

## **APLICAÇÃO DO AHP NA TOMADA DE DECISÕES EM GRUPO PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS**

**LUAN BATISTA OLIVEIRA NOBRE**

Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Engenharia, Brasil  
nobreluan@hotmail.com

**JANE CORRÊA ALVES MENDONÇA**

Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia, Brasil  
janemendonca@ufgd.edu.br

**CARLOS EDUARDO SOARES CAMPAROTTI**

Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Engenharia, Brasil  
carloscamparotti@ufgd.edu.br

### **RESUMO**

Este trabalho demonstra a confiabilidade do uso de multicritérios em uma estrutura de decisão hierárquica (AHP), com o objetivo de selecionar a melhor proposta de gestão de resíduos sólidos industriais entre quatro cenários diferentes. Os cenários propostos podem afetar tanto os elos da cadeia, como a comunidade, e traduzem diversos problemas enfrentados atualmente. Os níveis variam de curso e tempo necessários para se tornarem eficazes, e com a utilização de uma metodologia colaborativa e hierárquica, foi possível analisar a tomada de decisão do âmbito da Logística Reversa de resíduos industriais em um município brasileiro no estado do Mato Grosso do Sul. Como resultado, temos a proposta com maior aderência e as ações, para implementá-la em um cenário mercadológico de empresas regionais, e as propostas classificadas de acordo com os critérios que abordam questões ambientais, sociais, econômicos e técnicas.

**Palavras chave:** Logística reversa, tomada de decisão, cadeia de suprimentos, resíduos industriais.

### **1. INTRODUÇÃO**

Nos últimos tempos o conceito tradicional de que materiais em redes de suprimentos só realizam um fluxo em uma única direção, está sendo gradativamente suprimido, o sentido da utilização de insumos da natureza e posterior consumo à jusante foi por décadas a visão adotada por muitas redes, todavia o sentido reverso (da utilização para a produção) também se torna cada vez presente nas comunicações entre os elos das cadeias e reforça uma visão empresarial de reinserção que começa a ganhar espaço como fator competitivo (XAVIER; CORRÊA, 2013).

Uma das atividades integrantes da gestão da cadeia de suprimentos é a logística, composta por fluxos diretos e reversos, cujas atividades básicas compreendem a gestão de transporte de insumos e produtos, sendo responsável pelo armazenamento, gerenciamento da informação e outras atividades que têm o objetivo final de atender aos requisitos dos clientes (PIRES, 2004). Requisitos estes que se modificam de tempos em tempos devido a fatores como questões ambientais.

A gestão do fluxo reverso de materiais envolvendo processos logísticos é denominada de Logística Reversa (LR) e, de acordo com Rogers e Tibben-Lembke (1998), a LR realiza o processo de transferência dos bens do seu destino típico para o propósito de agregação de valor ou destinação final, em que atividades de remanufatura também fazem parte do escopo da LR.

Os sistemas produtivos fornecem produtos para o atendimento às demandas da sociedade, o ciclo formado por esse vínculo se inicia com a obtenção de recursos necessários do sistema natural e se encerra com a destinação pós-consumo, que pode seguir diferentes caminhos, a destinação final, por exemplo em aterros sanitários ou a incineração ou também o retorno para o ciclo produtivo através de reciclagem, reuso e dos fluxos reversos que promovem o reinserção de materiais a rede de suprimentos (VALLE; SOUZA, 2014).

Este trabalho tem o objetivo de definir o melhor cenário para as atividades logísticas de fluxo reverso utilizando o AHP (Analytic Hierarchy Process), com base em empresas gestoras de resíduos sólidos no município de Dourados, estado de Mato Grosso do Sul.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Estudos de Seroka-stolka (2014) revelam que o meio ambiente vem se tornando uma preocupação crescente visto que ele também influencia no fator custo de uma organização, assim, algumas empresas já tiveram custos externos de logística associados especialmente a questões ambientais, como alterações climáticas, poluição e ruído. A Logística Verde (LV) realiza esforços para analisar formas de reduzir as externalidades e alcançar um equilíbrio mais sustentável entre os objetivos ambientais, econômicos e sociais.

A logística verde está focada nos impactos dos processos corporativos no meio ambiente. A realização dos processos de LV nas organizações é uma maneira de construir uma boa imagem do ponto de vista do marketing e, ao mesmo tempo, garantir o desenvolvimento sustentável dos negócios (DENISA; ZDENKA, 2015).

A atuação da logística verde leva a mudanças na criação do valor do produto, buscando medir e minimizar o impacto ecológico das atividades logísticas e, ao mesmo tempo, coloca a ênfase na orientação ambiental sustentável das empresas (DENISA; ZDENKA, 2015).

