

UTILIZAÇÃO DE CONCEITOS E FERRAMENTAS DA LOGÍSTICA PARA A MELHORIA DA SUSTENTABILIDADE: UM ESTUDO DE CASO

Prof. M. Sc. WALTSON GOMES NETO DE LIMAD
CEETEPS – São Paulo – Brasil
wlimad@usp.br

Prof.^a Dr.^a MARIA LÚCIA PEREIRA DA SILVA
CEETEPS – São Paulo – Brasil
Escola Politécnica, USP – Brasil
malu@lsi.usp.br

Resumo – O presente artigo tem como objetivo avaliar as possíveis vantagens da introdução de conceitos e ferramentas ambientais à Logística para a melhoria da Sustentabilidade. No presente caso, avaliou-se o segmento industrial, com destaque ao setor eletroeletrônico, através do estudo de caso em uma empresa do setor. O estudo demonstrou que correlacionar conceitos e ferramentas ambientais e de Logística é de extrema valia para aumentar o grau de Sustentabilidade de um empreendimento. Isto decorre da possibilidade de uma abordagem diversa sobre o fluxo de materiais que, por apresentar aspecto temporal, pode ser obtida através da aplicação da Ecologia Industrial, pelo aspecto ambiental, em conjunto com o Fluxo de Processos, pelo aspecto da Logística.

Abstract – This article aims to evaluate the possible advantages of introducing concepts and environmental tools for Logistics to improve sustainability. In this case, evaluated the industrial sector, especially the electronics area, through a case study. The study showed that correlate environmental concepts and tools and Logistics are extremely important to increase the sustainability of an enterprise. This arises from the possibility of a different approach on the flow of materials, for presenting temporal aspect, may be obtained through the application of Industrial Ecology, the environmental aspect, together with the Process Flow, by the aspect of logistics.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Ecologia Industrial, Produção Mais Limpa, Logística.

Introdução

Esse artigo tem por finalidade avaliar as possíveis vantagens, para um empreendimento do setor secundário da Economia, do uso dos conceitos e das ferramentas de Logística à melhoria da Sustentabilidade, definida nesse trabalho como a aplicação do conceito de Desenvolvimento Sustentável, ou seja, sua *práxis*, nos processos humanos. Assim, utiliza-se aqui a visão de [1], que descreveu a Sustentabilidade como “a eficácia na forma de gestão aplicada para a obtenção de objetivos definidos” o que exige “definir corretamente os critérios na avaliação dos objetivos, metas e atores envolvidos na questão”, além de “métodos para determinar critérios e indicadores”, o que “resulta em ferramentas significativas de avaliação”. Muito embora vários conceitos ligeiramente discordantes possam ter sido usados para definir a Sustentabilidade nas últimas quatro décadas, como observa [2], é consistente em todas as abordagens, para definição do termo, a procura da “persistência por longo período, de certas características necessárias e desejáveis de um sistema sociopolítico e seu ambiente natural, não infinitamente durável, mas que seja capaz de transformar a sociedade”. Portanto, além de objetivos, metas e indicadores, a questão temporal deve ser também avaliada.

No setor secundário, um conceito bastante relevante é o de Ecologia Industrial, que estabelece que todos os resíduos/materiais devem ser continuamente reciclados dentro do sistema e somente a energia solar ilimitada deveria ser utilizada de forma dissipativa [3]. Assim, ocorre uma analogia entre os sistemas industriais e os ecossistemas naturais, o que favorece a avaliação do aspecto temporal, ao preocupar-se com o fluxo de materiais, não só entre empresas – onde deve ocorrer de modo sinérgico – como também sua interação com o Ambiente. Por fim, as operações de uma empresa que são relevantes para estabelecer como se dá o fluxo de materiais são também alvo de análise pela área da Logística e poderiam ser de grande valia na compreensão dos processos de Sustentabilidade. Contudo, até o presente, a maior ênfase no estudo da Logística pelo aspecto ambiental – quer seja a possibilidade de melhoria do ambiente ou influência exercida neste – recai sobre as cadeias de suprimentos e não para o impacto na Sustentabilidade do empreendimento [4]. Portanto, uma abordagem das possíveis interações entre dois conceitos importantes na área Produtiva - Logística e Ecologia Industrial – pode ser de grande valor para a melhoria ambiental e foi alvo de estudo nesta pesquisa.

