

O IMPACTE DA IDENTIFICAÇÃO POR RÁDIO FREQUÊNCIA (RFID) NO DESEMPENHO DAS EMPRESAS: UMA PROPOSTA DE MODELO DE AVALIAÇÃO

Susana Garrido Azevedo, Universidade da Beira Interior
João Ferreira, Universidade da Beira Interior
João Leitão, Universidade da Beira Interior

RESUMEN

El principal objetivo del artículo es proponer un modelo conceptual que traduzca la relación que existe entre el uso de la tecnología basada en la Identificación por Rádio Frecuencia (RFID) en el desarrollo de una serie de actividades logísticas y su impacto en el desempeño de las empresas. La elaboración del modelo conceptual propuesto tiene por base una revisión de literatura, quiere sobre el proceso de evaluación de actuación en las empresas, quiere sobre la aplicación de la tecnología RFID en el desarrollo de algunas actividades logísticas.

PALABRAS CLAVE: RFID, Actividades Logísticas, Desempeño de las empresas

ABSTRACT

O principal objetivo deste artigo é propor um modelo conceptual que traduza a relação existente entre a utilização da tecnologia baseada na Identificação por Rádio Freqüência (RFID) no desenvolvimento de uma série de actividades logísticas e o seu impacto no desempenho das empresas. A elaboração do modelo conceptual proposto tem por base uma revisão de literatura, quer sobre a aplicação da tecnologia RFID no desenvolvimento de algumas actividades logísticas, quer sobre o processo de avaliação de desempenho nas empresas.

PALAVRAS-CHAVE: RFID, Actividades Logísticas, Desempenho das empresas

1. INTRODUÇÃO

Este artigo de cariz conceptual pretende realçar as potencialidades na utilização da tecnologia de Rádio Freqüência, dando um enfoque especial à sua aplicação num contexto logístico. Ou seja, pretende evidenciar que o recurso a esta tecnologia permite às empresas desenvolver uma série de actividades logísticas de uma forma mais rápida, com maior qualidade, e com menos custos, tornando-as desta forma mais ágeis.

A Identificação por Rádio Freqüência (Radio Frequency Identification – RFID), é o nome genérico atribuído às tecnologias que utilizam as ondas rádio (Jones *et al.*, 2005) para identificarem automaticamente, e a distâncias consideráveis, objectos, posições ou pessoas através de respostas electromagnéticas (So e Liu, 2006). Esta apresenta ainda o potencial de permitir às empresas gerar uma grande quantidade de dados, de facilitar o seu armazenamento e de permitir a sua rápida divulgação (Bange, 2006).

Um sistema RFID é constituído por vários elementos: leitores, etiquetas, aplicações de software e a criação de programas de segurança para os leitores (Atkinson, 2004). Os leitores geram sinais que podem, por um lado

fornecer energia à etiqueta para que esta consiga gerar informação e, por outro lado, enviar um sinal de interrogação. A etiqueta capta a energia vinda do leitor para se abastecer e poder executar os comandos que lhe foram transmitidos pelo leitor (So e Liu, 2006). A etiqueta inclui uma antena, um transmissor electrónico, lógica de controle e alguma forma de armazenagem ou memória volátil. É através da antena que a informação é transmitida para as etiquetas e destas é recebida para o sistema de informação. Na maior parte dos casos, os leitores transmitem as frequências para a etiqueta e esta responde normalmente com informação codificada e numa frequência diferente (Knill, 2002). O leitor recebe este sinal, extrai os dados e apresenta-os num formato visual perceptível. Os dados destas etiquetas são captados por uma unidade de leitura que os introduz no sistema de informação da empresa (Borck, 2006). Quando uma etiqueta se aproxima do campo de leitura de uma antena, torna-se activa e começa a enviar dados. O leitor capta os *bits* que lhe são enviados, descodifica-os e envia a informação para o processador principal (Borck, 2006)

As etiquetas RFID, também designadas por *smart labels*, são transmissores em miniatura que podem armazenar uma quantidade considerável de informação. Podem conter o código electrónico de um produto, o número de referência do produto, dados de produção, data de expedição, prazo de validade, informações do fornecedor, entre outros (Atkinson, 2004).

Pelas enormes potencialidades apresentadas por esta tecnologia, o seu campo de aplicação tem vindo a ser alargado de uma forma quase exponencial. Podemos encontrar a tecnologia RFID em inúmeros contextos, nomeadamente em: i) iniciativas anti-terrorismo (Albright, 2005); ii) chaves electrónicas, quer para automóveis, quer para edifícios; iii) armazéns; iv) centros de distribuição (Borck, 2006); v) pontos de venda e; vi) aplicações de segurança no transporte (Kevan, 2004), domótica (Kelly e Scott, 2005), entre outros.

Existem vários tipos de etiquetas RFID consoante a sua fonte de energia, o seu alcance, o tipo de programação e a sua capacidade (Tabela 1). A tipologia mais referenciada é a que diz respeito à sua fonte de alimentação. Neste contexto podemos encontrar etiquetas activas e passivas.

As etiquetas activas fornecem mais possibilidades e têm maior flexibilidade do que as etiquetas passivas isto porque, têm a sua própria fonte de alimentação, conseguem transmitir o sinal a maiores distâncias que as passivas e normalmente conseguem armazenar 1 milhão de *bits* de dados. Com esta capacidade, um único leitor, pode comunicar com muitas etiquetas (Kevan, 2004). Estas apresentam ainda a capacidade de poderem ser novamente escritas, lidas ou modificadas (Bange, 2006).

