
ANÁLISIS DE LOS DESAFÍOS DEL ALMACENAMIENTO EN LA ECONOMÍA 4.0

SOFIA ALEXANDRA LOPES

PEDRO FERNANDES DA ANUNCIAÇÃO

FRANCISCO JOAQUIM MADEIRA ESTEVES

Instituto Politécnico de Setúbal (IPS)

La interconexión entre los sistemas y las tecnologías de la información (en adelante, STI) y las actividades económicas constituye un factor crítico de éxito en el contexto económico actual. Los STI, tienen como objetivo recoger, seleccionar, tratar y analizar los datos y transformarlos en información útil para los gestores, añaden valor a la organización cuando apoyan las actividades operativas y facilitan la generación de conocimiento para los responsables.

Esta es una realidad transversal de cualquier sector económico y, en particular, del sector logístico. El desarrollo del sector logístico apoya actualmente un funcionamiento económico en tiempo real, en el que los productos deben estar disponibles cuando el consumidor los necesite o los desee. La capacidad de suministro en períodos de tiempo cortos ha reducido las necesidades de almacenamiento de los minoristas, asumiendo el SI un papel central en la gestión de las necesidades, el suministro de productos y la reducción al mínimo de las rupturas de existencias. Un sistema logístico crea valor para el cliente cuando pone a disposición el producto correcto, en la cantidad y lugar adecuados, en un tiempo oportuno y al menor coste posible (Moura, 2006). Esta condición sólo es posible ante la capacidad de articulación e integración de las cadenas de valor y de los sistemas que las soportan. Para ello, es necesaria una visión urbanística sobre las cadenas de valor y sobre la organización (Anunciação & Zorinho, 2006) y una perspectiva sobre la logística

de la información (Anunciação *et al.*, 2018) como dimensiones pertinentes que permiten enmarcar el desarrollo de actividades económicas.

Entre los diversos *stakeholders* que participan en la cadena de suministros o cadena logística, destacan los almacenes. El almacenamiento cubre el «gap» existente entre la producción y el consumo, reduciendo los costes del sistema logístico. Además, permite la colocación de los productos en el *time-to-market* más adecuado a las exigencias del mercado, optimizando las respuestas al consumidor y la mejora de los servicios asociados. La omisión del almacén en un sistema logístico sólo sería posible mediante una sincronización perfecta entre la producción y el consumo, junto con la existencia de un medio de transporte rápido y adaptado para transportar pequeñas cantidades hasta el consumidor (Carvalho, 2017).

El recurso a los almacenes siempre se ha derivado de la necesidad de creación de existencias, resul-

tante de que existen diferencias entre el abastecimiento y el consumo a lo largo del tiempo, dado que el consumo se produce continuamente mientras el abastecimiento/producción se realiza por lotes de pedido. En este sentido, consideramos que en ocasiones la demanda puede ser desconocida, y podría ser necesario disponer de existencias suficientes para hacer frente a las fluctuaciones.

LA IMPORTANCIA DE LOS STI EN LA CADENA DE SUMINISTRO ▼

Según el *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP, 2013), la gestión de la cadena de suministro (en adelante, SCM) implica la planificación y gestión de todas las actividades de adquisición, abastecimiento, almacenamiento, conversión y otras que se desarrollan entre agentes, proveedores de servicios logísticos y clientes. La gestión de la SCM se constituye como una función integradora, con responsabilidad en la conexión de las funciones y procesos de negocios intra e inter-empresas, buscando un modelo de negocio cohesionado y de alto rendimiento que incluya actividades de gestión logística, de producción y distribución, y que impulse la coordinación de los procesos y actividades como marketing, ventas, diseño de producto, finanzas y tecnología de la información (CSCMP, 2019).

Para lograr un alto nivel de eficiencia y eficacia en su gestión, es preciso organizar y encajar la diversidad de sistemas, flujos y operaciones, que garanticen la coherencia de los objetivos de la cadena descendente. A este respecto, los STI desempeñan un papel esencial y su integración en los distintos sistemas organizativos, funcionales y tecnológicos, parece ser un factor crítico para el funcionamiento adecuado de las SCM. Este factor crítico nos remite a la necesidad de una dimensión urbanística y/o constructiva de los STI, en la medida en que esta integración soporta la interdependencia entre los agentes económicos y el mantenimiento de una economía de red a través de la cual se difunden ideas y conocimientos, donde se cruzan actividades económicas y se gestionan infraestructuras conjuntas de soporte (Anunciação & Zorinho, 2006).

