

A LOGÍSTICA REVERSA APLICADA NA FUNDIÇÃO DE ALUMÍNIO AUXILIANDO NA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA E DE BAUXITA

Marcos de Oliveira Morais

Mestrando em Engenharia de Produção / UNIP
marcostecnologia@ig.com.br

Antonio Sérgio Brejão

Doutorando em Engenharia de Produção / UNIP
prof.sergiobrejao@uol.com.br

Pedro Luiz de Oliveira Costa Neto

Doutor em Engenharia de Produção / USP
politeia@uol.com.br

RESUMO

Este artigo analisa, por meio de um estudo de caso, os fatores da logística reversa que contribuem para a redução do consumo de energia elétrica e a extração da bauxita na fundição de alumínio sob pressão, preservando assim os recursos naturais e identificando que o alumínio pode e deve ser reciclado diversas vezes. Além da economia ambiental, também é possível reduzir custos industriais, tornando a organização com maior poder de competitividade. O estudo mostra que, se bem gerenciada, a logística reversa torna-se eficaz e importante integrador na sustentabilidade auxiliando em todo o processo produtivo e não como sendo apenas uma “obrigação” legal.

Palavras-chave: *Logística reversa; Alumínio; Logística; Fundição de alumínio.*

1. Introdução

A crescente importância da logística reversa para a competitividade das organizações e as necessidades ambientais tem sido reconhecida de forma intensa nas esferas social, organizacional e acadêmica.

Existem registros de atividades logísticas há milhares de anos, desde a Grécia antiga, pois todo transporte realizado, seja ele de pessoas, animais, alimentos, armas, entre outros, pode ser considerado processo logístico. Isto ocorre porque consumidores e mercadorias nem sempre estão próximos. Para (BALLOU 2004), sem a logística, muito provavelmente não haveria comércio, dada a sua importância para a execução de suas operações, e conseqüente melhoramento da qualidade de vida por levar produtos aos que necessitam. Neste início, o processo era extremamente simples aplicando-se apenas como conceito de transporte e armazenamento.

Nas últimas décadas, com a aplicação empresarial, a logística passou a ter papel preponderante nas organizações passando a se tornar um diferencial competitivo, no qual os prazos e as entregas tornaram-se vitais para a sobrevivência das organizações. Este processo pode ser utilizado desde a concepção das ideias, passando por várias etapas, até o seu destino final, seja ele interno ou externo.

Nos últimos anos uma das fases da logística que mais relevância obteve foi a logística reversa que permite reduzir custos e maximizar resultados favorecendo a sobrevivência da organização. Atualmente, com a preocupação ambiental, esta parte da logística passou a se destacar em todos os meios, independente do ramo de atuação e porte da organização.

Os produtos desenvolvidos na atualidade estão com o ciclo de vida cada vez mais curto. A tecnologia faz com que estes produtos tenham sua obsolescência programada, fazendo com que os consumidores desejem descartar o produto anterior o quanto antes.

Um processo de logística reversa foi utilizado em uma fundição de alumínio sob pressão, identificando as contribuições que este processo pode favorecer, e também na redução dos custos e nos impactos ambientais.

2. Referencial Teórico

2.1 Logística

Para Novaes (2004), o conceito de logística inicialmente está ligado às operações militares, grupos logísticos responsáveis pelo abastecimento de munição, mantimentos e socorro médico para o campo de batalha. Por se tratar de uma operação de apoio, sem prestígio no campo de batalha, não tinha o reconhecimento devido. Nas empresas, durante um bom período de tempo, a logística basicamente servia somente para o transporte de peças da fábrica para o depósito, movimentação vista apenas como custo para a empresa, não agregando valor ao produto.

As empresas atualmente têm uma outra visão da logística, pois ela vem agregar valor ao serviço e/ou produto, auxiliando na busca pela redução de custos, aumento da lucratividade, competitividade, satisfação do cliente e na melhoria de processos. De acordo com Bowersox e Closs (2001), o objetivo da logística é tornar disponíveis produtos e serviços no local onde são necessários, no momento em que são desejados.

Conforme Novaes (2004), o processo logístico é complexo, pois ele engloba as fases desde a compra de matéria-prima, pedidos, estocagem, produção e entrega do produto ao cliente ou fornecedor. A logística é o processo de planejar, implementar e controlar de maneira eficiente o fluxo e a armazenagem de produtos, bem como serviços e informações associados, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor.

