

LEVANTAMENTO DE CUSTOS LOGÍSTICOS TRADICIONAIS EM ARMAZÉNS VISANDO A IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS

NÁDIA JUNQUEIRA MARTARELLI

nadiajm@gmail.com

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP - SÃO CARLOS

JORGE PABLO MORAGA GALDAMES

jorge.pablo@gmail.com

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP - SÃO CARLOS

KELEN CRISTIANE TEIXEIRA VIVALDINI

kteixeira@sc.usp.br

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP - SÃO CARLOS

MARCELO BECKER

becker@sc.usp.br

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP - SÃO CARLOS

Resumo: PELA ALTA EXIGÊNCIA DO MERCADO EM RELAÇÃO À QUALIDADE, TEMPO DE ENTREGA E VALOR DO PRODUTO/SERVIÇO E DA ALTA CONCORRÊNCIA ESTABELECIDA NO MERCADO, SURGE A NECESSIDADE DE AUMENTAR A PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA DE PROCESSOS. TAIS VANTAGENS PODDEM SER OBTIDAS ATRAVÉS DA AUTOMATIZAÇÃO DE UM SETOR QUE VEM SE MOSTRANDO UM DIFERENCIAL COMPETITIVO, A LOGÍSTICA. A AUTOMATIZAÇÃO DO SISTEMA LOGÍSTICO, MESMO QUE PARCIAL, SE APRESENTA COMO FATOR GANHADOR DE MERCADO, POIS REDUZ CUSTOS E FALHAS, AUMENTA A VELOCIDADE DO PROCESSO, ALÉM DE ESCOAR, COM MAIOR AGILIDADE, A PRODUÇÃO. DIANTE DESSAS VANTAGENS PROPÕE-SE A AUTOMATIZAÇÃO PARCIAL DESTE SISTEMA, ATRAVÉS DE AGVS (EM INGLÊS, AUTOMATED GUIDED VEHICLES), INSERIDOS EM ARMAZÉNS INTELIGENTES. NO ENTANTO, HÁ A NECESSIDADE DE SE MENSURAR VALORES ECONÔMICOS QUE TRADUZEM A RELEVÂNCIA DESTA AUTOMATIZAÇÃO, E É POR ISSO QUE ESTE TRABALHO SE DEDICA A LEVANTAR CUSTOS LOGÍSTICOS EM ARMAZÉNS NÃO AUTOMATIZADOS, TRADICIONAIS. PARA SE OBTER OS CUSTOS, FOI UTILIZADO O MÉTODO DE CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES (ABC), COM O AUXÍLIO DE CRITÉRIOS DE APROPRIAÇÃO. PARA TANTO, ESTE TRABALHO APRESENTA DOIS FORMULÁRIOS DESENVOLVIDOS EM EXCEL 2010, UTILIZANDO VBA 6.0. ATRAVÉS DO LEVANTAMENTO

*DESTES CUSTOS SERÁ POSSÍVEL O ESTUDO DA VIABILIDADE
ECONÔMICA DESTE PROJETO DE AUTOMATIZAÇÃO.*

*Palavras-chaves: CUSTOS LOGÍSTICOS TRADICIONAIS, AGV, MÉTODO DE
CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES*

ANALYSIS OF THE TRADITIONAL LOGISTICS COSTS TO IMPLEMENT AUTOMATED SYSTEMS IN WAREHOUSES

Abstract: *DUE THE HIGH CONSUMER REQUIREMENT FOR QUALITY, DELIVERY TIME AND VALUE OF THE PRODUCT/SERVICE AND HIGH COMPETITION ESTABLISHED IN MARKET, THERE IS A NEED TO INCREASE PRODUCTIVITY AND PROCESS EFFICIENCY. SUCH ADVANTAGES CAN BE GAINED BY AUTOOMATING A SECTOR THAT HAS SHOWED TO BE A COMPETITIVE DIFFERENTIAL, THE LOGISTICS. THE AUTOMATION OF THE LOGISTICS SYSTEM, EVEN PARTIAL, IS PRESENTED AS A FACTOR IN WINNING MARKET BECAUSE IT REDUCES COSTS AND ERRORS, SPEEDS UP THE PROCESS, AND FACILITATES THE OUTFLOW OF PRODUCTION. FACED WITH THESE ADVANTAGES, IT IS PROPOSED A PARTIAL AUTOMATION OF THIS SYSTEM USING AGVS (AUTOMATED GUIDED VEHICLES), INSERTED INTO INTELLIGENT WAREHOUSES. HOWEVER, THERE IS A NEED TO MEASURE ECONOMIC VALUES THAT REFLECT THE RELEVANCE OF THIS AUTOMATION, AND THAT IS WHY THIS WORK IS DEDICATED ANALYZE LOGISTICS COSTS IN NON-AUTOMATED WAREHOUSES. IN ORDER TO OBTAIN THE COSTS, THE ACTIVITY-BASED COSTING (ABC) METHOD WAS APPLIED, USING OF APPROPRIATION CRITERIA. AS A RESULT, THIS PAPER PRESENTS TWO FORMS DEVELOPED IN EXCEL 2010 USING VBA 6.0. THROUGH THE SURVEY OF THESE COSTS, IT WILL BE POSSIBLE TO STUDY THE ECONOMIC FEASIBILITY OF THIS AUTOMATION PROJECT.*