As etiquetas passivas não possuem uma fonte de alimentação exterior, têm apenas uma bateria para accionarem a memória. Elas detêm uma fonte de alimentação que é gerada a partir de um aparelho de leitura. Este tipo de etiquetas são muito pequenas, mais baratas e apresentam um ciclo-de-vida operacional ilimitado. Estas características tornam-nas ideais para o *tracking* de materiais ao longo das cadeias de abastecimento (Bange, 2006).

Tabela 1: tipologia de etiquetas RFID

	Classificação	Descrição
Alimentação energética das etiquetas	Etiquetas activas	A tecnologia active RFID contém uma bateria para alimentar todos os elementos.
	Etiquetas passivas	A energia é fornecida à etiqueta através do leitor.
Alcance das etiquetas	Etiquetas de baixo alcance	Alcance entre 3 e 15 pés (para etiquetas activas). Menos de 18 polegadas (para etiquetas passivas).

	Etiquetas de longo alcance	Mais de 150 pés (para etiquetas activas) 30 a 40 pés (para etiquetas passivas).
Tipo de programação	Etiquetas de programação na fábrica	A etiqueta pode ser programada apenas no momento da produção – é uma etiqueta de leitura apenas.
	Etiquetas de programação de campo	A etiqueta pode ser programada em qualquer momento.
Capacidade	Etiquetas de nível I	Etiquetas que representam uma capacidade de apenas 1 <i>bit</i> . Estas são descritas como etiquetas de detecção de presença.
	Etiquetas de nível II	Etiquetas que em termos de capacidade vão desde 8 bits até 128 <i>bits</i> . São usualmente utilizadas para identificação de pessoas ou objectos.
	Etiquetas de nível III	Etiquetas com capacidade superior a 512 <i>bits</i> . São designadas etiquetas de transacção/roteamento. Incluem uma considerável quantidade de informação para além da identidade.
	Etiquetas de nível IV	Estas geralmente contêm informação em formato de texto codificado em ASCII e são designadas por base de dados portáteis.

Fonte: Adaptado de Borck (2006) e Knill (2002).

Como constatado, existem vários tipos de etiquetas. Cabe às empresas optar por aquelas que mais se adaptam às suas necessidades e recursos disponíveis, nomeadamente aos seus recursos financeiros uma vez que a diferença em termos de custos pode ser significativa.

2. VANTAGENS DAS ETIQUETAS RFID

Os sistemas RFID têm vindo a ser alvo de um processo de desenvolvimento e de aperfeiçoamento justificável pelas inúmeras vantagens que as empresas têm obtido com a sua utilização, comparativamente com as etiquetas de código de barras em que a sua leitura tem que ser feita por contacto visual com um leitor óptico.

Neste seguimento, uma das vantagens mais apontadas para a utilização das etiquetas RFID prende-se com o seu poder de leitura. As etiquetas RFID podem ser lidas independentemente das condições em que se encontram. Estas podem ser lidas em ambientes de fogo, de gelo, com tinta, com gordura, em ruído, com temperaturas oscilantes, entre outras (Knill, 2002). Este sistema apresenta uma grande, rigorosa e simultânea capacidade de leitura (So e Liu, 2006), o que em termos logísticos se pode tornar numa importante fonte de vantagem competitiva. Esta potencialidade permite aumentar a eficiência no desenvolvimento da actividade de cargas e descargas dos veículos de transporte, uma vez que os operadores de armazém não necessitam de recorrer a um leitor óptico para recolherem a informação individual dos produtos que são carregados ou descarregados dos veículos. Mais ainda, esta tecnologia permite a recolha de informação de objectos em movimento que tenham a si apenas etiquetas RFID (Bange, 2006; Knill, 2002).

A aplicação da tecnologia RFID pode trazer também algumas vantagens no desenvolvimento da actividade logística de armazenagem. Esta ao recolher de forma automática a informação que se encontra inserida em cada *smart label*, permite uma reposição automática e sem erros dos níveis de stocks (Kelly e Scott, 2005; Atkinson, 2004), uma maior facilidade no processo de localização de itens ou produtos dentro dos armazéns (Kelly e Scott, 2005; Kinsella e Elliot, 2005), uma maior rapidez na recolha de dados (Sullivan, 2004; So e Liu, 2006), sem que

para tal tenha que haver um contacto visual com os itens ou produtos (Borck, 2006). Sabendo-se que em média, e no caso da utilização de etiquetas de código de barras, os operadores de armazém procedem à sua leitura óptica, cerca de 25 vezes, é compreensível a maior produtividade que pode ser alcançada quando em sua substituição se utilizam etiquetas RFID às quais se encontra associada uma automatização no processo de contagem e uma maior rapidez nos fluxos (Kinsella e Elliot, 2005).