2.2 Logística Reversa

A logística reversa está ligada, ao mesmo tempo, às questões legais e ambientais, pessoais e econômicas, o que a coloca em destaque e faz com que seja imprescindível o seu estudo no contexto organizacional, porque é o processo por meio do qual as empresas podem se tornar ecologicamente mais eficientes, por meio da reciclagem, reuso e redução das quantidades de materiais usadas (CARTER; ELLRAM, 1998).

Esta visão de uso e reuso está inserida na nova Lei 12.305/2010, publicada em 02 de agosto de 2010, em seu artigo 3º, inciso XII, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2015). A logística reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Para Mueller (2005), nos processos industriais é frequente a ocorrência de sobras no processo de fabricação, e a logística reversa deve possibilitar a utilização desse refugo, transferindo-o para a área correspondente ou, caso não seja possível o seu reaproveitamento para gerar novos produtos, deve ser removido para o descarte correto do material, sendo responsável por seu manuseio, armazenamento e transporte.

Neste sentido, pode-se destacar também a “ecologia industrial”, que abre novas oportunidades para os negócios e para os governos. Contempla-se a redução de custos e obtenção de novos ganhos nas operações existentes, como, por exemplo, transformar perdas em ganhos pela transformação resíduos em subprodutos (ALMEIDA e GIANNETTI, 2006).

A gestão ambiental é, antes de tudo, uma questão de sustentabilidade, tanto do ser humano em sua existência no planeta, quanto das empresas no mercado. Hoje o meio ambiente é parte do processo produtivo e não mais simplesmente externo, propicia que a variável ambiental esteja presente no planejamento das empresas criando, oportunidades de redução de custos (ABAL, 2012).

Para Lacerda (2005), um planejamento de logística reversa envolve praticamente os mesmos elementos de um plano logístico convencional: pessoas, serviço, armazenagem, transporte, estoque, fluxo de materiais e sistema de informação, conforme a Figura 1.

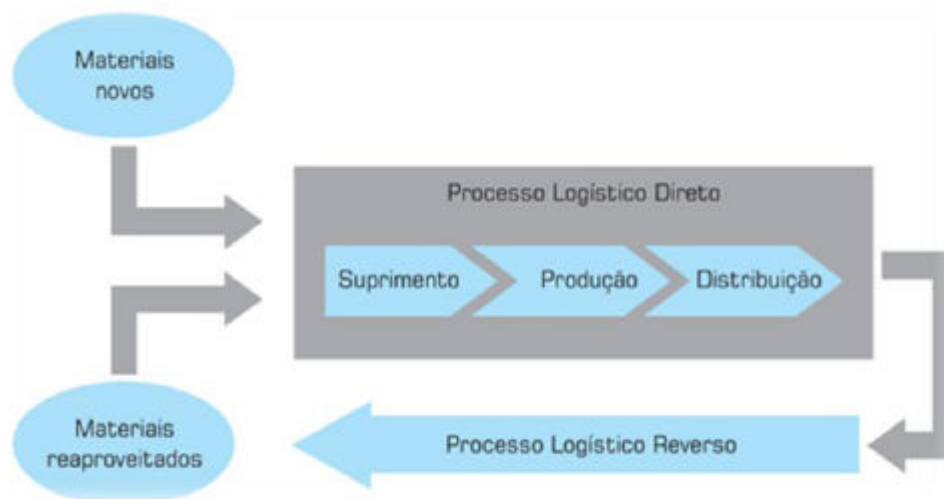


FIGURA 1- Processo logístico reverso Fonte: Lacerda (2005).

2.3 Logística Interna

A logística interna, também conhecida como movimentação de materiais, é responsável direta pela cadeia de valor da empresa, procurando otimizar os processos, tais como sistema de informação, distribuição interna, estoques mínimos entre outras atividades ligadas a produção com o mínimo de recurso possível agregando valor ao produto.

Segundo Fleury (2000), a integração interna, ou seja, o gerenciamento integrado dos diversos componentes do sistema logístico, é uma condição necessária para que as empresas consigam atingir excelência operacional com baixo custo.

