

ARMAZÉNS INTELIGENTES COM APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS RFID, WMS E MES EM INDÚSTRIAS DO RAMO DE PAPEL

Marcelo Saraiva
Pablo Deivid Valle
Fernando Deschamps
Alessandro Marques

Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Avenida Coronel Francisco Heráclito dos Santos, S/N - Bloco IV do Setor de Tecnologia, Centro Politécnico (Campus III) da UFPR - Bairro Jardim das Américas, Curitiba, PR - CEP 81531-980
marcelo.saraiva@ufpr.br, pablo.valle@ufpr.br, fernando.deschamps@ufpr.br, amarques@ufpr.br

Resumo. Como acontece em qualquer tipo de armazém, os que atendem a produção de fábricas de papel podem também ter problemas, tais como o consumo de recursos desnecessários, espaços em demasia, entre outros, que trazem consequente perda de dinheiro, e muitas vezes, não são considerados em sua totalidade em eventuais reformas ou em novos projetos. Em contrapartida, quando são utilizadas tecnologias de inteligência e rastreabilidade, tendem a ser altamente eficientes, tornando-se então armazéns inteligentes, orientados pela Manufatura Enxuta ou Lean Manufacturing. Dessa forma, este trabalho é de extrema importância para os gestores dessas fábricas, pois descreve os benefícios do uso da rastreabilidade da produção de bobinas de papel com o uso da tecnologia RFID associada à utilização de Sistemas de Gerenciamento de Armazéns (WMS) e Sistemas de Execução da Manufatura (MES), mostrando na prática os excelentes resultados alcançados em algumas iniciativas realizadas, bem como a importância de seu uso conjunto e seus estudos futuros mais aprofundados.

Palavras chave: Armazém inteligente, Papel, RFID, WMS, MES.

1. INTRODUÇÃO

A alta demanda de papel, por uma sociedade cada vez mais consumista, exige que os processos industriais sejam cada vez mais eficientes, sem margem para desperdícios de matéria prima, mão de obra, energia, água, entre outros insumos. Da mesma forma, a capacidade de distribuição desses produtos precisa ter uma alta eficiência, e assim, quanto mais rapidamente são produzidos, armazenados e distribuídos, menos tempo leva para que cheguem aos clientes finais e mais rapidamente são faturados, sendo esta a fórmula ideal de lucratividade de qualquer empresa. Essa receita de sucesso é constantemente requerida por estas organizações, que sempre buscam a otimização de seus processos produtivos, diminuição de desperdícios, entre outras ações da Metodologia *Lean*, mas em novos projetos ou reformas, elas acabam minimizando ou esquecendo seus processos de armazenagem.

Os armazéns de bobinas de papel possuem uma série de processos que devem estar conectados à origem dos pedidos, com o correto manuseio pelos seus responsáveis, pois se eles não os executarem corretamente e na ordem exata para atendê-los, haverá falta ou excesso de produtos armazenados. Outros problemas podem acontecer em função da falta de planejamento na armazenagem, tais como o excesso de espaços consumidos, a falta ou excesso de consumo de *pallets*, a perda de produtos no estoque, entre outros.

Para a mitigação desses problemas, existem tecnologias que podem rastrear todo o ciclo de vida das bobinas de papel, mas em especial, a tecnologia RFID (*Radio Frequency Identification*), teve uma forte evolução e diminuição nos seus custos de implantação. A inteligência no gerenciamento de todo o ciclo produtivo e gerenciamento do armazém pode ser realizada respectivamente com o uso das tecnologias MES (*Manufacturing Execution System*), e WMS (*Warehouse Management System*). Dessa forma, o objetivo desse artigo é correlacionar e demonstrar os enormes benefícios do uso das tecnologias RFID, MES e WMS em armazéns das fábricas de papel através de estudos de casos de sucesso, demonstrando assim o seu potencial, se aplicadas de forma conjunta, nos moldes da filosofia do *Lean Manufacturing*.

