Lopez *et al.* (2011) e Yazici (2014) perceberam que o emprego de sistemas com RFID geram melhores atendimentos aos pacientes e equipes de trabalho. Isto, por sua vez, contribuiu para o aumento da segurança dentro das unidades de saúde, tornando a administração de medicamentos mais eficaz e confiável e com baixos índices de erros. Cabe salientar também que estes sistemas permitem a redução de etapas à execução de procedimentos e cuidados médicos, contribuindo assim para um efetivo gerenciamento pessoal.

Em sequência, Filho *et al.* (2014), Lin *et al.* (2012), Marra *et al.* (2014), Pineles *et al.* (2014) e Williams (2014) demonstraram que a RFID pode ser utilizada como ferramenta na prevenção de infecções hospitalares, melhorando assim todo o gerenciamento de pessoas dentro das unidades de saúde. Já Williams (2014) demonstra que os sistemas com RFID

podem ser utilizados na prevenção de artigos cirúrgicos retidos no corpo dos pacientes, que por sua vez também corroboram com a redução de infecções hospitalares, podendo perceber aqui mais uma contribuição da RFID não somente na gestão de pacientes, como também de materiais e equipamentos.

Em nível de dificuldades gerais e limitações percebidas quanto ao uso da tecnologia em estudo, Cangialosi *et al.* (2007) e Kapa *et al.* (2011) destacam como barreira de implementação a possível interferência eletromagnética nos equipamentos médicos, enquanto que Cao *et al.* (2014) denominaram de *Jittering* os efeitos que afetam a precisão das informações, causando confusão onde realmente o paciente está. E tais interferências podem trazer riscos quanto a precisão e segurança das informações e problemas na leitura das distâncias e etiquetas. Neste interim, Leema e Hemalatha (2011) afirmam que os efeitos das ondas de rádio podem afetar a qualidade de medicamentos sensíveis.

Em congruência de ideias, Fisher e Monahan (2008) mostraram que além dos problemas técnicos relatados, implicações sociais também foram percebidas quanto ao uso da RFID pelos enfermeiros, ao passo que expressam preocupação e frustração em relação a vigilância de suas ações no dia a dia. Eles alegam ainda que esses sistemas causam intensificação e maior monitoramento do trabalho, e que o constante rastreamento pode afetar a privacidade dos mesmos. Em complemento, Fisher e Monahan (2012) apontam que há uma subutilização desses sistemas empregados e que os hospitais enfrentam sérios obstáculos a efetiva aplicação destes sistemas.

Por fim, cabe destacar que Cao *et al.* (2014) e Yazici (2014) afirmam que o custo é um dos principais inibidores para aplicações da RFID na saúde dado seu retorno de investimento incertos. Em complemento, Madrid *et al.* (2012) expõem a mesma conclusão e além dos altos custos, Marra *et al.* (2014) acrescentam que a tecnologia ainda não está bem difundida.

5. CONCLUSÕES

A implementação de sistemas RFID em hospitais foi iniciada há aproximadamente uma década e através do uso recente desta tecnologia, via comparação de estudos, percebe-se algumas divergências quanto a sua aplicação nos ambientes hospitalares. Ao considerar a RFID uma opção a ser utilizada, é preciso buscar um sistema que se adeque ao ambiente no qual será inserido para que as necessidades sejam atendidas da forma mais eficiente possível, e assim, absorver ao máximo os benefícios que a tecnologia pode proporcionar.

Devido ao alto nível de especificidade exigido para a aplicação dessa tecnologia, é bastante complexo identificar características comuns aos diversos usos da mesma em hospitais. Contudo, esta pesquisa conseguiu identificar e expor os principais benefícios e dificuldades de implementação da RFID em hospitais, através de um formato acessível e tendo como base a análise das publicações. Esse trabalho é útil como um guia prático do conhecimento até então desenvolvido no que diz respeito ao emprego dessa tecnologia em ambientes hospitalares.