Metodologia

O processo de investigação aplicado nesta pesquisa foi o estudo de caso. Isso porque este método propõe esclarecer uma situação pelo qual corresponde proporcionalmente a Realidade na qual está inserido o contexto da pesquisa [5]. Como a Sustentabilidade requer a avaliação do aspecto temporal, isto pode ser obtido através do estudo do fluxo de materiais, utilizando os conceitos de Ecologia Industrial pelo aspecto ambiental, e de fluxo de processos pelo aspecto da Logística.

Para operacionalizar conceitos/variáveis decorrentes do grau de Sustentabilidade, isto é, para avaliar a forma como a Empresa utiliza os recursos e trata os resíduos, tendo como base os conceitos/ferramentas da Ecologia Industrial, além da aplicação

do Estudo de Caso, optou-se pelo tipo de investigação denominado de Pesquisa Ação. A pesquisa em ação é caracterizada pela associação da ação ou da resolução de um problema, no qual os pesquisadores e os participantes estão envolvidos [6]. Assim, neste tipo de pesquisa o observador e seus instrumentos desempenham um papel ativo na coleta, análise e interpretação dos dados. Deste modo, determinaram os processos de produção e ferramentas associadas úteis à Logística existentes na empresa. Uma vez estabelecidas a forma de funcionamento do empreendimento, escolheram-se e implantaram-se, então, ferramentas de Logística – tais como PMO e WMS – porém coligadas a conceitos de Ecologia Industrial. Por fim, avaliaram-se as vantagens de implantação para a melhoria da Sustentabilidade do Empreendimento.

Para facilitar a compreensão deste trabalho, descrevem-se brevemente as ferramentas utilizadas. Para a Logística, PMO (*Project Management Office*) é uma ferramenta utilizada para controle do fluxo de materiais e/ou etapas de processo. Outra ferramenta sistêmica, o WMS (*Warehouse Management System*), é utilizada para consumo automático dos itens dentro do fluxo operacional de materiais; é, portanto, uma ferramenta essencialmente de controle logístico.

Para a Ecologia Industrial é importante determinar como se dão as inter-relações entre os processos da empresa e entre empresas com o objetivo último da formação de ciclos fechados de produção. Assim, para a Ecologia Industrial a definição de maior importância é a de co-produto. Co-produto [7] como aquele material produzido involuntariamente, mas que pode ser reutilizado em outro ponto do processo (internamente à produção) ou mesmo em outro processo (externamente à produção). Portanto, as inter-relações desde simples troca entre operações ou empresas – simbiose industrial, ou aquelas trocas mais complexas, entre setores da empresa ou entre empreendimentos distintos, e, se possível, até a formação de ciclos fechados de produção – ecossistemas industriais – baseiam-se no uso desses co-produtos. Neste contexto, o fluxo de materiais e sua destinação final, denominado de metabolismo industrial, tornam-se um dos parâmetros mais importantes da produção. Por fim temos o uso do Sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*) que é definido como sendo uma plataforma de *software* desenvolvida para integrar todos os dados e processos de uma organização em um único sistema. Neste caso, para o processamento do fluxo de materiais, desponta o MRP (*Material Requirement Planning*), que é definido por um sistema computadorizado de controle de inventário e produção, mantendo os níveis adequados e necessários para os processos produtivos da empresa. O ERP pode ser usado para a implantação de conceitos de Ecologia Industrial, desde simples formação de simbiose industrial até a Avaliação de Ciclo de Vida do produto [8,9].

Resultados e Discussões

Este item apresenta os resultados obtidos do seguinte modo: inicialmente descreve-se brevemente a empresa sob estudo e o fluxograma de um dos seus processos, apenas para facilitar a compreensão do fluxo de materiais. A seguir, comenta-se sobre os principais co-produtos e, por fim, apresentam-se os controles de Logística que permitiram destinar tais co-produtos continuamente durante os processos de produção.

