

Redução de custos operacionais e condições inseguras em um almoxarifado após automatização de rotas internas

Pedro Ferrelli (Facear) pedroferrelli@hotmail.com
Raphael Ribeiro Machado (Facear) rapha.rm@bol.com.br
Ruy Gomes da Silva (Facear) ruyrqs@gmail.com
Wesley de Araujo Moreira (Facear) wesleyam86@gmail.com

A movimentação de cargas dentro de um armazém ou até mesmo na área fabril é um dos desperdícios mais relevantes em uma empresa, pois além de aumentar o fluxo de veículos e pessoas, não agrega valor ao produto acabado, em face desta problemática o presente artigo apresenta um estudo de caso que trata da viabilização e implementação de um AGV (Veículo Guiado Automaticamente) nas áreas logísticas de movimentação interna de materiais. Esse projeto foi implementado em uma indústria de fabricação de máquinas agrícolas, na cidade de Curitiba/Pr. O AGV é usado no transporte de carrinhos de movimentação interna de peças para pré- montagens de máquinas agrícolas. Com embasamento teórico, explicou-se as aplicações da administração de estoques, a movimentação interna de materiais, os ganhos da aplicação da automação industrial, os diferentes sistemas logísticos e as particularidades dos AGV's. Expõe-se também os ganhos financeiros, os ganhos na área de segurança e os ganhos nos processos da implementação do equipamento.

Palavras chave: Segurança, Logística, AGV, Movimentação.

Reducing operating costs and unsafe conditions in a warehouse after automating internal routes

Cargo movement within a warehouse or even in the manufacturing area is one of the most significant waste in a company as well as increasing the flow of vehicles and people, does not add value to the finished product, in the face of this problem this article presents a case study that deals with the feasibility and implementation of an AGV (Automatically Guided Vehicle) in internal material handling at logistics area.. This project was implemented in a manufacturing agricultural machinery industry in Curitiba / Pr. The AGV is used in the transport of internal movement carts parts for pre-assembly of agricultural machinery. With theoretical foundation, explained to the applications of inventory management, the internal material handling, application gains of industrial automation, the various logistics systems and the particularities of AGV's. It also exposes the financial gains, the gains in the security area and the gains in the processes of implementation of the equipment.

Key-words: Safety, Logistics, AGV, Drive.1

1. Introdução

Em virtude da globalização, tivemos diversos reflexos em vários segmentos industriais, desde o aumento da competitividade e o acesso a diversas tecnologias. Uma das soluções encontradas, embora ainda pouco praticada pelas companhias, é a mudança do conceito logística, agora responsável desde o recebimento da matéria prima até a entrega do produto acabado na casa do cliente. A logística pode atuar em diversas áreas, entre as quais a área de suprimentos, produção e distribuição. (CHING, 2009)

Para que a matéria-prima possa transforma-se ou ser beneficiada, pelo menos um dos três elementos básicos de produção – homem, máquina ou material - deve movimentar-se; se não ocorrer essa movimentação, não se pode pensar em termos de processo produtivo. (DIAS, 2010)

Toda movimentação realizada no interior de uma empresa, não agrega valor ao produto, e essa movimentação teoricamente não é paga pelo cliente. O cliente paga pelo produto, na qualidade e no tempo esperado, o quanto esse produto vai ser movimentado no interior na empresa não interessa para o cliente. Porém, essa movimentação tem um custo, e esta na responsabilidade da empresa gerenciar essa movimentação, e buscar maneiras de reduzir os custos de movimentação, buscando tecnologias para diminuir ao máximo essa movimentação. Muitas empresas optam por mudar o layout da linha de produção e estoque, para conseguir reduções consideradas satisfatórias. (SHINGO, 1996)