Para El-berishy, Rügge e Scholz-reiter (2013), o desenvolvimento sustentável, bem como aspectos ambientais, aparecem em questões fundamentais enfrentadas por atividades da logística. Consideram-se objetivos gerais e tópicos dentro de cadeias de suprimentos pesquisas de estudo nas áreas de gestão da cadeia de suprimentos sustentável e logística verde, que levam a novos métodos de gerenciar as atividades de logística.

### **2.1 LOGÍSTICA REVERSA**

Quando um produto atinge seu estágio final, normalmente, existe um potencial para poluir o meio ambiente. Por outro lado, os produtos em estágio final podem ter partes valiosas, os componentes e materiais que ainda podem ser utilizados de novo ou devolvidos para o ciclo de produção. Isso porque a recuperação desses produtos *end-of-line* é uma etapa importante no ciclo de vida dos produtos (ZAREI et al., 2010).

A Logística Reversa tem como pressuposto as atividades logísticas que são definidas pelo Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) (2016) e envolve questões como

gerenciamento do transporte, gestão de frotas, armazenagem, manuseio de materiais, projetos de rede logística, gestão de estoques; pode incluir também abastecimento e compras, dentre outras várias atividades nos níveis de planejamento tático, estratégico e operacional.

Rogers e Tibben-Lembke (1998) confirmam que as atividades da Logística Reversa englobam as atividades citadas pelo CSCMP, porém a diferença está nas operações que levam em consideração o fluxo reverso, ou seja, o processo de planejamento, implementação e controle eficiente, produtos acabados e informações que se relacionam do ponto de consumo ao fim da cadeia até a origem para recapturar valor ou realizar o descarte adequado.

Para Leite (2002), a LR faz parte da área da Logística Empresarial e os conceitos acerca deste tema estão em constante evolução em face de novas alternativas de negócios e o aumento do interesse empresarial sobre a área. Nesse contexto, as atividades a LR irão além do planejar e controlar o fluxo de informações logísticas, gerenciando o retorno de bens de pós-venda e pós-consumo, envolvendo ciclos de negócios e produtivos através de canais de distribuição reversos, agregando valor novamente ao bem.

## **2.2 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS**

O uso de recursos renováveis, práticas de reciclagem de materiais e distribuição justa dos recursos naturais são práticas que estruturam um sistema econômico baseado no equilíbrio entre as ações humanas e a natureza. Com o estabelecimento de políticas, estratégias ambientais e energéticas são dados passos em busca do desenvolvimento sustentável, bem como as mudanças ocorridas nos sistemas de produção, transporte e energia, incorporando novas tecnologias e métodos constituindo práticas de gerenciamento de recursos (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2005).

Bartholomeu (2011) destaca que o contexto de sustentabilidade pode estar ligado à gestão integrada dos resíduos sólidos, como possibilidade de seu uso em outras cadeias produtivas e também como forma de geração de energia. Diversos países já possuem experiência nestas ações, e o Brasil tem indícios de algumas ações voltadas para o aproveitamento dos resíduos sólidos, envolvendo usinas de lixo, aterros e outras empresas. Muitos são os benefícios oriundos dos resíduos, como citado, a produção de energia alternativa que ao mesmo tempo reduz a necessidade da destinação dos mesmos em aterros.

Os maiores fluxos de receita provenientes da gestão de resíduos sólidos no Brasil estão fortemente ligados com os aterros; alguns estudos permitem avaliar oportunidades de negócios principalmente no que se refere aos aterros privados (PELTOLA et al., 2016).

O aproveitamento dos resíduos sólidos como fonte de matéria prima não exclui a necessidade do processo de triagem, utilizado na separação de materiais recicláveis, tendo papel social e ambiental importante (BARTHOLOMEU, 2011).

Os resíduos sólidos industriais constituem uma grande parte dos resíduos sólidos atuais, porém, por muito tempo não despertou atenção necessária para gerenciá-los, contudo já existem normas específicas de regulação ou tecnológicas relevantes para sua proteção e segurança (LIU et al., 2016).

Algumas práticas metodológicas de minimização dos resíduos industriais vêm sendo utilizadas para uma menor geração na fonte, como reaproveitamento interno ou atitudes organizacionais. Se trata de um conjunto de técnicas que está ligado aos conceitos de tecnologias limpas, que irão modificar o processo produtivo e/ou os produtos, entretanto, deve-se lembrar de que somente a

implantação destas tecnologias não implica consequentemente na prevenção e/ou redução de resíduos, mas sim, na integração de outras ações como alterações nas matérias primas ou nas tecnologias, bem como mudanças de procedimentos (TOCCHETTO, 2005).

