

A viabilidade da implementação de AGVs em regiões portuárias

Lucas dos Santos (Fatec Rubens Lara) skylucacius@hotmail.com
Professor Dr. Mário de Souza Nogueira Neto (Fatec Rubens Lara) marionog@terra.com.br
Professora Me. Gisele Esteves Prado (Unimes) gisele.prado@unimes.br
Professor Me. Álvaro Prado (Fatec Rubens Lara) alprado@globob.com

Resumo

Este artigo aborda uma possível solução para o problema da movimentação interna de carga em terminal de contêineres por meio da automação. Inicialmente haverá uma introdução do tema gestão da inovação, do gargalo logístico espera de caminhões no Porto de Santos, do tema indústria 4.0 e, em especial, da logística 4.0, cujo conceito pode ser aplicado como forma de solução do problema, ao fazer uso de um transportador autônomo, o AGV. O método utilizado é a pesquisa bibliográfica e objetivo é mostrar como a indústria 4.0 pode ser aplicada em regiões portuárias. Serão detalhados os equipamentos portuários comuns nos terminais de contêineres: empilhadeira, portêiner, RTG e veículo portuário. Por fim, serão detalhadas as vantagens e desvantagens dos AGVs, seu uso em operações portuárias e será realizado um breve estudo de viabilidade, resultando no tempo de retorno de investimento ao substituir operadores manuais de veículos portuários. Concluímos que o AGV é viável para substituir o veículo portuário e o tempo de retorno do investimento para um caso hipotético em estudo é de pouco mais de 8 anos.

Palavras chave: Logística 4.0, AGV, automação.

The feasibility of implementing AGVs in port regions

Abstract

This article discusses a possible solution to the problem of the internal handling of cargo in container terminal through automation. Initially, there will be an introduction of the topic of innovation management, the logistics bottleneck truck waiting in the Port of Santos, the theme industry 4.0 and, in particular, logistics 4.0, whose concept can be applied as a way of solving the problem by making use of an autonomous carrier, the AGV. The method used is bibliographic research and the objective is to show how industry 4.0 can be applied in port regions. It will detail the common port equipment at container terminals: forklift, port-carrier, RTG and port vehicle. Finally, the advantages and disadvantages of AGVs will be detailed, their use in port operations and a brief feasibility study will be carried out, resulting in the return time of investment when replacing manual operators of port vehicles. We conclude that the AGV is feasible to replace the port vehicle and the time of return of the investment for an hypothetical case under study is little more than 8 years.

Key-words: Logistics 4.0, AGV, automation.

1 Introdução

A inovação tem importância crescente para aumentar a competitividade das empresas e contribuiu para sua sustentabilidade, o que é reconhecido por vários autores. Tidd, Bessant e Pavitt (2008), afirmam que a gestão da inovação envolve o desenvolvimento de um ambiente favorável a inovação, bem como abordagens e mecanismos que busquem implementar tal desafio, de modo a tornar claro os objetivos e as ações a serem realizadas pela organização. Boa parte das falhas nesse processo se referem a seu modo de gestão.

Segundo a Companhia Docas do Estado de São Paulo (CODESP), o porto de Santos é o maior complexo portuário da América Latina e está localizado na hinterlândia primária da região Centro-Oeste e do estado de São Paulo, sendo essencial para o comércio exterior brasileiro. A gestão da inovação se faz presente no porto para aumentar a movimentação de carga, atender as expectativas dos clientes, gerar emprego e desenvolvimento da região da Baixada Santista. A gestão da inovação tem sido realizado na cadeia logística do porto, pois foi tema de abertura do Santos Export Brasil 2018 - Fórum Internacional para a Expansão dos Portos Brasileiro e a CODESP, apresentou o projeto do sistema VTMS (*Vessel Traffic Management Information System*, ou Sistema de Gerenciamento do Tráfego de Embarcação) no porto. Mudanças serão feitas para adoção do calado (profundidade que o navio pode operar) dinâmico, o que permite otimizar a entrada de navios. O evento também contou com uma introdução sobre *IoT* (*Internet das Things*, ou Internet das Coisas) [A TRIBUNA, 2018b], ou seja, boas práticas da chamada indústria 4.0 é tema recorrente no segmento, o qual será abordado neste trabalho.