Descrição sucinta da empresa

A Empresa é uma multinacional do setor eletroeletrônico que atua em diversos países e em vários continentes, nos segmentos de energia, saúde, produtos industriais de alta tecnologia e bens de consumo ligados à tecnologia da informação. A empresa possui aproximadamente 50.000 funcionários por todo o mundo, contudo suas fábricas funcionam como Unidades de Negócio e o *site* (Condomínio Industrial) estudado nesse trabalho possui aproximadamente 1000 funcionários. Seus principais produtos são: motores, programas de automação, equipamentos para a geração, transmissão e distribuição de energia, máquinas para o setor de saúde, soluções de tecnologia da informação, entre outros.

O Condomínio Industrial onde está situada a Unidade é formado por 5 fábricas com foco em geração, transmissão e distribuição de energia e uma unidade para fabricação de *drives* (acionamentos mecânicos). A unidade de negócio **Alta Tensão** possui aproximadamente 150 funcionários, dos quais 110 estão ligados diretamente às Operações (Produção e Logística). Os restantes estão direcionados às áreas da Engenharia, Vendas, Controladoria, Comercial e Administração de Contratos.

A unidade de negócio Alta Tensão apresenta grandes vantagens como estudo de caso, pois demanda boa variedade de materiais para os seus processos produtivos e não-produtivos; além disso, se encontra em uma região cercada de Mata Atlântica, dentro do Estado de São Paulo, a um raio de 100 km da capital. Portanto, se a Empresa não cumprir com os valores socioambientais descritos em seu sistema de gestão, a sociedade perceberá de pronto os impactos. Esta unidade possui três linhas de produtos: disjuntores, seccionadores e revenda (para-raios, transformadores de potência e de corrente); tais produtos variam na faixa de 72,5 kV a 800 kV. Por fim, o processo de fabricação dos produtos está orientado por projetos, ou seja, processos *make to order* (por pedido). A figura 1 apresenta, apenas para exemplificar as operações (fluxo de materiais), o processo de produção de disjuntores. A produção é formada por subconjuntos (Pólos; Painéis de comando eletromecânicos; Bases; Ferragens; Elementos de Suporte) e é possível identificar facilmente a formação de co-produtos nos três últimos subconjuntos, já que estes apresentam em seus processos a manipulação de ferro, aço, zinco e cobre, em um processo de fabricação e montagem das bases e ferragens.

A área de Engenharia estabelece as necessidades técnicas e gera as informações para a Logística, que elabora as ordens de produção, bem como as necessidades de compras. Os materiais são planejados e analisados segundo a gestão dos estoques, que é auxiliada pelo MRP para ajuste das necessidades advindas dos projetos em relação ao existente. Os materiais não são agrupados pelo critério *Make to Stock* (gestão por estoque livre). Uma vez comprados e agrupados, estes materiais são entregues à Produção para a sua fabricação. A fabricação é composta por várias fases: fabricação das ferragens, montagem das partes vivas, montagem de painéis elétricos, pintura de componentes, e, por fim, montagem dos conjuntos construídos. Terminada esta fase, o projeto é expedido pela Logística e faturado pela área comercial.