### 3. METODOLOGIA

O presente trabalho é composto por um estudo bibliográfico, uma investigação empírica, contemplando estudos de casos em empresas regionais com o objetivo de analisar e compreender as práticas utilizadas no fluxo reverso no processamento de resíduos industriais caracterizados pela cadeia de suprimentos de indústrias de diversos setores na região e do município de Dourados, Mato Grosso do Sul.

Através da metodologia, foi possível identificar e compreender aspectos essenciais na realidade prática que estão relacionados com o objetivo da pesquisa. Fez-se necessário utilizar métodos que pudessem corresponder às expectativas teóricas adotadas e que estivessem adequados à abordagem do fenômeno investigado.

Como classificação, de acordo com os objetivos, o trabalho constituiu-se de uma pesquisa descritiva e analítica e utilizou para abordagem do problema uma metodologia qualitativa e um método multiatributo para auxiliar na tomada de decisões.

#### 3.1 TOMADA DE DECISÃO AHP

Algumas decisões podem envolver elementos intangíveis que precisam ser analisados de forma quantitativa e, para este propósito, necessita-se medir utilizando parâmetros tangíveis, que deverão ser avaliadas quanto aos objetivos do tomador de decisões. O Processo de Hierarquia Analítica ou Analytic Hierarchy Process (AHP) é uma teoria de medição que utiliza comparações por pares e confia nos julgamentos de especialistas para derivar escalas de prioridade (SAATY, 2008).

Segundo Saaty (2008), são utilizadas escalas que medem os elementos intangíveis em termos relativos. As comparações são feitas usando uma escala de julgamentos absolutos que representa o quanto um elemento domina outro com relação a um determinado atributo.

De acordo com Costa (2002), a Análise Multicritério- ou Auxílio Multicritério à Decisão - tem como foco a modelagem e solução de problemas envolvendo variáveis subjetivas e por julgamentos de valor, destacando-se suas características inovadoras e com ferramentas potenciais no âmbito da tomada de decisões. Para se tomar uma decisão de forma organizada e consiga obter prioridades, Saaty (2008) propõe uma decomposição das decisões nas seguintes etapas na Figura 1 abaixo:

***Tabela 1 - Etapas tomada de decisão***

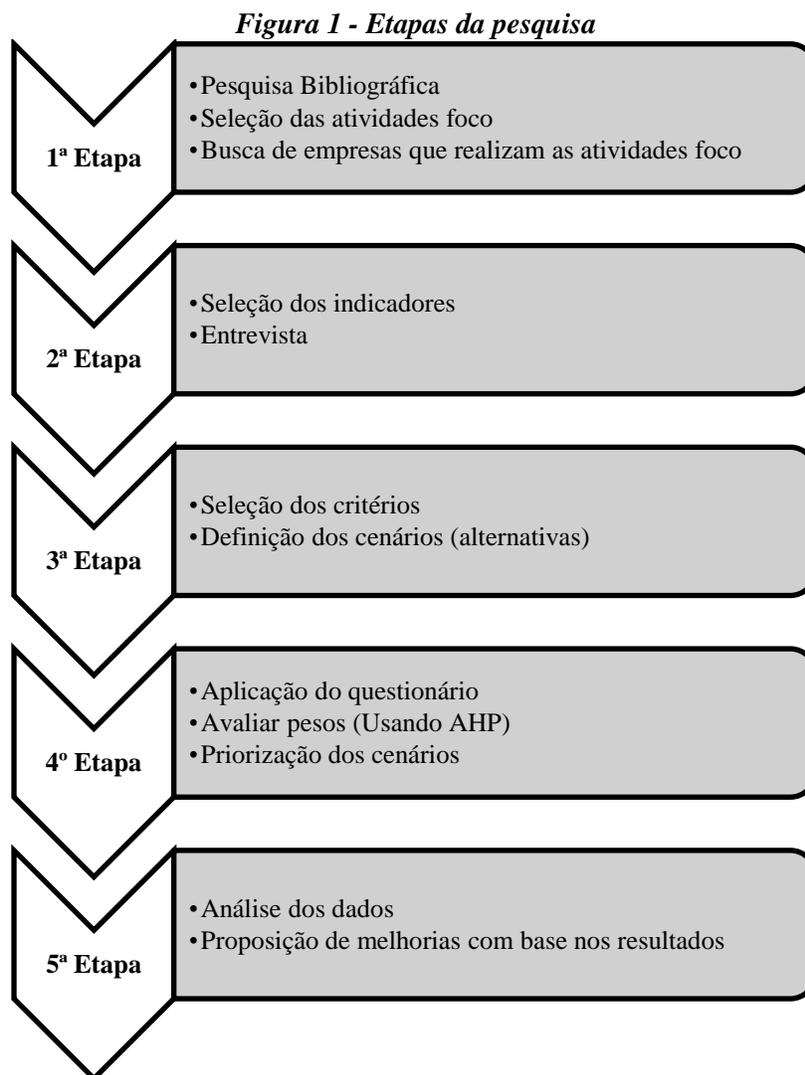
1	Definir o problema e determinar o tipo de conhecimento procurado.
2	Estruturar a hierarquia de decisão.
3	Construir um conjunto de matrizes de comparação <i>pairwise</i> .
4	Usar as prioridades obtidas das comparações para avaliar através de pesos as prioridades.

