

AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DOS INDICADORES DE DESEMPENHO DA LOGÍSTICA REVERSA NA INDÚSTRIA DE CALÇADOS

José Leonardo da Silveira Guimarães

Universidade Regional do Cariri - URCA

Av. Dep. Leão Sampaio, 107, Triângulo, Juazeiro do Norte – CE, CEP: 63041-235

leonardo.guimaraes@urca.br

Valério Antonio Pamplona Salomon

Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho - UNESP

Av. Dr. Ariberto P. Cunha, 333, Guaratinguetá – SP, CEP: 12 1516-410

salomon@feg.unesp.br

RESUMO

A logística reversa (LR) busca viabilizar o retorno de bens de consumo, ou de seus materiais constituintes, ao ciclo produtivo. Os principais motivadores da LR são fatores econômicos, de serviço ao cliente, legal, cidadania corporativa e, imagem corporativa. A avaliação de práticas de LR envolve, portanto, múltiplos aspectos inter-relacionados: legislação ambiental, tecnologia, custos, relações externas etc. A falta de sistemas gerenciais informatizados disponíveis, dificuldade em mensurar o impacto dos retornos de produtos ou materiais, assim como o não reconhecimento da necessidade de controlá-los adequadamente, limitam a prática da LR nas empresas. Este artigo tem por objetivo apresentar uma avaliação das prioridades dos indicadores de logística reversa em uma indústria calçadista de pequeno porte do Cariri cearense. Foi utilizado um modelo de gerenciamento da LR que aplica o *Analytic Network Process*.

PALAVRAS CHAVE: Apoio à Decisão Multicritério, Logística Reversa, Analytic Network Process.

ABSTRACT

Reverse logistics (LR) seeks make feasible the return of consumer goods, or of its constituent materials, to the production cycle. The main drivers of LR are economic, customer service, legal, corporate citizenship and corporate image factors. The assessment of LR practices therefore involves multiple aspects interrelated: environmental law, technology, costs, foreign relations etc. The lack of managerial computerized systems available, difficulty in measuring the impact of the returns of products or materials, as well as the non-recognition of the need to manage them properly, limit the practice of LR in companies. This article aims to present an assessment of the priorities of the indicators of reverse logistics in a small shoe industry of Ceará Cariri. It used a model of LR management applying Analytic Network Process.

KEYWORDS: Multiple Criteria Decision Aid, Reverse Logistics, Analytic Network Process.

1. Introdução

Nas últimas quatro décadas, a partir da verificação de limites para o desenvolvimento econômico, as questões ambientais ganharam destaque e, termos como reciclagem, reutilização, redução de consumo de recursos, responsabilidade ambiental e fabricação de produtos verdes entraram na pauta de discussões (BRITO; DEKKER, 2002). Ao mesmo tempo, a necessidade de competitividade na disputa pelo mercado requer das empresas maior variedade de produtos, com inovações frequentes e com ciclo de vida menores (pela inclusão de novos materiais, à obsolescência planejada etc.), aumentando a quantidade de materiais descartados (LEITE, 2000).

A legislação tem exigido maiores esforços para recuperação ou disposição final adequadas de materiais descartados ou resíduos. Por outro lado, a busca de recuperação de valor desses materiais, assim como questões estratégicas, de marketing e impostas pela concorrência, requerem, das empresas, a melhoria das suas políticas de retorno (BRITO; DEKKER, 2002).

Neste sentido, a logística reversa (LR) pode contribuir, estratégica e operacionalmente, com a recaptura de valor econômico, agregando valor de prestação de serviços, para obedecer as legislações, mitigar riscos ou reforçar a imagem empresarial (LEITE, 2009). Frente a desafios, relacionados à globalização e sustentabilidade, a LR torna-se uma importante área de interesse, sendo as razões que podem conduzir uma empresa a implementar um sistema de LR: legais(forçadas), econômicas, ou comerciais (LAMBERT; RIOPEL; ABDUL-KADER, 2011).

A LR, como uma área funcional precisa ser planejada, avaliada e controlada. No entanto, apesar da importância dos fluxos reversos para o desempenho empresarial, o gerenciamento da LR é um aspecto limitado na maioria das empresas, por motivos que podem incluir desde a falta de sistemas gerenciais informatizados disponíveis, à dificuldade em mensurar o impacto dos retornos de produtos e/ou materiais, assim como o não reconhecimento, pelas empresas, da necessidade de controlá-los adequadamente. Deve-se considerar ainda, que a avaliação de indicadores de desempenho de LR envolve múltiplos fatores inter-relacionados: legislação ambiental, tecnologias, custo, relações externas etc. (HERNÁNDEZ; MARINS; SALOMON, 2011).

Este artigo apresenta uma avaliação dos indicadores de desempenho de logística reversa em uma pequena empresa do polo calçadista do Cariri cearense. Para isso será utilizado, o modelo de gerenciamento da LR proposto por Hernández (2010), que tem por objetivo o desempenho empresarial sustentável, analisando aspectos econômicos, sociais e ambientais. Nesse modelo, um método de tomada de decisão multicritério é aplicado: o *Analytic Network Process* (ANP). Pois, o ANP permite avaliar relações de dependência ou de influência existentes. Desta forma, pretende-se identificar a ordem de prioridade entre indicadores de desempenho considerados no modelo de Hernández (2010), relacionados às características das indústrias do referido polo.