Em termos económicos, de segurança e de marketing, a tecnologia RFID pode trazer também algumas vantagens. Esta contribui para alguma vantagem económica ao potenciar uma considerável redução no nível de stocks graças a um maior controlo dos mesmo e também a uma maior produtividade (Witt, 2004; Sullivan, 2004). Graças à aplicação deste sistema, as empresas em geral e os retalhistas em particular, conseguem, por um lado, ver reduzidas as suas quebras provocadas por roubos e contrafação e, por outro lado, controlar o processo de compra e desenvolver o *cross-selling* de uma forma mais eficiente (Kinsella e Elliot, 2005). A tecnologia RFID torna também possível a monitorização das condições de acondicionamento ao longo de toda a cadeia até chegarem aos retalhistas (So e Liu, 2006; Kevan, 2004). Esta última questão enquadra-se no contexto da rastreabilidade¹ imposta por regulamento emitido pelas instâncias europeias aos produtos agro-alimentares. No caso dos retalhistas, as etiquetas RFID permitem que estes façam uma mais eficiente gestão dos seus stocks (Borck, 2006) uma vez que se torna muito mais fácil e rápida a identificação dos produtos com respectivas datas de validade. O permanente controlo dos produtos colocados nos lineares dos pontos de venda permite que sejam encetadas políticas de marketing específicas e direccionadas para cada produto em particular (Atkinson, 2004; Kelly e Scott, 2005).

Sob um ponto de vista mais alargado, o RFID permite uma maior visibilidade de toda a cadeia de abastecimento, necessária para uma melhor gestão da mesma (Witt, 2004). Nos casos em que o Sistema RFID adopta uma configuração mais aberta e por isso mais integradora da informação que circula entre todos os agentes pertencentes à mesma cadeia, conseguem-se evitar muitos engarrafamentos na leitura de dados que muitas vezes se verificam. De acordo com Atkinson (2004), nos EUA perdem-se, anualmente, biliões de dólares com as ineficiências que ocorrem ao longo das cadeias de abastecimento motivadas, em grande parte, pelo facto de os produtos não estarem nas localizações correctas ou por má gestão da informação.

No desenvolvimento da actividade logística designada por *Picking* o RFID pode também contribuir para aumentar a sua eficiência e produtividade. Uma série de antenas RFID, colocadas estrategicamente nas zonas de *picking*, permitem que uma série de referências de produtos sejam, em primeiro lugar identificadas e depois transferidas para expedição, levando a um maior rigor na sequência *pick-and-pack* enquanto providencia uma lista final completa das referências de cada encomenda (Trunick e Williams, 2005).

Na actividade de transporte, esta tecnologia pode ser usada para identificar um produto particular ou monitorizar a temperatura a que determinado item é sujeito durante o transporte, isto no caso de produtos de temperatura controlada. Esta pode ainda indicar se o produto durante a cadeia de transporte foi sujeito a qualquer tipo de impacto, ou a alterações nos valores de humidade e temperatura (Kevan, 2004). Deste modo, é possível o levantamento das condições a que os produtos foram sujeitos ao longo de toda a cadeia de transporte e também recorrer a aplicações de segurança na carga durante o desenvolvimento desta actividade (Kinsella e Elliot, 2005).

¹ A rastreabilidade é imposta aos produtos agro-alimentares através do regulamento 178/2002 emitido pela União Europeia.

Como pode ser constatado, as novas aplicações da tecnologia RFID num contexto mais empresarial e até logístico podem trazer bastantes vantagens para as empresas em termos de optimização e de eficiência. No entanto, alguns problemas têm sido também identificados pelas empresas.

3. DESVANTAGENS DA TECNOLOGIA RFID

Apesar das inúmeras vantagens atribuídas á utilização da tecnologia RFID, algumas desvantagens ou pontos menos positivos são também referidos. Neste contexto, a desvantagem com maior visibilidade apontada á utilização desta tecnologia é o seu custo. Pois o RFID representa um grande investimento (Borck, 2006) em que o retorno sobre esse investimento só consegue ser recuperado num horizonte temporal mais alargado (Kinsella e Elliot, 2005). Um Retorno sobre o Investimento (ROI) relativamente curto é um aspecto que pesa muito na decisão de adesão ao RFID, porque segundo Trunick e Williams (2005) esta área das tecnologias apresenta um grau de obsolescência e de mudança muito grande. Para além deste aspecto, o custo de cada etiqueta representa, neste momento, um custo bem mais pesado que o associado às etiquetas de código de barras o que leva as empresas que diariamente têm que processar milhares ou mesmo milhões de referências a ponderarem esse aspecto.

O nível de segurança proporcionado pelo RFID constitui uma desvantagem adicional. De acordo com Atkinson (2004) é relativamente fácil o acesso à informação que circula via RFID num armazém ou no centro de distribuição de uma empresa concorrente, bastando para isso o recurso a um rádio telescópio a uma distância relativamente próxima. Isto pode explicar o receio por parte das empresas em aderirem à tecnologia RFID. A complexidade da tecnologia, a falta de experiência nesta matéria e a sua standardização são também alguns dos obstáculos apontados (Albright, 2005).

Uma vez analisado o funcionamento, vantagens e desvantagens da tecnologia RFID num enfoque mais logístico, propomo-nos neste artigo aprofundar o impacto que esta tecnologia pode ter a nível do desempenho das empresas. Para isso, faz-se de seguida uma abordagem teórica ao processo de avaliação de desempenho com a identificação das medidas mais referenciadas na literatura num contexto de avaliação de desempenho na logística.

4. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO NA LOGÍSTICA

Muitas são as razões que têm levado as empresas a apostarem na implementação de um sistema de avaliação de desempenho, com incidência sobre a logística. De entre elas, saliente-se: (1) a obtenção de uma visão holística do processo logístico²; (2) o acompanhamento do desenvolvimento das actividades logísticas ao longo do tempo (TRILOG, 1999); (3) uma maior compreensão do que está a acontecer; (4) a possibilidade de influenciar comportamentos; (5) a obtenção de resultados competitivos (Fawcett e Cooper, 1998); (6) a compreensão das competências únicas das empresas (Clinton, Closs, Cooper e Fawcett, 1996); (7) a melhoria da alocação e controlo dos recursos afectos à logística (Bowersox e Closs, 1996); (8) a identificação das ineficiências e

² Um processo logístico é uma série de ligações contínuas, de tarefas e actividades geridas e que contribuem para um resultado geral desejado. Estas actividades usualmente atravessam as fronteiras funcionais da empresa e culminam com a entrega dos fornecimentos ou bens para outra unidade, divisão ou empresa (Keebler, Manrodt, Durtsche e Ledyard, 1999).

redução de custos³; (9) a melhoria do serviço ao cliente; (10) a descoberta de serviços de valor acrescentado, pelos quais os clientes estão dispostos a pagar e; (11) uma melhoria dos processos; (Keebler, Manrodt, Durtsche e Ledyard, 1999).

Existem duas perspectivas teóricas de abordar os sistemas de avaliação de desempenho logístico, e que têm tido mais adeptos entre a comunidade científica, são elas a perspectiva funcional (Mentzer e Konrad, 1991; Pohlen e LaLonde, 1994; Davis e Drumm, 1998) e a perspectiva processual (Bowersox e Closs, 1996; Carvalho, 1995; Keebler, Manrodt, Durtsche e Ledyard, 1999; Carvalho e outros, 2001). A principal diferença entre estas duas perspectivas assenta na incidência dos sistemas de avaliação de desempenho. Segundo a perspectiva funcional, os sistemas de avaliação de desempenho logístico devem incidir sobre determinada função ou actividade, considerada esta como uma entidade isolada. No entanto, esta perspectiva tem levantado bastantes críticas, principalmente pelos adeptos da corrente processual, sob o argumento de que a eficiência e eficácia de determinada acção, desenvolvida em determinada função ou actividade, não permitem medir o desempenho de todo o processo, obtendo-se neste caso apenas uma avaliação de desempenho parcial (Keebler, Manrodt, Durtsche e Ledyard, 1999). Ao contrário, a perspectiva processual defende que o sistema de avaliação de desempenho deve incidir sobre todo o processo, perspectiva mais adequada à nova realidade competitiva das empresas.

Uma outra questão que se coloca, aquando da escolha das medidas de desempenho, é a que se prende com a opção entre medidas de desempenho geral, ou seja, de carácter financeiro-contabilístico (vendas, lucro, retorno sobre os investimentos), ou medidas relacionadas directamente com o processo logístico, ou seja, operacionais (White, 1996). Independentemente da função ou área da empresa considerada, Kaplan e Norton (1992), defendem que se devem utilizar medidas de carácter operacional, neste caso relacionadas directamente com as práticas logísticas. Isto porque, por um lado, as empresas valorizam cada vez mais as competências e as qualificações (não avaliáveis através de medidas agregadas de carácter financeiro-contabilístico), por outro lado, porque a ligação entre as melhorias operacionais e o sucesso financeiro das empresas por vezes é ténue e incerta⁴. Também Barker (1995) se pronunciou sobre esta temática argumentando que, sendo as medidas financeiras, mecanismos de controlo de curto prazo, tornam-se inadequadas na análise de melhorias de longo prazo, como acontece por vezes com a logística. Para além destas limitações, Ghalayini e Noble (1996) apontam o facto de que as medidas tradicionais de índole financeiro-contabilístico apresentarem também falta de flexibilidade, elevado custo, inadequação face ao novo ambiente competitivo, rápida desactualização e dificuldades de quantificação das melhorias em termos monetários (redução do *lead-time*, satisfação do cliente, qualidade, etc). Do exposto, é razoável concluir que as medidas de carácter operacional devem prevalecer em qualquer sistema de avaliação de desempenho, inclusive no logístico.

Uma outra questão, que se levanta, é o objecto sobre o qual deve recair o processo de avaliação de desempenho, ou seja, que factor ou factores vão orientar a escolha das medidas de desempenho. Apesar de serem muitos os indicadores de desempenho propostos na literatura, pouco consenso existe acerca do objecto sobre o qual deve recair o sistema de avaliação de desempenho.

³ Hoje em dia, nenhuma área dentro das empresas é tão escolhida para potencial redução de custos como a Logística (Keebler, Manrodt, Durtsche e Ledyard, 1999).

⁴ Poderão acontecer melhorias em medidas de desempenho operacionais (qualidade, produtividade, nível de satisfação dos consumidores, etc) sem que tal se reflita em melhorias nas medidas financeiras, por falhas em outras áreas da empresa que não a logística.

Relativamente à incidência dos sistemas de avaliação de desempenho logístico, encontram-se autores que defendem que estes devem incidir sobre: (1) actividades logísticas (Keebler, Manrodt, Durtsche e Ledyard, 1999); (2) uma parte da cadeia logística (Samaras, 2000; Bowersox, Closs e Stank, 1999, LaLonde e Masters, 1994, Tracey, 1998; Demkes e Tavasszy, 2000); (3) determinadas áreas dentro da empresa (Demkes e Tavasszy, 2000; Closs e Stank, 1999; Pfohl, 1997), ou ainda sobre (4) resultados e comportamentos (Chow, Heaver e Henriksson, 1994).