Fonte das informações: adaptado de Saaty (2008)

A prática da tomada de decisões relaciona-se com a avaliação das alternativas, fazendo com que estas satisfaçam os objetivos do estudo, escolhendo, assim, a melhor alternativa que contemple o maior número de critérios estabelecidos. Grandzol (2005) explica que o processo de comparação por pares no AHP, distribuídos através de hierarquias e escalas de prioridade, desenvolvem pesos relativos através da análise dos participantes, denominadas prioridades, que diferenciam a importância dos critérios.

### 3.2 ETAPAS DA PESQUISA

Os procedimentos metodológicos utilizados para a realização da pesquisa estão divididos em etapas, como se pode ser observado na Figura 1.



**Fonte das informações:** Elaboração própria.

Foram avaliadas as atividades que são do escopo da LR e aquelas que tinham participação no cenário municipal, de acordo com a pesquisa em sites de empresas que realizam o tratamento de

resíduos; primeiramente em indústrias de maneira geral e, em segundo momento, com foco nas agroindústrias. A partir do levantamento das empresas e das atividades que estas realizavam foram selecionadas as atividades foco do trabalho que são: coleta, transporte, triagem, armazenamento e destinação.

Selecionaram-se indicadores de geração e composição de resíduos, visto a necessidade de quantificar o volume de resíduos que as empresas atendem atualmente, bem como a infraestrutura de gerenciamento. Os indicadores selecionados estão na Tabela 2 abaixo.

**Tabela 2 - Seleção de indicadores para a descrição dos cenários**

<i>Geração de resíduos e composição</i>	
Total de indústrias/unidades/empresas atendidas	Número
Resíduos biodegradáveis	%
Papel e papelão	%
Metal	%
Vidro	%
Plástico	%
Outros Materiais	%
<i>Desempenho dos indicadores</i>	
Quantidade de resíduos coletados diariamente	Tons/dia
Quantidade de resíduos coletados anualmente	Tons/ano
Frequência de coleta	Vezes/semana
<i>Capacidade da empresa</i>	
Número de pontos de coleta para reciclagem	Número
Número de áreas (armazenamento e processo) para reciclagem	Número

**Fonte das informações:** Elaboração própria.

Após a definição dos indicadores como parâmetro de comparação entre as empresas, o próximo passo é a definição dos cenários que irão incrementar o estado inicial. Cenários podem ser definidos como uma representação de imagens do futuro, cujo desenvolvimento é um método sistemático para pensar criativamente sobre futuros dinâmicos, complexos e incertos e identificar estratégias para se preparar para uma série de resultados possíveis (PETERSON et al., 2003; MADLENER et al., 2007). Nesta pesquisa foram utilizadas quatro categorias de critérios que incluem os âmbitos: ambiental, econômico, social e técnico (Tabela 3).

**Tabela 3 – Categorias de Critérios**

<b>Tipo do critério</b>	<b>Critério</b>	<b>Indicação</b>
Ambiental	Recuperação de matérias-primas	K1
	Redução no número de resíduos sólidos nos aterros	K2
	Emissões para o ambiente	K3
Econômico	Custos de operação anual	K4
	Rendimento dos materiais recicláveis vendidos	K5
Social	Geração de emprego	K6
	Alcançar os objetivos da PNRS (Política Nacional dos Resíduos Sólidos)	K7

Técnico	Período de tempo necessário para a introdução do cenário	K8
	Equipamentos necessários para processamento de resíduos	K9

**Fonte das informações:** Dados da pesquisa (2017).

Os critérios selecionados fazem referência a parâmetros de produção e à legislação vigente no período com a utilização de referência a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Os critérios serão confrontados com os cenários desenvolvidos com a utilização do AHP (Tabela 4).