A indústria de calçados faz parte das indústrias chamadas tradicionais, pois, utiliza mão de obra intensiva, podendo, também, apresentar traços artesanais em sua produção. A interação na cadeia de suprimentos calçadista, assim como os processos produtivos, estão fortemente relacionados ao tipo de material utilizado: injetados, sintéticos, couro e têxtil (GUIDOLIN, COSTA e ROCHA, 2010).

A indústria calçadista cearense tem uma particularidade bastante diferente dos outros polos calçadistas brasileiros. Enquanto esses têm como principal matéria-prima o couro bovino, os calçados produzidos no Ceará, e especificamente no *cluster* calçadista localizado na região do Cariri cearense, onde estima-se haver mais de 200 fábricas instaladas, caracteriza-se por produzir, principalmente, artigos cuja matéria-prima principal é derivada do petróleo (LEITE, 2008).

A indústria calçadista cearense está entre os principais responsáveis pelo aumento da produção e geração de emprego no Estado do Ceará (FIEC, 2013).

Assim, justifica-se a realização deste trabalho pela importância socioeconômica da indústria calçadista e, pelo estudo da logística reversa em *clusters* industriais.

O artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 aborda os conceitos relacionados à LR; a Seção 3 trata dos conceitos fundamentais relacionados ao ANP; a Seção 4 apresenta o método utilizado; a Seção 5 trata dos resultados e sua discussão e, a Seção 6 apresenta as conclusões do trabalho.

2. Logística Reversa

A LR tem por objetivo viabilizar o retorno de bens de consumo ou de seus materiais constituintes ao ciclo produtivo ou de negócios, agregando valor econômico, de serviço, ecológico, legal e de localização (LEITE, 2009). Ao longo da década de 1980, a LR foi definida como o movimento do material contra o fluxo principal, a partir do cliente para o produtor (ROGERS & TIBBEN-LEMBKE, 2001), passando, posteriormente, a receber uma definição mais complexa.

Enquanto Stock (1998) define LR como a área da logística que trata do retorno de produtos, redução na fonte, reciclagem, substituição ou reuso de materiais, reparo, remanufatura e reforma de bens retornados e disposição adequada de resíduos, Rogers e Tibben-Lembke (1998) definem como o processo de planejamento, implementação e controle do fluxo eficiente e econômico de matérias-primas, material em processo, produtos acabados, e informações relacionadas, do ponto de consumo ao ponto de origem, com o objetivo de recapturar valor ou dar disposição adequada.

Ao mesmo tempo, enquanto Fuller e Allen (1995) abordam os canais reversos relacionando a produtos recicláveis de pós-consumo, Leite e Brito (2005) destacam o fluxo de retorno dos bens de pós-venda (devolvidos devido ao fim da validade, estoques excessivos, problemas de qualidade etc.).

A Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e, que impõe responsabilidades ao estado, instituições e população, em seu Artigo 3º, inciso XII, define LR como:

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 (BRASIL, 2010).

Os principais motivos de retorno, que estabelecem a diferença fundamental para a destinação final dos produtos, estão relacionados a mercados primário e secundário, conserto, remanufatura, desmanche, reciclagem, aterro sanitário e incineração (HERNÁNDEZ, 2010).

Um aspecto discutido na literatura, diz respeito aos direcionadores (*drivers*) da LR, que podem ser ambientais, legais e tecnológicos (KOPICKI et al. 1993), econômicos, legais e de responsabilidade social (STOCK, 1998), de cidadania corporativa, obrigações legais e de motivação econômica (ROGERS E TIBBEN-LEMBKE, 1998; BRITO E DEKKER, 2002).

De acordo com Leite (2006), os direcionadores relacionados à logística reversa podem ser agrupados em: econômicos, serviço ao cliente, legal, cidadania corporativa e, imagem corporativa.

Considerando essa classificação, Hernández (2010) define os seguintes programas: econômico (PE), que visa algum tipo de lucro ou resultado financeiro; de imagem (PI), que visa proteger ou reforçar a imagem empresarial demonstrando preocupação com o meio ambiente; de cidadania (PC), que visa responder a algum tipo de solicitação social como o exercício voluntário de responsabilidade social e corporativa; legais (PL), realizado por força de lei existente.

Tendo em vista as lacunas apontadas na literatura sobre estudos necessários ao tema como: fatores relacionados a organização e eficiência, impacto na competitividade ou desempenho empresarial, uso de ferramentas que auxiliem na tomada de decisão e que possibilitem avaliar a eficiência dos programas e, inclusão de indicadores de sustentabilidade, Hernández (2010) propõe um modelo de gerenciamento de logística reversa integrado às questões estratégicas (explicado na seção 4.2), considerado de caráter sistêmico e oferecendo potencialidades como guia para avaliação de desempenho.

3. Analytic Network Process - ANP

A tomada de decisão multicritério (*Multiple Criteria Decision Making* – MCDM), segundo a *International Society on MCDM* (2014), trata dos métodos e procedimentos direcionados à tomada de decisão na presença de critérios conflitantes. A MCDM auxilia na análise de ações ou alternativas com base em fatores/critérios intangíveis, usando regras de decisão para agregar e classificar esses critérios ou alternativas (GREENE et al., 2011).

