

LOCALIZAÇÃO E RASTREAMENTO DE CONTÊINERES: A TECNOLOGIA RFID SOB UMA NOVA PERSPECTIVA

Lepikson. Herman, Herman.Lepikson@fieb.org.br^{1,2}
Silva. Vinícius Luis C, viniciusluiz2@hotmail.com²

¹Centro Universitário SENAI CIMATEC, BA, Brasil,

²Universidade Federal da Bahia PPGM/UFBA, Brasil.

Resumo: A caminho da quarta Revolução Industrial, o sistema de transporte de cargas containerizadas de muitos países ainda enfrenta desafios que surgiram durante a revolução anterior. O aumento do número de contêineres movimentados no mundo exige dos sistemas logísticos soluções que permitam o melhor aproveitamento das áreas de armazenamento, a fim de evitar empilhamentos excessivos e movimentos improdutivos. Por se tratar de um problema de natureza combinatória, muitos algoritmos foram desenvolvidos e todos partem do pressuposto de que a posição dos contêineres é precisa e atualizada em tempo real.

Diante disso, dada a necessidade de um sistema localizador de contêineres no pátio dos portos, o tema tem sido amplamente pesquisado face às novas tecnologias viabilizadas e suas limitações para o uso no ambiente portuário. Esse trabalho está concentrado no desafio de se obter um sistema de baixo custo e consumo energético capaz de localizar e rastrear contêineres através de sistemas ciber-físicos embarcados e integrados a um gerenciador remoto. A saber, o sistema embarcado desenvolvido dispõe de um microcontrolador, um sistema de identificação e localização por mapeamento interno, além de um módulo de rastreamento georreferenciado. Basicamente, o sistema de identificação se encarrega do posicionamento dos contêineres dentro do porto, correlacionando-o à identificação lida pelo hardware com a posição que ela representa no pátio. Já o módulo georreferenciado é responsável pelo rastreamento dos contêineres quando esses se encontram fora do ambiente portuário.

Palavras-chave: localização de contêineres, logística, rastreamento georreferenciado.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento do número de contêineres movimentados ao redor do mundo acarreta problemas logísticos que vão desde a falta de espaço nos navios e nos pátios de armazenamento dos terminais portuários até a perda de contêineres ao longo do percurso. A falta de espaço exige que pilhas cada vez maiores de contêineres sejam montadas a fim de suportar a demanda, ocasionando um número elevado de movimentos improdutivos.

Otimizar o processo de empilhamento envolve essencialmente investimento em equipamentos de movimentação automatizados e um sistema logístico capaz de gerenciar da melhor maneira possível as operações de carga e descarga de navios e caminhões. No tocante ao gerenciamento das operações de carga e descarga, por se tratar de um processo imprevisível em relação ao tempo em que algumas operações ocorrem, muitos são os estudos envolvendo algoritmos de otimização. Avriel e Penn (1993) foram os primeiros pesquisadores a aplicar algoritmos heurísticos para melhorar o planejamento das pilhas de contêineres. Desde então, diversas técnicas computacionais vieram a ser estudadas e uma infinidade de estudos descrevem métodos eficazes na otimização dos empilhamentos. Vale destacar que a grande maioria desses estudos partem do pressuposto de que os horários de chegada e saída dos contêineres são precisos, o que geralmente não acontece devido as variáveis de transporte e burocráticas. Além disso, a falta de investimento e o custo elevado das tecnologias utilizadas pelo setor fazem com que, em muitos portos, a atualização da localização dos contêineres no pátio do porto seja feita por um operador, sujeitando-se a erros e atrasos.

No quesito investimento, enquanto em 2002 o porto de Singapura já utilizava tecnologias de Identificação por Rádio Frequência (RFID) e Sistema de Posicionamento Global (GPS) para alimentar a logística de posicionamento de contêineres do porto (DHONT, 2002), em 2014 ainda existiam portos brasileiros que realizam esse processo de maneira manual (PATRÍCIO, 2014).

Segundo Tardio (2014), o sistema RFID é responsável pela automação dos portões de entrada dos portos, enquanto o sistema Optical Character Recognition (OCR) complementa a rede de dados através da captura da placa do veículo e do código de identificação único dos contêineres. Acontece que esses sistemas, além do alto custo de implantação, limitam-se à entrada do porto, ficando a localização do contêiner dentro do porto, muitas vezes, ainda dependente de alguma ação humana.