**Tabela 4 - Cenários**

<b>Cenário 1</b>	Transporte terceirizado da empresa gestora de resíduos	+	Separação e triagem dos resíduos após o transporte.	+	Armazenamento em barracões	+	Destinação para outras indústrias para utilização como matéria-prima
<b>Cenário 2</b>	Separação e triagem dos resíduos realizado na indústria	+	Transporte da indústria até o local de recebimento	+	Armazenamento em barracões com separação por classificação de resíduo	+	Envio para aterro regional e empresas recicladoras
<b>Cenário 3</b>	Separação, coleta e transporte realizado pela indústria e envio para a empresa gestora	+	Triagem dos resíduos realizada pela empresa gestora	+	Armazenamento em barracões com separação por classificação de resíduo	+	Envio para empresas recicladoras e incineração
<b>Cenário 4</b>	Coleta e transporte realizado pela indústria e envio para associações	+	Separação e triagem dos resíduos realizada por associações	+	Envio e armazenamento dos resíduos em galpões nas empresas gestoras	+	Envio para empresas recicladoras e incineradoras

**Fonte das informações:** Elaboração própria.

O desenvolvimento dos cenários foi baseado nas coletas realizadas nas empresas que praticam a logística reversa de resíduos sólidos, bem como nas que possuem profissionais com experiência de mercado.

Através dos critérios e cenários elaborados, foram desenvolvidos questionários que contemplam o AHP, cujo objetivo principal é a comparação entre os critérios e as alternativas por meio de especialistas, seguindo a escala de Saaty. Da comparação entre os critérios propostos e os cenários, podem ser estratificadas as informações coletadas em relação às categorias que são: ambiental, econômico, social e técnico.

A coleta de dados foi feita de maneira individual e em seguida utilizando a média geométrica para a convergência dos dados, com auxílio do software *Expert Choice* e *Microsoft Excel*, escolhidos pelo acesso e desenvoltura na utilização. Na utilização do Método AHP para a tomada de decisão em grupo recomenda-se a utilização da coleta de dados individual e, posteriormente, utiliza-se a média obtendo os valores dos pesos (BASAK. SAATY, 1993). A equação (1) se refere ao cálculo da média geométrica genérica:

$$(\prod_{i=1}^n a_i) = \sqrt[n]{a_1 a_2 \dots a_n} \quad (1)$$

em que  $a_1 a_2 \dots a_n$  são números positivos.

Feito o cálculo das médias geométricas dos questionários direcionados, utilizou-se os softwares *Excel* e *Expert Choice* para a tabulação dos dados, possibilitando a redução de divergências do grupo no contexto da logística reversa de resíduos industriais.

O Método de Análise Hierárquica apresenta o cálculo da razão de consistência (RC) que realiza a verificação da resposta das decisões, e as compara com parâmetros estabelecidos na metodologia (ARAYA; CARIGNADO; GOMES; 2004). A equação (2) apresenta a razão de consistência.

$$RC = IC/IR \quad (2)$$

Onde:

*RC* representa a razão de consistência das respostas das decisões;

*IC* representa o índice de consistência;

*IR* corresponde ao índice aleatório que foi calculado para matrizes quadradas de ordem  $n$  do Laboratório Nacional Oak Ridge, Estados Unidos. A Tabela 5 apresenta os valores do índice aleatório (IR).

**Tabela 5 - Valores de IR para as matrizes quadradas de ordem  $n$**

<b>n</b>	2	3	4	5	6	7
<b>IR</b>	0,0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32

**Fonte das informações:** Adaptado de Araya, Carignano e Gomes (2004).

De acordo com a equação 2 e Tabela 3, quanto maior for o RC, maior serão também as inconsistências das respostas dos decisores. Em uma matriz de ordem 2, o RC é nulo. Matrizes cuja ordem for 3, o RC deve ser menor que 0,05 e para  $n$  igual a 4, menor que 0,09. Como resultado da equação (2), o valor de taxa aleatório é fixo conforme na Tabela 3 apresentado, diante disso, teremos uma taxa de consistência menor que 0,1, como pode ser visto na equação (3).

$$RC = IC/IR < 0,1 \sim 10\% \quad (3)$$

Geralmente consideram-se como respostas consistentes aquelas cujo índice não ultrapasse 0,10 ou 10% quando as ordens das matrizes forem maiores do que 4. Os valores foram utilizados na equação (2) para apresentar o valor da consistência das respostas dos tomadores de decisão, cujo cálculo contribui com a metodologia *AHP* para mostrar a coerência durante o processo e garantir sua validade.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 ANÁLISE DAS EMPRESAS ENTREVISTADAS

As informações coletadas apresentadas na Tabela 6 indicam os critérios para avaliação das empresas em suas atividades de coleta e processamento de resíduos industriais no município de Dourados-MS, assim, as empresas serão denominadas Empresa 1 e Empresa 2; vale destacar que as mesmas estão situadas próximas ao perímetro urbano e recebem resíduos regularmente até a presente data da pesquisa.