Há, na literatura, uma divisão dos métodos de tomada de decisão multicritérios - MCDM's, em: métodos multiobjetivo (*Multi-Objective Decision Making* – MODM) e, métodos multiatributo (*Multi-Attribute Decision Making* - MADM), tendo como diferença o fato que estes últimos têm um espaço de decisão discreto (TRIANTAPHYLLOU et al., 1998). Neste artigo, o termo MCDM é utilizado para tratar dos métodos MADM ou MAD, entre os quais: AHP, ANP, ELECTRE, MACBETH, MAUT, PROMETEE (FIGUEIRA; GRECO; EHRGOTT, 2005).

O ANP, cujos fundamentos vêm sendo elaborados e divulgados por Thomas Saaty a partir de 1980, tem como base o *Analytic Hierarchy Process* – AHP (SAATY; VARGAS, 2006). O ANP é uma generalização do AHP com a possibilidade de se analisar as dependências entre os critérios e as influências entre as alternativas (HERNÁNDEZ; MARINS; SALOMON, 2011). O AHP torna-se um caso especial do ANP, quando não se há tais dependências/influências (SAATY, 1999).

O AHP é estruturado segundo uma hierarquia linear, como apresentado na Figura 1 (que mostra uma estrutura hierárquica *top-down* com quatro níveis).

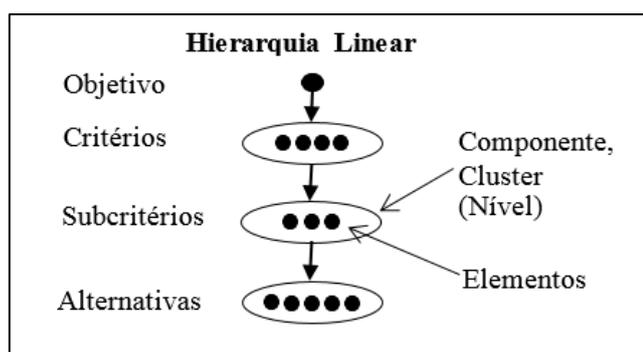


Figura 1: Hierarquia Linear do *Analytic Hierarchy Process* – AHP
 Fonte: Adaptado de Saaty (2008a)

Duas características do AHP são destacadas por Salomon (2010), a primeira com respeito ao sentido de relação na hierarquia, de cima para baixo, que se relaciona à forma de atribuição de valores, pois os elementos de um nível hierárquico são comparados tomando como base os elementos do nível superior; a segunda é a consideração de independência entre os elementos em um mesmo nível, assumindo-se que os elementos de um mesmo grupo não se influenciam.

Por outro lado, no ANP não só a importância dos critérios influenciam a importância das alternativas, mas também a importância das alternativas podem influenciar na importância dos critérios. Para considerar esses aspectos, no ANP é utilizada uma estrutura em rede com ciclos de retorno (*Feedback Network*), como exemplificado na Figura 2.

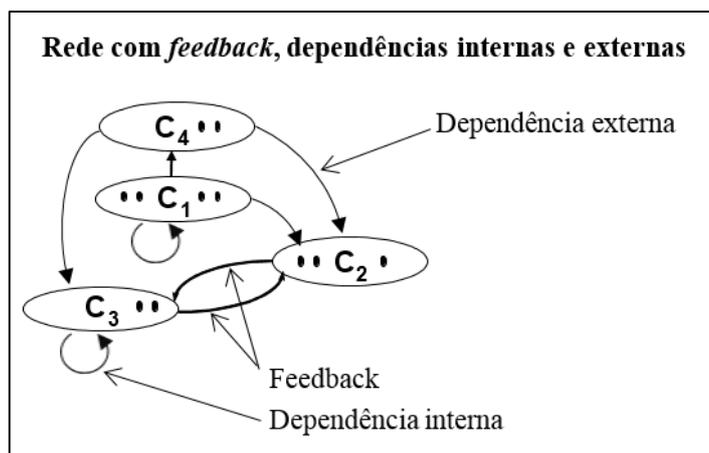


Figura 2: A estrutura em rede do ANP
 Fonte: Adaptado de Saaty (2008a)

Observa-se na Figura 2 as relações de dependência externa entre os elementos C4-C2, C4-C3, C1-C4 e C1-C2, de dependência interna entre os elementos do *cluster* C1 e do *cluster* C3 e, de *feedback* entre os *cluster* C2 e C3. O Feedback permite levar o futuro para o presente para determinar o que fazer para atingir um futuro desejado (SAATY, 2008a).

O AHP tem grande variedade de aplicação, sendo um dos métodos mais difundidos e aplicados em tomada de decisão envolvendo complexidade e subjetividade (SHIMIZU, 2006). Tem grande aplicação em planejamento, seleção de melhor alternativa, alocação de recursos, resolução de conflitos etc. e, principalmente quando se considera ambos fatores qualitativos e quantitativos (SUBRAMANIAN; RAMANATHAN, 2012). Também, uma das principais vantagens do AHP/ANP sobre outros métodos é a avaliação de fatores intangíveis de forma numérica, utilizando a escala fundamental (SAATY, 2008b).

De acordo com Salomon (2010), a aplicação do AHP, assim como a maioria dos métodos discretos de MCDM, consiste de três etapas: identificar critérios e alternativas de decisão, atribuir valores de importância e desempenho para os critérios e alternativas respectivamente e, síntese dos resultados. As três principais operações na aplicação do AHP são: a construção da hierarquia, a análise das prioridades (construção da(s) matriz(es) de decisão, julgamento par a par e cálculo das prioridades) e verificação da consistência dos julgamentos nas comparações, para, finalmente, concluir com a definição do ranking de prioridades (HO, 2008).