2. METODOLOGIA

Este trabalho foi baseado na pesquisa de artigos acadêmicos em publicações especializadas recentes, e através delas, foi possível organizar e demonstrar como o uso das tecnologias RFID, WMS e MES podem contribuir para que armazéns convencionais de bobinas de papel possam se tornar altamente eficientes. Para a realização da pesquisa de revisão bibliográfica, o banco de dados *Science Direct* e os periódicos do Capes foram consultados, devido às suas relevâncias em artigos acadêmicos, permitindo avaliar possíveis inovações no que se refere ao uso de tecnologias inovadoras em armazéns. Além disso, foi utilizado o *Google Search*, propiciando a busca de alguns fornecedores de

tecnologias e alguns casos de sucesso relacionados a este tema. Para tanto, foram usadas as seguintes palavras chave combinadas em um período de busca de 10/11/2020 até 21/04/2021: “armazém inteligente”, “WMS”, “RFID”, “MES”, “manufatura enxuta”, “Indústria 4.0”, “eficiência em armazéns”, “salvar espaços em armazéns” e “armazéns de bobinas de papel”. Tais palavras chave também foram pesquisadas na língua inglesa.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Contextualizando a importância econômica desse segmento, existem pelo menos 250 fábricas produtoras de papel no Brasil (Abtcp, 2020), que produziram o equivalente a 10,4 milhões de toneladas somente no ano de 2019, ocupando a oitava posição dos produtores mundiais, liderados pela China, que produziu 115,4 milhões de toneladas. Neste mesmo ano, somente os dez maiores produtores de papel no mundo produziram pouco mais de 300 milhões de toneladas (Ibá, 2020). Estima-se um crescimento da produção mundial para os próximos anos na ordem de 1,1% ao ano, para números na ordem de 482 milhões de toneladas em 2030 (Paper, 2018), sendo assim um mercado em franca expansão devido à demanda do consumo cada vez maior da população mundial.

Dessa forma, é esperada a expansão na capacidade de produção das empresas produtoras de papel nos próximos anos, através da criação de novas fábricas e também por projetos de ampliação ou melhorias em fábricas existentes, podendo embarcar soluções da Indústria 4.0 na carona das demandas atuais do mercado consumidor, tais como sustentabilidade, rastreabilidade da cadeia produtiva, entre outros, e que cada vez mais exige preço e qualidade.

Tecnologias como IIoT e RFID na coleta de dados, acopladas à sistemas de inteligência como MES, que é capaz de coordenar todo o ciclo produtivo, desde a entrada dos insumos, ajustes da produção, gerenciamento dos recursos e qualidade, visualização das demandas e controle da saída dos produtos acabados, entre outras funcionalidades, permitem um controle adequado da rastreabilidade dos produtos integrada ao controle de produtividade. Adicionalmente, sistemas agregados ao MES também podem ser implantados, tais como o WMS, que faz toda a gestão do armazém, desde a entrada dos insumos, forma de organização da estocagem “fifó” (*first in, first out*), controle das embalagens, entre outras funcionalidades auxiliares.

Quando estas tecnologias (MES, WMS e RFID) são utilizadas de forma conjunta, o processo passa a ser rastreado, controlado e gerenciado até o armazém. Por consequência, toda a produção até a estocagem dos produtos no armazém passa a ser aprimorada, maximizando resultados e minimizando custos, nos moldes da filosofia do *Lean Manufacturing*, conforme será demonstrado a seguir em casos de sucesso da aplicação dessas tecnologias.

3.1. O Armazém Inteligente

Um armazém é um ambiente complexo que combina uma variedade de processos e operações, que incluem a chegada de matéria prima, carga, descarga, armazenamento, planejamento, preparação e confecção das embalagens, entre outros. A Indústria 4.0 nos armazéns sugere uma integração de sistemas de comunicação e computação, suportados por localização de objetos em tempo real, melhorando inclusive aspectos de operação e segurança. Esta plataforma pode gerar dados que podem ser processados em tempo real para ajudar na tomada de decisões e eventualmente permitir que os sistemas falem entre si. Halawa *et al.*, (2019).

3.1.1. A utilização do RFID para rastreabilidade das bobinas

A problemática na identificação e rastreio de bobinas de papel em um armazém tem as mesmas dificuldades se compararmos com outros tipos de produtos, tais como a perda de correlação do pedido com o produto, perda da etiqueta de identificação (*label*), dificuldade de rastreabilidade no espaço físico, entre outras. Como consequência desses exemplos de problemas, a cadeia produtiva e de armazenamento podem gerar a movimentação da mesma bobina, seja por esteiras ou por empilhadeiras, na ordem de 10 a 20 vezes, antes de ser consumida, aumentando a chance de danificá-la pelo excesso de manuseio, consumindo tempo de operação, pneus e combustível em demasia. (Storaenso, 2017).