*Tabela 6 - Comparação entre indicadores das empresas entrevistadas*

<b>Indicadores</b>	<b>Empresa 1</b>	<b>Empresa 2</b>
<i>Geração de resíduos e composição</i>		
Total de atendimentos (unidades, CNPJ)	>100	4000
Resíduos biodegradáveis	50%	0%
Papel e papelão	5%	3%
Metal	20%	0,3%
Vidro	0,5%	0%
Plástico	5%	91,7%
Outros Materiais	19,5%	5%
<i>Desempenho dos indicadores</i>		
Quantidade de resíduos coletados diariamente	40 ton/dia	5-6 ton/dia
Quantidade de resíduos coletados anualmente	15000 ton/ano	600 ton/ano
Frequência de coleta	6 vezes/sem	7 vezes/sem
<i>Capacidade da empresa</i>		
Número de áreas (armazenamento e processo) para reciclagem	1	1
Número de pontos de coleta para reciclagem	1	1

**Fonte das informações:** Dados da pesquisa (2017).

Através das informações coletadas pode-se notar que o número de atendimentos realizados pela Empresa 2 é superior a Empresa 1, porém a quantidade de resíduos coletadas é menor, indicando que as entregas realizadas são menores também, o que revela um nível de coordenação maior no recebimento destes materiais.

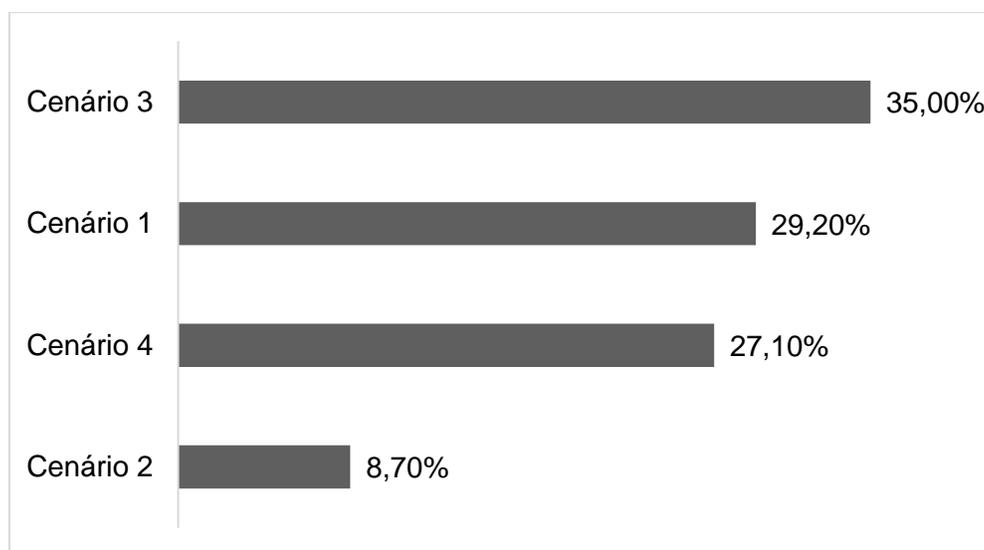
Em relação aos tipos de resíduos, a Empresa 1 apresenta como maioria resíduos biodegradáveis, que são dispostos em aterros sanitários da própria organização, ou seja, a destinação final. Na Empresa 2, a maior parte dos resíduos recebidos são materiais plásticos que representa 91,7%, uma vez que a empresa recebe diariamente diversas embalagens plásticas que são processadas e encaminhadas em sua maioria para empresas recicladoras e menos de 5% dos resíduos são incinerados em empresas especializadas.

### 4.2 PRIORIZAÇÃO DO CENÁRIO OBJETIVO

O objetivo final da tomada de decisões é a escolha do cenário que possui maior aderência aos critérios selecionados, envolvendo aspectos técnicos, econômicos sociais e ambientais.

Tanto empresas quanto as associações municipais citadas nestes cenários trabalham por um objetivo comum: a destinação dos resíduos para empresas recicladoras e incineradoras, ou seja, os meios a serem utilizados levam ao um mesmo fim, então deve-se pensar em quais impactos as decisões entre os cenários destas organizações gerariam no ambiente e quais aspectos econômicos iriam viabilizar as alternativas. No Gráfico 1, os valores de cada cenário para a decisão final, de qual o melhor cenário para os critérios avaliados.