Os valores de prioridade dos elementos da matriz de decisão são obtidos através do cálculo do autovetor direito w , de acordo com $A w = \lambda w$. Nesta equação, λ é o autovalor máximo e A é uma matriz recíproca positiva, ou seja, $a_{ij} = 1/a_{ji}$ e $a_{ij} > 0, \forall i, j = 1, 2 \dots n$, sendo n a ordem da matriz A (SAATY, 2003). A consistência, ou coerência conforme Salomon (2010), é verificada através do índice CR (*Consistency Ratio*), $CR = (\lambda - n)/(n - 1)RI$, onde RI é o índice de consistência aleatória (*Random Consistency Index*). Uma matriz A é 100% consistente ($CR = 0$) se $\lambda = n$, que ocorre quando a relação de transitividade $a_{ij} = a_{ik}/a_{jk}$, ou $a_{ji} = a_{jk}/a_{ik} = a_{ij}^{-1}$ considerando-se a matriz recíproca, é satisfeita (SAATY, 2003).

O $CR \leq 0,2$ é aceitável, devendo-se rever os julgamentos se essa condição for ultrapassada (SAATY, 2001). Um pouco de inconsistência indica necessidade de aprender mais (compreender melhor), mas inconsistência elevada indica falta de compreensão, que pode levar a uma decisão errada (SAATY, 2004a).

Uma das críticas ao AHP é relacionada à quantidade de julgamentos necessários para a sua aplicação. No entanto, pode-se obter matrizes mais coerentes com um menor número de julgamentos, escolhendo-se para comparar as relações mais tendenciosas (com maior viés) e, aplicando a relação de transitividade para completar a matriz (SAATY, 2004b). Assim, a quantidade de julgamentos necessários em uma matriz, que é igual $n(n - 1)/2$, pode ser reduzida, existindo por exemplo algoritmo como o *Incomplete Pairwise Comparisons* (IPC) que utiliza $n - 1$ julgamentos, ou o *software Expert Choice* que utiliza $2n - 3$ julgamentos (SALGADO et al., 2011).

Para a aplicação do ANP, que faz uso dos mesmos procedimentos do AHP para gerar as prioridades a serem incluídas em uma supermatriz de decisão, conforme Silva, Oliveira e Belderrain (2010), as seguintes etapas devem ser seguidas:

- Etapa 1 (Formulação do problema) – (a) estruturação do problema (definir o objetivo, identificar os elementos agrupando-os em *clusters*) e, (b) construção da rede (relações de dependência e feedback entre os elementos, que são melhor visualizadas através da matriz de alcance global para relações entre *clusters* e, de alcance local para relação entre os elementos);
- Etapa 2 (Julgamentos) – (a) comparação par a par (utilizando a escala fundamental), entre os elementos e entre *clusters* e, cálculo dos vetores de decisão (b) verificação da consistência;
- Etapa 3 (Estruturação da supermatriz e obtenção dos resultados) – (a) construção da supermatriz sem peso, que relaciona todos os elementos organizados em seus *clusters* e com os devidos vetores de decisão, obtenção da supermatriz ponderada, que é igual a supermatriz sem peso multiplicada pelas prioridades dos *clusters* e que é uma matriz estocástica e, obtenção da supermatriz limite, obtida com a aplicação do método das potências à matriz ponderada, (b) resultado final com as prioridades que é obtido da matriz limite.

4. Método

A apresentação do método está dividida em duas partes, a primeira com relação à abordagem de pesquisa e, a segunda relacionada ao modelo de avaliação utilizado.

4.1 Abordagem de pesquisa

A pesquisa foi realizada segundo uma abordagem qualitativa pura, pois foi utilizado o método de estudo de caso (SALOMON, 2010). A pesquisa qualitativa tem a ênfase na perspectiva do indivíduo que está sendo estudado assim como busca interpretar o ambiente no qual está inserido (MARTINS, 2010).

O estudo de caso pode ser utilizado com o objetivo de aprofundar a descrição de determinado fenômeno (GODOY, 1995; CRESWELL, 2007). Neste sentido a(s) unidade(s) de estudo deve(m) ser determinadas intencionalmente, de acordo com os resultados desejados.

O estudo de caso é uma estratégia de pesquisa utilizado quando as questões são do tipo como? e por que? focalizando acontecimentos contemporâneos (YIN, 2001).

O estudo foi realizado em uma indústria de pequeno porte, situada em Juazeiro do Norte-CE e pertencente ao *cluster* calçadista do Cariri cearense, sendo as informações fornecidas por um representante da gestão de materiais da mesma. O objetivo do estudo foi a avaliação de indicadores de logística reversa, de forma a conhecer as prioridades de importância destes na unidade de estudo.

4.2 Modelo de avaliação

Para realizar a avaliação foi utilizado o modelo de gerenciamento de logística reversa, proposto por Hernández (2010). O objetivo no modelo é alcançar o desempenho empresarial sustentável o qual implica em analisar aspectos econômicos, sociais e ambientais, mediante práticas de LR que possam ser medidas e avaliadas.

O quadro 1 apresenta os Programas de LR, Indicadores de Desempenho de LR, assim como medidas de desempenho relacionadas, utilizados na estruturação do modelo (HERNÁNDEZ; MARINS; SALOMON, 2011).

Quadro 1: Indicadores de desempenho da LR e medidas mais usadas pelas empresas brasileiras.