Keyword: *LOGISTICS TRADITIONAL COSTS, AGV, ACTIVITY-BASED COSTING METHOD*

1. Introdução

Atualmente, a crescente competitividade e a volatilidade dos mercados geram nas empresas uma busca por melhores desempenhos operacionais, produtividade e eficiência, além da satisfação dos clientes e aumento da qualidade no atendimento (ODA et al., 2009). Com o propósito de se obter tais vantagens competitivas, as empresas almejam os seguintes itens: maximização do aproveitamento dos recursos existentes, redução de custos e otimização de operações. Para tanto, a logística se destaca entre as áreas potenciais capazes de gerar os resultados supracitados, pois segundo Christopher (1997),

“A Logística é o processo de gerenciar, estrategicamente, a aquisição, movimentação e armazenagem de materiais, peças e produtos acabados (e o fluxo de informações correlatas) por meio da organização e seus canais de marketing, de modo a poder maximizar as lucratividades, presente e futura através do atendimento dos pedidos a baixo custo.”.

Carvalho (2002) também defende a idéia de que, nos últimos anos, a logística tem suscitado um interesse crescente tanto no meio industrial como no acadêmico. Fundamentalmente, dois tipos de fatores contribuem para esta tendência:

- 1- A crescente competitividade dos mercados que, gerando a necessidade de uma redução de custos (que cada vez menos pode ser obtida pela racionalização dos processos produtivos) leva as empresas a desenvolver uma logística mais eficiente;
- 2- O desenvolvimento de novas tecnologias, tanto nas áreas dos sistemas de informação (ex.: transmissão eletrônica de documentos) como em equipamentos para manipulação de produtos (ex.: armazéns total ou parcialmente automatizados) que, associados a sofisticados sistemas de apoio à decisão, permitem o desenvolvimento e implementação de sistemas logísticos que asseguram, não só uma melhoria dos serviços, como também reduções muito significativas dos custos.

Dessa forma, o aumento da eficiência desta área torna-se fundamental para se obter o aumento da competitividade desejada. Analisando as atividades relacionadas à área de logística, percebe-se que as atividades de manuseio de materiais, em sistemas não automatizados, exigem uma quantidade significativa de horas de trabalho, que em muitos casos, são caracterizadas pela manipulação manual, o que impõe sérias dificuldades ao emprego de sistemas de monitoramento e controle baseados uso de computadores (VIVALDINI, 2010). Além dessas dificuldades, a necessidade de estar constantemente concentrado na execução das tarefas, leva os funcionários ao cansaço físico e mental, prejudicando o seu desempenho, aumentando a chance de ocorrerem acidentes (STURMER, 2004). Em função de problemas como os apresentados, é que atualmente vem-se tornando cada vez mais frequente a necessidade de automatizar as atividades como as citadas anteriormente, que exigem uma rotina de trabalho muito intensa e que requerem maior segurança. Com frequência, sistemas de logística automatizados, como, por exemplo, indústrias, armazéns e terminais de contêiner utilizam AGVs - *Automated Guided Vehicles* (Figura 1) para otimizar os sistemas de movimentação de cargas e manuseio de materiais (VIVALDINI, 2010). Assim, substituem-se atividades perigosas, entediantes, repetitivas ou extremamente importantes, que eram realizadas de forma manual, por equipamentos que podem funcionar com maior agilidade e precisão, melhorando a eficiência desta área, como desejando inicialmente.

No entanto, apesar da automatização industrial vir se tornando um fator chave para se obter competitividade no cenário industrial, a maioria das indústrias no Brasil não tem se

preocupado em automatizar outros processos além da linha de produção, mesmo que isso as torne menos competitivas em um mercado globalizado. Por outro lado, algumas indústrias multinacionais localizadas no Brasil, cientes da situação externa e das exigências de suas matrizes, já se preparam para atuarem em um cenário maciçamente automatizado.



FIGURA 1 – AGVs - *Automated Guided Vehicles*.