As tecnologias atualmente utilizadas para identificar e localizar os contêineres no pátio do porto geralmente são as mesmas utilizadas no terminal de entrada, RFID e OCR. Tratando-se da tecnologia RFID, duas formas de identificação são encontradas na literatura. Uma delas baseia-se na leitura das etiquetas sendo feita por um operador via leitor portátil, um processo lento e totalmente dependente da ação humana. Enquanto a outra forma é conhecida como Sistema de Localização em Tempo Real (RTLS), a qual, através de um sistema de triangulação de intensidade do sinal RFID, determina a posição do contêiner. Patrício (2014) destaca que nesse caso o investimento inicial é elevado devido à quantidade de etiquetas ativas e antenas necessárias. Já nas aplicações que utilizam a tecnologia OCR, câmeras de leitura são anexadas aos portêineres e transtêineres e, dessa forma, toda vez que um contêiner é movimentado por esses equipamentos, seus dados são capturados e registrados no Sistema operacional de terminal (TOS). Apesar de mostrar-se eficiente sob situações específicas, como esse sistema não é capaz de diferenciar e referenciar quando um contêiner é colocado sob outro, os sistemas OCR demonstram-se mais eficientes na identificação de veículos, códigos, lacres, selos e avarias (PATRÍCIO, 2014).

Diante do cenário apresentado, do elevado custo de implantação das tecnologias mais utilizadas atualmente e da limitação que apresentam quanto à localização dos contêineres dentro do pátio do porto e, com o mesmo hardware, de rastreá-los quando fora dos pátios, esse trabalho propõe um sistema embarcado que dispensa presença humana no pátio do porto e é capaz de localizar e rastrear cada contêiner em todas as etapas de movimentação e transporte.

2. ABORDAGEM PROPOSTA PARA LOCALIZAÇÃO E RASTREAMENTO DE CONTÊINERES

Uma vez que a etapa de rastreamento abrange o ambiente externo ao porto e envolve longos percursos, o GPS, que predomina esse tipo de aplicação, foi aqui utilizado para esses ambientes e não será o foco desse estudo. Ficando esse trabalho enfatizado na proposta de desenvolver um sistema automatizado capaz de determinar a posição de todos os contêineres do pátio de um terminal portuário.

Aproveitando-se da forma como os contêineres são armazenados e da possibilidade de distribuição de etiquetas RFID passivas ao longo do pátio e nos contêineres, o sistema embarcado conta com um transponder RFID embarcado que permite a leitura dessas etiquetas. Como cada posição do pátio recebe uma etiqueta, um leiaute é criado no banco de dados associando cada etiqueta com a posição onde ela foi fixada. Dessa forma, ao fixar o hardware proposto na parte inferior de cada contêiner, é possível ler as etiquetas que estão no pátio e as que estão sobre outro contêiner, conforme ilustrado na Fig. 1.

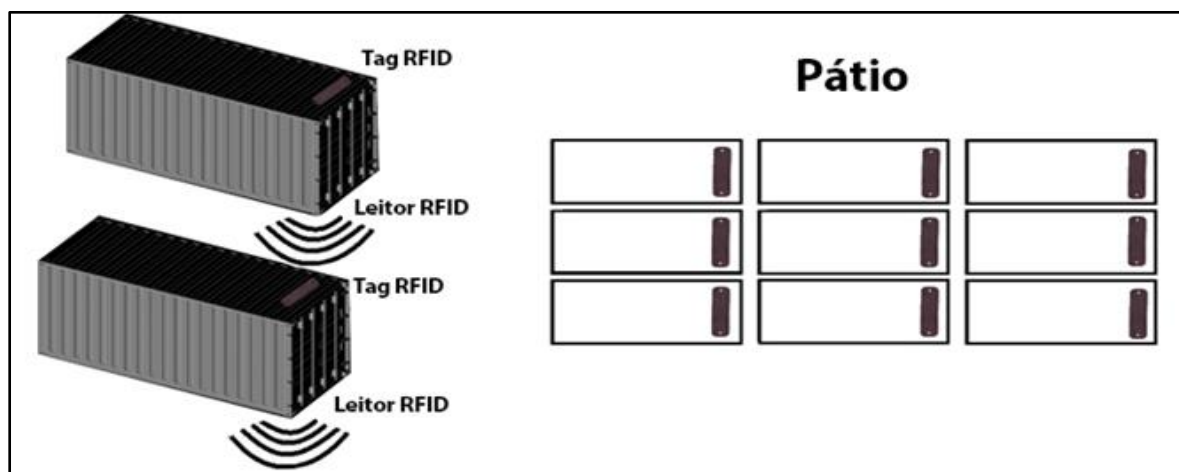


Figura 1. Esquema de localização de contêineres. Próprio autor (2017)

Essa configuração permite que qualquer movimentação do contêiner sobre o pátio ou sobre outro contêiner seja percebida. Sempre que uma nova etiqueta é lida, as informações nela contidas são enviados ao banco de dados via Protocolo de transferência de hipertexto (HTTP), através de um módulo GSM. No banco, esses dados são comparados ao leiaute existente e as pilhas de contêineres que por ventura já existam, dessa forma, a posição do contêiner no pátio é determinada.