Programas de LR	Indicadores de LR	Medidas de desempenho
Programas Econômicos (PE)	Recaptação de valor (RP)	-Quantidade de material reciclado -Porcentagem de embalagens retornadas -Porcentagem de embalagens recicladas e/ou recuperadas -Volume de produtos retornados -Motivo dos retornos -Valor recuperado por reprocesso e revenda de produtos
	Custos de operação (CO)	-Despesas com desenvolvimento de novas tecnologias que permitam a reciclagem -Despesas com treinamento de funcionários para desenvolver novas tecnologias e operar o canal reverso -Valor pago em multas por não cumprimento da lei -Valor aplicado em ações sociais (internas e externas) relacionadas com o meio ambiente e a reciclagem
Programas de Imagem (PI)	Inovação tecnológica (IT)	-Número de inovações para proteger o meio ambiente (projetos relacionados com a LR) -Número de projetos visando à minimização da entrada e saída de materiais
	Incentivo à reciclagem (IR)	-Número de programas que incentivam a reciclagem -Tipo de propaganda utilizada

Programas de Cidadania. (PC)	Ações sociais e ambientais (AS)	-Número de projetos sociais e educacionais de atividades de LR envolvendo a comunidade -Número de reclamações relacionadas ao impacto da empresa junto à comunidade
	Criação de empregos (CE)	-Número de funcionários beneficiados com programas de treinamento nas atividades de LR -Número de pessoas envolvidas nas campanhas e projetos sociais -Número de pessoas empregadas no canal reverso
Programas de Serviço ao Cliente (PS)	Relações duradouras (RC)	-Relações com trabalhadores terceirizados -Apoio ao desenvolvimento de fornecedores preocupados com os problemas do meio ambiente -Número de reclamações resolvidas mediante o diálogo com as partes interessadas na cadeia reversa
	Serviços diferenciados (SD)	-Existência de políticas liberais para a troca (número de reclamações por políticas não cumpridas)
Programas Legais (PL)	Cumprimento da legislação (CL)	-Número de atuações ou multas por violação da legislação

Fonte: Hernández, Marins e Salomon (2011)

A figura 3 apresenta a hierarquia do modelo, que inclui o *cluster* dos critérios, formado pelos programas de LR, e o *cluster* das alternativas, que agrupa os indicadores de LR.

As prioridades dos programas de LR, já apresentada na figura 3, de acordo com a influência que exercem sobre o desempenho empresarial sustentável, já foi objeto de estudos anteriores (HERNÁNDEZ, 2010), por isso os valores já são definidos.

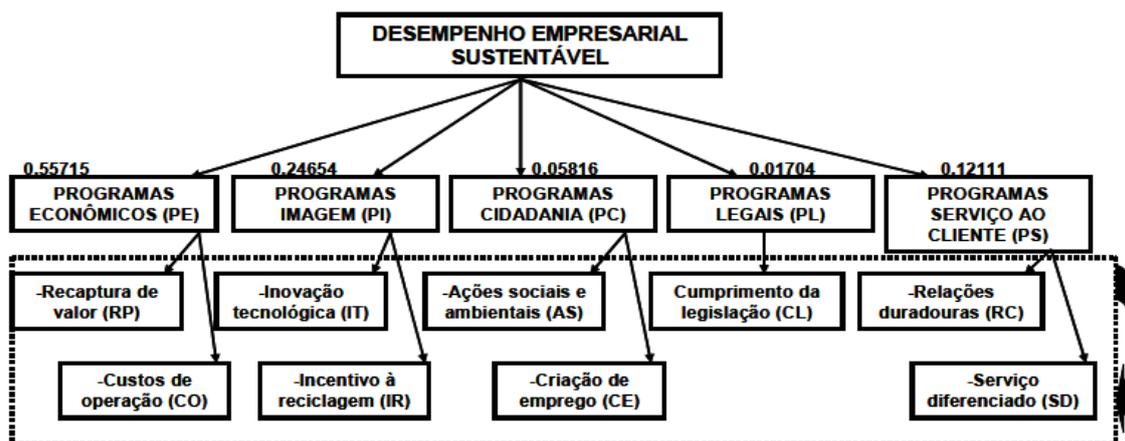


Figura 3: Modelo Hierárquico dos indicadores de LR em empresas brasileiras

Fonte: Adaptado de Hernández, Marins e Salomon (2011)

Na figura 3 apenas a interação interna no cluster dos indicadores de desempenho é apresentada, no entanto, o modelo considera dependência entre os *clusters* dos indicadores e dos programas (relação de Feedback), como pode ser verificado na matriz de alcance global mostrada na Figura 4. A relação interna entre os programas de LR já foi considerada anteriormente na avaliação destes. Para maior esclarecimento ver Hernandez (2010).

Cluster	Indicadores de LR	Programas de LR
Indicadores de LR	1	1
Programas de LR	1	0

Figura 4: Matriz de alcance global

Fonte: Adaptado de Hernández, Marins e Salomon (2011)

A figura 5 apresenta a matriz de alcance local do modelo.

Elementos	AS	CE	CL	CO	IR	IT	RC	RP	SD	PC	PE	PI	PL	PS
AS	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0
CE	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
CL	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
CO	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
IR	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
IT	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
RC	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
RP	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
SD	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
PC	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
PE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
PI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
PL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
PS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0

Figura 5: Matriz de Alcance Local - Relações entre indicadores e programas de LR.
 Fonte: Adaptado de Hernández, Marins e Salomon (2011)

Na aplicação do modelo, as avaliações são necessárias apenas na relação interna no *cluster* dos indicadores de LR. Para os indicadores contidos em cada programa é dado peso igual (no bloco Indicadores de LR X Programas de LR, considerando-os com igual importância), desta forma não necessitando fazer os julgamentos de comparação. Os valores de pesos dos programas apresentados na Figura 3 são introduzidos no bloco Programas de LR x Indicadores de LR.