La importancia de la red radica en el valor colectivo de la misma, es decir, en el retorno de los vínculos económicos que se pueden establecer entre los miembros. Este valor aumenta en proporción al número de organizaciones que puede utilizarlo, careciendo de algunos requisitos organizativos, donde coexista una arquitectura apropiada a la información estándar, la coordinación entre *stakeholders*, responsabilidad colectiva, y retroalimentación de desempeño, entre otros.

Los STI contruidos con criterios de eficacia, aportan beneficios a toda la organización y conducen al rápido procesamiento de la información, permitiendo a los gestores la toma de decisiones correctas y realistas asociadas a la obtención de ventajas competitivas,

el aumento de la eficiencia, la reducción de los costes de funcionamiento, la mejora de la productividad, la mejora de la capacidad de respuesta de los sistemas transaccionales, etc. (Carvalho, 2017).

Algunos de los hitos tecnológicos que marcaron niveles diferenciados de desarrollo tecnológico en SCM fueron, entre otros, los códigos de barras, asociados a la identificación de productos; el *Electronic Data Interchange*, relacionado con los intercambios de datos entre *stakeholders* de negocio; *Materials Requirements Planning*, en el control de inventarios y de producción; *Manufacturing Resource Planning*, en la puesta a disposición de información a partir del plan de producción a todas las áreas funcionales (compras, almacenaje, finanzas, ...); un sistema de gestión del almacén, el control en tiempo real de la manipulación y el almacenamiento de los productos en los almacenes (pedido, entrega, almacenamiento y picking); el *Supply Chain Management Systems*, en la planificación y toma de decisiones estratégicas en la cadena de suministro; la *Radio Frequency Identification Device*, en la identificación automática de objetos a través de ondas de radio; el *Advanced Planning and Scheduling*, en el apoyo a la relación entre la oferta y la demanda y su previsión; el *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment*, en la puesta en común de previsiones y resultados entre los socios del SCM.

Sin embargo existen otros desarrollos tecnológicos, asociados a la automatización de los procesos logísticos y de naturaleza industrial (p.e., robots en las fábricas y almacenes) que han sido considerados en la optimización de los procesos logísticos y de los flujos internos de los materiales (Echelmeyer, Kirchheim, & Wellbrock, 2008). En lo que respecta a lo movimiento:

AGV - carros automáticos, accionados por un software de navegación, que transportan mercancía de pequeña/grande, en cortas/medias distancias (Williams, 2016);

Power y Free Conveyor – estructuras metálicas rectas o curvilíneas que sirven para transportar cargas que requieran una línea de proceso continuo (Ultimation Industries, 2018);

Roller Conveyors – estructuras de acero colocadas a lo largo de la fábrica para el transporte de materiales en una línea de producción (Systems, s.d.);

Sorters – sistema que realiza la clasificación de los productos según sus destinos (recepción de la mercancía, transporte y distribución al canal correcto), a través de la lectura continua de un código de barras insertado en cada caja/producto.

En cuanto a Picking se destaca:

Voice Picking – captación de voz, mediante micrófono, para indicación por el colaborador de determinados comandos que al ser procesados generan datos;

Pick to Light – forma rápida e intuitiva de saber la ubicación y la cantidad exacta que el operador debe recoger para la operación, a través de Leds luminosos y displays (Srl, 2015);

Trans ascensores para pallets – máquinas para el almacenamiento automático de paletas, que se desplazan por los pasillos y realizan las funciones de entrada, almacenamiento y salida de mercancías, guiadas por un software de gestión que coordina todos los movimientos (Mecalux, 2020 a);

Carrusel horizontal y vertical – sistema de almacenamiento para cargas pequeñas y medianas, basado en una estrategia de entrega del producto al colaborador (Mecalux, 2020 b).

En la manipulación y envasado se destaca:

Robots de manipulación - dispositivos electromecánicos capaces de realizar trabajos de manera autónoma o preprogramada (Fanuc, s.d.);

Sistema para paletizar - dispositivo electromecánico automático de consolidación de los envases/cajas, paletizándolos (Solutions, 2020 a) (Solutions, 2020 b);

Sistema para embalar pallets - dispositivo automático que embala con cinta plástica palets con «n» envases (Embalagem, 2020).