**Gráfico 1 - Priorização do cenário objetivo (melhor cenário)**



**Fonte de informações:** Dados da pesquisa (2017).

A Tabela 7 apresenta dos valores dos pesos relativos de cada critério e, para cada critério, os valores relativos de cada cenário.

**Tabela 7 - Priorização dos cenários por critério**

Critério	Prioridade relativa (%)	Alternativa	Prioridade Relativa (%)
K1	1,90%	C1	0,217
		C2	0,044
		C3	0,433
		C4	0,306
K2	19,80%	C1	0,261
		C2	0,091
		C3	0,394
K3	11,60%	C4	0,254
		C1	0,327
		C2	0,116
K4	7,70%	C3	0,327
		C4	0,231
		C1	0,493
		C2	0,354
		C3	0,04

		C4	0,112
		C1	0,094
		C2	0,139
		C3	0,276
K5	4,40%	C4	0,491
		C1	0,255
		C2	0,07
K6	3,80%	C3	0,338
		C4	0,338
		C1	0,167
		C2	0,061
		C3	0,379
K7	8,90%	C4	0,394
		C1	0,312
		C2	0,045
K8	27,60%	C3	0,378
		C4	0,266
		C1	0,317
		C2	0,041
K9	14,30%	C3	0,382
		C4	0,26

**Fonte de informações:** Dados da pesquisa.

Observa-se que os cenários 3 e 4 são potenciais para o objetivo da decisão. No cenário 3, a participação da empresa gestora, aquela que irá realizar os serviços de tratamento e destinação do resíduo, tem suas atividades ativas no transporte e a triagem dos resíduos. No cenário 4, por sua vez, existe a participação de associações, ou seja, das empresas que compõem o sistema de coleta e triagem. Estas organizações podem ser formadas por membros colaborativos e que se destinem a realizar o recolhimento dos resíduos industriais e a separação deste material para posterior destinação.

Considerando todos os critérios nas diferentes características levantadas, o cenário 3 foi o que teve maior aderência com 35% de prioridade; o cenário 2 teve o menor desempenho na decisão, com apenas 8,7%, a diferença entre o cenário escolhido e o último é de 26,3%, valor alto quando comparado com as outras alternativas.

## 5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados anteriores pode-se concluir que o método AHP utilizado para ponderar a importância dos diferentes critérios provou ser uma ferramenta útil para a seleção do cenário de gestão dos resíduos sólidos apropriados. O estudo de caso demonstra a potencialidade, aplicabilidade e simplicidade do método de classificação de alternativas ao fornecer um auxílio de decisão multicritério aos decisores durante o processo de seleção. A metodologia global é baseada na abordagem colaborativa, permitindo que as partes interessadas contribuam para o desenvolvimento de cenários, assim, também permite-se que os envolvidos no processo de decisão possam incorporar suas preferências sobre a importância relativa de diferentes critérios avaliados utilizando o AHP.

Com a utilização do software *Expert Choice* foi possível priorizar os fatores que influenciaram na decisão de escolha do cenário, classificando-os por ordem de aderência aos critérios e adicionando os pesos relativos julgados pelos decisores, tarefa esta imprescindível para a compreensão de quais critérios tiveram maior importância, que são aqueles aos quais se deve dar maior atenção.

Observou-se também que os decisores davam pesos individuais diferentes entre si, a razão possível é o intervalo de escala de 1 a 9 que pode ser muito grande para uma compreensão clara do significado dos valores e também da extensão do questionário de 90 questões. Uma futura investigação poderá examinar a aceitabilidade da escala com menores intervalos, de 1 a 5 por exemplo, a fim de melhor racionalizar a participação das partes interessadas e seu impacto para os resultados.

Por fim, a escolha do cenário 3 permitiu que ações fossem propostas para a melhoria do sistema global e que todos os *stakeholders* pudessem integrar-se à cadeia de suprimentos e favorecer os objetivos da logística reversa e PNRS, com base na tomada de decisões consciente e embasada por fatores sistêmicos.

## REFERÊNCIAS

ARAYA, M. C. A.; CARIGNANO, C.; GOMES, L. F. A. M. Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

BARTHOLOMEU, Daniela Bacchi. Desenvolvimento sustentável e a questão dos resíduos sólidos. In: BARTHOLOMEU, Daniela Bacchi; CAIXETA-FILHO, José Vicente (Org.). Logística Ambiental de Resíduos Sólidos. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011. Cap. 5. p. 87-106.