O critério para representar as relações de dependência entre os indicadores foi analisar como cada indicador podia exercer influência em medidas de desempenho que podem ser utilizadas em outro indicador (Hernández, Marins e Salomon, 2011). Para cada indicador foi montada uma matriz de decisão e os elementos foram comparados utilizando a escala fundamental (Quadro 2).

Quadro 2. Escala de valores para a comparação por pares no método AHP.

Valor	Definição
1	Igual importância entre os elementos i e j
3	Fraca importância de um elemento sobre o outro
5	Forte importância
7	Importância muito forte de um elemento sobre o outro
9	Importância absoluta
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre dois julgamentos adjacentes

Fonte: Adaptado de Saaty (2001).

Durante as avaliações algumas considerações foram feitas. Primeiro com relação ao grupo de programas que, como o respondente destacou estes não existirem na empresa, considerou-se como grupo dos direcionadores (*Drivers*) de LR, assim como introduzido por Leite (2006). Segundo, em relação a indicadores que difíceis de identificar, foram consideradas as medidas de desempenho propostas no quadro para auxiliar para auxiliar a avaliação.

5. Resultados e discussão

Para a análise de todos os indicadores são necessárias 9 matrizes que precisaram de 37 julgamentos. Os cálculos foram realizados utilizando o software *Super Decisions* versão 2.0.8.

Após o primeiro julgamento das comparações foram calculados os vetores de decisão e as razões de consistência; as matrizes nas quais houve incoerência ($CR > 0,2$) foram reavaliadas, considerando a relação de transitividade, pois facilita a compreensão da relação entre os elementos

da matriz. Após essa reavaliação os valores do CR variaram entre 0 e 0,1115.

A Tabela 1 mostra as relações de dependência para o indicador Custo de Operação (CO) assim como o vetor de decisão resultante, cujo CR é 0,1115.

Tabela 1. Julgamentos dos indicadores de LR com respeito ao indicador CO.

Alternativas	CO	IT	AS	CL	Vetor de Decisão
Custos de operação (CO)	1	5	5	2	0,538994
Inovação tecnológica (IT)		1	1	2	0,173266
Ações sociais e ambientais (AS)			1	1/2	0,111891
Cumprimento da legislação (CL)				1	0,175849

A Tabela 2 apresenta o resultado final com as prioridades dos indicadores de LR.

Tabela 2. Prioridade global de indicadores de LR na empresa

Indicadores de LR	Prioridades (%)
1. Custos de operação (CO)	25,80
2. Recaptura de valor (RP)	21,43
3. Inovação tecnológica (IT)	11,38
4. Incentivo à reciclagem (IR)	10,01
5. Ações sociais e ambientais (AS)	7,14
6. Serviço diferenciado (SD)	7,07
7. Cumprimento da legislação (CL)	6,11
8. Criação emprego (CE)	5,55
9. Relações duradouras (RC)	5,51

Os valores das prioridades dos direcionadores (programas) de LR já integradas ao modelo foram mantidas considerando que: primeiro, um gestor de uma empresa da cadeia de suprimentos calçadista em foco, e com bastante tempo no ramo, considerou que os valores eram realistas e, que ‘com uma legislação mais rigorosa e/ou fiscalização essas prioridades podem ser alteradas’; segundo, em uma avaliação feita pelo respondente sobre os programas houve pouca alteração.

O resultado (Tabela 2), apresenta nos quatro primeiros indicadores, a mesma ordem de prioridade encontrada por Hernández, Marins e Salomon (2011), para empresas brasileiras, onde é destacada a influência da ordem de prioridade dos programas (direcionadores) relacionados. Ou seja, os indicadores CO e RP com o direcionador Econômico (prioridade de 55,7%) e os indicadores IT e IR com o direcionador de Imagem (prioridade de 24,6%). Também, é destacado pelos autores, a influência que esses indicadores recebem de outros indicadores de desempenho, o que pode ser verificado nas relações da Figura 5. Em relação aos demais indicadores, é considerado que a ordem de prioridade está sujeita ao tipo de empresa que esteja incluída na pesquisa e os tipos de programas de LR adotados.

De fato, a partir da quinta posição com o indicador Ações sociais e ambientais (AS), verifica-se uma modificação, em relação à classificação para empresas brasileiras, na qual a quinta posição é Criação emprego (CE). Tanto AS como CE estão relacionados com o direcionador Cidadania e, e recebem as mesmas influências no *cluster* dos indicadores. No entanto, entre as medidas de desempenho de AS estão as reclamações relacionadas ao impacto da empresa junto à comunidade, enquanto CE está relacionado com uma certa estrutura de canal reverso.

As diferenças percentuais entre os demais itens são pequenas. A classificação segue com SD, CL, CE e RC, enquanto nos valores para empresas brasileiras tem-se AS, CL, SD e RC. Tanto SD quanto RC estão relacionados com o direcionador de Serviço ao Cliente (prioridade de 12,1%), no entanto as influências que recebem de outros direcionadores são diferentes, além dos aspectos relacionados às medidas de desempenho. Quanto ao indicador Cumprimento da legislação (CL), relaciona-se com o direcionadores Legais (prioridade 1,7%) e indicadores CO e RC.