Temos como objetivo geral expor os benefícios da implementação da indústria 4.0 no Porto de Santos. E como objetivo específico, atrair a atenção das empresas portuárias sobre a importância de investimentos dos terminais em Logística 4.0, e em especial de sistemas AGVs.

Há diversos trabalhos abordando os gargalos logísticos do Porto de Santos, o que o torna menos competitivo no cenário mundial. Citamos alguns desses problemas: falta de infraestrutura, defasagem de equipamentos, falta de espaço para armazenagens de cargas e contêineres, gargalos nas rodovias e baixa de produtividade (40 - 45 mph). [SANTOS, 2012, p. 2]

Como método de solução do problema, consideramos a implementação de um AGV no porto de Santos como forma de melhorar a movimentação interna de cargas, ao aderir o estágio de logística 4.0. Será feito uma estimativa de tempo de retorno do investimento.

Podemos destacar como questões orientadoras da pesquisa:

- Como está tecnologia AGV no Brasil e no mundo ?
- Como o porto de Santos aderiu a logística 4.0 ?
- Como e para que o AGV pode ser usado no porto de Santos ?

2 Metodologia

Este artigo descreve uma pesquisa científica cujos procedimentos metodológicos estão detalhados a seguir.

Quanto a finalidade, esta pesquisa é classificada como básica estratégica, pois visa desenvolver conhecimentos que possam ser eventualmente utilizados para a resolução de problemas conhecidos. Quanto aos objetivos, podemos classificar esta pesquisa como descritiva, pois toma como ponto de partida a realidade natural, coleta-se informações bibliográficas, analisa-se as variáveis envolvidas e propõe recomendações. Quanto a abordagem, esta pesquisa pode ser classificada como qualitativa, pois não há aplicação de técnicas e ferramentas estatísticas. Utiliza-se o método hipotético dedutivo, pois identificamos algumas hipóteses, testando-as e descartando as reprovadas de acordo com o desenvolvimento do trabalho, obtendo assim conclusões sobre o problema. E por fim, o método utilizado é a pesquisa bibliográfica, tendo como fontes livros e artigos relacionados ao tema gestão da inovação. [FONTENELLE, 2018]

Temos as seguintes hipóteses para este trabalho:

- O AGV pode ser usado em terminais de movimentação de contêineres;
- A produtividade da movimentação interna de terminais de contêineres que utilizarem esta tecnologia aumentará a médio prazo;
- O uso de AGV reduz o custo com mão de obra, ocorrência de avarias e viabiliza a detecção delas.

Não iremos detalhar consequências negativas da implementação de AGVs num primeiro momento, como o desemprego.

3 Revisão da Literatura

Serão detalhados os principais conceitos utilizados no desenvolvimento deste trabalho.

3.1 Indústria 4.0

Segundo Freitas, Fraga e Souza (2016) existem quatro estágios da revolução industrial. O primeiro estágio da revolução industrial se inicia no começo do século XVIII, quando houve a introdução das máquinas a vapor nos processos produtivos. O segundo estágio se iniciou no começo do século XX com a elétrica e a produção em massa, já a terceira revolução industrial se deu na década de 70 com a automatização e a eletrônica. Atualmente temos o conceito de indústria 4.0, sendo esta a 4ª revolução industrial e o estágio mais avançado de tecnologia disponível para sistemas de produção. Este termo é citado por inúmeros governos e estudiosos, bem como seus sinônimos: “Revolução 4.0”, “indústria inteligente”, “internet das coisas industrial”, “indústria inteligente” ou “produção avançada”. Os principais conceitos utilizados na indústria 4.0 estão esquematizados na figura 1.