BASAK, I.; SAATY, T. Group decision making using the analytic hierarchy process. Mathematical and computer modeling, Pittsburgh, v. 17, n. 4, p. 101-109, 1993.

COSTA, Helder Gomes. Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão. Niterói: .., 2002.

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary. Disponível em: <<https://cscmp.org/supply-chain-management-definitions>>. Acesso em: 05 set. 2016.

DENISA, Mala; ZDENKA, Musova. Perception of Implementation Processes of Green Logistics in SMEs in Slovakia. Procedia Economics And Finance, [s.l.], v. 26, p.139-143, 2015. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s2212-5671\(15\)00900-4](http://dx.doi.org/10.1016/s2212-5671(15)00900-4).

EL-BERISHY, Nagham; RÜGGE, Ingrid; SCHOLZ-REITER, Bernd. The Interrelation between Sustainability and Green Logistics. Ifac Proceedings Volumes, [s.l.], v. 46, n. 24, p.527-531, set. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.3182/20130911-3-br-3021.00067>.

GRANDZOL, J.R. Improving the Faculty Selection Process in Higher Education: A Case for the Analytic Hierarchy Process. Bloomsburg University of Pennsylvania. IR Applications Volume 6, August 24, 2005.

LEITE, Paulo Roberto. Logística Reversa Nova Área da Logística Empresarial. Revista Tecnológica, São Paulo, p.102-110, maio 2002. Disponível em:

<<http://meusite.mackenzie.br/leitepr/LOGÍSTICA REVERSA - NOVA ÁREA DA LOGÍSTICA EMPRESARIAL.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2016.

LIU, Yuqiang et al. Pollution Status and Environmental Sound Management (ESM) Trends on Typical General Industrial Solid Waste. *Procedia Environmental Sciences*, [s.l.], v. 31, p.615-620, 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proenv.2016.02.111>.

MADLENER, Reinhard; KOWALSKI, Katharina; STAGL, Sigrid. New ways for the integrated appraisal of national energy scenarios: The case of renewable energy use in Austria. *Energy Policy*, [s.l.], v. 35, n. 12, p.6060-6074, dez. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2007.08.015>.

PELTOLA, T. et al. Value capture in business ecosystems for municipal solid waste management: Comparison between two local environments. *Journal Of Cleaner Production*, [s.l.], v. 137, p.1270-1279, nov. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.168>.

PETERSON, Garry D.; CUMMING, Graeme S.; CARPENTER, Stephen R.. Scenario Planning: a Tool for Conservation in an Uncertain World. *Conservation Biology*, [s.l.], v. 17, n. 2, p.358-366, abr. 2003. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.01491.x>.

PIRES, S. R. I. *Gestão da Cadeia de Suprimentos (Supply Chain Management): conceitos, estratégias, práticas e casos*. 1.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2004.

REIS, L. B.; FADIGAS, E. A. A.; CARVALHO, C. E. *Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável*. Barueri: Manole, 2005. 415 p.

ROGERS, D.S., TIBBEN-LEMBKE, R. S. *Going backwards: reverse logistics trends and practices*, University of Nevada. Reno: CLM, 283p. ,1998.

SAATY, Thomas L.. Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, Pittsburgh, Pa, v. 1, n. 1, p.83-98, 2008. Disponível em: <[http://www.colorado.edu/geography/leyk/geog\\_5113/readings/saaty\\_2008.pdf](http://www.colorado.edu/geography/leyk/geog_5113/readings/saaty_2008.pdf)>. Acesso em: 29 out. 2016.

SEROKA-STOLKA, Oksana. The Development of Green Logistics for Implementation of Sustainable Development Strategy in Companies. *Procedia - Social And Behavioral Sciences*, [s.l.], v. 151, p.302-309, out. 2014. Elsevier BV.

TOCCHETTO, Marta Regina Lopes. *Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais*. 2005. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <<http://www.blogdocancado.com/wp-content/uploads/2012/04/gerenciamento-de-residuos-solidos-industriais.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2016.

VALLE, R.; SOUZA, R. G. *Logística Reversa: processo a processo*. São Paulo: Atlas, 2014.

XAVIER, L. H. & CORRÊA, H. L. *Sistemas de Logística Reversa - criando cadeias de suprimento sustentáveis*. São Paulo: Atlas, 2013.

ZAREI, Masoud et al. Designing a Reverse Logistics Network for End-of-Life Vehicles Recovery. *Mathematical Problems In Engineering*, [s.l.], v. 2010, p.1-16, 2010. Hindawi Publishing Corporation. <http://dx.doi.org/10.1155/2010/649028>.