A empresa que prima pela manutenção de sua competitividade no mercado globalizado precisa estar constantemente em busca de melhores profissionais e equipamentos, realizando mais com menos. Reduzir custos matendo a qualide e atendendo ao cliente com excelencia é um dos maiores desafios enfrentados pelas empresas. Para conseguir isso é necessário investimento em inovação tecnologica visando diminuir desperdícios, ociosidade, retarbalho e riscos. A automação de processos aparece como uma possivel solução para esses problemas, diminuindo a necessidade da mão humana no porcesso produtivo e proporcionando um controle maior sobre todas as suas etapas. (SILVA, 2013)

2. Fundamentação teórica

Este artigo apresenta um estudo sobre a viabilidade da aplicação de um AGV, a importância em termos financeiros, à utilização de novas tecnologias e alguma ferramenta utilizada na implementação dessa tecnologia. A demonstração desse material está dividido em alguns tópicos: (i) Administração de Estoques, (ii) Movimentação de materiais, (iii) Sistema Logístico, (iv) Automação Industrial, (v) Automatic Guided Vehicle (AGV), (vi) Ferramenta TWTP e (vii) Gerenciamento da Cadeia de Suprimento.

2.1 Administração de Estoques

De muitas formas, a administração de materiais é o inverso da distribuição física. Trata do fluxo de produtos para a firma ao invés de a partir dela. Muitas atividades da administração de materiais são compartilhadas com a distribuição física. Entretanto existem algumas diferenças que são a chave da boa administração do fluxo de suprimentos. Essas diferenças enfocam principalmente o modo pelo qual os fluxos são iniciados e sincronizados e a seleção das fontes de fornecimento. (BALLOU, 2011)

O gerenciamento logístico, do ponto de vista sistêmico, é o meio pelo qual as necessidades dos clientes são satisfeitas mediante a coordenação dos fluxos de materiais e de informação que se estendem do mercado, passando pela empresa e suas operações, até os fornecedores. Para conseguir essa ampla integração da empresa, é preciso uma orientação bem diferente daquela que geralmente se encontra na organização convencional. (CHRISTOPHER, 2009)

De forma geral, estoque é o que compreende todos os produtos que estão armazenados em um determinado local, desde o momento em que é armazenado até quando é direcionado para uma próxima atividade. Tanto na entrada, quanto na saída desse material do estoque, é imprescindível o controle de rastreabilidade e identificação desse produto. Dependendo das particularidades de cada empresa, esses estoques podem apresentar diferentes formas de controle e características. (ARNOLD, 2009)

O estoque tem participação efetiva nos processos produtivos das empresas, como estoques de matéria prima, estoques de produtos não acabados e estoque de produtos acabados. Segundo Arnold (2009) os estoques são materiais e suprimentos que uma empresa ou instituição mantém, seja para vender ou para fornecer insumos ou suprimentos para o processo de produção. Todas as empresas e instituições precisam manter estoques. Frequentemente, os estoques constituem uma parte substancial dos ativos totais.

Tais estoques tem grande importância, principalmente financeiro. Em um balanço patrimonial, podem representar de 20% a 60% dos ativos totais, dependendo do seu tamanho e do ramo empresarial. À medida que os estoques vão sendo utilizados, convertem-se em dinheiro, gerando o retorno sobre o investimento. Todo estoque é um investimento e corresponde a um capital empregado e assim, tem um custo. Para manter uma empresa em funcionamento custa dinheiro, e boa parte desse dinheiro é destinada a capital de giro para a aquisição, manutenção e movimentação de estoques. Além desses fatores, o armazenamento de material geram determinados custos como juros, depreciação, aluguel, equipamentos, mão de obra, obsolescência, seguro e conservação, que se somados geram grandes despesas as empresas. (ARNOLD, 2009)