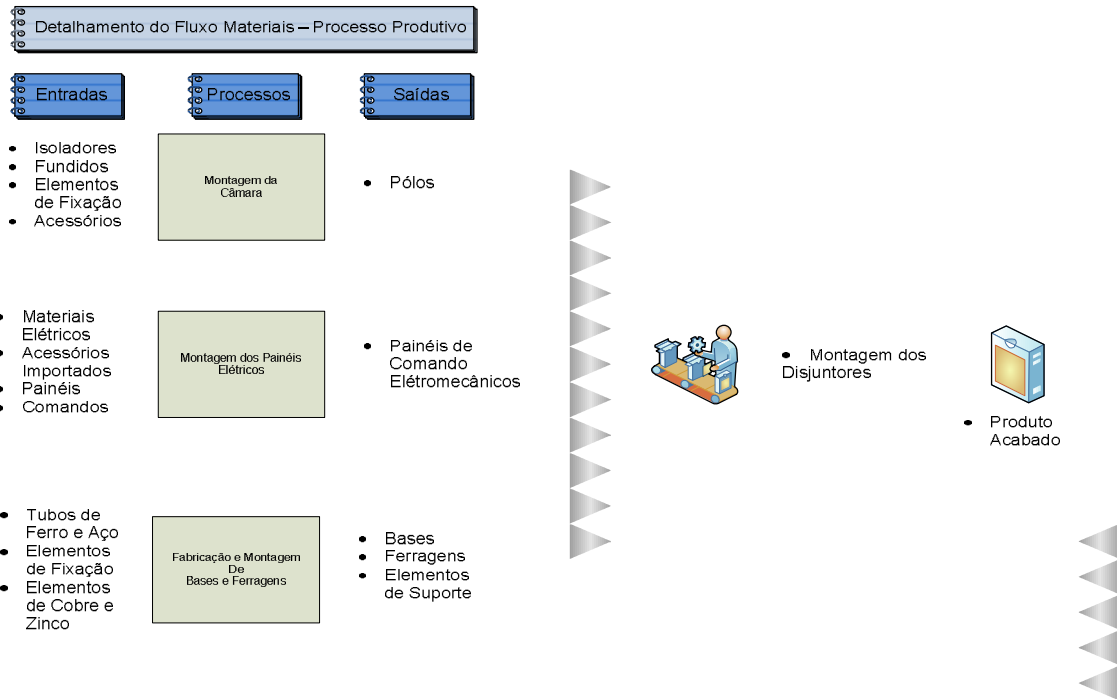


Figura 1 – Processo de Fabricação de Disjuntores (Produto 1)