Verificou-se também que a tecnologia é capaz de trazer melhorias significativas nos ambientes de saúde, seja no gerenciamento de materiais e equipamentos ou de recursos humanos. No entanto, ainda existem diversas implicações relacionadas à aplicação dela e que merecem maiores estudos, principalmente por se tratar de ambientes hospitalares onde falhas não podem ser admitidas, dado seu grande impacto negativo na vida dos pacientes.

Por fim, nota-se a necessidade da existência de mais pesquisas neste campo de estudo, objetivando atrair um maior número de instituições de saúde que apliquem a RFID em seus procedimentos, visto que tal tecnologia possui grande potencial para a melhoria dos processos dessas organizações. Como consequência da maior aplicação, os custos de implantação da RFID tendem a diminuir, tornando-a mais acessível a hospitais de diferentes portes.

Referências

- ABARCA, A.; LA FUENTE, M.; ABRILB, J. M., GARCÍA, A., PÉREZ-OCÓND, F. Intelligent sensor for tracking and monitoring of blood temperature and hemoderivatives used for transfusions. **Sensors and Actuators A: Physical**, v. 152, n.2, p. 241-247, 2009.
- ARONSON, J. K. Medication errors: what they are, how they happen, and how to avoid them. **Q J Med**, v. 102, p. 513-521, 2009.
- BAJO, J.; DE PAZ, J. F.; DE PAZ, Y.; CORCHADO, J. M. Integrating case-based planning and RPTW neural networks to construct an intelligent environment for health care. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n.3, p. 5844-5858, 2009.
- BENDAVID, Y.; BOECK, H. Using RFID to improve hospital supply chain management for high value and consignment items. **Procedia Computer Science**, v. 5, p. 849-856, 2011.
- BENDAVID, Y.; BOECK, H.; PHILIPPE, R. RFID-Enabled Traceability System for Consignment and High Value Products: A Case Study in the Healthcare Sector. **Journal of Medical Systems**, v. 36, n. 6, p. 3473-3489, 2012.
- BUDAK, A.; USTUNDAG, A. Fuzzy decision-making model for selection of real time location systems. **Applied Soft Computing**, v. 36, n. C, p. 177-184, 2015.
- BYERS, E.; GOMEZ, M.A; SHERIDAN, R. M.; ORR, N. W.; HIRSCH, J. A. Radiofrequency Identification for Inventory in Neurointerventional Practice. **Journal of The American College of Radiology**, v.8, p. 191-198, 2011.
- CALDERONI, L.; FERRARA, M.; FRANCO, A.; MAIO, D. Indoor localization in a hospital environment using Random Forest classifiers. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 4, p. 125-134, 2015.
- CANGIALOSI, A.; MONALY, J. E.; YANG, S. C. Leveraging RFID in hospitals: Patient life cycle and mobility perspectives. **IEEE Communications Magazine**, v. 45, p. 18-23, 2007.
- CAO, Q.; JONES, D. R.; SHENG, H. Contained nomadic information environments: Technology, organization, and environment influences on adoption of hospital RFID patient tracking. **Information & Management**, v. 51, p. 225-239, 2014.
- CHANG, Y.; SYED-ABDUL, S.; TSAI, C.; LI, Y. A novel method inferring RFID tag readers recordings into clinical events. **International Journal of Medical Informatics**, v. 80, n. 12, p. 872-880, 2011.
- CHEN, C.; FAN, M. Implementation of an RFID Medical Center Allocation and Picking up Process Support Cloud System. **Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology**, v.18, p. 4469-4472, 2013.
- CHEN, Y.; TSAI, M. An RFID solution for enhancing inpatient medication safety with real-time verifiable grouping-proof. **International Journal of Medical Informatics**, v. 83, p. 70-81, 2014.
- COUSTASSE, A.; TOMBLIN, S.; SLACK, C. Impact of Radio-Frequency Identification (RFID) Technologies on the Hospital Supply Chain: A Literature Review. **Perspectives in Health Information Management**, v. 10, p. 1-12, 2013.
- FILHO, M. A. O.; MARRA, A. R.; MAGNUS, T. P.; RODRIGUES, R. D.; PRADO, M.; SANTINI, T. R. S.; VICTOR, E. S.; ISHIBE, E. I., DOS SANTOS, O. F. P., EDMOND, M.