6. Conclusões

O objetivo deste trabalho é apresentar uma avaliação da ordem de prioridade dos indicadores de logística reversa (LR) em uma empresa de pequeno porte integrante do cluster calçadista do cariri cearense. Para tanto, foi utilizado o Modelo de Gerenciamento de Logística Reversa proposto por Hernández (2010), que utiliza o *Analytic Network Process* (ANP) como método de MCDM adequado pelo fato de permitir avaliações qualitativas e quantitativas, assim como avaliar relações de dependência nas interações de elementos e/ou componentes do modelo.

O artigo apresenta uma revisão da literatura considerando os principais aspectos relacionados à LR e ANP.

Da logística reversa é considerada a sua importância quanto aos aspectos ambientais, econômicos e comerciais, dando destaque a evolução do conceito de LR, seus motivadores/direcionadores, sendo os mais citados na literatura e adotados no modelo utilizado neste artigo: econômicos, serviço ao cliente, legal, cidadania corporativa e, imagem corporativa, propostos por Leite(2006).

Em relação ao ANP, são apresentadas suas principais características como método de MCDM, destacando-se a sua evolução a partir da necessidade de incluir análises de dependência (ou influência) entre os componentes/elementos no *Analytic Hierarchy Process* (AHP), os tipos de iterações possíveis, as etapas necessárias a sua aplicação, destacando-se o procedimento de cálculo do AHP, cálculo das prioridades dos elementos e a consistência dos dados das matrizes de decisão, dando ênfase à relação de transitividade para a coerência dos julgamentos.

O estudo realizou-se através de uma abordagem qualitativa tendo como estratégia específica o estudo de caso, no qual um integrante da gestão de materiais da empresa forneceu as informações necessárias.

Utilizando o *software Super Decisions* versão 2.0.8, todos os cálculos foram realizados, tendo-se como resultado principal o vetor com as prioridades relativas dos indicadores propostos no modelo utilizado.

Desse resultado verifica-se que há similaridade, em relação ao estudo em uma amostra de empresas brasileiras, para os quatro primeiros indicadores (1. Custos de operação (CO), 2. Recaptura de valor (RP), 3. Inovação tecnológica (IT) e 4. Incentivo à reciclagem (IR)), o que se justifica principalmente pelo nível de prioridade dos direcionadores Econômico (55,7%) e Imagem (24,6%), além das influências que esses indicadores recebem de outros indicadores.

Para os demais indicadores houve mudanças nas prioridades em relação à pesquisa em amostra com empresas brasileiras. Deve-se, neste caso, considerar a influência do tipo de empresa incluída na pesquisa e os tipos de programas de LR adotados.

Deve-se considerar as dificuldades encontradas para a realização do estudo. Até o momento apenas dois representantes da gestão de empresas do *cluster* calçadista em foco puderam ser entrevistados, sendo que apenas um respondeu às questões relacionadas aos julgamentos e, o outro avaliou o nível de prioridade dos direcionadores, já estabelecidos no modelo, considerando realistas para serem utilizados.

Como na empresa cujo representante respondeu às questões, este não identificava programas de logística reversa formalizados com objetivos, mas atividades relacionadas aos retornos de materiais, utilizou-se, no lugar de Programas, Direcionadores de LR. Também, o representante acrescentou que alguns indicadores/métricas eram difíceis de identificar.

A continuidade deste trabalho, deve buscar acrescentar informações de mais empresas do *cluster* calçadista do cariri cearense, incluindo também empresas de médio porte, de forma a identificar características relacionadas à LR, e adequação do modelo de análise utilizado para auxiliar na avaliação dos referidos indicadores de LR no setor produtivo em foco.

Agradecimentos

A pesquisa que originou o trabalho recebeu auxílio financeiro do Programa de Doutorado Interinstitucional (DINTER) entre Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho (UNESP) e a Universidade Regional do Cariri (URCA) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, Processo 2013/03525-7).