3. Cadeia Produtiva da Indústria do Alumínio

Em função de suas características físico-químicas, como baixa densidade, alta condutibilidade elétrica e resistência à corrosão, o alumínio concorre com outros metais em 4 termos de preços, substituindo-os parcialmente, como é o caso do cobre na indústria de equipamentos de transmissão elétrica, o aço na indústria automotiva e também na construção civil, o estanho na produção de containers e o chumbo na produção de tubos (Bunker & Ciccantell, 1994).

A Figura 2 apresenta um fluxograma da cadeia produtiva do alumínio em todas as suas fases.

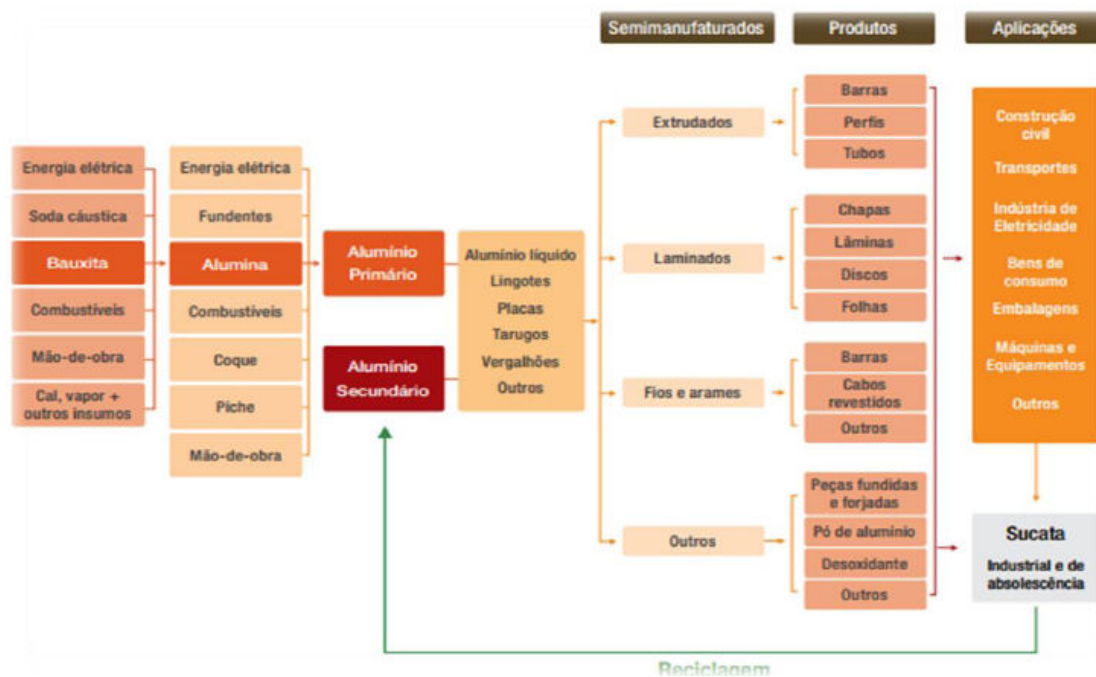


FIGURA 2- Cadeia produtiva da indústria do alumínio. Fonte: ABAL (2012)

O alumínio pode ser reciclado infinitas vezes sem perder suas características no processo de reaproveitamento, ao contrário de outros materiais. O alumínio pode ser reciclado tanto a partir de sucatas geradas por produtos de vida útil esgotada, peças oriundas de produtos não conformes, quanto por sobras do processo produtivo. Utensílios domésticos, latas de bebidas, esquadrias de janelas, componentes automotivos, entre outros, podem ser fundidos e empregados novamente na fabricação de novos produtos (ABAL, 2006).

O processo de injeção sob pressão do alumínio inicia-se com a obtenção da matéria-prima, que pode ser o alumínio primário, proveniente da compra de lingotes “material virgem”, ou secundário, que pode ser proveniente do próprio refugo de produção. O percentual de refugo, gerado durante o processo de injeção do alumínio, varia de acordo com o avanço tecnológico e a especialização de mão de obra de cada empresa. Normalmente, os padrões considerados normais para perdas de produção estão em torno de 5% a 7%.

Na Figura 3 está representada a matéria prima “virgem”, lingote. Este material é proveniente das siderúrgicas (fornecedores homologados) e na Figura 4 estão as sucatas provenientes de refugos e início de produção geradas na própria organização e também reprocessados.