Muitas empresas buscam implementar o conceito do sistema Toyota de produção. Pois os avanços alcançados utilizando ferramentas desse sistema, já ajudou muitas empresas a sair de situações de crise e alcançar posições importantes no mercado. A principal filosofia desse sistema é o Just-in-Time, o qual diz que se deve produzir a quantidade certa, na hora certa, ou seja, procurar eliminar ao máximo os estoques. Mas a completa aplicação desse sistema, dificilmente é implantada com sucesso por um problema de cultura. Então as empresas buscam a adaptar-se, a sua realidade a um modelo de sucesso, e essa adaptação geralmente compõe na implementação de um estoque de segurança, no qual admite a possibilidade de algumas falhas no sistema produtivo, sem que essas falhas gerem grandes impactos na produção. Com essa redução considerável de estoque, busca-se a diminuir a necessidade de um alto volume do capital de giro, deixando os gastos com estoques menores. (SHINGO, 1996)

A missão do gerenciamento logístico é planejar e coordenar todas as atividades necessárias para atingir os níveis desejados de qualidade e de serviços prestados ao menor custo possível. A logística, portanto, deve ser vista como o vínculo entre o mercado e a base de suprimentos. O alcance da logística perpassa toda a organização, do gerenciamento da matéria prima até a entrega do produto final. (CHRISTOPHER, 2009)

2.2 Movimentações de Materiais

O uso da tecnologia da informação na logística de armazenagem e distribuição pode reduzir tempo de resposta, aumentar a eficiência no uso do espaço físico e na movimentação de materiais resultando em aumento de competitividade. (MACHADO e SELLITTO, 2012)

Para que a matéria prima possa transformar-se ou ser beneficiada, pelo menos um dos três elementos básicos de produção (homem, máquina ou material), deve movimentar-se; se não ocorrer essa movimentação, não se pode pensar em termos de processo produtivo. (DIAS, 2010)

A movimentação de materiais pode ser classificada de acordo com a atividade funcional a que se destinam, tais como cargas unitárias, cargas a granel, embalagens, tipo de armazenamento,

e também pela análise de dados como levantamento de rotas de transporte, layout, custos, e um sistema eficiente de otimização dos processos de movimentação de materiais. (DIAS, 2010)

Com a alta necessidade de se produzir mais com menos, há uma necessidade de redução dessas atividades de movimentação, pois não agregam valor ao custo final do produto, ou seja, se considerarmos a alta movimentação como um problema separado dos demais, a simples redução nos trajetos percorridos desde a entrada do material à empresa até sua transformação na linha de produção, constituiria em uma solução ideal, pois em termos macros, essa pode ser a causa de ociosidade de homens e equipamentos, que tem reflexos negativos nos custos do produto final. Pois a principal função do homem no processo produtivo é processar, controlar ou coordenar, com isso o excesso de movimentação do homem é um desperdício produtivo, no qual no período em que está realizando a movimentação poderia estar produzindo, e se considerar que se contratam pessoas apenas para realizar movimentações, essas pessoas são pessoas consideradas improdutivas. (DIAS, 2010)

Para o problema de alta movimentação de materiais, há diversas maneiras de se aperfeiçoar os processos. Pode-se iniciar com ajustes de layout, melhoria na circulação com corredores bem definidos, melhorando a localização estratégica do(s) almoxarifado(s), deixando as mercadorias mais próximas dos pontos de uso por exemplo. Outro ponto que pode ser melhorado são as rotas de movimentação, que definem por onde e quando os materiais devem ser movimentados, empregando mínimas distâncias a ser percorrida, mínima manipulação dos mesmos, segurança nas movimentações, máxima saturação dos equipamentos e mão de obra, máxima utilização do espaço físico disponível, e o tipo de equipamento a ser utilizado. (DIAS, 2010)

2.3 Sistema Logístico Interno

Com o passar dos anos, o sistema logístico dentro de um cenário global, vem se aperfeiçoando de maneira rápida. O seguimento tem sido alvo constante de investimento para solução de problemas e na redução dos custos do produto final. A embalagem e a movimentação de materiais são componentes do sistema de fluxo, onde os materiais se movimentam em uma instalação de produção até serem convertidos em produto acabado, que é distribuído para consumo. Como partes vitais desta corrente fornecimento-produção-distribuição, a embalagem e a movimentação de materiais poderão contribuir para o aperfeiçoamento da produtividade de todo sistema. (MOURA&BANZATO, 2014)