As bobinas de papel podem ter grande variação de características físicas, tais como o peso, diâmetro, comprimento e gramatura, dependendo do tipo de papel. Como exemplo, podemos ter uma bobina produzida com 0,5 metros até 1,5 metros de diâmetro e de 0,3 metros até 4,5 metros de altura, com gramaturas variando de 10 g/m² até 500 g/m², e pesos variando de 1000 Kg até 6800 Kg. Estas bobinas podem ser armazenadas e distribuídas com embalagem por plástico tipo *stretch*, por tampos reforçados de papelão nas suas extremidades circulares, ou simplesmente podem ser vendidas apenas com o *label*, que contém a descrição do produto, cliente, dados técnicos, entre outros. (Storaenso, 2017).

A movimentação de bobinas dentro de um armazém após a sua fabricação (Fig. 1), bem como o seu armazenamento para posterior envio aos clientes, deve ser uma operação extremamente cuidadosa, pelo tipo de produto que está sendo manuseado, requerendo também extrema organização, devido à necessidade de localizá-las de forma rápida e precisa para atender ao processo de qualidade (necessidade de rebobinamento por defeitos, por exemplo), ou para atender o processo do envio final para os clientes.



Figura 1. Exemplos de movimentação de uma bobina dentro de um armazém (Storaenso, 2017)

No processo tradicional de leitura dos dados das bobinas, existe a necessidade do operador de empilhadeira coletar as informações manualmente através de uma pistola de leitura de código de barras. Devido à possibilidade do manuseio inadequado das bobinas pelas empilhadeiras, podem acontecer avarias nos *labels*, que por sua vez podem ocasionar falhas em suas identificações, ou em algumas vezes, essas falhas podem acontecer antes mesmo da aplicação das identificações nas bobinas, por erros na gravação do *label*.

Para a mitigação destes problemas, pode ser utilizada a tecnologia RFID, desde a criação das bobinas na máquina de papel, com a rastreabilidade total acontecendo a partir da enroladeira até o final do armazém, podendo chegar inclusive aos clientes finais, se estes também contarem com leitores de *tags* RFID em suas instalações. Isto pode ser feito com segurança com a aplicação de um tag RFID diretamente no tubete da bobina, que é o núcleo onde o papel é enrolado, evitando assim que ele seja danificado durante o manuseio do seu ciclo de vida.

A empresa SCA, localizada em LeTheil, na França, aplicou essa tecnologia em seu processo produtivo de papel tipo Tissue. Dentro dessa fábrica é necessário um estoque regulador de bobinas que pesam 2,5 toneladas, sendo que o estoque intermediário não era gerenciado pelo WMS, ocasionando erros na contabilidade manual do depósito. A movimentação dessas bobinas era baseada em processos de leitura de código de barras.

Com a adoção da tecnologia RFID, conseguiu-se automatizar o processo de 40.000 bobinas de papel, gerando 200.000 transações no seu sistema WMS integrado com o sistema MES, eliminando erros e incrementando dados de qualidade. (Turckvilant, 2020).

O custo de um tag RFID para aplicações em rastreabilidade de bobinas de papel já foi um forte limitante por empresas brasileiras na adoção dessa tecnologia, mas atualmente pode variar de US\$ 0,18 até US\$ 0,25 a unidade, dependendo da quantidade a ser adquirida pelas empresas, tornando a adoção dessa tecnologia cada vez mais atraente. (Turckvilant, 2020).

3.1.2. A inteligência no gerenciamento do armazém de bobinas

O gerenciamento de um depósito de bobinas não automatizado é feito tradicionalmente por pessoas, que alimentam sistemas de controle, e que por sua vez podem variar de um conjunto de planilhas em Excel®, até um sistema avançado de visualização e localização de objetos. Contudo, quando o processo de digitalização é realizado neste ambiente, os seus benefícios são potencialmente aproveitados, permitindo que as organizações aumentem a eficiência e a produtividade, proporcionando ao mesmo tempo uma maior transparência e precisão na movimentação dos produtos. (Mahroof, 2018).