Fonte: Forklift & Pallet Handling Automatic Guided Vehicles (2011)

Diante dessa realidade, propõe-se a utilização de empilhadeiras robóticas (AGVs), ao invés de empilhadeiras manuais, em um armazém inteligente, com o objetivo de aumentar a qualidade e produtividade de atividades da logística.

O projeto de um armazém inteligente, utilizando empilhadeiras robóticas (AGVs), é estudado no Laboratório de Robótica Móvel (LabRoM) do Grupo de Mecatrônica da EESC – USP desde 2008. Teve sua origem no desenvolvimento de um algoritmo de roteamento para computar rotas ótimas (trajetórias mínimas) e que coordena a execução de tarefas de transporte e manipulação em ambientes estruturados. Neste projeto inicial também foram desenvolvidas rotinas que permitiram que as empilhadeiras robóticas desviassem de obstáculos localizados em seu ambiente de trabalho, além de tratar o roteamento dinâmico visando a minimização dos custos de distribuições globais e execução de manobras. Nesse projeto foram construídas 4 mini-empilhadeiras robóticas (Figura 2) para simular, em escala reduzida, AGVs trabalhando em um armazém inteligente e também foi desenvolvido um Sistema de Navegação Local e um Sistema de Auto-localização para as empilhadeiras robóticas. Além desses estudos, o projeto também conta com uma pesquisa que visa o realocamento de produtos no armazém utilizando métodos AHP (OLIVEIRA et al., 2011a) e ABC (TINELLI; VIVALDINI; BECKER, 2011) e de uma pesquisa que analisa o

comportamento o estado de carga da bateria (OLIVEIRA et al., 2011b), o que permite realocar tarefas caso o estado de carga da bateria da mini-empilhadeira não seja suficiente para a execução da tarefa.

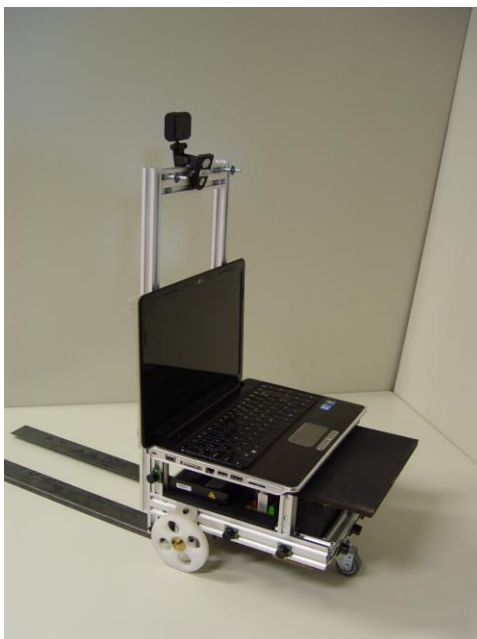


FIGURA 2 – Mini empilhadeira robótica.

Neste contexto, a contribuição deste trabalho para o projeto supracitado é verificar a viabilidade econômica de sua aplicação, a fim de traduzir em números o quão interessante é para a indústria trabalhar com armazéns inteligentes e AGVs. Com isso será possível responder a questões do tipo: investimento inicial necessário, tempo de retorno do investimento, quantidade necessária de AGVs para a operação ótima do armazém, tempo médio de operação de cada AGV, gastos necessários com manutenção de equipamentos, etc.

A análise de viabilidade depende, dentre outros itens, de uma avaliação eficaz dos custos logísticos envolvidos, que por sua vez, em muitos casos são contabilizados de forma tradicional em relatórios gerenciais ou balanços contábeis. Por esse motivo são difíceis de serem avaliados diretamente. Christopher (1997) e Silva e Villar (2007) afirmam que a contabilidade dos custos tradicionais torna-se ineficaz como instrumento de avaliação dos custos logísticos, pois foi originalmente desenvolvida para medir os custos dos produtos. Para sanar este problema, este artigo apresenta como resultado dois formulários contendo todos os possíveis custos logísticos tradicionais e o cálculo de cada um deles, apoiados em critérios de apropriação, definidos por Faria e Costa (2005). Assim, é possível levantar de forma mais precisa tais custos, primeira parte do processo de análise de viabilidade.

Além do método apropriado para a contabilidade dos custos logísticos, o estudo da viabilidade econômica é composto por:

- Estimativa dos custos logísticos com AGVs utilizando simulação;
- Estimativa dos ganhos operacionais utilizando simulação;
- Estimativa do retorno financeiro obtido com os ganhos operacionais;
- Elaboração da análise de investimento da automatização utilizando AGVs.

O resultado do estudo é a aplicação das três técnicas de orçamento de capital: *payback*, valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR).

Apesar de o trabalho almejar a análise de investimento do projeto supracitado, enfatiza-se que neste artigo o foco está na elaboração de dois formulários que se baseiam no método apropriado para a contabilidade dos custos logísticos tradicionais.