Teniendo en cuenta que la logística sirve de puente entre la industria y los consumidores, también es importante tener en cuenta la evolución de la industria 4.0 y considerar los retos asociados al almacenamiento. En cuanto a la logística se verifica la posibilidad de seguimiento en tiempo real del flujo de los materiales, la optimización y eficiencia en el transporte, entre otros beneficios. Algunos expertos del tema afirman que sólo será posible existir industria 4.0 si la logística es capaz de abastecer los sistemas de producción en el momento correcto, en la cantidad exacta, con la calidad precisa y en el lugar correcto. Para ello, será necesario reestructurar los tradicionales enfoques de gestión, reorganizar procesos de creación de valor, realizar cambios dentro y entre empresas, definir infraestructuras y estándares apropiados, garantizar la seguridad de los datos y formar a personas para que puedan obtener un resultado positivo de este cambio (Hofmann & Rüsch, 2017).

En el ámbito de la industria 4.0 se podrán destacar los sistemas Ciber-físicos, el *Big data Analytics*, la *Internet of Things*, la *Internet of Services*, la manufactura aditiva (impresión 3D), la inteligencia artificial (IA) y la realidad aumentada (RA). Los sistemas ciberfísicos son sistemas dotados de capacidades computacionales y físicas capaces de interactuar con humanos, estando directamente conectados a un ambiente físico, debiendo ser confiables y seguros (Lee & Seshia, 2017). Estos pueden aplicarse en controles de procesos, control de energía, sistemas automatizados avanzados y estructuras inteligentes (Pires, 2016). Permiten el intercambio de información en tiempo real entre máquinas industriales, cadenas

de suministro, proveedores, sistemas de negocio, clientes y cualquier otro tipo de objeto/tecnología, así como el control, la adaptación, la supervisión, interacción y personalización de cualquier área necesaria (Zanni, 2015). Los CPS permitirán crear una amplia integración de clientes y socios de negocios en los procesos de negocio y de valor agregado y aportará un vínculo entre la producción y la alta calidad (Kagermann, Wahlster, & Helbig, 2013) (Vieira, Nicola, Junior, Simon, & Correr, 2018).

El término *Big Data* expresa el fenómeno de la exponenciación de los datos y se aplica al tratamiento de grandes volúmenes de información con diversidad significativa de características, variedad y valor (Nascimento, HSU, Meneghetti, & Barzotto, 2017) (Akerkar, 2014) (Schonberger & Cukier, 2013) (Zikopoulos & Eaton, 2012). En este ámbito, se tenderá hacia una lógica industrial de autoconocimiento, autoabastecimiento, auto-comparación, auto-reconfiguración y auto-mantenimiento, dependientes de los análisis inteligentes a través del big data y de otros sistemas ciberfísicos (Lee *et al.*, 2014). En la SCM la aplicación del big data proporcionará, en general, mejoras en el intercambio de información, en la actualización y procesamiento de los datos en tiempo real. Estos factores son importantísimos para la correcta gestión del flujo de SCM proporcionando informaciones decisivas para la realización de los procesos del día a día.

El *Internet of Things* (en adelante, IoT) se refiere a una conexión de equipos y sensores en red a Internet, permitiendo la realización de intercambios de información y comunicaciones, con el objetivo de lograr reconocimientos inteligentes, posicionamiento, rastreo, monitorización y administración (Patel & Patel, 2016). Podemos encontrar el IoT en cualquier parte del proceso de SCM, en el transporte, posibilitando el seguimiento de la carga en tiempo real para controlar retrasos, desvíos o incluso robos, en la gestión de existencias, permitiendo controlar en tiempo real todos los insumos y salidas del almacén y un mayor control de las materias reduciendo costes y desperdicios.

Internet of Services (en adelante, IoS) presenta una perspectiva intangible, es decir, no engloba objetos, máquinas o cualquier otro elemento físico, pero abarca un conjunto de funcionalidades abstractas (Reis & Gonçalves, 2018). IoS cubre un conjunto de funcionalidades haciendo emerger el concepto de SoA (*Service-Oriented Architecture*). El término Internet de los Servicios surgió de la unión de dos conceptos: Web 2.0 y SoA - Arquitectura Orientada a Servicios (Schroth & Janner, 2007). En logística podemos encontrar a IoS como la aplicación que permite al individuo controlar el transporte de la mercancía a través de una aplicación, con uso de internet, en cualquier dispositivo, en cualquier lugar y en cualquier momento.

La fabricación aditiva, término actual para el prototipado rápido (RP - *Rapid Prototyping*) o impresión

3D, describe el proceso de creación rápida de un sistema o de una representación de piezas antes de su producción o comercialización. Actualmente la fabricación aditiva es vista como un conjunto de tecnologías disruptivas que está cambiando la forma en que se diseñan los productos y cómo se establecen los negocios. Su versatilidad se refleja en una gran agilización de la cadena de suministro, es decir, el uso de la impresión 3D permite reducir inventarios de producción, mano de obra y los costos de transporte. La posibilidad de crear impresas en cualquier punto reduce la necesidad de transporte y entrega de material, reduce drásticamente las existencias y el número de procesos productivos y, consecuentemente, la cantidad de mano de obra.