Seguindo esse fluxo de informações, a logística tem papel vital na eficiência produtiva das empresas. Desde quando o material sai do fornecedor até o seu armazenamento interno, do seu fluxo de movimentação interna para produção, agregando valor ao produto final, todas essas etapas contribuem na eficiência produtiva empresarial. O bom planejamento da logística, seja interna ou externa, garante um bom desempenho produtivo. A logística consiste em fazer chegar a quantidade certa das mercadorias certas ao ponto certo, no tempo certo, nas condições certas e ao mínimo custo. (MOURA&BANZATO, 2014)

2.4 Automação Industrial

Quando se fala em equipamento de movimentação de materiais, após a conclusão prévia das análises dos fluxos de materiais, uma ferramenta muito utilizada na solução de problemas é a automação. Automação industrial é o uso de qualquer dispositivo mecânico ou eletroeletrônico para controlar máquinas e processos. Entre os dispositivos eletroeletrônicos podem-se utilizar computadores ou outros dispositivos lógicos (como controladores lógicos programáveis ou CLP's), substituindo, muitas vezes, tarefas humanas ou realizando outras que o ser humano não consegue realizar. Em muitos casos onde é exigido um alto nível de qualidade, e o ser humano não consegue atingir os parâmetros de qualidade esperado, também é aplicado à automação. É um passo além da mecanização, onde operadores humanos são providos de máquinas para

auxiliá-los em seus trabalhos, porém por lei no Brasil não são todas as atividades que podem ser automatizadas, pois o governo entende-se que se deixar automatizar uma linha de produção inteira, em vários ramos de produção, geraria uma alta taxa de desemprego impactando na economia do país. (NOLL, 2010)

Uma vez compreendido o conceito de logística, a necessidade de automatizar os processos ganha peso nas decisões sobre os investimentos nas organizações, a automação na logística característica ser um conjunto de tecnologias que disponibiliza os meios necessários à operação do processo decisório em qualquer empresa, por meio do processamento dos dados disponíveis, aplicando técnicas computadorizadas ou mecânicas para diminuir o uso de mão de obra em qualquer processo. (NOLL, 2010)

Para Fialho (2008) caracteriza a automação em duas partes, que são: automatismos e automação. Automatismos são os recursos, máquinas e ferramentas de trabalho, com condições de minimizar ou anular o trabalho realizado pelo homem em um processo de produção. Automação não é apenas a troca de homem no processo de produção, mas sim um modo de assegurar produtividade, rendimento, garantia da qualidade do produto e, principalmente, a redução dos custos do processo.

A automação é tratada por Groover (2001) como uma grande área que busca integrar a mecânica, a eletrônica e as tecnologias computacionais no sentido de colaborar com o processo de fabricação. Ainda conforme Groover, o sistema produtivo, pode ser dividido em duas partes para facilitar o controle: automação do processo de manufatura e informatização de amparo ao sistema de manufatura.

2.5 Automatic Guided Vehicle (AGV)

O AGV, veículo guiado automaticamente, é um veículo que se movimenta de forma autônoma dispensando o auxílio de operadores. Desenvolvidos para transporte, transferência e armazenagem de produtos conectam diversas áreas ou máquinas.

Considerado uma das tecnologias, mas interessantes para transportes de materiais nas indústrias, principalmente no que se diz respeito a pagamento de produção (logística), coletar o material do armazém e transportá-lo até a linha de montagem, seu transporte é seguro e eficaz, trazendo grandes benefícios à produção e aos usuários desse sistema. (ATLEE, 2001)

Estes veículos têm como função poupar tempo na execução das atividades, reduzir a mão de obra nas movimentações internas das empresas, redução de custos e otimização de área produtiva que podem comunicar uns com os outros para a otimização de suas rotas assim como passar ou solicitar informações para outras máquinas e equipamentos podendo ser integrados à qualquer ambiente.