FIGURA 3 - Lingotes de alumínio: material primário



FIGURA 4 - Sucata de alumínio (refugo)

De acordo com a Associação Brasileira de Alumínio (ABAL) e a Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alta Reciclabilidade (ABRALATAS), em 2012 o Brasil reciclou 239,1 mil toneladas de latas de alumínio para bebidas das 245 mil toneladas disponíveis no mercado, resultando em 97,9% de latas de alumínio recicladas.

Segundo a Associação Brasileira do Alumínio (ABAL, 2006), no Brasil a reciclagem de alumínio é uma atividade tão antiga que se confunde com a implantação da indústria do alumínio. Desde a década de 1920, já se utilizava como matéria prima a sucata que era importada de vários países. A partir dos anos noventa, com o início da produção das latas no Brasil, a reciclagem passou a ser mais intensificada.

O Brasil é o país que mais se destaca na reciclagem de latas de alumínio, conforme ilustrado na Figura 5.



FIGURA 5 - Índice de reciclagem de latas de alumínio. Fonte: ABAL (2012)

Conforme se pode observar, ao longo dos anos, os países que mais reciclaram latas de alumínio foram o Brasil, que se manteve na liderança durante esses doze anos com 97,9%, seguido de Japão, que em 2010 reciclou 92,5%, Argentina, que deu um salto significativo, uma vez que em 2000 apresentava um percentual de 50% e em 2012 atingiu 91,1%, o continente europeu também obteve uma expressiva alta partindo de 43,0% em 2000 para 66,7% em 2012 e dos Estados Unidos, que em 2000 reciclava 62,1%, e passou para 67,0% em 2012.

A reciclagem do alumínio oferece inúmeras vantagens. Os benefícios dessa atividade estão principalmente relacionados aos aspectos ambientais, sociais e econômicos das empresas, também favorecendo o país.

Nos aspectos sociais e econômicos, o setor de reciclagem gera recursos nas esferas locais, criando empregos e gerando renda para aproximadamente 170 mil pessoas, desde a sua coleta, tratamento e transformação final. Outra atividade relacionada a este mercado é a fabricação e compra de máquinas e equipamentos para a realização de todo este processo de reciclagem de alumínio (ABAL, 2012).

Na parte ambiental, a reutilização do alumínio reduz consideravelmente a quantidade de lixo, trazendo à tona a questão da consciência ecológica, principalmente nas empresas, incentivando o uso da coleta seletiva, com isso indiretamente afetando positivamente a sociedade como um todo.

4. Economia de energia na reutilização do alumínio

Uma única lata de alumínio reciclada representa uma economia energética suficiente para manter uma televisão ligada por três horas. Essa economia energética gera uma economia financeira ainda maior. Leite (2009) faz a seguinte afirmação acerca dessa economia:

O processo de reciclagem do alumínio economiza o correspondente a 95% da energia elétrica utilizada na fabricação do alumínio primário, ou seja, são gastos 15 kWh (quilowatt-hora) para fabricar um quilo de alumínio primário, contra 0,75 kWh para fabricar um quilo de alumínio reciclado, que possui as mesmas características técnicas e de qualidade do primeiro. Esse valor é expressivo quando se considera que a energia elétrica representa 70% no custo de fabricação do alumínio primário; portanto, ao reciclar alumínio, economiza-se, por esse insumo, cerca de 66,5% do alumínio primário (ABAL 2012).

O objetivo econômico da logística reversa desse setor pode ser constatado pela diferença entre o investimento em uma fábrica de alumínio primário e na correspondente fábrica de reciclados, na qual foi detectada uma economia substancial. “Para a construção de uma fábrica de alumínio primário são investidos cerca de 5 mil dólares por tonelada fabricada, enquanto em uma fábrica de reciclados de alumínio (fundição de alumínio) investem-se 350 dólares por tonelada de alumínio reciclado”(ABAL 2012).

Para cada tonelada de alumínio reciclado gera-se uma economia na natureza de cinco toneladas de bauxita (ABAL 2012).

Com base nestas afirmações, é possível mensurar a economia financeira e energética alcançada nos processos de reciclagem de alumínio e o quão vantajoso é para uma empresa aplicar a logística reversa desse material. Embora seja um investimento de longo prazo, a logística reversa do alumínio traz um retorno financeiro muito expressivo para as 7 organizações, pois o processo de reciclagem é substancialmente menos custoso que o processo de produção primária.

