



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

WESLEY DOUGLAS OLIVEIRA SILVA

**MODELO DE NEGOCIAÇÃO INTEGRATIVA PARA A RESPONSABILIDADE
COMPARTILHADA PELO CICLO DE VIDA DO PRODUTO PREVISTA NA
POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Caruaru

2019

WESLEY DOUGLAS OLIVEIRA SILVA

**MODELO DE NEGOCIAÇÃO INTEGRATIVA PARA A RESPONSABILIDADE
COMPARTILHADA PELO CICLO DE VIDA DO PRODUTO PREVISTA NA
POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Dissertação de Mestrado apresentada à UFPE para a obtenção de grau de Mestre como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Centro Acadêmico do Agreste.

Área de Concentração: Otimização e Gestão da Produção.

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a. Marcele Elisa Fontana

Caruaru

2019

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

S586m Silva, Wesley Douglas Oliveira.
Modelo de negociação integrativa para a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto prevista na política nacional de resíduos sólidos. / Wesley Douglas Oliveira Silva. – 2019.
172 f.; il.: 30 cm.

Orientadora: Marcele Elisa Fontana.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Mestrado em Engenharia de Produção, 2019.
Inclui Referências.

1. Logística. 2. Responsabilidade (Brasil). 3. Compartilhamento (Brasil). 4. Negociação (Brasil). 5. Gestão integrada de resíduos sólidos (Brasil). I. Fontana, Marcele Elisa (Orientadora). II. Título.

CDD 658.5 (23. ed.)

UFPE (CAA 2019-011)

WESLEY DOUGLAS OLIVEIRA SILVA

**MODELO DE NEGOCIAÇÃO INTEGRATIVA PARA A RESPONSABILIDADE
COMPARTILHADA PELO CICLO DE VIDA DO PRODUTO PREVISTA NA
POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 05/02/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Marcele Elisa Fontana (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^º. Dr. Jônatas Araújo de Almeida (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^ª. Dr^ª. Marcella Maia Bezerra de Araújo Urtiga (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

A minha família, em especial minha mãe, por ser minha base e em quem eu me espelho a cada dia.

A minha orientadora, Marcele Elisa Fontana, por todos os anos de aprendizado e parceria.

Aos amigos, por todo apoio.

A todos os docentes e colegas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco do Campus Acadêmico do Agreste.

A Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro a essa pesquisa.

A banca examinadora, pelas valiosas contribuições realizadas.

RESUMO

O presente estudo propôs um modelo de negociação integrativa para a definição de portfólios de ações individuais da logística reversa para a gestão de resíduos sólidos que viabilizasse a implementação do conceito de responsabilidade compartilhada prevista pela Política Nacional de Resíduos (PNRS). O modelo foi proposto em três fases: Pré-Negociação, Negociação e Pós-Negociação. Nas duas primeiras fases o modelo utilizou conjuntamente os métodos *Strategic Options Development and Analysis (SODA)* e *Soft Systems Methodology (SSM)* para estruturar o problema e estimular a colaboração, integrar as perspectivas e preferências dos *stakeholders* em um processo de aprendizagem. Ainda na fase de negociação utilizou a programação linear multiobjetivo (PLMO) para a definição de portfólios de ações individuais. A modelagem proporcionou o alcance de decisões Pareto-eficientes de caráter ganha-ganha para todos os *stakeholders*, simultaneamente. Assim, na etapa de pós-negociação houve o fortalecimento do engajamento entre as partes e o comprometimento efetivo com o atendimento à PNRS no cumprimento dos portfólios definidos.

Palavras-chave: Logística reversa. Responsabilidade compartilhada. Negociação integrativa. Métodos de estruturação de problemas. Programação linear multiobjetivo.

ABSTRACT

The present study proposed an integrative negotiation model for the definition of portfolios of individual actions in RL for solid waste management, which makes possible the implementation of the shared responsibility concept provided by National Solid Waste Politic (NSWP). The model was proposed in three phases: Pre-Negotiation Phase, Negotiation Phase and Post-Negotiation Phase. In Pre-Negotiation and Negotiation phases, the model combined the use of the Strategic Options Development and Analysis (SODA) and Soft Systems Methodology (SSM) methods to emphasize collaboration, integrate perspectives and preferences into a learning process. In the negotiation phase, it was used too the multiobjective linear programming (MLP) in order to define portfolios of individual actions. In this way, the model provided the reach of Pareto-efficient win-win decisions for all stakeholders simultaneously. Thus, the strengthening in the post-negotiation stage, the engagement among the parties and the effective commitment with the NPSW service in the fulfillment of the defined portfolios.

Keywords: Reverse logistics. Shared responsibility. Integrative negotiation. Structuring problems methods. Multiobjective linear programming.