2. Custos com armazenagem e movimentação

Para que seja possível levantar os custos logísticos dentro de um armazém não automatizado é necessário o estudo dos custos de armazenagem e movimentação de cargas e materiais.

A armazenagem é caracterizada pela atividade logística que gerencia o espaço destinado ao estoque e movimentação de materiais. A armazenagem se diferencia da estocagem no sentido que a primeira é mais ampla, e a segunda se restringe a locação estática dos materiais. Segundo Moura (1989), a estocagem *“é uma das atividades do fluxo de materiais no armazém e o ponto destinado a locação estática dos materiais. Dentro de um armazém, podem existir vários pontos de estocagem. A estocagem é parte integrante da armazenagem.”*

3. A visibilidade dos custos e a necessidade de informações

Segundo Faria e Costa (2005), os custos da atividade de armazenagem, normalmente são tratados contabilmente como custos indiretos de fabricação, quando os estoques são compostos por matérias-primas ou produtos acabados, aparecendo assim no balanço patrimonial. Faria e Costa (2005) também afirmam que quando os estoques de produtos acabados são vendidos, os custos aparecem na demonstração dos resultados do exercício (DRE) como custos de produtos vendidos (CPV) ou como custos de distribuição. Em outra situação, quando produtos acabados ou peças de reposição são estocados são tratados como despesas comerciais. Dessa forma, percebe-se que a visibilidade dos custos logísticos não é clara, ou seja, é muito difícil obter custos de armazenagem e movimentação de cargas/materiais através de documentos gerencias como os citados acima. Tal dificuldade foi relatada por Christopher (1997), que comentou:

“[...] o problema de desenvolvimento de um sistema adequado de custeio orientado para a logística é, principalmente, uma questão de enfoque. Este problema resume-se na capacidade de focalizar os resultados dos sistemas de distribuição, que em essência tratam do fornecimento do serviço ao cliente e também, identificar os custos específicos associados a estes resultados. Os métodos tradicionais de contabilidade não possuem este enfoque.”

Segundo Faria e Costa (2005) a ausência de um sistema de custeio voltado à logística dificulta, se não inviabiliza, uma das questões centrais da gestão logística, a dos *trade-off* de custos, pois não se tem visibilidade do Custo Logístico Total.

4. Método de Custeio Baseado em Atividades (ABC)

Diante da dificuldade apresentada acima, propoe-se a aplicação do Método de Custeio Baseado em Atividades (ABC), já que este se apresenta como meio se obter informações

contábeis gerenciais para a gestão logística, idéia esta, de consenso entre muitos pesquisadores (FARIA e COSTA, 2005).

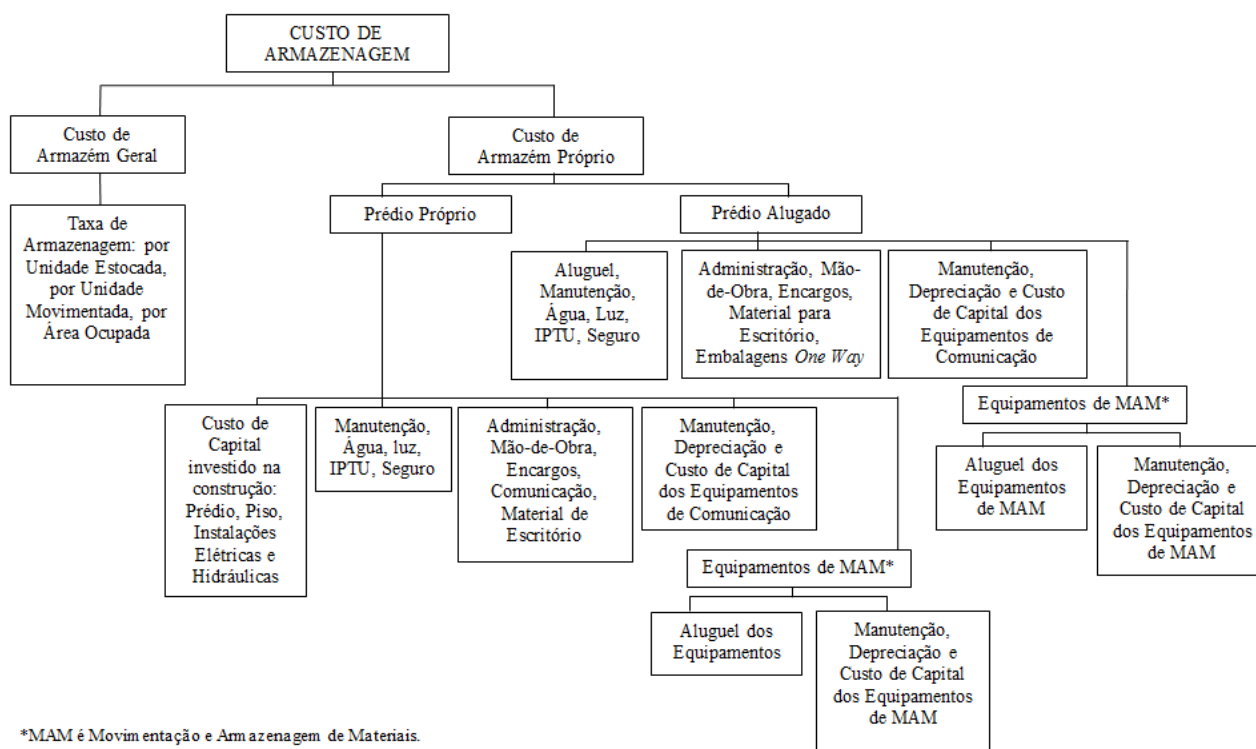
Segundo Silva e Villar (2007), o Custeio Baseado em Atividades foi desenvolvido na década de 1980 nos Estados Unidos, por um professor de *Harvard Business School*, a partir da compreensão de que todos os custos indiretos são causados pelas atividades executadas. Foi encontrada então uma nova lógica para a distribuição de custos, a partir da compreensão de que todos os produtos ou serviços consomem atividades e que as atividades consomem os recursos.