Neste contexto, importa analisar os critérios orientadores na escolha das medidas a utilizar na avaliação do impacto da utilização da tecnologia RFID sobre o desempenho das empresas.

5. CRITÉRIOS DE ESCOLHA DAS MEDIDAS DE DESEMPENHO

O desempenho pode ser considerado num contexto em que se pretende avaliar a capacidade das empresas atingirem determinadas metas ou objectivos, previamente definidos. Assim sendo, devem-se estabelecer previamente as metas ou objectivos e posteriormente escolher as medidas que permitam uma melhor avaliação do desempenho da empresa, no seu alcance.

Neste contexto, nos diversos trabalhos de investigação analisados surgem algumas metas ou objectivos, apresentados como factores orientadores na escolha das medidas de desempenho.

Kellen (1992) e Carvalho e outros (2001) defendem a ligação do plano estratégico da empresa a um sistema de avaliação compreensível, que consiga estabelecer uma ligação entre processos logísticos individuais e objectivos específicos das empresas.

Outro factor, apontado por alguns autores (Van Amstel e D'Hert, 1996; Bowersox e Closs, 1996; e Nevem-workgroup, 1989), prende-se com os objectivos logísticos, independentemente de estes serem definidos ao nível da empresa (Van Amstel e D'Hert, 1996), ou ao nível de cada elemento do sistema logístico (Bowersox e Closs, 1996).

O Nevem-workgroup (1989), para além dos objectivos logísticos, aponta também a forma de organização da produção, como determinante da escolha das medidas de desempenho a incluir no sistema de avaliação.

Um outro critério, que serve de orientação à escolha das medidas de desempenho, encontra-se relacionado com as prioridades logísticas. Para Fawcett e Smith (1995) as principais prioridades logísticas a ter em atenção no processo de avaliação de desempenho logístico são as seguintes: (1) entregas rápidas e de confiança; (2) qualidade do serviço ao cliente; (3) flexibilidade e capacidade de resposta; (4) inovação do serviço e; (5) custo. Assim, para estes autores, são as prioridades logísticas, definidas pelas empresas, que vão determinar as medidas e respectivos indicadores de desempenho a utilizar na avaliação da capacidade da empresa atingir essas prioridades.

Carvalho e outros (2001) e também Wheelwright (1978), sob o argumento de que as empresas só conseguem fazer um acompanhamento do desempenho das práticas logísticas, se tiverem implementado um sistema de avaliação de desempenho que reflecta as prioridades competitivas das empresas, propõem que os indicadores de desempenho logístico reflectam as prioridades competitivas das empresas. As prioridades competitivas, referidas pelos autores, são: o custo, o serviço/qualidade, a produtividade e o tempo. É com base no somatório dos desempenhos obtidos em cada uma destas prioridades competitivas e, para cada um dos sub-processos logísticos

(compras e produção, serviço ao cliente, processamento de encomendas, planeamento e gestão de materiais, transporte, distribuição e armazenagem), que se obtêm os indicadores genéricos de desempenho do sistema logístico. Para uma análise mais rápida e fácil das mesmas, apresenta-se a seguir a tabela 2.

Da observação da tabela 2, que resultou da revisão de literatura sobre medidas de desempenho, pode constatar-se que vários são os factores propostos para orientar o processo de selecção das medidas de desempenho. Alguns dos factores propostos são: factores críticos de sucesso, estratégia da empresa, objectivos logísticos, forma de organização da produção, prioridades logísticas e prioridades competitivas das empresas. Para cada um destes factores são também apresentadas algumas medidas de desempenho, verificando-se que entre estas existe alguma predominância de medidas relacionadas com o tempo, a qualidade e a flexibilidade.

Tabela 2: Factores orientadores na escolha das medidas de desempenho

<i>Factores</i>	<i>Medidas de Desempenho</i>	<i>Referência</i>
Factores críticos de sucesso	<ul style="list-style-type: none"> • cumprimento da data de entrega • exactidão dos documentos enviados ao cliente • tempo de confirmação da encomenda • capacidade para satisfazer encomendas urgentes • tempo de resolução de reclamações. 	Cavaco e Themido (2000)
Estratégia	<ul style="list-style-type: none"> • disponibilidade e fiabilidade do serviço ao cliente • custos aceitáveis para o nível de serviço previsto • investimento e controlo financeiro • produtividade e melhoria operacional 	Carvalho e outros, (2001) Kellen (1992)
Objectivos logísticos	<ul style="list-style-type: none"> • <i>lead time</i> de entregas • confiança das entregas • flexibilidade • nível de existências 	Van Amstel e D’Hert (1996) Bowersox e Closs (1996) Nevem-Workgroup (1989)
Forma de organização da produção	<ul style="list-style-type: none"> • <i>lead time</i> de entrega 	Nevem-Workgroup (1989)
Prioridades logísticas	<ul style="list-style-type: none"> • entregas rápidas e de confiança • qualidade do serviço ao cliente • capacidade de resposta • custo 	Fawcett e Smith (1995)
Prioridades competitivas das empresas	<ul style="list-style-type: none"> • custo • serviço/qualidade • produtividade • tempo 	Carvalho e outros (2001)

Fonte: Elaboração própria

É possível pois constatar, no que diz respeito aos factores a ter em consideração, aquando da escolha das medidas de desempenho, que existe uma grande variedade de soluções propostas.