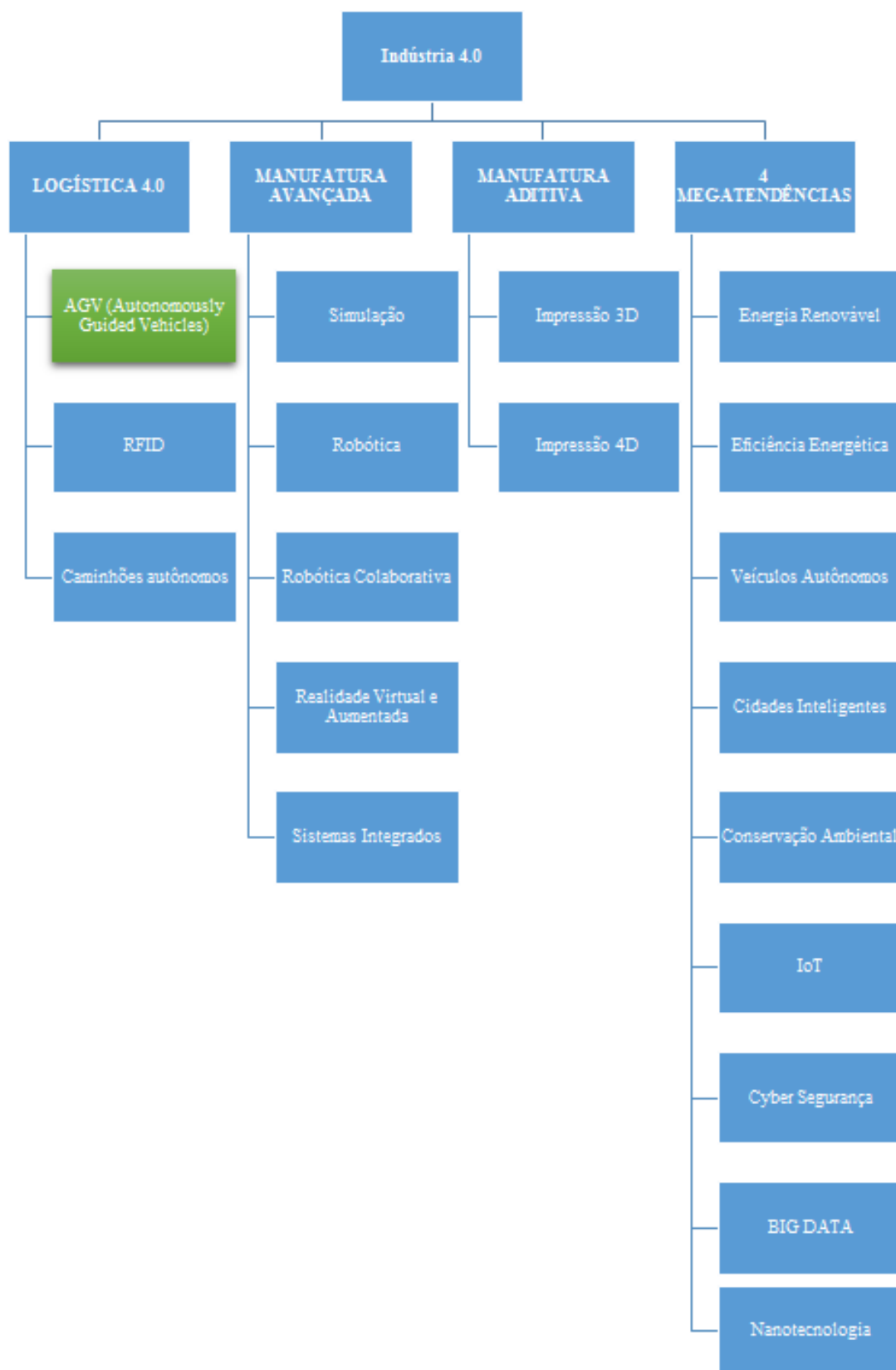


figura 1: Principais tecnologias empregadas na indústria 4.0 com destaque ao AGV

Fonte: Próprios autores.