Como o consumo energético do hardware é um fator determinante e a maioria dos contêineres não possuem fonte de energia, desenvolver um sistema com baixo consumo é essencial. Pensando nisso, o hardware é configurado para permanecer no modo economia de energia e ser ativado entre intervalos pré-definidos para

verificar se houve mudança de posição. Tomando como exemplo o intervalo de dois minutos entre as verificações e uma bateria de 1000mAh, ao ser submetido a testes práticos repetitivos, um contêiner movimentado cinco vezes por dia, apresentaria autonomia de aproximadamente 159 dias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estágio atual do projeto os testes foram realizados utilizando caixas metálicas análogas aos contêineres, sendo feitas simulações com o objetivo de analisar os fatores mais relevantes do projeto, sendo eles: Influência dos elementos metálicos sobre um sistema RFID; capacidade de o sistema distinguir quando o modo localização ou rastreamento deve ser utilizado; competência do banco de dados discernir quando o sistema embarcado foi colocado no pátio ou sobre outra caixa metálica.

Ciente da possibilidade de mal funcionamento do sistema RFID em ambientes metálicos, uma série de testes foram realizados a fim de analisar o impacto dessas interferências e a necessidade ou não de se encontrar meios para atenuá-las.

O primeiro experimento comparou a distância de leitura das etiquetas RFID do tipo cartão e do tipo chaveiro sem que essas estivessem fixadas na caixa metálica. Com a etiqueta do tipo cartão a distância máxima de leitura foi de 23.5 mm, contra 13 mm no teste com a etiqueta do tipo chaveiro. O segundo experimento consistiu em fixar esses dois modelos de etiquetas na caixa metálica e observar a distância de leitura máxima conseguida. Nesse ensaio, mesmo a uma distância mínima, as etiquetas passivas não conseguiram absorver energia suficiente para retornar os dados para o *transponder*. Este resultado era esperado tendo em vista a propriedade que os metais têm de refletir e espalhar as ondas eletromagnéticas. Devido a isso, um terceiro experimento analisou o comportamento do sistema quando um material isolante é inserido entre a etiqueta e a caixa metálica. A etiqueta do tipo cartão foi utilizada pelo melhor desempenho apresentado no primeiro teste e os resultados para diversos materiais e espessuras são apresentados na Tab. 1.

Tabela 1. Redução da interferência causada por metais em sistemas RFID

Espessura do material [mm]	Distância máxima de leitura [mm]			
	Emborrachado	Poliestireno expandido	PCV	Papelão
11	11	14	9	10.5
22	19	19.5	17	18
33	23	23.5	22	22.5

Através da Tab. 1 é possível observar que a inserção de material isolante entre a etiqueta e a superfície metálica é suficiente para permitir o funcionamento do sistema RFID. Esse experimento mostrou que o poliestireno expandido apresentou melhores resultados, mas também que, dependendo da espessura do material isolante, todos permitiram que a etiqueta fosse lida a uma distância muito próxima daquela observada no primeiro experimento.

De posse desses resultados, entre as etiquetas RFID e suas caixas metálicas foi colocado poliestireno expandido com 33mm de espessura. Posteriormente foram realizadas simulações de percurso envolvendo etapas que podem ocorrer dentro e fora do pátio do porto. Cada movimentação foi acompanhada através do banco de dados e de uma página de busca, vista na Fig. 2(a). Nessa página o usuário insere o código do contêiner e lhe é informado o local em que ele se encontra, conforme Fig. 2(b).