6. SISTEMA DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO NO CONTEXTO LOGÍSTICO

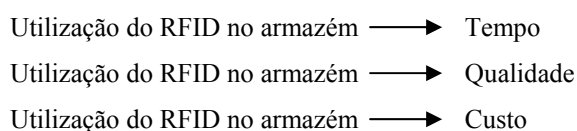
Perante a panóplia de medidas propostas, importa questionar: “que medidas adoptar na prática?”. Para ajudar a dar resposta a esta questão, Keebler, Manrodt, Durtsche e Ledyard (1999), adoptando uma perspectiva

processual, propõem um conjunto de medidas consideradas como básicas e fundamentais, independentemente da empresa e da estratégia logística considerada (estratégia de baixo custo, inovação do produto, líder no serviço ao cliente). Essas medidas são: o tempo, o custo, a qualidade, e outras, que designou de suporte. Adoptando uma posição muito semelhante, Christopher (1998) considera que o tempo, o custo e a qualidade, são três medidas chave de desempenho que devem constar de qualquer sistema de avaliação de desempenho logístico. Isto porque, estas medidas contribuem mais do que proporcionalmente para o sucesso ou insucesso das empresas no mercado. Elas são, de facto, a expressão da filosofia de actuação, assente na máxima: “Melhor, Mais Rápido e Mais Barato”, ou seja, qualidade superior do serviço, em tempos cada vez mais curtos e com custos mais baixos. Assim, as medidas de desempenho propostas neste trabalho para avaliação do impacto da utilização da tecnologia RFID sobre o desempenho logístico das empresas são: custo, qualidade, tempo e flexibilidade. Estas quatro medidas são também as propostas por Keebler, Manrodt, Durtsche e Ledyard (1999). Adicionalmente, Christopher (1998) defende que o tempo, o custo e a qualidade, são três medidas chave de desempenho que devem constar em qualquer sistema de avaliação de desempenho logístico. A principal motivação para a escolha deste critério; ou seja, a selecção de medidas que reflectam a nova prioridade competitiva das empresas – a agilidade, é fundamentalmente o facto de se poder avaliar, através da utilização das quatro medidas (custo, qualidade, tempo e flexibilidade) e dos respectivos indicadores de desempenho, a contribuição da utilização da tecnologia RFID para a capacidade de resposta das empresas face à envolvente.

7. MODELO CONCEPTUAL PROPOSTO

Depois de feita alguma revisão de literatura, quer sobre aspectos técnicos e operacionais da tecnologia RFID, quer sobre o processo de avaliação de desempenho das empresas, em geral, e da logística em particular, procedeu-se à elaboração de um modelo que tenta reflectir as relações existentes entre a utilização desta tecnologia e o desempenho das empresa. Ou seja, tenta ilustrar de que forma a utilização do RFID pode afectar o desempenho logístico das empresas.

Como visto anteriormente, e segundo alguns autores a utilização da tecnologia RFID nos armazéns permite uma reposição automática e sem erros dos níveis de stocks (Kelly e Scott, 2005; Atkinson, 2004), uma maior facilidade no processo de localização de itens ou produtos dentro dos armazéns (Kelly e Scott, 2005; Kinsella e Elliot, 2005) e, uma maior eficiência na recolha de dados (Sullivan, 2004; So e Liu, 2006). Ou seja, a sua utilização num ambiente de armazém pode contribuir para melhorar o desempenho das empresas em termos de tempo, de qualidade do serviço prestado e conseqüentemente no custo associado. Assim sendo, propõem-se as seguintes relações:



Relativamente à actividade logística, *picking* e segundo Trunick e Williams (2005), o recurso á tecnologia RFID permite um maior rigor na sequência *pick-and-pack* enquanto providencia uma lista final completa do conteúdo de cada encomenda à medida que esta se movimenta para expedição. Sendo assim, pode considerar-se que o

RFID contribui para melhorar a qualidade do desempenho desta actividade e minimizar o seu tempo de realização, o que se pode traduzir pelas seguintes relações:

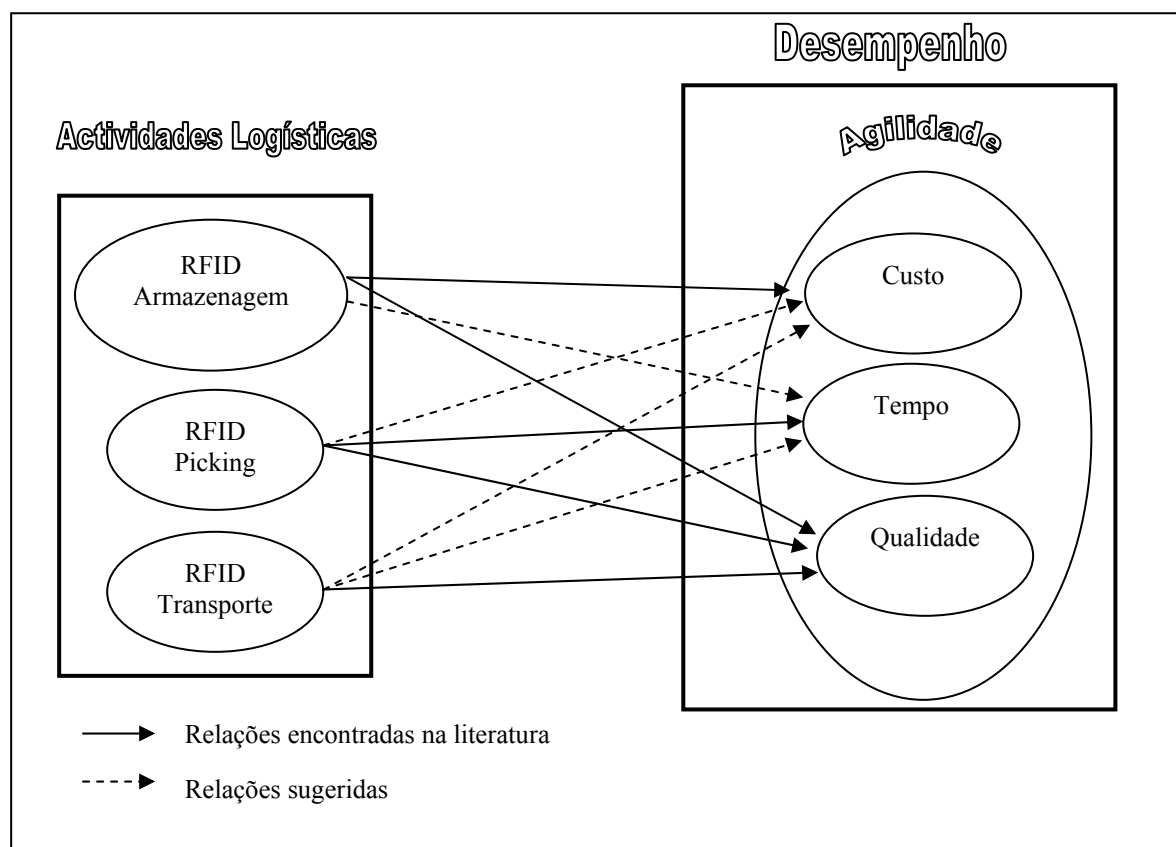
Utilização do RFID no Picking —> Qualidade
 Utilização do RFID no Picking —> Tempo

No que diz respeito à utilização da tecnologia RFID na actividade de transporte e segundo Kevan (2004) esta contribui para aumentar a quantidade e qualidade da informação ao longo da cadeia de transporte contribuindo assim para uma melhor rastreabilidade dos produtos. Assim, pode afirmar-se que o RFID contribui para aumentar o desempenho das empresas em termos de qualidade.

Utilização do RFID no transporte —> Qualidade

Neste contexto, e tendo por base as relações estabelecidas e sustentadas na literatura, é desenvolvido um modelo conceptual de análise das actividades logísticas no desempenho da empresa (Figura 1). Para além das relações já evidenciadas, o modelo proposto contempla, ainda, relações sugeridas que, embora não estejam suportadas directamente pela teoria, se apresentam neste trabalho como possíveis relações a ter em conta.

Figura 1: modelo conceptual proposto



8. CONCLUSÕES

A tecnologia RFID tem despertado o interesse da comunidade científica pelas potencialidades que apresenta em termos dos seus tão variados campos de utilização. Esta tem sido aplicada em contextos de segurança, de identificação, de rastreabilidade, na domótica, entre outros. No contexto empresarial as etiquetas RFID têm ganho muitos adeptos pelas enormes potencialidades que apresentam para cada empresa, vista de forma isolada ou integrada numa cadeia de abastecimento. A adopção deste tipo de etiquetas permite uma mais rápida transmissão da informação, uma melhoria na qualidade dos fluxos informacionais que atravessam as diferentes actividades logísticas e uma maior sincronização informacional entre os membros de uma mesma cadeia de abastecimento.

Com base na revisão de literatura propõe-se um modelo conceptual que tenta traduzir a relação existente entre a utilização da tecnologia RFID no desenvolvimento de uma série de actividades logísticas e o desempenho logístico das empresas. As actividades logísticas objecto deste trabalho foram a armazenagem, o *picking* e o transporte. Em termos de medidas de avaliação de desempenho, optou-se pelas que traduzem a nova prioridade competitiva das empresas (a agilidade), ou seja, pelo custo, pelo tempo e também pela qualidade. No modelo conceptual proposto considera-se que o desempenho logístico das empresas, em termos de custos, de tempo e de qualidade é influenciado pelo recurso à utilização da tecnologia RFID no desenvolvimento das actividades de armazenagem, *picking* e transporte. Isto é, o RFID ajuda as empresas a serem mais ágeis em termos logísticos.

9. BIBLIOGRAFIA

- Albright, B. (2005): "Retailers wrestle with the data end of RFID", *Frontline Solutions*, vol. 6, nº 5; pp. 18-23.
- Atkinson, W. (2004): "Tagged: the risks and rewards of RFID technology", *Risk Management*, vol. 51, nº 7; pp. 12-18.
- Bange, V. (2006): "Putting RFID in writing", *Supply Management*, vol. 11, nº 2; p. 34.
- Barker, R.C. (1995): "Financial performance measurement: Not a Total Solution", *Management Decision*, vol. 33, nº 2.
- Borck, J. (2006): "Tuning in to RFID", *InfoWorld*, vol. 28, nº 16; pp. 31-36.
- Bowersox, D. e Closs, D. (1996): *Logistical management: the integrated supply chain process*. New York, McGraw-Hill.
- Bowersox, D., Closs, D. e Stank, T. (1999): *21 st century logistics: making supply chain integration a reality*, Council of Logistics Management, Michigan State University.
- Carvalho, J. (1995): Do desenvolvimento da distribuição de base alimentar: uma abordagem logistica, tese de doutoramento defendida no ISCTE.
- Carvalho, J., Carvalho, V., Ferreira, L.; Garcia, N.; Pedro, S.; Pereira, A. (2001): *Auditoria logística: medir para gerir*. Edições Sílabo.
- Cavaco, N. e Themido, I. (2000): "Sistemas de avaliação de desempenho de actividades logísticas", *Logística Hoje*, Janeiro/Fevereiro, pp. 20-28, 2000.
- Chow, G. e Heaver, T. (1995): "Logistics practices in Canada: survey results", Annual Conference Proceedings, CLM, California, pp. 91-101.
- Christopher, M., (1998): *Logistics and supply chain management: strategies for reducing cost and improving service*. Financial Times, Prentice-Hall, 2ª Edição, Londres.