La Inteligencia artificial (en adelante, IA) expresa el fenómeno de la inteligencia aliada a la ingeniería, buscando construir instrumentos para apoyo a la inteligencia humana y la creación de máquinas capaces de realizar tareas humanas que requieren el uso de la inteligencia (Lab, 2018). Estos sistemas son capaces de almacenar y manipular una gran cantidad de datos, adquirir, reproducir y manipular conocimiento, dada la capacidad de deducir o inferir nuevos conocimientos de un conocimiento existente y de utilizar métodos de representación y manipulación para resolver problemas complejos (Lab, 2018). En cuanto a la logística, se observan beneficios visibles en la posibilidad de rastrear en tiempo real el flujo de los materiales, permite una optimización y eficiencia en el transporte y brinda la posibilidad de gestionar de forma más eficaz, precisa y oportuna los riesgos.

La Realidad Aumentada (en adelante, RA) comprende sistemas que integran información digital en el entorno del usuario en tiempo real, permitiendo que los objetos existentes en su mundo físico sean mejorados por la información percibida (Schueffel, 2017). Las soluciones de RA son operacionalizadas sobre equipos habitualmente compuestos por procesador, display, sensores y dispositivos input y funcionan sobre software que deriva las coordenadas del mundo real y utiliza marcadores para registrar y activar la información virtual, proporcionando una experiencia inmersiva del sujeto, y ampliando consecuentemente la riqueza de la información sobre los objetos reales. Las aplicaciones de RA son importantes para el proceso de innovación de «Warehouses», orientando al colaborador hacia la ubicación correcta de realización «picking», ahorrando tiempo y aumentando la tasa de elección, validando los elementos elegidos y reduciendo los errores referentes (Manners-Bell & Lyon, 2019). De hecho, la RA puede simplificar y mejorar varias actividades complejas en el marco de la gestión de «Warehouses» como la planificación, asignación y «selección» de solicitudes, el control de inventarios y la manipulación de materiales.

Así pues, por muy prometedoras que sean las perspectivas de la innovación tecnológica, será necesario conseguir un resultado positivo de este cambio.

OBJETIVOS, METODOLOGÍAS Y CASO DE ESTUDIO

Este trabajo tuvo como objetivo analizar los desafíos asociados al «almacenamiento 4.0», enfocando los STI que se encuadran en el desarrollo futuro de las actividades de almacenamiento. Para ello, se realizó el estudio en uno de los mayores minoristas alimentarios de Portugal. La elección de esta organización se basó en la importancia de la gestión del almacenamiento en este tipo de actividad económica (minorista), en la medida en que es evidente la relevancia del almacenamiento en la cadena de suministro.

La organización elegida es una de las mayores empresas del sector en Portugal, siendo líder del mercado, presentando 6.435 millones de euros en el año 2019, datos actualizados en marzo de 2020. Se trata de una multinacional que está presente desde 1959 en el mercado nacional, con principal foco en el minorista alimentario, salud y bienestar, presentando un conjunto de formatos distintos donde ofrece una variada gama de productos. La organización cuenta, hasta 2019, con 709 tiendas por todo el país, empleando cerca de 53 mil colaboradores, colabora con un club de productores con más de 200 miembros con 12 mil puestos de trabajo y apoya 1.175 instituciones realizando 6.383 horas de voluntariado. Presenta además, una notoriedad de marca del 100%, siendo que cerca del 85% de las familias portuguesas usan la tarjeta de fidelización. Adicionalmente, la organización gestiona también un portafolio diversificado de negocios en diversas áreas como, vestuario, retail de electrónica, retail deportivo, servicios financieros, gestión de inversiones, centros comerciales y telecomunicaciones, en conjunto participa en unas 90 marcas. Además de Portugal, la organización se encuentra en otros continentes como con un equipo de profesionales en todas las partes del mundo, estando presente en 74 países, realizando operaciones, prestación de servicios a terceros, oficinas de representación, acuerdos de franquicias y asociaciones.

La magnitud de la inversión financiera en investigación, desarrollo e innovación por parte de la organización, muestra el nivel de importancia atribuido a la misma, que registra una tasa de crecimiento anual de dos dígitos desde 2005, superior a la media de las 1000 mayores empresas del mundo en relación con los gastos de I+D+I. Las cifras de innovación se expresan en 429 alianzas en 34 países, 1079 proyectos de I+D+i y 110 millones de euros de inversión en I+D+I. Se asume en la empresa la relevancia del papel de los SI en la logística, al considerarse que permite a la empresa mejorar su diferenciación competitiva, establecer mejores precios y, por consiguiente, obtener una ventaja competitiva sostenible.