Freires (2000) também afirma que o Método de Custeio Baseado em Atividades pode ser aplicado em departamentos ou divisões específicas no processo logístico. Baseado na afirmação de Freires (2000) este trabalho aplica o método ABC para a atividade logística de armazenagem e movimentação de cargas/materiais a fim de extrair desse subprocesso os custos de forma mais visível e clara.

4.1. Método ABC na armazenagem e movimentação de cargas e materiais

Frente ao método escolhido para levantar os custos logísticos de um armazém não automatizado vale resaltar que neste trabalho serão analisados somente os custos das atividades e não será calculado o custo que cada produto consome de tais atividades, por não ser este o objetivo desejado.

Primeiramente, foram levantados todos os custos possíveis de um armazém tradicional, ou seja, não automatizado. No entanto, nesta etapa, percebeu-se que dependendo do tipo de espaço físico destinado ao acondicionamento dos materiais o armazém possui diferentes custos. Para esclarecer os tipos de espaços físicos que podem existir, Ballou (1993) explica que a empresa dispõe de várias opções para acondicionar seu estoque de materiais e



produtos, desde possuir prédio próprio, alugar espaço físico, alugar um prédio para operação

FIGURA 3 – Custos de armazenagem/movimentação.

Fonte: Adaptado de Faria e Costa (2005).

ou estocar em trânsito. Nas três primeiras opções, a empresa estará realizando armazenagem própria e se estiver alugando espaço físico temporário, diretamente ou via operador logístico, estará realizando operações em armazéns público/geral. Dessa forma, a figura 3 apresenta alguns custos referentes aos dois tipos expostos.

5. Formulários de aplicação, baseados no método ABC

Por existirem duas situações distintas de armazenagem em função do espaço físico, foram criados dois formulários em Excel 2010, utilizando programação *Visual Basic Application 6.0* (VBA). Como este formulário tem como objetivo levantar os custos logísticos tradicionais de uma empresa através do preenchimento dos dados requeridos, há necessidade de registrar os dados desta empresa. Portanto, ambos os formulários possuem quatro etapas, sendo a primeira destinada a concordância com o termo de sigilo e ao cabeçalho, que contém informações do entrevistado e do entrevistador, além de outros itens, como se observa nas

Nº:	Data:		Ajuda Obs	
Equipe:				
Entrevistado:	Setor:	Cargo:		
Empresa:	CNPJ:			
Endereço:	Cidade:	Estado:		
Área Total - AT (m ²):	Área de Armazenagem - AA (m ²):			
Volume de Estoque (R\$/ano):	Período (mês):			

Figuras 4 e 5.

Nº:	Data:		Ajuda Obs	
Equipe				
Entrevistado	Setor:	Cargo:		
Empresa:	CNPJ:			
Endereço:	Cidade:	Estado:		
Volume de estoque (R\$/ano):	Período (mês):			
Quantidade média de unidades estocadas (mês)	Período (mês):			

FIGURA 4. Tela Inicial. Formulário do armazém próprio.

FIGURA 5. Tela Inicial. Formulário do público/geral.

O campo período é referente ao tempo (meses), que se deseja obter o total gasto ou valor despendido com custos. Os outros campos, como área total e de armazenagem, quantidade média de unidades estocadas mensalmente e volume de estoque anual, em reais, são informações úteis na aplicação dos critérios de apropriação e na análise dos custos gerais.