O WMS é uma plataforma muito importante para todo o processo de *supply chain* e sua significância está em constante evolução com o incremento de inovações e desenvolvimentos. O processo de um armazém inclui uma variedade de diferentes subprocessos, tais como a separação dos pedidos, manuseio, carregamento de itens e empilhamento. O projeto de um novo armazém envolve um grande número de decisões e ações que podem afetar o seu custo de instalação. Inicialmente, os requisitos do sistema WMS serão definidos com o volume e *mix* de produtos, rendimento, capacidade de armazenamento, tempo de coleta, tempo e qualidade do atendimento, entre outros, que podem variar conforme as necessidades de mercado, exigindo revisões periódicas do sistema de gerenciamento existente, pela atualização e novas demandas do mercado. Yener *et al* (2019).

Normalmente, as bobinas de papel precisam ser armazenadas de acordo com a sua natureza, isto é, com o tipo e dimensões do papel fabricado. Em armazéns de bobinas de papel cartão, por exemplo, pode existir a necessidade de rebobinamento quando ocorrem problemas de qualidade durante a sua fabricação (manchas de óleo, furos, entre outros), e o trabalho de reparo dessas bobinas, antes do processo de venda, é normalmente realizado o mais próximo possível da área de estocagem. Sendo assim, a forma de armazenamento é uma das premissas em um bom projeto para estocar

bobinas, como podemos ver no exemplo abaixo (Fig. 2), em um armazém construído pela empresa Palm Paper na Inglaterra, que conta com o auxílio do WMS:

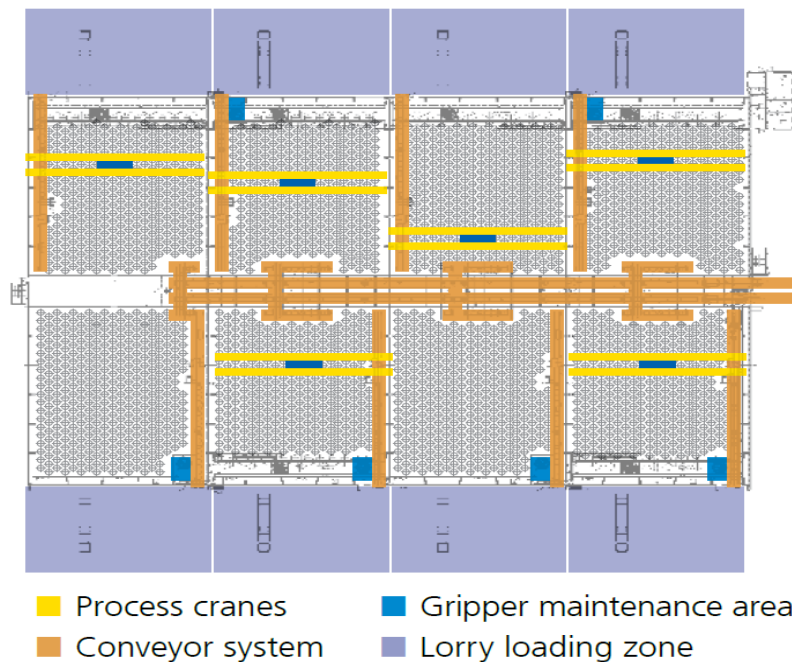


Figura 2. *Layout* de armazém automatizado na Palm Paper em King's Lynn, UK (Demag, 2018)

O *layout* desse armazém mostra quatro baias de 112,5 x 36,5 metros, com sistemas de pontes rolantes. As duas baias adjacentes são divididas em um padrão de grade para as pilhas das bobinas de papel com 750 e 1350 mm de diâmetro, e as duas outras baias são divididas em um padrão de grade para outras pilhas, medindo entre 1200 e 1600 mm de diâmetro. Esta divisão permitiu uma utilização ótima do espaço disponível, e com um nível teórico de preenchimento do armazém de 100% na ordem de 65.000 toneladas, cobrindo uma área total de mais de 12.000 m². (Demag, 2018).