En el desarrollo del estudio se desarrollaron las siguientes etapas:

identificación de las actividades de almacenamiento para la identificación de las tecnologías de soporte;

TABLA 1
SISTEMAS Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN DIRIGIDOS A LOS ALMACENES

Sistemas y Tecnologías de la Información	Director Almacén	Director de SI
AGVs	Importante	Importante
Power e Free Conveyors	Poco importante	Nada importante
Roller Conveyors	Importante	Nada importante
Sorters	Muy importante	Poco importante
Voice Picking	Muy importante	Muy importante
Pick to light	Muy importante	Importante
Trans-Ascensores para pallets	Importante	Importante
Carruseles horizontales/verticales	Importante	Poco importante
Robots de manipulación	Muy importante	Poco importante
Sistema de paletización	Muy importante	Poco importante
Sistema para embalar pallets	Muy importante	Muy importante
Sistema Ciber-Físico	Muy importante	Poco importante
Big Data Analytics	Muy importante	Importante
IoT (Internet of things)	Muy importante	Poco importante
IoS (Internet of Services)	Importante	Ns/Nr
Manufactura Aditiva (impresión 3D)	Muy importante	Nada importante
Inteligencia Artificial	Muy importante	Ns/Nr

Fuente: Elaboración propia

determinación de la pertinencia de las tecnologías teniendo en cuenta la oferta existente en el ámbito de la innovación tecnológica;

identificación de las tecnologías existentes en la organización como parte del proceso As-Is;

identificación de las tecnologías con mayor potencial de aplicación en el almacenamiento para la definición de To-Be;

efectos previstos.

En la realización del estudio empírico se adoptaron entrevistas semiestructuradas, realizadas al responsable de los almacenes y al responsable de los sistemas de información de la empresa. Ambos fueron consultados en relación con los ámbitos mencionados anteriormente.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Por lo que se refiere a la primera fase del estudio, fue la identificación de la naturaleza de las actividades realizadas en el almacén, llegando a identificar las siguientes:

Yard Management (inbound/outbound) – gestión de muelles y planificación en el componente de entrada y salida de mercancía;

Receiving – recepción de la mercancía;

Putaway – asignación de la mercancía a sus lugares de reserva y/o selección desde la recepción;

Replenishment – reaprovisionamiento de las ubicaciones de *picking*;

Waving – creación de tareas de picking con asignación de los stocks a los pedidos de tiendas, con criterios y secuencias de asignación;

Loading – proceso de asociación de pedidos producidos al plan de transporte definido y, por consiguiente, al proceso de carga;

Shipping – proceso de «facturación» de los pedidos a las tiendas. No es efectivamente una facturación es sólo la confirmación del envío (*Shipment*) enviando la información al host system para su posterior facturación a las tiendas.

Estas actividades permiten caracterizar la naturaleza de la gestión del almacenamiento y prever mejoras mediante la adopción específica de tecnología.

Por lo que se refiere a la segunda parte del estudio, clasificación de la importancia de las tecnologías mencionadas, las respuestas permiten constatar que existen diferentes percepciones entre los dos responsables, conforme tabla 1. En el caso del responsable de la gestión de los almacenes es evidente que tecnología más relevante engloba los sorters, el *voice picking*, el *pick to light*, los robots de manipulación, el sistema para paletizar, el sistema para embalar pallets, el sistema Ciber-Físico, el *Big Data Analytics*, el *IoT*, el *Manufactura Aditiva*, y la *Inteligencia Artificial*. Sin embargo el Director de SI considera como muy relevante el *voice picking* y el sistema para embalar pallets.

TABLA 2
STI PRESENTES ACTUALMENTE EN LOS ALMACENES

Sistemas y Tecnologías de la Información	Director Almacén	Director de SI
STI actuales en los almacenes	→ WMS → Voice Picking → Robots para embalar paletas	→ WMS → Voice picking → Sistema de Storax → Drive-in con shuttle (en breve)

Fuente: Elaboración propia

TABLA 3
STI QUE PRESENTAN UN MAYOR POTENCIAL PARA LA ORGANIZACIÓN

Sistemas y Tecnologías de la Información	Director Almacén	Director de SI
Tecnologías con mayor impacto para los SI y su gestión	→ Sorters → Robots de manipulación → Sistema de paletización	→ Big Data Analytics → IoT → Inteligencia Artificial