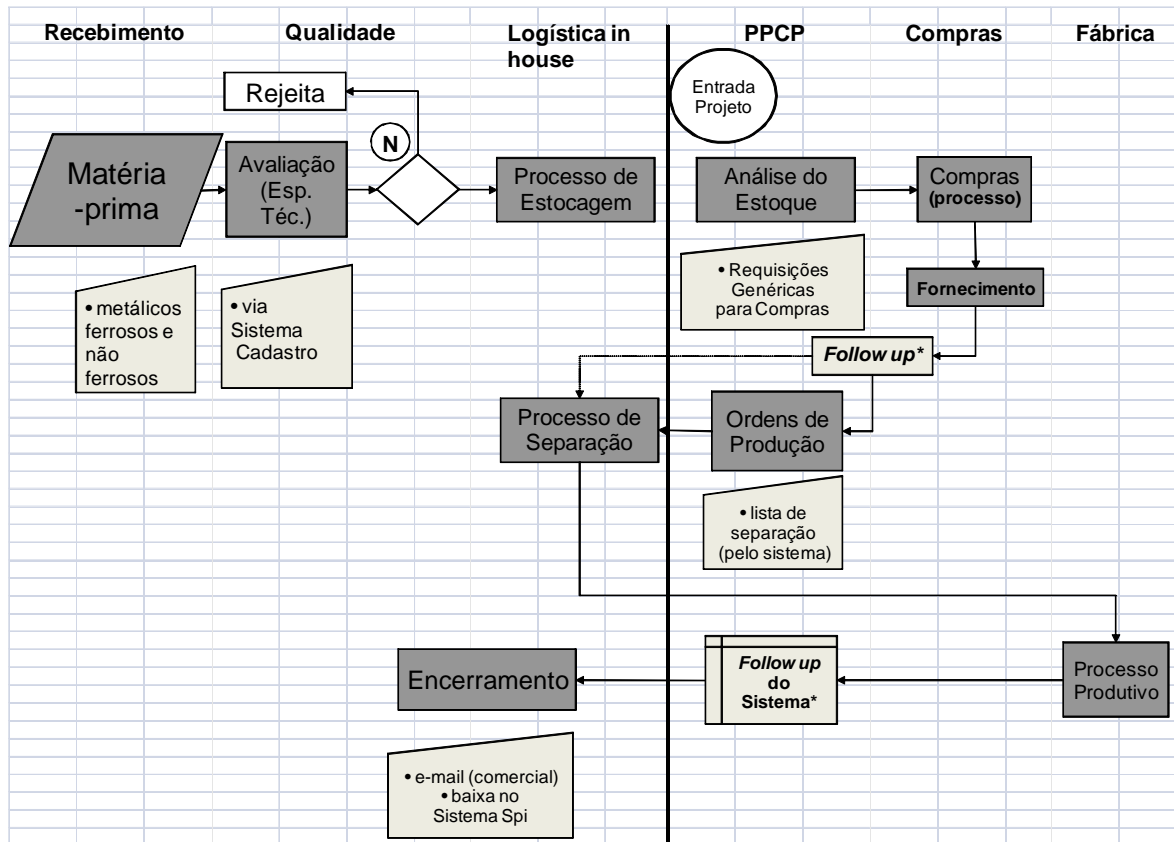


Figura 2 – Fluxo de Informação no Processo de Fabricação do Produto 1

Principais co-produtos

Fato importante determinado por este trabalho foi que a linha de disjuntores necessita de uma gestão especial, por ser composta por um grupo de materiais que corresponde a 90% do valor do estoque; portanto, todos os co-produtos gerados foram analisados dentro de um gráfico de Pareto, como descrito posteriormente.

Inicialmente, no que diz respeito aos materiais e toda a Gestão Logística, a **avaliação ambiental** apresentou uma situação de passivo ambiental e financeiro que não pode ser analisada apenas pela óptica da prevenção de poluição. Apesar do possível valor agregado do material que forma o passivo, durante muito tempo estes materiais se perderam dentro do Estoque, pela falta de análise dos processos de aquisição e de controle de estoque na Empresa. Assim, pôde-se constatar que, dentre outros problemas, este fato causou aumento do custo dos passivos (materiais), ocupação de espaço desnecessário, aumento de custo de armazenagem e perda no fluxo de caixa no resultado operacional da Empresa. Portanto, o **fluxo de materiais** foi analisado de dois modos distintos, considerando separadamente materiais obsoletos e materiais alocados no processo de produção (Tabela 1) tendo como base: avaliação, uso e destinação. Como se pode observar na Tabela 1, o estoque era formado principalmente por ativos com alto custo (questão econômica) e sem destinação (questão ambiental).

Tabela 1 – Materiais de uso comum sem projetos, e, destinados ao uso em até 12 meses

Ativos sem utilização nas Linhas de produção de:			Materiais de uso comum	Materiais a serem destinados em até 12 meses
Seccionadores	Disjuntores	Revenda		
3.70	3.40	1.20	2.20	7.6
* Valores em milhões de reais				

Assim, após a avaliação preliminar do estoque, foi feita uma classificação dos itens de acordo com os projetos utilizados na Empresa, identificando-se aqueles que não possuíam projeto-destinado e denominando-os “itens não-empenhados”. Esses materiais foram, então, priorizados para serem adequados aos projetos a desenvolver. Para aqueles não encaixados nesta proposta, foram vistas alternativas de venda externa ou destinação de acordo com a sua natureza. Portanto, obedeceu-se uma escala de reuso, reciclagem (como co-produto) e descarte. De todos os materiais avaliados, cerca de 30% pôde ser imediatamente classificado como de uso comum, ou seja, aproximadamente R\$ 2,3 milhões ou 50 toneladas de material foram realocados.

Para avaliação dos materiais restantes, ou seja, ainda listados como não empenhados, todos os co-produtos relevantes gerados em 2 linhas de produção foram listados, através do modo MRP, de 2 formas distintas, a saber:

- i) Listados pela importância de massa;
- ii) Listados pela importância do custo de aquisição.