Através de um sistema computacional, grupos de bobinas de papel (com altura total de 3.600 mm, e peso acima de 6 toneladas), são precisamente transportados para seus destinos e posicionados em pilhas com até 11,5 metros. As pontes rolantes (Fig. 3) são controladas pelo WMS e este sistema estabelece comunicação com a operação e também com o sistema dos clientes, que recebe os dados de produção. O WMS então comunica o destino das bobinas para o sistema de esteiras e para o sistema de pontes rolantes. O sistema principal finalmente envia a lista de carregamento para o WMS, que assegura que as bobinas de papel sejam transportadas corretamente para a área de carga dos caminhões. (Demag, 2018).



Figura 3. Sistema de coleta das bobinas por ponte rolante na Palm Paper em King's Lynn, UK (Demag, 2018)

Todos os dias, mais de 9.600 bobinas de papel são movidas dessa forma. Como benefício, além da precisão na carga dos caminhões e do correto armazenamento nas baias, houve um incremento de capacidade de volume armazenado na ordem de 30% (Demag, 2018).

A aquisição de um sistema WMS, independentemente da forma do sistema empregado para a rastreabilidade das bobinas, precisa ser customizada conforme as necessidades e particularidades do armazém ao qual será empregado, e assim, cada aplicação pode ter um custo diferenciado. (Turckvilant, 2020).

3.1.3. O gerenciamento da manufatura próximo ao armazém

De uma forma geral, a proximidade entre WMS e MES era muito pequena, onde cada bloco fazia a sua inteligência de forma distinta e nem sempre falavam entre si, sendo que alguns dados desses sistemas precisavam eventualmente falar com sistemas ERP. Em tempos atuais, essa situação está mudando, e os armazéns estão ficando cada vez mais sob a guarda da manufatura, precisando de uma solução de gerenciamento que suporte essa funcionalidade.

Necessidades atuais de *e-commerce* e realidade da produtividade, que trabalhem muito próximas das necessidades dos pedidos, são direcionadas para soluções de sistemas MES e WMS, eliminando possíveis gargalos de produção. (Michel, 2018a).

Os sistemas então precisam estar totalmente integrados para atender a produção, que são demandados pelo Sistema ERP, através dos pedidos, que por sua vez precisa sincronizar o planejamento de fabricação e planejamento de armazenagem, em tempo real.

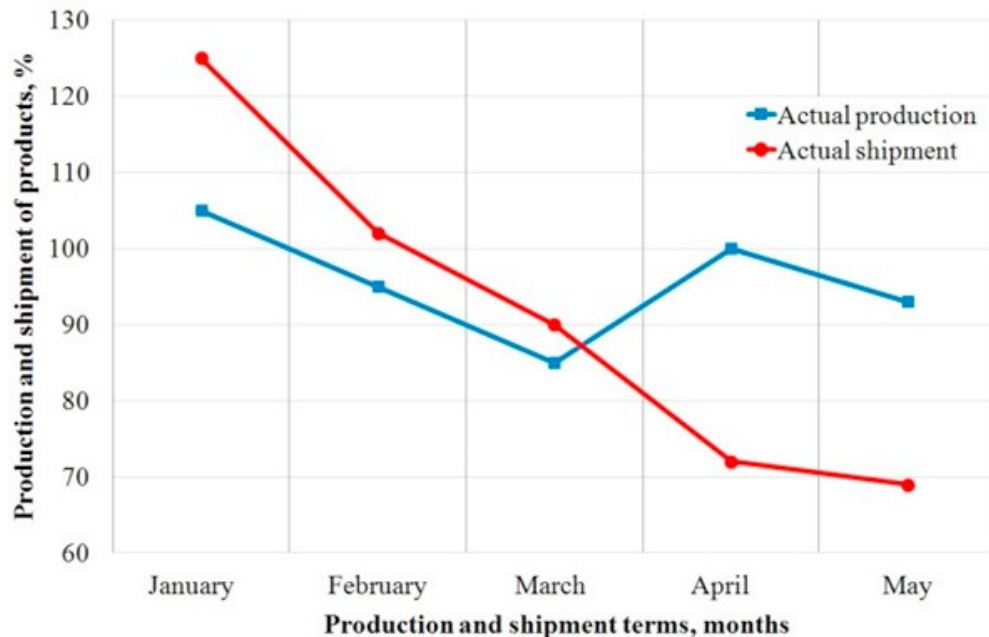


Figura 4. Plano de Produção versus Despachos para 2018. Syreyshchikova *et al* (2020).