Atualmente o foco é totalmente estratégico, com estoques zero, *lead time* zero, integração da cadeia de suprimentos, foco nos serviços, etc. Isso pode ser usado na cadeia logística portuária, pois a maioria dos processos de hoje podem ser mudados para aderirem aos requisitos da chamada Logística 4.0. A contribuição de tecnologias como Big Data, Blockchain, Inteligência Artificial, aprendizado de máquina profundo (*Deep Learning*), computação cognitiva e Internet das Coisas (IoT) poderá impulsionar o cenário logístico-portuário do país. [A TRIBUNA, 2018a]. Antes de estudarmos o AGV e os veículos autônomos, é necessário comentar sobre os equipamentos portuários que o mesmo irá interagir.

3.2 Alguns Equipamentos Portuários

Empilhadeiras (RS e EV) - são usadas como equipamento de apoio, principalmente para posicionamento de contêiner para vistoria.

Veículo Portuário (ou TT [*Terminal Tractor*]) - é uma carreta reforçada, voltada para a operação de movimentação de contêineres entre o cais e a pilha. Tem capacidade de suportar cargas com até 60 toneladas.

Portêiner (STS ou *Ship to Shore Crane*) - guindaste que movimenta o contêiner do navio para o terminal. Por padrão, TTs fazem o transporte para a pilha. Os portêineres têm capacidade de içamento de dezenas de toneladas. [PORTONAVE]

Transtêiner (RTG ou *Rubber Tyred Gantry Crane*) - guindaste que faz o movimento do contêiner transportado pelo TT a pilha (armazenamento de contêineres no pátio do terminal) e vice-versa. Facilita a armazenagem porque “anda” sobre a ela, evitando a realização de movimentos desnecessários. Segundo Mitsubishi (2003) e Konecranes (2013), o RTG pode ser automatizado, sendo conhecido como ARTG (*Automated RTG*) e pode ser implementado tanto em terminais *greenfields* (recém-criados) como *brownfields* (mais antigos).

3.3 AGV

O AGV (*Automated Guided Vehicle*, Veículo Auto-Guiado ou Veículo Guiado Automaticamente) é a solução ideal da indústria 4.0 para regiões portuárias, que demandam movimentação de cargas para armazenamento nos terminais e recintos alfandegados. Ele pode automatizar totalmente os processos, porque possibilita distribuir cargas pelo armazém sem a intervenção direta de operadores.

Os AGVs possuem diferentes modelos ou configurações em função de sua aplicação, sendo possível adaptar garfos em sua extremidade para funcionarem como empilhadeiras. [AGVs, 2013]

3.3.1 Vantagens e Desvantagens

Segundo *Conveyco* e *Greenfield Products* (2018), o AGV possui as seguintes vantagens:

Reduz o custo e a dependência de mão de obra, pois podem operar ininterruptamente;

É um veículo elétrico, silencioso e pouco poluente, que pode operar em condições hostis, tais como calor ou frio extremos;

Reduz a necessidade de empilhadeiras e tem maior segurança, pois desempenha tarefa semelhante e são equipados com sensores, que fazem o AGV parar caso encontre pessoas ou obstáculos;

Aumenta a produtividade e a acurácia, pois estão livres de erro humano e podem ser integrados a sistemas WMS;

Possui escalabilidade, pois é possível começar a operar com apenas um e adicionar mais AGVs conforme a necessidade. Isso evita um alto custo inicial de investimento.

E as seguintes desvantagens:

Possivelmente um alto investimento inicial, o que é inviável para pequenos negócios;

Inadequado para tarefas não repetitivas, pois possuem uma programação e trajetos fixos;

Baixa flexibilidade, pois um dos benefícios em usar mão de obra é a possibilidade de pular etapas. Em modelos de negócio que são necessárias rápidas mudanças o AGV pode não ser a melhor solução.

Há modelos compactos, manobráveis em espaços pequenos e apertados, não sendo necessários grandes mudanças no ambiente de produção. A tecnologia tem seus prós e contras, sendo necessário determinar se é viável a sua implementação, que depende do problema a ser resolvido.