Esses co-produtos, por sua vez, foram divididos através do Gráfico de Pareto, classificação A, B e C, ou seja, correspondendo a 5%, 15% e 80%, respectivamente. A figura 3 apresenta a classificação de acordo com a importância em massa ou custo de aquisição, respectivamente. É importante observar que, de modo geral, o co-produto que apresenta alto custo de aquisição também encontra-se em grande quantidade (massa). Além disso, todos os elementos que pertencem à classificação 'A' são passíveis de venda imediata, sobretudo por se tratarem de metais; esta mesma análise pode ser expandida aos itens 'B'. Isto significa que aproximadamente 55% do material, originalmente considerado obsoleto, podem ser destinados como co-produtos, sendo, portanto, necessária apenas a destinação como resíduo de aproximadamente 15% do material.

O resultado dessa ação foi analisado após 6 meses da implantação. Para o material que foi realocado como de uso comum, 65% havia sido consumido, o que significa uma economia de aproximadamente 30 toneladas ou R\$ 1,5 milhões. Esse valor corresponde a uma economia de aproximadamente 10% do estoque mensal. Por outro lado, a destinação como co-produto não havia evoluído.

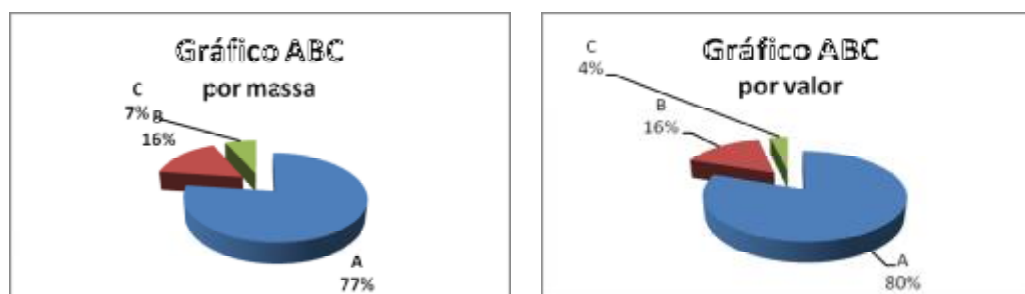


Figura 3 – Análise de Co-produtos por Pareto e de acordo com Massa (esquerda) e Custo (direita)

Controles de Logística

Um *brainstorming* evidenciou que os principais problemas evidenciados giravam em torno de:

- Excesso de estoque: devido a problemas de estimativa de consumo dentro do processo produtivo em série (itens padrão) e principalmente com aqueles *on demand* (projetos especiais), que se caracterizam pelos altos custos os projetos eram superestimados;
- Gerenciamento de estoque: porque os procedimentos não estavam claramente estabelecidos.

Para sanar tais dificuldades, optou-se por:

1. Uniformização de cadastro de materiais e itens a ele pertencentes;
2. Implantação do Sistema de Monitoramento do Fluxo de Materiais via PMO;
3. Gestão do Fluxo de Materiais através do Sistema WMS.

De modo a processar o fluxo operativo, uma das atividades da Logística é acompanhar o processo de movimentação de materiais, desde sua chegada até a finalização do produto. Essa atividade é fundamental porque possibilita a redução de paradas do processo e a utilização adequada dos materiais necessários em cada tipo de projeto a ser desenvolvido. Para tanto, utiliza-se de ferramentas para auxiliar este controle. Neste caso, o processo gerencial de controle de materiais da Empresa em estudo foi realizado através da aplicação do PMO. Através desta ferramenta, foi possível visualizar de forma sistêmica todos os processos pelos quais passam os materiais. Isso auxilia na tomada de decisão, caso ocorra um atraso, erro ou outro problema que implique em aumento de custo, parada de projeto, postergações/antecipações e multas. Ademais, também permite em curto espaço de tempo, listar a formação de possíveis co-produtos e/ou resíduos. Este processo é potencializado através do uso do WMS, pelo fato de processar e monitorar sistemicamente a entrada, saída e movimentação de materiais dentro do Armazém.

O uso desses controles permitiu obter indicadores como os apresentados na Figura 4.