- B. Comparison of human and electronic observation for the measurement of compliance with hand hygiene. **American Journal of Infection Control**, v. 42, p. 1188-1892, 2014.
- FISHER, J. A.; MONAHAN, T. Evaluation of real-time location systems in their hospital contexts. **International Journal of Medical Informatics**, v. 81, p.705-712, 2012.
- FISHER, J. A.; MONAHAN, T. The “biosecuritization” of healthcare delivery: Examples of post-9/11 technological imperatives. **Social Science & Medicine**, v. 72, n. 4, p. 545-552, 2011.
- FISHER, J. A.; MONAHAN, T. Tracking the social dimensions of RFID systems in hospitals. **International Journal of Medical Informatics**, v. 77, n. 4, p. 176-183, 2008.
- HAMEED, S.; SAQUIB, S. M. T.; HASSAN, M. U.; JUNEJO, F. Radio Frequency Identification (RFID) based attendance & assessment system with wireless database records. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 195, p. 2889-2895, 2015.
- HUGHES, R.; ORTIZ, E. Medication errors: Why they happen, and how they can be prevented. **American Journal of Nursing**, v. 105, p. 14-24, 2005.
- JEDDA, A.; KHAIR, M. G.; MOUFTAH, H. T. Decentralized RFID coverage algorithms using writeable tags. **Computer Networks**, v. 102, p. 96-108, 2016.
- KAPA, S.; PIERCEC, T.; HAYESA, D. L.; JÚNIOR, D. R. H.; ASIRVATHAM, S. J. Electromagnetic interference of magnetic field based auto identification technologies in healthcare settings. **International Journal Of Medical Informatics**, v. 80, p. 239-250, 2011.
- KLEINUBING, L. S. Análise bibliométrica da produção científica em gestão da informação na base de dados LISA. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, v. 8, n. 1, p. 01-11, 2010.
- KUMAR, A.; RAHMAN, S. RFID-enabled process reengineering of closed-loop supply chains in the healthcare industry of Singapore. **Journal of Cleaner Production**, v. 85, p. 382-394, 2014.
- LANDT, J. The history of RFID. **IEEE Potentials**, p. 08-11, 2005.
- LEE, S. L.; FIEDLER, K. D.; SMITH, J. S. Radio frequency identification (RFID) implementation in the service sector: A customer-facing diffusion model. **International Journal of Production Economics**, v. 112, p. 587-600, 2008.
- LEEMA, A.; HEMALATHA, M. Applying RFID Technology to construct an Elegant Hospital Environment. **International Journal of Computer Science Issues**, v. 8, p. 444-448, 2011.
- LEFEBVRE, E.; ROMERO, A.; LEFEBVRE, L.; KRISSE, C. Technological strategies to deal with counterfeit medicines: The European and North-American perspectives. **International Journal of Education and Information Technologies**, v. 5, n. 3, p. 275-284, 2011.
- LIN, J.; PAI, J.; CHEN, C. Applied Patent RFID Systems for Building Reacting HEPA Air Ventilation System in Hospital Operation Rooms. **Journal of Medical Systems**, v. 36, p. 3399-3405, 2012.
- MADRID, C.; KORSVOLD, T.; ROCHAT, A.; ABARC, M. Radio frequency identification (RFID) of dentures in long-term care facilities. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 107, p. 199-202, 2012.