Os AGVs são ideais para:

- Operações de vários turnos ou 24/7;
- Médias e longas distâncias;
- Médios e grandes volumes;
- Percursos complexos.

3.3.2 Seu uso em operações portuárias

As vantagens supracitadas tornam o AGV ideal para transporte em terminais portuários de contêineres. Segundo *Konecranes* (2018), os AGVs são usados para descarga rápida e econômica entre o cais e a pilha. Com capacidade de até 70 toneladas, motor elétrico (ou diesel-elétrico), totalmente automatizado, silencioso e com zero emissão de poluentes, o AGV é uma alternativa para aumentar a eficiência do transporte de contêineres (20' ou 40') durante o embarque ou desembarque de navios, substituindo a espera por veículos portuários no STS ou RTG.

Os AGVs necessitam de recarga a cada troca de expediente, uma etapa que dura entre 8 a 12 horas e que pode ser eliminada ao se introduzir uma estação de recarga automatizada durante seu ciclo de operação. Dessa forma, as baterias usadas serão recarregadas automaticamente sempre que houver possibilidade disso. Também é possível realizar a troca e recarga de baterias manualmente. [MARINE INSIGHT, 2017]

3.3.3 Estimativa de tempo de *payback*

Façamos uma estimativa de tempo de *payback* para ter uma noção de quanto tempo o investimento será pago e do retorno anual (devido a economia de custos).

Considerando uma empresa com 4 funcionários operando 24/5 (24 horas por dia, de segunda a sexta). O valor pago a cada funcionário é de R\$ 20 / hora e o custo de um sistema AGV é de R\$ 1.000.000. Assim:

dias de trabalho no ano	260
valor da hora	R\$ 20,00
custo do AGV	R\$ 1.000.000,00
Economia anual de custos	R\$ 124.800,00
tempo de <i>payback</i> [anos]	8,012820513

tabela 1: Estimativa de lucro anual e tempo de *payback*

fonte: Próprios autores

O tempo de *payback* é de pouco mais de 8 anos para esse exemplo hipotético.

4 Conclusões

O AGV poderá substituir os TTs ao receber contêineres dos portêiner e entregá-los na pilha com auxílio do RTG (ou ARTG). O AGV também pode ser considerado como uma adaptação do veículo portuário, aos ser programado para seguir determinados trajetos, substituindo a operação manual do TT. As condições operacionais em terminais de contêineres favorecem a implementação de AGV, pois são repetitivas, mudando apenas a posição de cada contêiner, na pilha ou no cais.

No Brasil, algumas empresas o fabricam, tais como AUMER (em São José dos Campos/SP), Sinova (em São Paulo/SP) e Jungheinrich (Itupeva/SP). Porém, esses AGVs são de baixa capacidade (até 4 toneladas). Para operação em regiões portuárias, há diversos fabricantes internacionais (de AGVs ou ARTGs), tais como Kalmar, Konecranes e VDL.

Futuros avanços neste assunto podem ser feitos através de modelagem e pesquisas quantitativas. A modelagem poderá ser feita com AGVs para contêineres e ARTGs, comparando com o caso sem automação, ou seja, com TTs e RTGs. Pesquisas quantitativas poderão abordar: preços de AGVs disponíveis no mercado, produtividade, vida útil e consumo de energia. Assim, é possível estimar o ROI noção exata dos benefícios da automação para os terminais portuários ao substituir a operação manual de TTs e RTGs.