Existem diversas maneiras de o AGV reconhecer o percurso que ele deverá realizar, a escolha desta deverá levar em condição a situação do ambiente, principalmente do piso onde será implementado o sistema. Abaixo está sendo citadas três formas utilizadas para aplicação desse sistema:

- Óptica: sensores detectam uma faixa branca entre duas pretas, podendo estas ser pintadas ou até mesmo fitas de demarcação de piso. Sendo a opção mais barata de implementação, esta opção é recomendada para áreas de pouco tráfego de empilhadeiras, ou até mesmo áreas exclusivas para rotas de AGVs. Nesta aplicação basta ter o percurso de faixas branca e preta que os AGVs já conseguem identificar o percurso, não são necessários equipamentos adjacentes.

- Indutiva por Frequência: a Orientação Indutiva por Frequência conta com uma antena que identifica o sinal emitido por um cabo (1,5mm flexível) que através de um corte no piso é colocado à cerca de 20 mm da superfície. Esta implementação é altamente recomendada para áreas de altíssimo tráfego de empilhadeiras e máquinas de arraste, onde possivelmente poderia ser danificada qualquer forma de identificação através de faixas. Para que seja possível a identificação do percurso através da antena nesta aplicação se faz necessária a utilização de um gerador de frequência que deve ser instalado em um painel próximo ao percurso do AGV.
- Laser: para esta aplicação é utilizado um sensor laser fixo no AGV que se orienta através de pontos reflexivos que são fixados em pontos estratégicos como colunas e paredes. Por se tratar de um sistema com custo mais elevado que os outros, a utilização desta tecnologia é recomendada apenas para áreas de tráfego intenso onde não é possível fazer corte no piso (AGVS, 2014).

No estudo de caso que será apresentado, o tipo de sensor escolhido foi o óptico. O sensor fotoelétrico é conhecido como sensor óptico, e baseia-se na transmissão e recepção de luz infravermelha, que pode ser refletida ou interrompida pelo objeto detectado. Esse sensor é composto por dois circuitos básicos: um transmissor, responsável pela emissão do feixe de luz e o receptor, responsável pela recepção do feixe de luz (BONACORSO & NOLL, 2010).

Os principais benefícios na utilização de veículos guiados automaticamente estão na redução dos custos com mão-de-obra, maior flexibilidade no manuseio e transporte dos materiais, melhor organização da programação do processo, melhor utilização do espaço disponível, maior segurança dos sistemas, aumento da produção e controle de inventários mais eficaz (KIM & TANCHOCO, 1999).

2.6 Ferramenta TWTP

É uma ferramenta de qualidade que visa detectar a causa real do evento (excluindo a possibilidade de que ele seria uma condição insegura) e analisar mais profundamente em detalhe as causas ocultas de ato inseguro. Assim, são feitas cinco perguntas que tem como foco verificar competência e conhecimento do operador, verificar gerenciamento e procedimento, verificar atitude e comportamento, verificar fatores de distração, nível de atenção com problemas pessoais e o envolvimento de operadores, envolvendo-os na percepção do "perigo" (YAMASHINA, 2007).

2.7 Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos

Uma cadeia de suprimento engloba todos os estágios envolvidos, direta ou indiretamente, no atendimento do pedido de um cliente. A cadeia de suprimento não inclui apenas fabricantes e fornecedores, mas também transportadores, depósitos, varejistas e os próprios clientes. Dentro de cada organização, utilizando como exemplo uma fábrica, a cadeia de suprimento inclui todas as funções envolvidas no pedido do cliente, como desenvolvimento de novos produtos, marketing, operações, distribuição, finanças e o serviço de atendimento ao cliente, entre outras (Meindl, 2009).

O estoque existe na cadeia de suprimento devido a uma inadequação entre suprimento e demanda. Essa inadequação é intencional em uma siderúrgica, onde é mais econômico fabricar grandes lotes que serão armazenados para vendas futuras. A inadequação é intencional também para um varejista que prefere manter seu estoque como antecipação à futura demanda. O estoque é o principal fator gerador de custos em uma cadeia de suprimento e exerce um forte impacto na responsividade (MEINDL, 2009).