Fuente: Elaboración propia

Es de destacar que varios autores como Zachman (1987), Sowa y Zachman (1992) o O'Rourke, Fishman y Selkow (2003) mencionan la relevancia de la articulación de las diversas perspectivas existentes entre los diversos actores de los STI. Esta aparente contradicción en la relevancia de los STI en relación con el almacenamiento pone de relieve la importancia de la dimensión de la arquitectura en los sistemas de información. Esta asignación de la clasificación requeriría, en trabajos futuros, una mayor clarificación entre estos dos responsables, como forma de optimización y estudio de las futuras estrategias de inversión de la empresa.

En la tercera fase del estudio, analizamos los STI presentes actualmente en los almacenes, existiendo también una diferencia en las respuestas de los entrevistados, como puede verse en el la tabla 2. Esta constatación podría justificarse, en su caso, por el diferente conocimiento del área objeto de examen, ya que el Director de STI indica una futura inversión en Drive-in con shuttle un servicio de traslado no conocido por el director del almacén. Drive-in con shuttle es un sistema que puede ser semiautomático o automático y que está compuesto por un tipo específico de estantería (con railes que permite que el robot/ shuttle circule) y por un robot (shuttle) implementado en la estantería, que transporta la mercancía de un lugar a otro, colocándola en la posición correcta.

En cuanto a las tecnologías que presentan un mayor potencial para la organización, en el ámbito del almacén y de los SI, tabla 3, se constata que el responsable del almacén hace referencia a los *Sorters*, Robots de manipulación, Sistema para paletizar, mientras que el responsable del SI menciona el *Big*

Data Analytics, IoT e Inteligencia Artificial. Es evidente que existen discrepancias en las respuestas de los entrevistados, dadas las diferentes áreas de responsabilidad y actuación de los mismos.

Por lo que se refiere a la última dimensión analizada, los impactos de la aplicación de los STI identificados, tabla 4, se constata que el responsable del almacén destaca la reducción de los costes laborales, la mayor eficiencia, la optimización en el proceso de *picking*, el mayor rigor de las existencias/inventarios, y la optimización de los almacenes, mientras que el director de SI exceptúa la capacidad de análisis en tiempo real, la disminución del tiempo de realización de tareas, y la reducción de costos de mano de obra.

Habida cuenta de las diferencias en la apreciación de la misma realidad por parte de los dos responsables y de que no ha habido oportunidad de profundizar en su conocimiento, sería interesante, en futuros trabajos, investigar la razón de estas discrepancias.

CONCLUSIÓN

La organización objeto de estudio es una de las mayores empresas de venta de alimentos y es líder del mercado. Su volumen de negocios asciende a 6635 millones de euros. Se encuentra trabajando en Portugal desde 1959 y presenta constantemente resultados anuales positivos. Esta multinacional busca sistemáticamente la optimización de todos sus valores, apostando en particular por la evolución de los sistemas de información y por la aplicación de premios a proyectos innovadores desarrollados por las empresas del grupo y por los equipos internos, socios comerciales, universidades, players y empresas de los más variados sectores.

TABLA 4
IMPACTO DE LA APLICACIÓN DE LOS STI IDENTIFICADOS

Sistemas y Tecnologías de la Información	Director Almacén	Director de SI
¿Cuáles son los posibles impactos de la aplicación de las tecnologías seleccionadas en la cuestión anterior?	→ reducción de los costes laborales	
	→ mayor eficiencia;	→ Capacidad de análisis en tiempo real
	→ optimización en el proceso de <i>picking</i> ;	→ reducción del tiempo de ejecución de las tareas
	→ mayor exactitud de las existencias/inventarios	→ Reducción de costes laborales
	→ optimización de los almacenes	

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos evidencian la relevancia de las tecnologías de la información en la gestión de los almacenes, pudiendo afirmar que la organización, a lo largo de los años, ha venido realizando diversas modificaciones referentes a los STI utilizados. Los datos procedentes de las entrevistas y los cuestionarios permiten concluir que la organización no está tecnológicamente desarrollada lo suficiente para considerarse un almacén 4.0, sin embargo presenta algunas tecnologías en los almacenes para ayudar a las tareas del día a día, como el voice picking, robots para embalar pallets, un sistema de storax y se encuentra actualmente implementando un sistema de drive-in con shuttle.