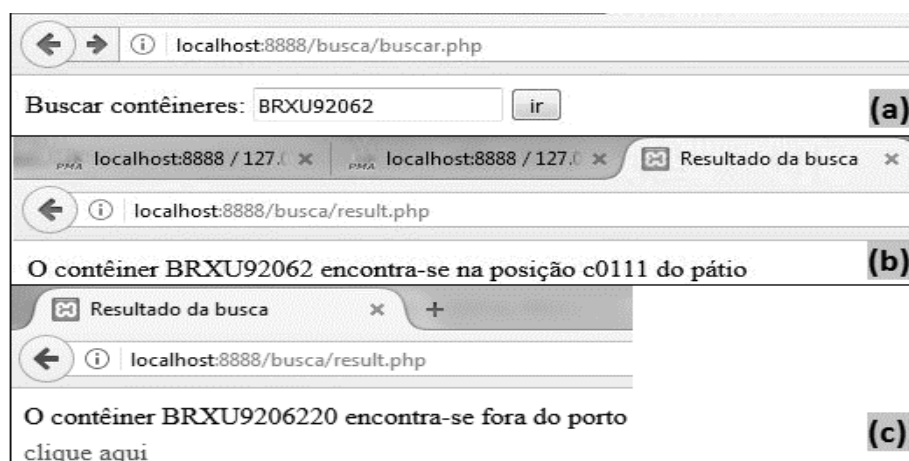


Figura 2. Interface de busca. Fonte: Próprio autor (2017)

Caso a busca refira-se a um contêiner que não esteja no pátio do porto, o usuário é informado e a opção de visualizar sua posição geográfica através da ferramenta *google maps* é apresentada através da opção “clique aqui”, como visto na Fig. 2(c).

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos com a abordagem proposta permitiu observar, a partir de experimentos em bancada, que o espalhamento do sinal de radiofrequência, causado por estruturas metálicas, pode ser atenuado a ponto de viabilizar o uso de sistemas RFID nesses ambientes. Além disso foi demonstrado que, se o sistema é capaz de correlacionar a identificação lida pelo *transponder* RFID com a posição que ela representa no pátio, é possível determinar a posição de todos os contêineres do pátio.

A próxima etapa do projeto consiste em se apoiar nos resultados até aqui obtidos e utilizar o sistema proposto em ambiente real, com contêineres que estejam no pátio de um terminal portuário e acompanhá-los nos percurso de ida e volta até o usuário final, a fim de consolidar a proposta.

5. REFERÊNCIAS

Avriel, M, Penn. M. Exact and approximate solutions of the container ship stowage problem. In Computers & Industrial Engineering, Volume 25, Issues 1–4, 1993, Pages 271-274, ISSN 0360-8352, [https://doi.org/10.1016/0360-8352\(93\)90273-Z](https://doi.org/10.1016/0360-8352(93)90273-Z).

DHont. S. The Cutting Edge of RFID Technology and Applications for Manufacturing and Distribution. Texas Instrument TIRIS. 2002

Patrício. M. Diagnóstico e proposta de modelo de avaliação operacional para automação em terminais de contêineres no Brasil. 2014. 251p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola politécnica da Universidade de São Paulo.

Tardio V. Inteligência Logística. <http://www.portosdobrasil.gov.br/assuntos-1/inteligencia-logistica>. Acesso em 12/09/2017

6. RESPONSABILIDADE AUTURAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

CONTAINER LOCATION AND TRACKING: RFID TECHNOLOGY UNDER A NEW PERSPECTIVE

Lepikson. Herman, Herman. Lepikson@fieb.org.br^{1,2}
Silva. Vinícius Luis C, viniciusluis2@hotmail.com²

¹ University center SENAI CIMATEC, BA, Brazil,

² Federal university of Bahia PPGM/UFBA, Brazil.

Abstract. On course to the Third Industrial Revolution, the load transport system containerized of many countries still face challenges that emerged during the revolution which preceded the third one. The increase to containers numbers moved wide world require of logistics systems solutions that offer more efficiency and allow the better improvement of storage areas, in order to avoid excessive stacking and movements unproductive. To treat itself of combinatory nature problem, many algorithms were development and everything part of presupposed the position of containers is accurate and updated, what, in practice, doesn't happen. The necessity of a containers locator system in the courtyard of harbors have been currently a theme widely searched in face to the new technologies that get started to be feasible, for a side, and their limitations to use in containers and port environment, in the other hand. This work is concentrated in challenge of to get a low cost system and energetic consumption able to locate and track back containers through the embedded cyberphysicist systems and integrated to the remote manager. To know, an embedded system developed dispose of a microcontroller, an identification system and localization by intern mapping, besides of a geo-referenced tracking module. Basically, the identification system takes care of positioning of containers inside of port, correlating the identification read by the hardware with position that it represent in the courtyard. Already the geo-referenced module is responsible to track of containers when they find itself out of harbor environment.

Keywords: container location, logistics, georeferenced tracking.