3. Problemática

Este trabalho apresenta um estudo de caso de uma melhoria na área de logística de uma empresa de equipamentos agrícolas localizada na cidade de Curitiba/Pr. Tem como objetivo, apresentar os principais ganhos na utilização da automação no setor de movimentação interna de materiais do estoque para as linhas de produção da empresa.

No projeto de melhoria do sistema de movimentação logístico interno, primeiramente foram levantados os principais problemas que necessariamente precisavam ser reduzidos.

Foram coletados dados junto a segurança do trabalho que registrou em uma só área e em um curto espaço de tempo, dois acidentes relativos a movimentação interna feita com rebocadores. Para estudo das possíveis causas dos acidentes, utilizou-se a técnica de análise TWTP.

Também se verificou que, devido à alta variação da produtividade, havia necessidade de duas pessoas e dois rebocadores para atender a linha de produção.

Coletados preliminarmente esses dados, constatou-se uma oportunidade de resolução de problemas e ganhos financeiros com a implementação da tecnologia de automação na logística, no caso um AGV.

Estudou-se então uma rota que, se bem aplicada, resultaria em ganhos com a utilização do AGV. Utilizando um sistema de navegação óptico, com apenas uma rota de abastecimento o AGV conseguiu fazer o abastecimento de uma linha de montagem com quatro postos e mais uma linha de pré-montagens com três postos. A figura 1 apresenta o layout da rota planejada para implementação do AGV.

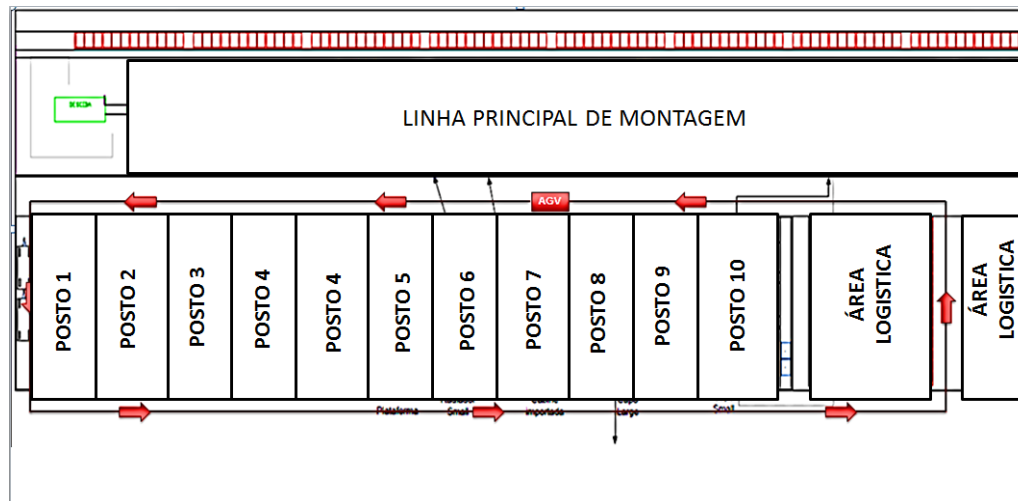


Figura 1 – Esboço de layout de rota proposta para AGV.

Com a instalação do sistema e início das atividades do equipamento, verificou-se grandes ganhos, como em aspectos de segurança e produtividade. Os acidentes logísticos chegaram a zero na área de aplicação, pois ao contrário do uso de rebocadores e empilhadeiras que além do risco físico que traziam a área, que dependia da atenção e perícia dos operadores, a nova sistemática implementada com o uso do AGV, possibilitava o acidente zero, o que antes ocorria em uma média de dois por mês, pois o equipamento conta com sensores que detectam qualquer possível colisão, acionando automaticamente sua parada de emergência, que com essa redução também impactou em ganho de produtividade com a não parada de equipamentos e afastamento de pessoas.