Não diferente de quaisquer processos produtivo, os custos precisam ser analisados para a prática da logística reversa. Leite (2009) afirma que pode-se atribuir custos logísticos à logística reversa, traduzindo o somatório dos custos de transporte, armazenagem, consolidação e de sistemas de informações inerentes ao canal reverso.

5. Reservas de Bauxita

A maior parte das reservas de bauxita no mundo encontram-se localizadas em regiões tropicais e subtropicais. De acordo com informações do International Aluminium Institute (IAI), a bauxita ocorre em três principais tipos de climas: Tropical (57%), Mediterrâneo (33%) e Subtropical (10%).

As reservas mundiais conhecidas somam 34 bilhões de toneladas, estando perfeitamente adequadas para atender a demanda atual e, ao nível atual de produção bruta (280 Mt/ano), suportar a produção por mais de um século. São reservas de bauxita do tipo trihidratadas as encontradas na Guiné, Austrália, China, Brasil, Jamaica e Índia. As bauxitas desse tipo apresentam custos mais baixos na sua transformação em alumina, uma vez que requerem pressões e temperatura mais baixas do que as bauxitas do tipo monohidratadas encontradas, por exemplo, na França, Grécia e Hungria (CBA 2013).

As reservas cubadas no Brasil apresentam características químicas que se enquadram nos padrões exigidos pelo mercado mundial, tanto para grau metalúrgico como para refratário, o que significa dizer que são excelentes reservas para o padrão internacional. As reservas de bauxita no Brasil estão localizadas em diversos municípios distribuídos por todo o país.

As reservas de bauxita estão distribuídas por 9 (nove) Estados, com um total de 3,6 bilhões de toneladas, com 3,3 bilhões do tipo metalúrgico, ou mais de 90% das reservas totais (CBA 2013).

Em termos de regionalização, o Estado do Pará, com 2,7 bilhões de toneladas, detém quase 75% das reservas totais brasileiras, e o Estado de Minas Gerais participa com 16%, com 560 milhões de toneladas, sendo o restante distribuído, por ordem de importância, nos Estados do Maranhão, Amapá, Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro, Amazonas e Goiás (CBA 2013).

6. Estudo de caso

A empresa M é uma fundição de alumínio sob pressão situada na grande São Paulo, com quarenta e sete anos de existência e cerca de cem colaboradores, com uma capacidade produtiva instalada para a injeção de alumínio de cento e cinquenta toneladas/mês, atuando como prestadora de serviços para sistemistas na linha automotiva, linha branca e construção civil.

Utiliza-se o processo de logística reversa na empresa, o que favorece o meio ambiente e a torna também mais competitiva, pois toda a “sobra” de material é reutilizada em seu processo, após a realização do reprocessamento do material.

É interessante notar que, neste caso, a logística reversa se apresenta também como uma atividade da logística interna, pois o produto reciclado é oriundo da própria empresa.

6.1 Informações relevantes:

- Economia do consumo de energia (Kwh): 14250 Kwh por tonelada de material reprocessado;
- Economia de bauxita por tonelada: comparando-se com a primeira extração, é cinco vezes menor.

No Quadro 1 é demonstrado o consumo mensal de alumínio e a quantidade de material reciclado no mês em toneladas. A economia de bauxita em toneladas e a economia do consumo de energia, bem como as economias financeiras respectivamente. Estes dados são referentes aos anos de 2013 e 2014.

QUADRO 1 - Consumo de alumínio em 2013

2013	Consumo de alumínio mês (Tonelada)	Reciclado de alumínio mês (Tonelada)	Economia de Bauxita (Tonelada)	Economia de Energia (KWH)
Janeiro	97	23	115	1382250
Fevereiro	99	25	125	1410750
Março	105	26	130	1496250
Abril	107	26	130	1524750
Maio	110	30	150	1567500
Junho	109	25	125	1553250
Julho	110	32	160	1567500
Agosto	113	30	150	1610250
Setembro	109	25	125	1553250
Outubro	113	26	130	1610250
Novembro	101	27	135	1439250
Dezembro	90	18	90	1282500
Anual	1263	313	1565	17997750

Fonte: Elaborado pelos autores.

No Quadro 2 demonstra os dados coletados do ano de 2014, bem como os consumos e as economias adquiridas.