Os formulários apresentam também ajuda para o preenchimento dos dados, além da possibilidade de inserção de observações, para cada custo.

5.1 Formulário de aplicação, Armazém próprio

Este formulário relaciona uma lista dos possíveis custos que um armazém próprio pode apresentar, como se observa na Figura 6.

Através dos *check-boxes* posicionados a esquerda da descrição do custo/gasto em cada

Item/Cálculo	Descrição	Critério de Apropriação	Valor mensal (R\$)	Total no período
1. Mão de obra				
1.01 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Salários, Encargos e Benefícios	-----	-----	-----
1.02 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Treinamento e reciclagem de funcionários	-----	-----	-----
1.03 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Higiene e segurança do trabalho	-----	-----	-----
1.04 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Acidente de trabalho	-----	-----	-----
2. Área física				
2.01 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Energia elétrica	-----	-----	-----
2.02 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Aluguel da área de armazenagem	-----	-----	-----
2.03 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Seguro do prédio	-----	-----	-----
2.04 <input type="checkbox"/> Calc Obs	IPU	-----	-----	-----
2.05 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Manutenção de instalações de armazenagem	-----	-----	-----
2.06 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Manutenção do prédio	-----	-----	-----
2.07 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Depreciação de instalações de armazenagem	-----	-----	-----
2.08 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Depreciação da edificação de armazenagem	-----	-----	-----
3. Equipamentos de movimentação				
3.01 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Aluguel de equipamentos de movimentação	-----	-----	-----
3.02 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Seguro de equipamentos de movimentação	-----	-----	-----
3.03 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Combustível e Lubrificação	-----	-----	-----
3.04 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Manutenção de equipamentos de movimentação	-----	-----	-----
3.05 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Depreciação de equipamentos de movimentação	-----	-----	-----
4. Inventário/Estoque (matérias primas, produtos em processo e produtos acabados)				
4.01 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Seguro do inventário	-----	-----	-----
4.02 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Divergência de inventário	-----	-----	-----
4.03 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Riscos com o estoque (Danos, perdas, avarias, etc)	-----	-----	-----
5. Despesas administrativas/comerciais				
5.01 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Sistemas de informação (WMS, etc.)	-----	-----	-----
5.02 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Material para escritório	-----	-----	-----
5.03 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Serviços de terceiros	-----	-----	-----
5.04 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Depreciação da tecnologia da informação	-----	-----	-----
5.05 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Depreciação de móveis e utensílios	-----	-----	-----
6. Outros custos				
6.01 <input type="checkbox"/> Detalhar	-----	-----	-----	-----
6.02 <input type="checkbox"/> Detalhar	-----	-----	-----	-----
6.03 <input type="checkbox"/> Detalhar	-----	-----	-----	-----

Calc: Calcular

Total final do período

0,00

Obs: Observação

FIGURA 6. Formulário do armazém próprio.

uso, suponha-se que o armazém analisado não apresente gastos com treinamento e reciclagem de funcionários que trabalhem na área de armazenagem, então este gasto não será contabilizado se o *check-box* referente a ele não for ativado.

Caso a empresa entrevistada não sabia expressar em números o quanto gasta mensalmente com determinado item requerido, o usuário do formulário tem a possibilidade de

Grupo: 2. Área física	Ajuda	
Item: 2.02 - Aluguel da área de armazenagem	Critério de Apropriação: <input type="checkbox"/> Rateio (m²) <input type="checkbox"/> Porcentagem definida (%)	
Dados referentes a um MÊS		
Aluguel total da fábrica (R\$) <input type="text" value="0,00"/>		
Rateio (m²) Área total da fábrica (m²) <input type="text" value="1.000"/> Área de armazenagem (m²) <input type="text" value="100"/>		Porcentagem definida [0,00 - 1,00] Porcentagem da área de armazenagem sobre área total: <input type="text" value="-----"/>
Total mensal: <input type="text" value="0,00"/>		<input type="button" value="Concluir"/>
Voltar para formulário		

selecionar a opção “*Calc*” (que significa calcular). Ao optar por calcular, o usuário é direcionado para uma tela que, através de outros dados, calcula o item desejado, como se pode observar com o cálculo do item “2.02 – Aluguel da área de armazenagem”, Figura 7.

FIGURA 7. Cálculo referente ao aluguel da área de armazenagem

O cálculo de cada custo baseia-se nos critérios de apropriação, apresentado por Faria e Costa (2005). A possibilidade de calcular o item requerido no formulário é de extrema importância, já que a visibilidade dos custos logísticos não é clara. Com este recurso, a precisão dos dados é elevada e a qualidade das informações também, garantindo uma análise confiável.