Si bien es frecuente hablar de la importancia de la aplicación de sistemas y tecnologías de la información, hay que tener en cuenta también las elevadas inversiones que requiere su aplicación, así como la complejidad de toda su aplicación. Es necesario realizar diversos estudios, tanto sobre la propia organización como sobre el mercado, de manera que se sepa cuál es el mejor camino a seguir para evitar el fracaso o gastos innecesarios.

Así, el éxito de los sistemas y tecnologías de información en la gestión de la cadena de suministro pasa por el hecho de que la organización sabe elegir y integrar el conjunto de tecnologías más adecuadas o que se adapta mejor a sus necesidades, objetivos y a sus principios logísticos.

No obstante, para que pueda iniciarse un proceso de cambio, es necesario que la empresa reconozca lo antes posible la necesidad existente de tener una gestión logística adecuada y una cadena de suministro integrada. Esta percepción se acentúa cuando las organizaciones sienten incentivo y motivación para realizar el cambio a menudo derivado de entornos competitivos exigentes y complejos que conjugan elevados niveles de presión simultánea en términos de niveles de eficiencia, tiempo de respuesta, complejidad y niveles de servicio (Beth, David N. Burt, & *et al*, 2003).

El éxito de la implementación de un sistema o tecnología de información en la gestión de la cadena de suministro no se deriva sólo de la compra del mismo. Esto implica también, por ejemplo, la cultura de la organización, es decir, es importante reconocer la importancia de la planificación integrada y el análisis de los indicadores de evaluación del rendimiento, así como de todo el flujo y las necesidades de la organización, con el fin de dar visibilidad y mayor peso a los parámetros establecidos (Beth, David N. Burt, & *et al*, 2003).

Por último, podemos concluir a través de los cuestionarios y las entrevistas realizadas, que existe un interés significativo por parte de la organización en adquirir más tecnología y sistemas de información integrados con toda la cadena de valor, siendo presentados como posibles inversiones, por parte del director de los almacenes los sorters, los robots de manipulación y los sistemas para paletizar, de parte del director de sistemas de información, éste sugiere la aplicación del *big data Analytics*, del IoT y de la inteligencia artificial, sin embargo, no parecen ser para su aplicación inmediata debido a la cotización dada en la cuestión relativa a la relevancia de los sistemas y tecnologías de la información.

REFERENCIAS

- Akerkar, R. (2014). *Big data computing*. Boca Raton: CRC Press: Taylor & Francis Group, LLC.
- Anunciação, P. F., & Zorinho, C. (2006). *Urbanismo Organizacional - Como Gerir o Choque Tecnológico nas Empresas*. Lisboa: Edições Sílabo
- Anunciação, P. F., Rosa, M., Costa, Monique, & Oliveira, V. (2018). *The Importance of Logistics Dimension in Information Management: The Volkswagen Case Study*, Handbook of Research on Strategic Innovation Management for Improved Competitive Advantage, 2018, Chapter 30, 583-601, DOI: 10.4018/978-1-5225-3012-1.ch030
- Carvalho, J. C. (2017). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. Lisboa: Edições Sílabo.
- CSCMP. (2013). SUPPLY CHAIN MANAGEMENT – TERMS and GLOSSARY, Council of Supply Chain Management Professionals. Obtido de <https://cscmp.org/CSCMP/Aca->

demia/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921, consultado em 28 de novembro de 2020

Echelmeyer, W., Kirchheim, A., & Wellbrock, E. (2008). International Conference on Automation and Logistics. *Robotics-Logistics: Challenges for Automation of Logistic Processes*

Embalagem, E. -S. (2020). *Envolvimento com Filme Estirável*. Obtido em 2020, de <https://www.embalcer.pt/pt/Categorias/Envolvimento-com-Filme-Estiravel>

Fanuc. (s.d.). *Robôs industriais*. Obtido em 2020, de <https://www.fanuc.eu/pt/pt/rob%C3%B4s>

Hofmann, E., & Rüsch, M. (13 de Abril de 2017). Computers in Industry. (E. B.V., Ed.) *Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics*, pp. 23-34.

Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (Abril de 2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Obtido de <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>

Lab, O. (23 de Abr de 2018). *Observador*. Obtido de Inteligência Artificial: <https://observador.pt/explicadores/inteligencia-artificial/>

Lee, E., & Seshia, S. (2017). *Introduction to Embedded Systems - A Cyber-Physical Systems Approach* (Second Edition ed.). MIT Press.