Referências

- Brasil**, Lei nº 12.305, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 3 ago 2010.
- Brito, M. P. e Dekker, R.** (2002), Reverse logistics – A framework, *Econometric institute report*, Erasmus University Rotterdam, Netherlands, 38, 1–19.
- Creswell, J. W.**, *Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto*, Artmed, Porto Alegre, 2007.
- FIEC – Federação das Indústrias do Estado do Ceará** (2013), *Panorama Industrial*, 13, (<http://www.sfipec.org.br/>), Acesso: maio de 2014.
- Figueira, J., Greco, S. e Ehr Gott, M.**, *Multiple criteria decision analysis*, Springer, New York, 2005.
- Fuller, D. A e Allen, J.**, A Typology of Reverse Channel Systems for Post-Consumer Recyclables, me Polanski, M. J. e Mintu-Winssat, A. T. (Eds.), *Environmental marketing: strategies, practice, theory and research*, The Haworth Press, London, 241-256, 1995.
- Godoy, A. S.** (1995), Pesquisa Qualitativa: tipos fundamentais, *Revista de Administração de Empresas*, 35(3), 20-29.
- Greene, R.** (2011), GIS-Based Multiple-Criteria Decision Analysis, *Geography Compass*, 5(6), 412–432
- Guidolin, S. M., Costa, A. C. R. e Rocha, E. R. P.** (2010), Indústria calçadista e estratégias de fortalecimento da competitividade, *BNDES Setorial*, 31, 147-184.
- Hernández, C. T.**, *Modelo de gerenciamento da logística reversa integrado às questões estratégicas das organizações*, Tese(doutorado), UNESP, Guaratinguetá, 2010.
- Hernández, C. T., Marins, F. A. S. e Salomon, V. A. P.** (2011), Análise da importância dos indicadores de desempenho da logística reversa mediante a utilização do Analytic Network Process, *Atas do XLIII SBPO*, 168-179.
- Ho, W.** (2008), Integrated analytic hierarchy process and its applications – A literature review, *European Journal of Operational Research*, 186, 211–228
- Kopicki, R. et al.**, *Reuse and Recycling-Reverse Logistics Opportunities*, CLM, Oak Brook, 1993.
- Lambert, S., Riopel, D. e Abdul-Kader, W.** (2011), A reverse logistics decisions conceptual framework, *Computers & Industrial Engineering*, 61, 561–581.
- Leite, A. A. M.** (2008), Cooperação e desenvolvimento: estudos do cluster calçadista do vale do cariri, *Atas do XXVIII ENEGEP*, (<http://www.abepro.org.br/publicacoes/>).
- Leite, P. R.** (2000), Canais de distribuição reversos: fatores de influência sobre as quantidades recicladas de materiais, *Atas do III SIMPOI*, 1 CD-ROM.
- Leite, P. R. e Brito, E. Z.** (2005), logística reversa de produtos não consumidos: práticas de Empresas no Brasil, *Gestão Organizacional*, 3(3), 214-229.
- Leite, P. R.** (2006), Direcionadores (“DRIVERS”) estratégicos em programas de logística reversa no Brasil, *Atas do IX SIMPOI*, (<http://www.simpoi.fgvsp.br/>).
- Leite, P. R.**, *Logística reversa: meio ambiente e competitividade*, Prentice Hall, São Paulo, 2009.
- Martins, R. A.**, Abordagens Quantitativa e Qualitativa, em Miguel, P. A. C. (Ed.), *Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações*, Elsevier, Rio de Janeiro, 45-61, 2010.
- MCDM - International Society on Multiple Criteria Decision Making**, *Mission of the Society*, (<http://www.mcdmsociety.org/intro.html#Mission>). Acesso: abril 2014.
- Rogers, D. S. e Tibben-Lembke, R.**, *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*, RLEC Press, Pittsburgh, PA, 1998.
- Rogers, D. S. e Tibben-Lembke, R.** (2001), An examination of reverse logistics practices, *Journal of Business Logistics*, 22(2), 129-148.
- Saaty, T. L.** (1999), Fundamentals of the Analytic Hierarchy Process, *Atas do ISAHF*, 12-14.
- Saaty, T. L.**, *Decision Making with Dependence and Feedback: the Analytic Network Process*, RWS Publications, Pittsburgh, 2001.

- Saaty, T. L.** (2003), Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary, *European Journal of Operational Research*, 145, 85–91.
- Saaty, T. L.** (2004a), Fundamentals of the Analytic Network Process – Dependence and Feedback in Decision Making With A Single Network, *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 13(2), 129-157.
- Saaty, T. L.** (2004b), Decision Making – The Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP), *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 13(1), 1-35.
- Saaty, T. L e Vargas, L. G.**, *Decision making with the analytic network process: economic, political, social and technological applications with benefits, opportunities, costs and risks*, Springer, New York, 2006.
- Saaty, T. L.** (2008a), The Analytic Hierarchy and Analytic Network Measurement Process: Applications to Decisions under Risk, *European journal of pure and applied mathematics*, 1(1), 122-196.
- Saaty, T. L.** (2008b), Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors the Analytic Hierarchy/Network Process, *Rev. R. Acad. Cien. Serie A. Mat. - RACSAM*, 102(2), 251–318.
- Salgado, E. G. et al.** (2011), Tomada de decisão em grupo na priorização de Atividades de desenvolvimento de novos produtos em Empresas médias de eletrônicos, *Atas do SBPO XLIII*, 3091-3100.
- Salomon, V. A. P.**, Analytic Hierarchy Process, em Marins, F.A.S. et al. (Eds.) *Métodos de Tomada de Decisão com Múltiplos Critérios: Aplicações na Indústria Aeroespacial*, Edgard Blucher, São Paulo, 21-39, 2010.
- Shimizu, T.**, *Decisão nas organizações*, Atlas, São Paulo, 2010.
- Silva, A. C. S., Oliveira, C. A. e Belderrain, M. C. N.**, Analytic Network Process, em Marins, F.A.S. et al. (Eds.), *Métodos de Tomada de Decisão com Múltiplos Critérios: Aplicações na Indústria Aeroespacial*, Edgard Blucher, São Paulo, 41-71, 2010.
- Stock, J. R.**, Development and implementation of Reverse Logistics Programs, *Council of Logistics Management - CLM*, Oak Brook, 1998.
- Subramanian, N. e Ramanathan, R.** (2012), A review of applications of Analytic Hierarchy Process in operations management, *International Journal of Production Economics*, 138, 215–241.
- Triantaphyllou, E. et al.** (1998), Multi-Criteria Decision Making: An Operations Research Approach, *Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering*, 15, 175-186.
- Yin, R. K.**, *Estudo de caso: planejamento e métodos*, Bookman, Porto Alegre, 2001.