Caso o usuário digite, diretamente, o custo mensal de um item específico, o campo critério de apropriação, é preenchido automaticamente com a palavra ‘Usuário’ identificando assim que o valor apresentado foi digitado pelo usuário e não passou por nenhum critério. No entanto, caso o usuário opte por calcular, através do formulário, o item requerido, assim que seleciona a opção “concluir”, o valor mensal e o critério de apropriação são automaticamente levados para o formulário, indicando assim que o dado apresentado foi resultado de um cálculo respeitando critérios.

Em alguns cálculos são requeridos valores anuais ou então dos últimos 5/10/25 anos, no caso das depreciações. Nestes casos, o valor é dividido por uma determinada quantidade de meses, para se obter o valor mensal, respeitando o período considerado no cabeçalho, e assim preencher devidamente o campo referente no formulário.

5.2 Formulário de aplicação, Armazém público/geral

Item/Cálculo	Descrição	Critério de Apropriação	Valor mensal (R\$)	Total no Período
1. Inventário/Estoque (materiais primas, produtos em processo e produtos acabados)				
1.01 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Riscos com o estoque (danos, perdas, avarias, etc)	_____	_____	_____
1.02 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Seguro do Inventário	_____	_____	_____
1.03 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Divergência de Inventário	_____	_____	_____
2. Armazenagem				
2.01 <input type="checkbox"/> Calc Obs	Taxa por: unidade estocada, movimentada ou área ocupada	_____	_____	_____
3. Outros custos				
3.01 <input type="checkbox"/> Detalhar	_____	_____	_____	_____
3.02 <input type="checkbox"/> Detalhar	_____	_____	_____	_____
3.03 <input type="checkbox"/> Detalhar	_____	_____	_____	_____

Calc : Calcular

Total final do período:

0,00

Obs: Observação

Este formulário conta com uma lista completa dos possíveis custos que um armazém geral/público pode apresentar, como se observa na Figura 8.

FIGURA 8. Formulário do armazém público/geral.

A maneira com que se utiliza este formulário é semelhante ao exposto acima, na descrição do formulário para armazém próprio. No entanto, o armazém geral/público conta com um número menor de possíveis custos, pois empresa que deseja alocar seu material em um espaço físico contratar um terceiro, que por sua vez detém de um armazém, para que este preste o serviço de armazenagem. Sendo assim, a empresa que possui o armazém cobra valores referentes à unidade estocada, unidade movimentada ou por área ocupada. Essas variações de cobrança dependem da empresa prestadora do serviço. A fim de deixar este formulário generalizado, optou-se em colocar todas as variações de cobrança citadas acima, dessa forma o usuário escolhe qual delas se aplica para sua empresa. A fim de exemplificar, contamos com uma empresa fictícia XYZ Ltda que trabalhe com armazenagem geral, ou seja, contrata uma empresa terceirizada para realizar a armazenagem de seus materiais, cuja cobrança seja por unidade estocada. O usuário do formulário colocará no campo “valor mensal” o valor gasto com este tipo de cobrança, “unidade estocada”. Se desejar deixar isto registrado, o usuário poderá selecionar a opção “Obs.” (que significa observação), e escrever naquele espaço que o valor digitado no formulário é referente a cobrança do tipo “unidade estocada”.

No entanto, caso esta empresa não saiba informar o quanto gasta por mês com determinado custo/gasto requerido formulário, e necessite, por isso, calcular este valor, o usuário deverá selecionar a opção “Calc”. Ao clicar em calcular o usuário terá acesso a outra tela que, por valores indiretos, chegará ao valor mensal requerido no formulário, como se observa na Figura 9, “Cálculo do custo de divergência de inventário”.

Os cálculos para os custos, que este formulário apresenta, seguem, como o formulário anterior, critérios de apropriação.

Para o cálculo do custo com divergência de inventário, considerou-se a multa que a empresa pode receber se a quantidade de estoque apontada no sistema for diferente da quantidade da contagem feita periodicamente. Além disso, considerou-se também o custo de oportunidade referente a quantidade média de produtos que foram extraviados do estoque,

Grupo: 1. Inventário/Estoque	Ajuda	
Item: 1.03 - Divergência de Inventário	Critério de Apropriação: Identificação Direta	
Dados referentes a um ANO		
Valor médio dos produtos (R\$)	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Multa
Número de médio divergido	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Custo de oportunidade
Tempo médio que o produto ficou enterrado (mês)	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Outros custos
Taxa de juros [0,00 - 1,00]	<input type="text"/>	
Total mensal:		<input type="text" value="0,00"/>
		<input type="button" value="Concluído"/>
Voltar para formulário		

valor médio em reais destes mesmos produtos e o tempo médio que eles permaneceram extraviados, aplicando a essas variáveis uma taxa de juros determinada pelo usuário.