A Figura 4 acima mostra esquematicamente os indicadores reais da produção e expedição estudados em percentagem para 2018, para um estudo de caso realizado em uma empresa na Rússia, que evidencia os problemas de diminuição dos valores reais de cumprimento do plano de produção, ficando evidente, neste caso, que não há relacionamento entre produção e distribuição, e consequentemente em armazenagem. Syreyshchikova *et al* (2020).

Para o estudo e mitigação desse problema, já pensando na utilização do MES e WMS integrados como solução, existem alguns elementos lógicos entre esses sistemas, como por exemplo, enviar componentes ou outros materiais do processo de trabalho (WIP - *Work in Process*) para as suas células de produção da fábrica, entre outros (Fig. 5). No início do processo, o sistema WMS recebe a informação dos insumos para a produção, que são transmitidos para o sistema MES realizar o gerenciamento da produção e ao mesmo tempo para o sistema ERP, para o gerenciamento global dos custos e outras ações. O outro lado de sincronismo lógico necessário é no final das linhas de produção, para que os produtos fabricados sejam enviados para o embarque.

As tendências de *e-commerce* para o envio direto e estoques mais enxutos, fazem cada vez mais que WMS e MES trabalhem em conjunto e em tempo real para assuntos de visibilidade de estoque e nível preciso de localização de produtos acabados. (Michel, 2018b).

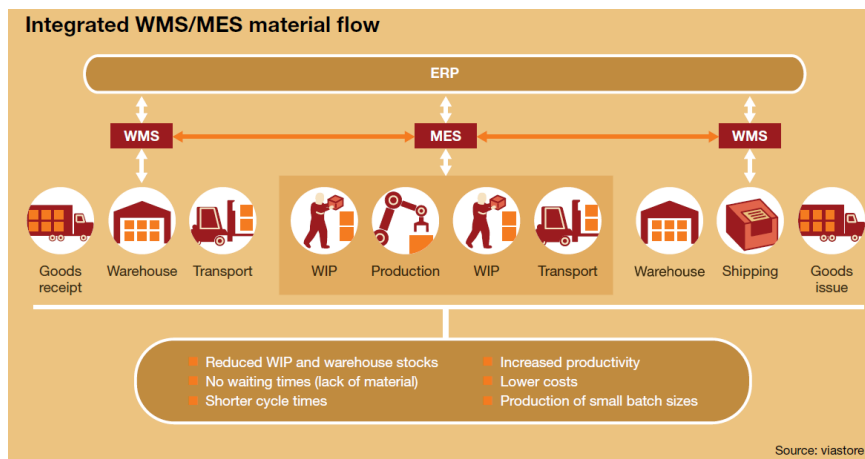


Figura 5. Integração ERP, MES e WMS (Michel, 2018b).

A aquisição de um sistema MES, independentemente da forma do sistema empregado para a rastreabilidade das bobinas de papel e do WMS, precisa ser customizada conforme as necessidades e particularidades do negócio ao qual será empregado, e assim, cada aplicação pode ter um custo diferenciado. (Turckvilant, 2020).

Observando as tecnologias RFID, WMS e MES indicadas como possíveis soluções integradas no controle de armazéns inteligentes de bobinas de papel, podemos então destacar as seguintes funcionalidades neste processo:

Tabela 1. Correlação entre o Processo do Armazém e a Tecnologia apontada como solução

Processo	Tecnologia	Nota
Programação da produção baseada na carteira de pedidos e controle dos insumos	MES	
Identificação das bobinas de papel na saída da Máquina, por pistola leitora ou por antenas nas empilhadeiras	RFID	No corpo da bobina
Definição da melhor posição dentro do Armazém, baseada na venda dos produtos e datas de necessidades dos clientes, garantindo a menor movimentação possível de bobinas	WMS	
Controle do posicionamento das bobinas de papel dentro do armazém, com certificação do local armazenado, por antenas nas empilhadeiras	RFID	Nas posições no armazém
Identificação da distribuição dos pedidos para os caminhões nas docas, por antenas nas empilhadeiras	RFID	Nas Docas
Identificação do envio das bobinas de papel rejeitadas por qualidade para reprocessamento, através de portais	RFID	Nos limites físicos do Armazém
Baixa do estoque para o sistema ERP quando a bobina sai do armazém, via rejeito ou para o cliente	MES	