EMPRESA		Planejamento da Linha de Produtos												
Logística		Tabela de Follow up												
Areas		PM		ENG. ^a	LOG.								PROD.	
PROJETO	CLIENTE	DEN.	Q.	DATA	ORDEM	IMPORT	IMPORT (IN HOUSE)	FAMÍLIAS DE ITENS					MONTAGEM	
0010/10	XXXX	XXXX	4		15-Jan-09	23-Aug-08	19-fev-09	19-Feb-09	19-Feb-09	19-Feb-09	19-Feb-09	19-Feb-09	16-Mar-09	24-Feb-09

Figura 4 – Planilha PMO e um Exemplo de Dados Obtidos

Dessa maneira, a empresa composta por 3 níveis hierárquicos, quando consultados sobre as mudanças consideraram que as ações de controle são parte de um processo de conscientização ambiental e de Sustentabilidade gerada na área de Logística a partir da Gerência e envolvendo todos os setores da Empresa. A partir desse estudo de caso propôs-se, e foi implantado, um novo fluxo de aquisição de materiais, como apresentado na figura 5. A Empresa também revelou que o índice de refugo gerado nos seus processos é atualmente bastante baixo.

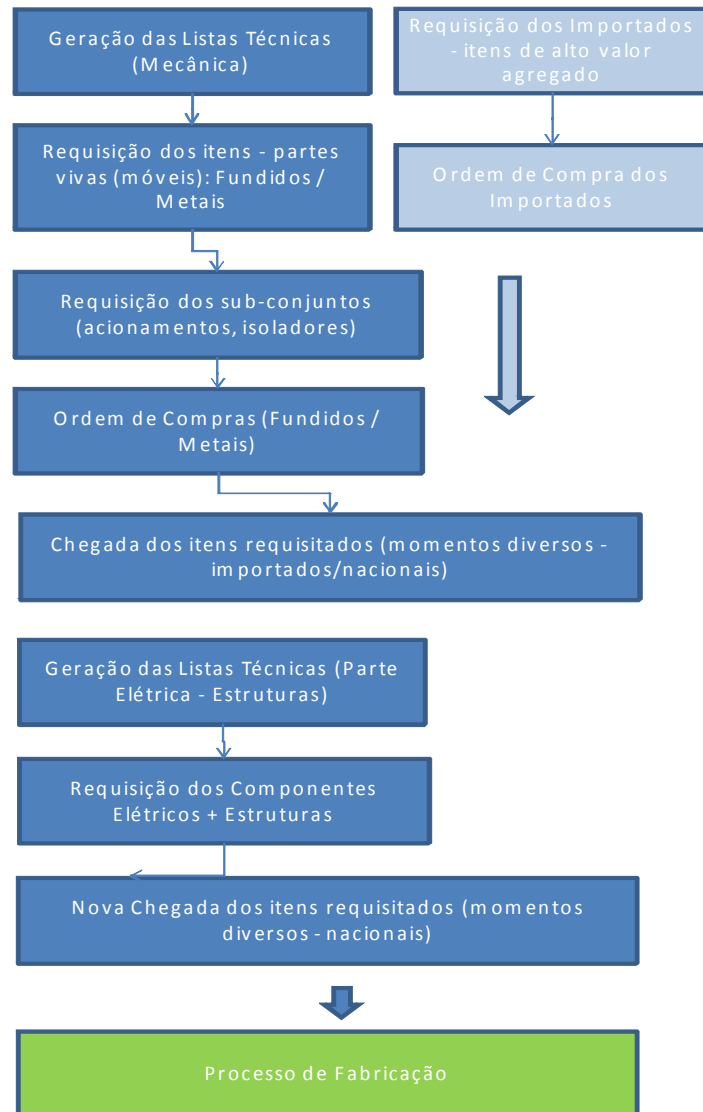


Figura 5 – Novo Fluxo de Aquisição (Materiais) da Empresa

Conclusões

Neste trabalho, foi possível evidenciar as vantagens do uso da Logística para implantação de Ecologia Industrial. Portanto, através da pesquisa, foi possível definir como co-produtos aproximadamente 80% dos produtos considerados obsoletos. Além disso, um número significativo de componentes não foi adquirido e, muito embora não se possa precisar seu valor, estima-se que este superou R\$ 2.000.000,00. Outra questão importante foi o ganho com a redução das multas e custos contratuais, já que a Empresa trabalha com importação e exportação de produtos.