QUADRO 2 - Consumo de alumínio em 2014

2014	Consumo de alumínio mês (Tonelada)	Reciclado de alumínio mês (Tonelada)	Economia de Bauxita (Tonelada)	Economia de Energia (KWH)
Janeiro	93	21	105	1325250
Fevereiro	97	22	110	1382250
Março	102	26	130	1453500
Abril	109	28	140	1553250
Maio	108	28	140	1539000
Junho	102	23	115	1453500
Julho	109	33	165	1553250
Agosto	111	31	155	1581750
Setembro	104	25	125	1482000
Outubro	106	28	140	1510500
Novembro	95	24	120	1353750
Dezembro	87	17	85	1239750
Anal	1223	306	1530	17427750

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota-se que as economias de energia e bauxita geradas nos dois anos analisados são de expressiva relevância para os recursos naturais e também financeiramente para a organização, uma vez que todo o material é reprocessado na própria empresa.

7. Conclusão

A logística reversa bem gerenciada é de extrema importância para a obtenção dos recursos renováveis, além de favorecer a organização, tornando-se um diferencial positivo junto à sociedade. Quando gerida de forma eficaz, também agrega vantagens competitivas para a organização através da diminuição dos impactos ambientais, promovendo uma redução de custos e auxiliando positivamente a sua imagem junto ao cliente.

Na parte ambiental, a logística reversa na fundição de alumínio sob pressão mostrou-se muito eficiente, proporcionando resultados expressivos na redução de energia e na redução da extração da bauxita.

Outro ponto significativo está na reutilização dos recursos já extraídos da natureza, que estão cada dia se tornando mais escassos.

Sugere-se que sejam desenvolvidas novas pesquisas, por ser um tema importante e com grandes oportunidades de desenvolvimento econômico e industrial nos próximos anos, contribuindo para a redução do impacto ambiental e agregar valor às empresas.

Referências

ABAL, Associação Brasileira de Alumínio. Disponível em <http://www.abal.org.br/aluminio/vantagens-do-aluminio> acessado em 15 de Dezembro/2014.

ABAL, Associação Brasileira de Alumínio. Disponível em <http://www.abal.org.br/estatisticas/nacionais> acessado em 15 de Dezembro/2014

ABRALATAS, Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alta Reciclabilidade

<http://abralatas.org.br/index.php/lata-de-aluminio/dados-do-setor> acessado em 05 de Janeiro/2015.

ALMEIDA, Cecília M.V.B. de; GIANNETTI, Biagio F. *Ecologia Industrial: Conceitos, ferramentas e aplicações* – São Paulo: Edgard Blucher, 2006

BALLOU, Ronald H. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística empresarial*. 5ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOWERSOX, D. J., CLOSS, D. *Logística Empresarial. O Processo de Integração da Cadeia de Suprimentos*. São Paulo, Atlas, 2001.

BRASIL – Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/112305.htm. Acessado em 11 de Janeiro /2015.

BUNKER, S. G. CICCANTELL. *The evolution of the world aluminium industry*. In: BARHAM, B., BUNKER, S. and O'HEARN, D. (eds.) *States, Firms and raw materials. The world economy and ecology of aluminum*. Madison, WI: University of Wisconsin Press, 1994.

CARTER, Craig R., ELLRAM, Lisa M. *Reverse Logistics: A Review of the Literature and Framework for Future Investigation*. *Journal of Business Logistics*, Vol 19, No 1, 1998.

CBA - Companhia Brasileira de Alumínio, Processo de fabricação do alumínio. [online]. Disponível em <<http://www.aluminiocba.com.br>>, 2013; acessado em 16 de Janeiro/2015.

FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter; FIGUEIREDO, Kleber Fossati (org.). *Logística empresarial: a perspectiva brasileira*, 1ª ed, São Paulo, Atlas, (Coleção COPPEAD de Administração), 2000.

LACERDA, Leonardo. *Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais*. Disponível em: <http://centrodelogistica.org/new/fspublic.htm>. acessado em Dezembro. 2014

LEITE, Paulo Roberto. *Logística reversa: meio ambiente e competitividade* – São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

MUELLER, Carla Fernanda. *Logística reversa meio ambiente e produtividade*: UFSC, 2005.

NOVAES, A. G. *Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição.: estratégia, operação e validação*. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.