Referências

- A TRIBUNA. Conferência Portos 4.0 discute o uso de novas tecnologias no setor. Santos. 06 mar. 2018.
- _____. Avanço da tecnologia dá mais agilidade para portos. Santos. 12 set. 2018.
- AGVs. AGV: O que é. Curitiba, 2013. Disponível em: <<http://www.agvs.com.br/oquee.html>>. Acesso em 26 ago. 2018.
- CODESP - Companhia Docas do Estado de São Paulo. Área de influência do Porto de Santos. Disponível em: <<http://www.portodesantos.com.br/relacoes-com-o-mercado/area-de-influencia/>>. Acesso em 15 out. 2018.
- CONVEYCO. The Advantages and Disadvantages of Automated Guided Vehicles. Bristol, 13 ago. 2018. Disponível em: <<https://www.conveyco.com/advantages-disadvantages-automated-guided-vehicles-agvs/>>. Acesso em 08 set. 2018.
- FILHO, Osmar Vinci. Conheça alguns dos Procedimentos realizado no transporte de containers. 29 out. 2015. Disponível em <<https://osmarvincifilho.com.br/blog/conheca-alguns-procedimentos-realizado-no-transporte-de-containers/>>. Acesso em 24 ago. 2018.
- FONTENELLE, André. Tipos de pesquisa. 2017. Disponível em <<https://www.andrefontenelle.com.br/tipos-de-pesquisa/>>. Acesso em 24 jun 2018.
- FREITAS, Matheus M. B. Cardoso; FRAGA, Manoela A. de Farias; SOUZA Gilson P. L. Logística 4.0: conceitos e aplicabilidade: uma pesquisa-ação em uma empresa de tecnologia para o mercado automobilístico. Curitiba: FAE. v. 17, n. 1, 2016.
- GREENFIELD PRODUCTS. VDL AGV. 2018. Disponível em: <<http://www.greenfieldpi.com/vdl-agv/>>. Acesso em 10 set. 2018.
- KONECRANES. Konecranes introduces automated RTG System. Rotterdam: Toc Europe, v. 60, 26 jun. 2013.
- _____. Automated Guided Vehicles. Disponível em: <<https://www.konecranes.com/equipment/container-handling-equipment/automated-guided-vehicles>>. Acesso em 15 out. 2018.
- MARINE INSIGHT. An Insight into the Automated Guided Vehicle (AGV) Used in the Maritime Industry. Índia: Marine Insight, 09 out. 2017. Disponível em: <<https://www.marineinsight.com/guidelines/an-insight-into-the-automated-guided-vehicle-agv-used-in-the-maritime-industry/>>. Acesso em: 15 out. 2018.
- MITSUBISHI. Automated Transfer Crane. Revisão Técnica. v. 40 Extra n ° 2. Jan. 2003. Disponível em: <<https://www.mhi.co.jp/technology/review/pdf/e401ex/e396340.pdf>>. Acesso em 11 out. 2018.
- PORTONAVE - Terminais Portuários de Navegantes. Série: O caminho do contêiner. São Domingos/SC. 2017 Disponível em: <<http://www.portonave.com.br/site/wp-content/uploads/POR-0015-17A-CAMINHO-CONTAINER-2017.pdf>>. Acesso em 24 ago. 2018.
- SANTOS, João Almeida; SANTOS, Eduardo Biagi Almeida. As Dificuldades Logísticas de Acesso de movimentação de Cargas no Porto de Santos. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/34716318.pdf>>. Acesso em 15 out. 2018.
- TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. Gestão da inovação. 3ed. São Paulo: Artmed, 2008.

ANEXO - Glossário

Alguns termos utilizados no texto encontram-se brevemente explicados a seguir.

IoT: *Internet of Things* (Internet das Coisas) é a conexão de diversos dispositivos entre si e a internet;

Lean Manufacturing: também chamado de Sistema Toyota de Produção, caracterizado por baixo estoque e alta diversidade de produtos, eliminando desperdícios;

mph: movimentos por hora, quantos ciclos de produção são realizados a cada hora;

Pilha: armazenamento de contêineres no próprio terminal;

ROI: retorno sobre investimento. Equivale ao retorno obtido com o investimento após certo tempo (no caso, um ano). Com ele, é possível calcular o tempo de *payback*, que é o tempo necessário para o investimento compensar os custos economizados;

WMS: *Warehouse Management System* ou Sistema de Gerenciamento de Inventário;

Pilha: depósito de contêineres no pátio de armazenamento.