MARRA, A. R.; CAMARGO, T. Z. S.; MAGNUS, T. P.; BLAYA, R. P.; DOS SANTOS, G. B.; GUASTELLI, L. R.; RODRIGUES, R. D.; PRADO, M.; EDA, S. V.; BOGOSSIAN, H.; MONTE, J. C.; DOS SANTOS, O. F.; OYAMA, C. K.; EDMOND, M. B. The use of real-time feedback via wireless technology to improve hand hygiene compliance. **American Journal of Infection Control**, v. 42, p. 608-611, 2014.

NAJERA, P.; LOPEZ, J.; ROMAN, R. Real-time location and inpatient care systems based on passive RFID. **Journal of Network and Computer Applications**, v. 34, p. 980-989, 2011.

OHASHI, K.; OTA, S.; OHNO-MACHADO, L.; TANAKA, H. Smart medical environment at the point of care: Auto-tracking clinical interventions at the bed side using RFID technology. **Computers in Biology and Medicine**, v. 40, p. 545-554, 2010.

ÖZCANHAN, M. H.; DALKILIÇ, G.; UTKU, S. Cryptographically supported NFC tags in medication for better inpatient safety. **Journal of Medical Systems**, p. 38-61, 2014.

PERIS-LOPEZ, P.; ORFILA, A.; MITROKOTSA, A.; VAN DER LUBBE, J. C. A. A comprehensive RFID solution to enhance inpatient medication safety. **International Journal of Medical Informatics**, v. 80, p. 13-24, 2011.

PINELES, L. L.; MORGAN, D. J.; LIMPER, H. M.; WEBER, S. G.; THOM, K. A.; PERENCEVICH, E. N.; HARRIS, A. D.; LANDON, E. Accuracy of a radiofrequency identification (RFID) badge system to monitor hand hygiene behavior during routine clinical activities. **American Journal of Infection Control**, v. 42, p. 144-147, 2014.

ROSALES, C. R.; MAGAZINE, M.; RAO, U. The 2Bin system for controlling medical supplies at point-of-use. **European Journal of Operational Research**, v. 243, p. 271-280, 2015.

STÜBIG, T.; ZECKEY, C.; MIN, W.; JANZEN, L.; CITAK, M.; KRETTEK, C.; HÜFNER, T.; GAULKE, R. Effects of a WLAN-based real time location system on outpatient contentment in a Level I trauma center. **International Journal of Medical Informatics**, v. 83, p.19-26, 2014.

TOGT, R.; BAKKER, P.; JASPERS, M. A framework for performance and data quality assessment of Radio Frequency Identification (RFID) systems in health care settings. **Journal of Biomedical Informatics**, v. 44, p. 372-383, 2011.

UNLUTURK, M. S. Manual nurse messaging with patient information using a mobile whiteboard system. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v. 110, p. 441-446, 2013.

UTKU, S.; ÖZCANHAN, M. H.; UNLUTURK, M. S. Automated personnel-assets-consumables-drug tracking in ambulance services for more effective and efficient medical emergency interventions. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, 2016.

QU, X.; SIMPSON, L. T.; STANFIELD, P. A model for quantifying the value of RFID-enabled equipment tracking in hospitals. **Advanced Engineering Informatics**, v. 25, p. 23-31, 2011.

WILLIAMS, T. L.; TUNG, D. K.; STEELMAN, V. M.; CHANG, P. K.; SZEKENDI, M. K. Retained Surgical Sponges: Findings from Incident Reports and a Cost-Benefit Analysis of

Radiofrequency Technology. **Journal of the American College of Surgeons**, v. 219, n. 3, p. 354-364, 2014.

YAO, W.; CHU, C-H.; LI, Z. Leveraging complex event processing for smart hospitals using RFID. **Journal of Network and Computer Applications**, v. 34, p. 799-810, 2011.

YAO, W.; CHU, C-H.; LI, Z. The adoption and implementation of RFID technologies in healthcare: a literature review. **Journal of Medical Systems**, v. 36, p. 3507-3525, 2012.

YAZICI, H. 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**, v. 34, p. 603-621, 2014.