3.1.4. Os fatores de análise para a adoção do Armazém Inteligente

A adoção das tecnologias para a construção de um armazém inteligente de bobinas de papel precisa primeiramente estar alinhada com os conceitos do *Lean Manufacturing*, onde os seguintes critérios, ao mínimo, precisam ser analisados para se comprovar a viabilidade de uma reforma ou um novo Projeto:

Tabela 2. Análise de Custos para a viabilidade do Armazém Inteligente

Custos para análise	Impacto
Bobinas danificadas e reformadas por excesso de manuseio	Alto
Bobinas com falhas ou com perda de identificação	Alto
Desperdícios com uso de empilhadeiras, incluindo consumo de pneus, gás ou eletricidade	Alto
Desperdícios de insumos	Alto
Desperdícios de espaços no armazém	Alto
Outros (custos de mão de obra, serviços de terceiros, equipamentos, etc.)	Médio

Adicionalmente, as boas práticas enxutas (*Lean*), bem como as práticas sociais, ambientais, organizacionais, da cadeia de abastecimento, financeiras, e gestão de qualidade total, precisam ser também analisadas como fatores de decisão e pesadas nos fatores de custos. Raut *et al* (2020).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de RFID em bobinas de papel para a sua rastreabilidade no processo produtivo e armazenagem traz inúmeros benefícios, como adotado pela empresa SCA, automatizando o processo de 40.000 bobinas, totalizando 200.000 transações na integração com o WMS e MES (Turckvilant, 2020).

A Aplicação do WMS na Palm Paper conseguiu aumentar a capacidade de armazenamento de bobinas de papel na ordem de 30% (Demag, 2018).

Um dos resultados do estudo de caso realizado em uma empresa na Rússia evidenciou a problemática da produção trabalhar de forma isolada em relação ao armazém, e mostrou a importância da utilização do MES integrado ao WMS em uma organização. Syreyschikova *et al* (2020) e (Michel, 2018b).

A avaliação da aplicação de integração entre ERP, MES e WMS no ciclo completo da produção se mostra aderente à realidade atual, onde cada vez mais os estoques precisam ser enxutos, a produção maximizada e melhor aproveitada, com os estoques rastreados e precisos (Michel, 2018b).

Portanto, a adoção das tecnologias RFID no rastreamento das bobinas e a adoção da aplicação de WMS e MES aliada ao uso de ERP, é totalmente aderente na aplicação em Armazéns de bobinas de papel, seja em Projetos novos ou em reformas de armazéns existentes, pela realidade atual do mercado cada vez mais exigente de custos baixos e alta disponibilidade de produtos.

5. CONCLUSÕES

Nota-se que, principalmente no estudo de caso apresentado na empresa SCA, a adoção da tecnologia RFID foi determinante na precisão da informação, e o resultado conjunto com as aplicações nos sistemas WMS e MES, que já eram existentes, trouxeram os ganhos de otimização de custos e maximização de lucros esperados, em total alinhamento às expectativas pregadas pelas filosofias do *Lean Manufacturing*.

A utilização do RFID, WMS, e MES, associados ao uso do ERP, são cada vez mais necessárias nas organizações que produzem papel, conforme os excelentes resultados descritos nos estudos de caso apresentados neste artigo.

O custo inicial e o custo de sustentabilidade no uso das tecnologias MES, WMS e RFID em processos produtivos de fabricação de papel ainda não são atraentes no Brasil para algumas organizações, apesar de terem diminuído drasticamente nos últimos anos. Sendo assim, este tema necessita de um estudo completo e detalhado do CAPEX e OPEX para a justificativa de um futuro investimento ou reforma, e que pode variar conforme a organização.

Finalmente, os fatores de análise de custos apresentados neste artigo precisam ser explorados e estudados ao extremo pelos gestores de fábricas de papel, para garantir a viabilização de projetos semelhantes nas organizações.

6. AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi suportada pelo corpo docente do Instituto de Soluções Aplicadas (INSTA) da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

7. REFERÊNCIAS

- Abtcp, 2020. “Mapa das Fábricas de Celulose, Papel e Convertedoras no Brasil e América Latina”. 10-Mar-2020. <<https://www.abtcp.org.br/quem-somos/osetor/mapa-das-fabricas>>.
- Demag, Palm Paper, 2018. “Palm Paper in King’s Lynn, UK - The task: challenging - The solution: technology made by Demag Cranes”. 01-Jan-2009. <https://www.demagcranes.com/sites/default/files/media/documents/21369544_EN_DE_110930_3.pdf>.
- Halawa, Farouq; Dauod. Husam; Lee, In Gyu; Li, Yinglei; Yoon, Sang Won; Chung, Sung Hoon, 2019. “Introduction of a real time location system to enhance the warehouse safety and operational efficiency”. 28-Out-2019. <<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107541>>.
- Ibá, 2020. “Indústria Brasileira de Árvores – Relatório 2019”. 01-Fev-2020. <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>>.

- Mahroof, Kamran, 2018. "A human-centric perspective exploring the readiness towards smart warehousing: The case of a large retail distribution warehouse ". 01-Dez-2018. <<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.11.008>>.
- Michel, Roberto, 2018a. "MES meets the Wharehouse – Modern Materials Handling". 01-Ago-2018. <<http://web-a-ebscohost.ez22.periodicos.capes.gov.br/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=01ed4d33-97b5-493c-9ed2-f1debd54834e%40sdc-v-sessmgr03>>.
- Michel, Roberto, 2018b. "Modern Materials Handling - MES meets the Warehouse". 01-Ago. 2018. <<http://web-a-ebscohost.ez22.periodicos.capes.gov.br/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=d3d900cf-a09a-47db-9806-5775554b56fa%40sessionmgr4008>>.
- Paper, Environment, 2018. "The State of the Global Paper Industry". <https://environmentalpaper.org/wp-content/uploads/2018/04/StateOfTheGlobalPaperIndustry2018_FullReport-Final-1.pdf>.
- Raut, Rakesh D, Mangla, Sachin Kuma, Narwane, Vaibhav S., Dora, Manoj, Liu, Mengqi Liu, 2020. "Big Data Analytics as a mediator in Lean, Agile, Resilient, and Green (LARG) practices effects on sustainable supply chains". 14-Dez-2020. <<https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102170>>.
- Storaenso, 2017. "Optimised Paper Handling and Logistics – Best Practice Guide". 31-Jan-2017. <<https://www.storaenso.com/en/newsroom/news/2017/1/optimised-paper-handling-and-logistics>>.
- Syreyshchikova, Nelli V., Pimenova, Danil Yu, Mikolajczyk, Tadeusz, Moldovan, Liviu, 2020. "Automation of Production Activities of an Industrial Enterprise based on the ERP System" In *13th International Conference Interdisciplinarity in Engineering (INTRR-ENG 2019)* – Procedia Manufacturing 46 (2020) pgs 525-532.
- Turckvilant, 2020. "Tracing Paper Roll ensures SCA can Check – Write – Transfer – Convert & Reuse". <https://turckvilant.com/success_story/tracing-paper-roll-at-sca/>.
- Yener, Furkan, Yazgan, Harun Resit, 2019. "Optimal warehouse design: Literature review and case study application". 05-Fev-2019. <<https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.01.006>>.

8. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.

INTELLIGENT WAREHOUSES USING RFID, WMS AND MES TECHNOLOGIES IN PAPER MANUFACTURING INDUSTRIES

Abstract. *As in any sort of warehouse, those which attend the production of paper mills, may also have problems, such as the consumption of unnecessary resources, too many spaces, among others, which bring consequent loss of money, and are often not considered in their entirety in eventual reforms or new projects. On the other hand, when intelligence and traceability technologies are used, they tend to be highly efficient, thus becoming intelligent warehouses, guided by Lean Manufacturing. Therefore, this work is extremely important for paper mill managers, as it describes the benefits of using paper roll traceability using RFID technology associated with warehouse management systems (WMS) and the manufacturing execution systems (MES), showing in a practical way the excellent results achieved in some initiatives carried out, as well as the importance of their jointed use and their further in-depth studies.*

Keywords: *Intelligent Warehouse, Paper, RFID, WMS, MES.*

RESPONSIBILITY NOTICE

The authors are the only responsible for the printed material included in this paper.