- Clinton, S.; Closs, D.; Cooper, B.; Fawcett, S. (1996): "New dimensions of world class logistics performance", Annual Conference Proceedings, Florida, CLM, pp. 21-33.
- Davis, H. e Drumm, W. (1997): "Logistics cost and service", Annual Conference Proceedings, CLM, Illinois, pp.69-81.
- Demkes, R. e Tavasszy, L. (2000): "Benchmarking infrastructure and logistic service across Europe, Asia-Pacific and North America", proceedings of Third International Meeting for Research in Logistics, Trois-Rivières, pp. 234-257.
- Fawcett, S. e Smith, S. (1995): "Logistics measurement and performance for United States-Mexican Operations under NAFTA", *Transportation Journal*, pp. 25-34.
- Fawcett, S. e Cooper, B. (1998): "Logistics performance measurement and customer success", *Industrial Marketing Management*, vol. 27, pp. 341-357.
- Ghalayini, A. e Noble, J. (1996): "The changing Basis of performance measurement", *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 16, nº 8, pp. 63-80.
- Jones, P. Clarke-Hill, C., Hillier, D. (2005): "The benefits, challenges and impacts of radio frequency identification technology (RFID) for retailers in the UK", *Marketing Intelligence & Planning*, vol. 23, nº 4/5; pp. 395-403.
- Kaplan, R. e Norton, D. (1992): "The Balanced Scorecard - measures that drive performance", *Harvard Business Review*, pp.71-79.
- Keebler, J.; Manrodt, K.; Dutsche, D. e Ledyard, M. (1999): "Keeping Score: measuring the business value of logistics in the supply chain", *Council of Logistics Management*, Oak Brook, IL.
- Kellen, B. (1992): "Operating performance measures: the critical link to strategic management", *Annual Conference Proceedings*, Illinois, CLM, pp. 515-518.
- Kelly, E. e Scott, P. (2005): "RFID tags: commercial applications v. privacy rights", *Industrial Management & Data Systems*, vol. 105, nº 5/6; pp. 703-715.
- Kevan, T. (2004): "Calculating RFID's benefits", *Frontline Solutions*, vol. 5, nº 1; pp. 16-21.
- Kinsella, B. e Elliott, M., "Delivering the goods", *Industrial Engineer*, vol. 37, nº 3; pp. 24-31.
- Knill, B. (2002): "Pallet tracking leads RFID applications", *Material Handling Management*, vol. 57, nº 1; pp. 8-10.
- LaLonde, B. e Masters, J. (1994): "Emerging logistics strategies: blueprints for next century", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, vol. 24, nº 7, pp. 35-47.
- Mentzer, J. e Konrad, B. (1991): "An efficiency /effectiveness approach to logistics performance analysis", *Journal of Business Logistics*, vol. 12, nº1, pp. 33-62.
- NEVEM-Workgroup (1989): *Performance Indicators in Logistics*. IFS Publications / Springer-Verlag, Berlín.
- Pfohl, H. (1997): "Logistics. state of the art", *Human Systems Management*, vol. 16, pp. 153-158.
- Pohlen, T. e LaLonde, B. (1994): "Implementing Activity-Based Costing (ABC) in logistics", *Journal of Business Logistics*, vol. 15, nº 2, pp. 1-23.
- Reuven, L. e Richard, M. (2004): "Supply chain's emerging trends", *Industrial Management*, vol. 46, nº 4; p. 22.
- Samaras, S. (2000): "Competing upstream: inbound logistics as a Source of Competitive Advantage", Tese de Doutorado defendida no Graduate College at the University of Nebraska.

- So, S. e Liu, J. (2006): "Securing RFID applications: issues, methods, and controls", *Information Systems Security*, vol. 15, nº 4; pp. 43-56.
- Sullivan, Laurie, (2005): "ERP ZILLA", *InformationWeek*, pp. 30-38.
- Tracey, M. (1998): "The importance of logistics efficiency to customer service and firm performance", *The International Journal of Logistics Management*, vol. 9, nº2, pp. 65-81.
- Trunick, P. e Williams, D. (2005): "Stay loose for the RFID stretch run", *Logistics Today*, vol. 46, nº 3; pp. 35-38.
- Van Amstel e D'Hert (1996): "Performance indicators in distribution", *The International Journal of Logistics Management*, vol. 7, nº1, pp. 73-82.
- Wheelwright, S. (1978): "Reflecting corporate strategy in manufacturing decisions", *Business Horizons*, , pp. 57-66.
- White, G. (1996): "Survey and taxonomy of strategy - related performance measures for manufacturing", *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 16, nº 3, pp. 42-61.
- Witt, C. (2006): "Real-World ROI for RFID", *Material Handling Management*, vol. 61, nº 5; pp. 26-31.