Lee, J., Kao, H.-A., & Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. *Procedia CIRP* (16), 3-8. Obtido em 2020, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827114000857?via%3Dihub>

Manners-Bell, J. & Lyon, K. (2019). *The Logistics and Supply Chain Innovation Handbook*, Kogan Page

Mecalux, S. (2020, a)). *Armazéns verticais e carrosséis verticais ou horizontais*. Obtido em 2020, de <https://www.mecalux.com.br/manual-de-armazenagem/sistemas-de-armazenagem/armazem-vertical-carrossel-horizontal>

Mecalux, S. (2020, b)). *Transelevadores para paletes*. Obtido em 2020, de <https://www.mecalux.pt/armazens-automaticos-para-paletes/transelevadores-para-paletes>

Moura, B. d. (2006). *Logística – Conceitos e Tendências*. V. N. Famalicão: Centro Atlântico

Nascimento, C., HSU, P., Meneghatti, M., & Barzotto, L. (2017). Inovação nos negócios por meio da Análise de Big data. Obtido em 2020, de <https://singep.org.br/6singep-resultado/333.pdf>

O'Rourke, C., Fishman, N., & Selkow, a. W. (2003). *Enterprise Architecture Using the Zachman Framework*. Pennsylvania State University: Course Technology

Patel, K. K., & Patel, S. M. (2016). Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges. *International Journal of Engineering Science and Computing*. Obtido em 2020

Pires, L. (2016). Sistemas ciber-físicos: o futuro da Manutenção Industrial? Obtido em 2020, de https://www.researchgate.net/profile/Luis_Pires12/publication/309780775_Sistemas_ciber-fisicos_o_futuro_da_Manutencao_Industrial/links/5bfe8355a6fdcc1b8d4872ff/Sistemas-ciber-fisicos-o-futuro-da-Manutencao-Industrial.pdf

Reis, J. Z. & Gonçalves, R. F. (2018) The Role of Internet of Services (IoS) on Industry 4.0 Through the Service Oriented

Architecture (SOA): IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2018, Seoul, Korea, August 26-30, 2018, Proceedings, Part II, Advances in Production Management Systems. Smart Manufacturing for Industry 4.0,

Schonberger, V. M., & Cukier, K. (2013). *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think*. Published by Houghton Mifflin Harcourt.

Schroth, C.; Janner, T.: Web 2.0 and SOA: Converging Concepts Enabling the Internet of Services. *IT Professional*, v. 9, n. 3, p. 36-41 (2007)

Schueffel, P. 2017. *The Concise Fintech Compendium*. School of Management Fribourg/Switzerland

Smith, J. A. (1998). *The Warehouse Management Handbook*. Raleigh, United States of America: Tompkins Press

Solutions, D. F. (2020 a)). *Paletizador Automático*. Obtido em 2020, de <https://dsifreezing.com/pt/produtos/automacao/paletizador-automatico/>

Solutions, E. L. (2020 b)). *EXE Logistics Solutions LLC - Excellence in Execution*. Obtido de <https://exelogisticssolutions.com/>

Sowa, J. F. e Zachman, J. A. (1992). Extending and Formalizing the Framework for Information Systems Architecture, *IBM Systems Journal*, 31(3), 590-616

Srl, C. (2015). *Pick to Light*. Obtido de <http://www.cassioi.com.br/todos-os-produtos/pick-to-light/>

Systems, E. (s.d.). *Roller conveyors*. Obtido em 2020, de Roller conveyors: internal transport according to a modular design: <https://easy-systems.eu/en/products/roller-conveyors/>

Ultimation Industries, L. (2018). *Ultimation*. Obtido de POWER AND FREE CONVEYORS: <https://www.ultimationinc.com/products-conveyor-systems/power-and-free-conveyors/>

Vieira, M., Nicola, F. M., Junior, M. V., Simon, A. T., & Correr, I. (Outubro de 2018). A APLICAÇÃO DE SISTEMAS CIBER-FÍSICOS (CPS) EM SISTEMAS DE MANUFATURA: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO.

Williams, A. (2016). *ams - automotive manufacturing solutions. AGVs encontram o seu caminho*. Obtido em 2020, de <https://www.automotivemanufacturingsolutions.com/agvs-encontram-o-seu-caminho/35024.article>

Zachman, J. A. (1987). A Framework for Information Systems Architecture, *IBM Systems Journal*, 26(3), 276-292

Zanni, A. (2015). *IBM*. Obtido de Sistemas cyber-físicos e cidades inteligentes : <https://www.ibm.com/developerworks/br/library/ba-cyber-physical-systems-and-smart-cities-iiot/index.html>

Zikopoulos, P. C., Eaton, C., deRoos, D., Deutsch, T., & Lapis, G. (2012). *Understanding Big Data: Analytics for Enterprise Class Hadoop and Streaming Data*. United States of America: The McGraw-Hill.