4. Resultados

Os resultados obtidos na implementação do novo sistema de movimentação logística interna podem ser verificados na Tabela 1 e no Gráfico 1, que trazem um comparativo do sistema antigo, baseado em um rebocador, uma empilhadeira e dois operadores, e o novo sistema que utiliza apenas o AGV.

O ganho financeiro anual foi muito expressivo, se levado em consideração os contratos de aluguel de equipamentos, contrato de trabalho com operadores, com todas as suas considerações legais, tem altos custos variáveis às companhias.

Também pode ser destacado que, quanto menos equipamentos estiverem deslocando-se no mesmo local de trabalho, os riscos de acidentes são eminentes. Destacam-se também os possíveis problemas nos fluxos e rotas de abastecimento com a alta concentração de veículos em um determinado local de trabalho.

A tabela 1 e a Figura 1, mostram um resumo dos resultados financeiros da implementação do equipamento. A Figura 2 mostra o AGV cumprindo a rota proposta.

Custos de movimentação	Sistema Antigo	Sistema AGV
Mão de obra de 2 pessoas	R\$ 261360,00	-
Rebocador	R\$ 30000,00	-
Empilhadeira	R\$ 60000,00	-
Aluguel do AGV	-	R\$ 63700,00
Total geral	351360,00	R\$ 63700,00
Ganho financeiro do projeto		R\$ 287660,00

Fonte: Autores, (2015)