FIGURA 9. Cálculo referente à divergência do inventário.

6. Condições de influência

Segundo Faria e Costa (2005), há um grande esforço por parte das empresas para minimizar o uso dos locais de armazenagem, com o objetivo de sincronizar a produção com a demanda do consumidor, visando evitar o acúmulo dos estoques ao longo da cadeia para obter menores custos, carregamentos e descarregamentos mais frequentes e giro mais rápido dos estoques. Além da minimização do espaço, Faria e Costa (2005) também aponta outras questões relacionadas a decisões operacionais de movimentação, que devem verificar se a distância entre as operações é mínima, se o *layout* existente proporciona o melhor fluxo, se os materiais estão estocados no ponto de uso, entre outros fatores. Algumas das questões levantadas por Faria e Costa (2005) são estudadas no Laboratório de Robótica Móvel (LabRoM) pelo Grupo de Mecatrônica da EESC – USP, como já exposto.

7. Conclusão

Através das ferramentas computacionais desenvolvidas e da aplicação do método de Custeio Baseado em Atividades, ABC, pôde-se então obter uma melhor visibilidade dos custos logísticos tradicionais em um armazém. Dessa forma, analisar, controlar e gerenciar tais custos se tornou mais preciso e simples. O desenvolvimento dos formulários em Excel também beneficia a interface do usuário com a ferramenta, já que o Excel é largamente empregado nas empresas no Brasil. Dessa forma, será possível dar continuidade ao estudo da análise econômica do projeto que visa a automatização de armazéns com utilização de empilhadeiras robóticas guiadas pelo sistema de roteamento proposto por Vivaldini (2010). Com o desenvolvimento deste trabalho, garante-se que a análise econômica abordada trata algumas questões que beneficiarão o levantamento e a minimização dos custos em sistemas de armazenagem.

8. Referências

- BALLOU, Ronald H. *Logística empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física*. São Paulo: Atlas, 1993.
- CARVALHO, J. M. V. *Programação de operações em sistemas com tempo de processamento variável*. Departamento de Produção e Sistemas, Universidade do Minho, Braga – Portugal, 2002.
- CHRISTOPHER, M. “*Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços*”, Pioneira, São Paulo, 1997.
- FARIA, D. C. A., COSTA, G. F. D. M. *Gestão de Custos Logístico*. Edição 1, Atlas Editora, 2005
- Forklift & Pallet Handling Automatic Guided Vehicles. Disponível em: <http://www.agvrobots.com/forklift_agv.html>. Acesso em: 08 Ago. 2011.
- FREIRES, G. *Proposta de um modelo de gestão dos custos da cadeia de suprimentos*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), UFSC, Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- MOURA, Reinaldo Aparecido. *Logística: Suprimentos, Armazenagem e Distribuição Física*, São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais – IMAM, 1989.
- ODA, M.; MIRANDA, Z. A. I.; ITANI, A.; LICCO, E.; KULAY, L. A. *Logística sustentável: Contribuição a processos de gestão*. Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente - v.4, n.1, Seção InterfacEHS 2, 2009.
- OLIVEIRA, D. F., TINELLI, L. M., VIVALDINI, K. C. T., BECKER, M. *Aplicação do método AHP para realocação de produtos em sistemas logísticos*. XLIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Ubatuba - SP, Brasil, Ago. 2011.
- OLIVEIRA, M. M. ; VIVALDINI, K. C. T. ; GALDAMES, J. P. M. ; Magalhães, D. V. ; BECKER, M.. Battery State Estimation for Applications in Intelligent Warehouses. Em: ICRA 2011 - IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2011, Shanghai - China. Proc. of ICRA 2011. Shanghai - China : IEEE, v. 1, p. 1-6, 2011b.
- SILVA, L. M. F., VILLAR, A. M. *Discussão Sobre as Técnicas de Avaliação dos Custos Logísticos para Fins de Controle Gerencial*. XIV Congresso Brasileiro de Custos, João Pessoa – PB, 2007
- STURMER, M. *Sistema de controle e navegação para robôs móveis autônomos em ambientes de armazenagem*. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Informática) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos: Universidade Jesuíta do RS/Brasil, São Leopoldo, 2004.
- TINELLI, L.M., VIVALDINI, K. C. T., BECKER, M. “*Product positioning optimization using the abc method*”, Proceedings of the 21th International Congress of Mechanical Engineering, Natal - RN, Brazil, Nov. 2011. (Aceito para publicação)
- VIVALDINI, K. C. T. *Roteamento Automático de Empilhadeiras Robóticas em Armazém Inteligente*. 92p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.