A preocupação com a questão da Sustentabilidade, que é percebida através de ações relacionadas com melhoria de processos, bem como a conscientização dos colaboradores, somada à normalização dos procedimentos, já que a empresa possui Sistema de Gestão Integrada, ISO 14000 e 9000, favoreceu a implantação dos conceitos via Logística. Com a normatização, indicadores de controle tornaram-

se comuns e auxiliaram os gestores no planejamento do uso dos recursos de modo mais sustentável.

Como o maior impacto de produção de resíduo advém de material que não foi consumido, a avaliação da empresa com o foco da **Ecologia Industrial** foi útil já que esta se preocupa intrinsecamente com o fluxo de materiais e sua destinação. É importante observar que o fluxo de materiais pôde ser mais facilmente rastreado utilizando-se das ferramentas da Logística, representadas, neste trabalho, pelo Sistema ERP.

Agradecimentos

1. Os autores agradecem ao Programa de Mestrado do Centro Paula Souza por tornar possível o desenvolvimento de pesquisas como esta.
2. Os autores agradecem também a Empresa que disponibilizou os dados e espaço para a elaboração do Estudo de Caso.

Referências

- [1] Poudel, M.P. (2002), Assessment of Sustainability of Community Forestry through Combined Analysis of Field and Remotely Sensed Indicators. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation Enschede. The Netherlands.
- [2] Adeodato, M.T.P.C. (2005), Análise Das Estratégias Do Projeto Para Incorporação De Princípios E Indicadores De Sustentabilidade Em Políticas Públicas no Município de Jaboticabal - SP, Mestrado, UFSCAR, São Carlos, 229 páginas.
- [3] Giannetti, B.F.C. Almeida, M.V.B. (2006), Ecologia Industrial Conceitos, Ferramentas e Aplicações, Ed. Edgard Bücher, São Paulo.
- [4] Seuring et AL. (2008), From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. Journal of Cleaner Production, v. 16, n. 15, Pages 1699 – 1710.
- [5] Yin, R. K. (2005), Estudo de Caso: Planejamento e Métodos. 3ª Ed. Porto Alegre, Editora Bookman.
- [6] Gil, A.C. (2007), Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4ª Ed. São Paulo. Editora Atlas S.A.
- [7] Souza, P. A. (2001), A Dimensão Ambiental No Planejamento Da Mineração - Um Enfoque Empresarial, Bahia Análise & Dados Salvador - BA SEI, v.10, n.4, Pág. 280-305.
- [8] Stobbe, I., Middendorf, A., Schischke, K., Petermann1, C., Griese, H., Müller, J., Reichl, H. (2001), Meeting Data Requirements By Using The Izm/Ee-Toolbox For A Screening Assessment Of The Environmental Impacts Of Electronic Products, European Conference on Electronics and the Environments, Greenpack - Project, Oslo/N, Pages 12-13.

[9] Januschkowitz, A., Hendrickson, C. T. (2001), Product And Process Life Cycle Inventories Using SAP R/3, Proceedings Of The 2001 IEEE International Symposium: Electronics And The Environment, Pages 59-65, Denver, CO, USA.

Contatos

Waltson Gomes Neto Limad, Mestre pelo Programa de Mestrado do CEETEPS em Tecnologias Ambientais e Professor Associado da FATEC, nos cursos de Tecnologia em Logística e Transportes, e, Eletrônica Automotiva, wlimad@usp.br, fone 11 – 9502 8108.

Maria Lúcia Pereira da Silva, Doutora em Físico-Química e Professora Plena da FATEC/SP, no curso de Materiais, Processos e Componentes Eletrônicos, malu@lsi.usp.br, fone 11 – 3322 2217.