Tabela 1 – Ganho financeiro anual do projeto

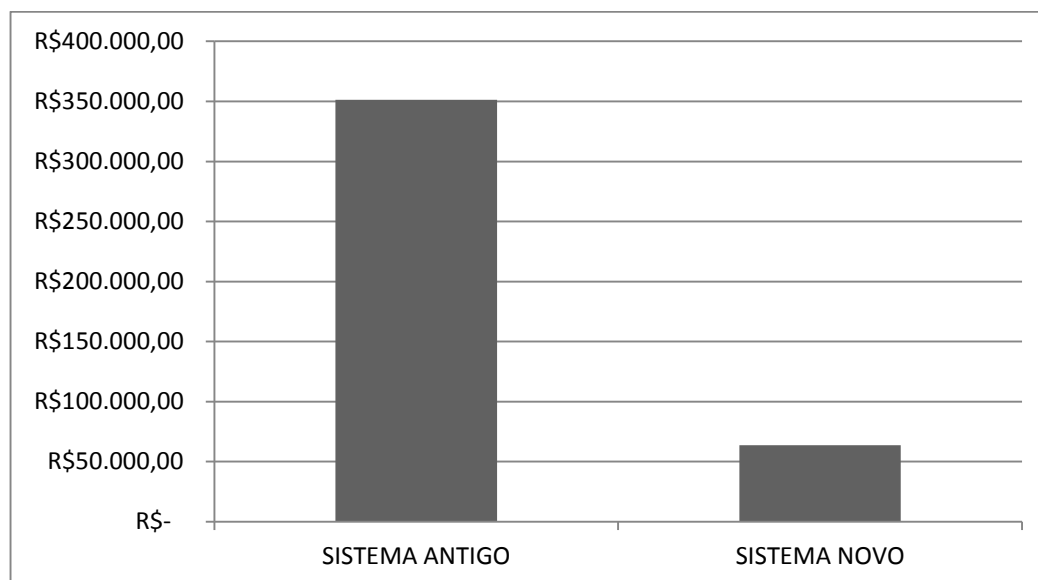


Figura 1 – Comparativo financeiro do projeto

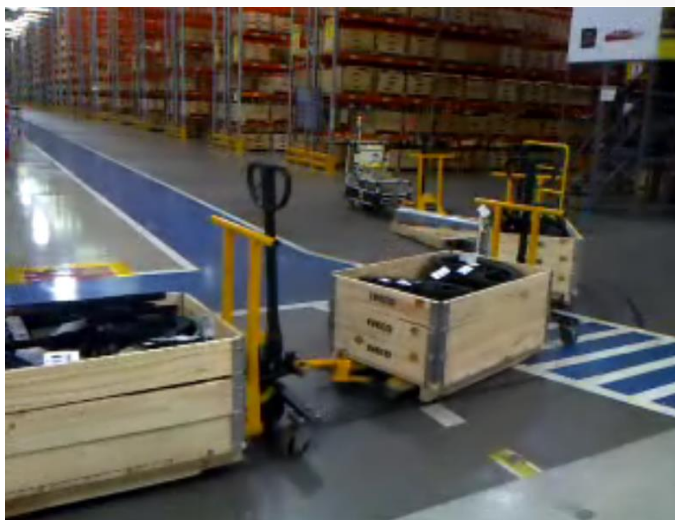


Figura 2 – AGV cumprindo rota proposta

5. Considerações finais

Na análise realizada no presente estudo de caso, concluiu-se que a automação industrial, bem como novas tecnologias apresentam ganhos mensuráveis como o rápido retorno do investimento. O payback do projeto é de menos de um ano, porém obtiveram-se ganhos imensuráveis como saúde e segurança nas áreas de trabalho. Em uma área onde ocorriam em média 2 acidentes mensais relativos a movimentação interna logística, após a implantação do AGV, esse número caiu à zero, o AGV torna-se uma das soluções mais viáveis para resolução de problemas de circulação, movimentação e de segurança nas áreas de logística interna das empresas.

Com a necessidade constante de redução de custos e melhoria nas áreas de segurança, as empresas que não investirem em novas tecnologias para os processos e na resolução dos problemas, muito provavelmente estão fadadas a falência.

Pode-se então afirmar que, com certeza, a automação veio para melhorar os fluxos de trabalho e a forma que ele é realizado, trazendo aos processos produtivos mais agilidade, produtividade, viabilidade financeira e acima de tudo segurança.

Referências

- AGVS, MOVING FORWARD. *Proposta técnica*, 2014.
- ARNOULD, J. R. *Administração de Materiais*. São Paulo: Editora Atlas S. A, 2011.
- ATLEE, J. Selecting safer building products in practice. *Journal of Cleaner Production*, 459 – 463, 2001.
- BALLOU, R. H. *Logística Empresarial*. São Paulo: Atlas, 2011.
- BANZATO, R. D. *Embalagem, Unitização & Containerização*. São Paulo: Iman, 2014.
- CHING, Y. H. *Gestão de Estoques na Cadeia de Logística Integrada*. São Paulo: Atlas, 2009.
- CHRISTOPHER, M. *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos*. São Paulo: CENGAGE learning, 2009.
- CROWSOX, R. *Assembly Process – Finishing, Packaging, and Automation*. New York: Taylor and Francis Group, 2006.
- DIAS, M. A. *Administração de Materiais* São Paulo: Editora Atlas S. A, 2010.
- FIALHO, A. B. *Automação Pneumática: Projetos, Dimensionamento e Análise de Circuitos*. 6ª ed. São Paulo: Erica, 2008.

GROVER, P. M. *Automation, production Systems and Computer - Integrated Manufacturing*. New jersey: Hall, 2001.

KIM, C. W. & TANCHOCO, J. M. *AGV dispatching based on workload balancing*. 1999.

MEINDL, S. C. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos*. São Paulo: Pearson, 2009.

NOLL, N. G. *Automação Eletropneumática*. São Paulo: Editora Érica Ltda, 2010.

SELLITTO, A. M. Benefícios da implementação e utilização de um sistema de gerenciamento de armazens em um centro de distribuição. *Revista produção Online*, 46-72, 2012.

SILVA, D.S. *Análise do Impacto da Automação da Movimentação Interna na Produtividade Industrial*, 2013.

SHINGO, S. *O sistema toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção*. Porto Alegre: bookman, 1996.

YAMASHINA, H. *Challenge to world class manufacturing. International Journal of Quality of Reliability Management*, Kyoto, 12(34), 30-31, 2007.