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Mapa cognitivo individual - DM1	98
Mapa 2 - Mapa cognitivo individual - DM2	99
Mapa 3 - Mapa cognitivo individual - DM3	99
Mapa 4 - Mapa cognitivo individual - DM4	100
Mapa 5 - Mapa estratégico sem interação grupal.....	101
Mapa 6 - Mapa estratégico com interação grupal	102
Mapa 7 - Representação do mapa estratégico com interação grupal	103
Mapa 8 - Constructos cauda	104
Mapa 9 - Constructos cabeça	104
Mapa 10 - Constructos opções estratégicas	105

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1 - Etapas da pesquisa.....	22
Fluxograma 2 - Modelo proposto.....	82

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Artigos/ano de disponibilização	30
Gráfico 2 - Artigos/temática.....	31
Gráfico 3 - Artigos/tipo de pesquisa	32
Gráfico 4 - Artigos/setor	32
Gráfico 5 - Artigos/ economia do país	33
Gráfico 6 - Poder Público: Conhecimento sobre a PNRS.....	64
Gráfico 7 - Poder Público: Avaliação sobre a gestão de resíduos.....	64
Gráfico 8 - Poder Público: Implementação da PNRS	65
Gráfico 9 - Poder Público: Responsabilidade dos consumidores e iniciativa privada.	65
Gráfico 10 - Poder Público: Participação nas ações conjuntas	66
Gráfico 11 - Poder Público: Participação dos consumidores	66
Gráfico 12 - Poder Público: Participação da iniciativa privada	67
Gráfico 13 - Indústria: Conhecimento sobre a PNRS	68
Gráfico 14 - Indústria: Importância da gestão de resíduos sólidos	68
Gráfico 15 - Indústria: Gestão de resíduos na empresa.....	69
Gráfico 16 - Indústria: Responsabilidade do poder público e consumidores.....	69
Gráfico 17 - Indústria: Poder público contata as empresas?	70
Gráfico 18 - Comércio e/ou serviços: Conhecimento sobre a PNRS	71
Gráfico 19 - Comércio e/ou serviços: Gestão de resíduos	71
Gráfico 20 - Comércio e/ou serviços: Poder público e consumidores responsáveis.....	72
Gráfico 21 - Comércio e/ou serviços: Poder público contata as empresas?	73
Gráfico 22 - Comércio e/ou serviços: Disposição para ações conjuntas	73
Gráfico 23 - Comércio e/ou serviços: Gestão de resíduos no município.....	74
Gráfico 24 - Consumidores: Conhecimento sobre a PNRS	75
Gráfico 25 - Consumidores: Importância da gestão de resíduos por empresas	75
Gráfico 26 - Consumidores: Custo extra.....	76
Gráfico 27 - Consumidores: Responsabilidades sobre a gestão de resíduos sólidos	76
Gráfico 28 - Consumidores: Realização de ações conjuntas	77
Gráfico 29 - Consumidores: Gestão de resíduos no seu município	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Artigos internacionais sobre a PNRS	37
Quadro 2 - Artigos em periódicos nacionais sobre a PNRS	39
Quadro 3 - Alternativas do problema.....	109
Quadro 4 - Atributos do problema	110
Quadro 5 - Escalas dos atributos S3 e S4.....	110

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Zona de possível acordo	43
Figura 2 - Curvas de indiferença.....	44
Figura 3 - Etapas do SSM	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de artigos retornada	30
Tabela 2 - Classificação das empresas (indústria)	67
Tabela 3 - Classificação das empresas (comércio e/ou serviços)	70
Tabela 4 - Categorização dos constructos	108
Tabela 5 - Matriz de avaliação	111
Tabela 6 - Zona de possível acordo.....	111
Tabela 7- Valores limite.....	115
Tabela 8 - Portfólios individuais para os DMs	115
Tabela 9 - Análise do atributo custo	118
Tabela 10 - Análise do atributo tempo.....	119

LISTA DE SIGLAS

DM	Decision - Maker
ICW	Interval Criterion Weights
LR	Logística Reversa
MEP	Métodos de Estruturação de Problemas
PLMO	Programação Linear Multiobjetivo
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
SODA	Strategic Options Development and Analysis
SSM	Soft Systems Methodology
STEM	Step Method

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	Objetivos	18
1.2	Justificativa.....	19
1.3	Condução e classificação da pesquisa.....	22
1.4	Estrutura da dissertação	24
2	REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO	25
2.1	Logística reversa.....	25
<i>2.1.1</i>	<i>Revisão da literatura sobre LR</i>	<i>29</i>
<i>2.1.1.1</i>	<i>Política nacional de resíduos sólidos.....</i>	<i>35</i>
2.2	Negociação	40
<i>2.2.1</i>	<i>Modelo de negociação integrativa.....</i>	<i>46</i>
2.3	Pesquisa Operacional Soft.....	48
<i>2.3.1</i>	<i>Métodos de Estruturação de Problemas</i>	<i>48</i>
<i>2.3.1.1</i>	<i>Soft Systems Methodology (SSM)</i>	<i>49</i>
<i>2.3.1.2</i>	<i>Strategic Options Development and Analysis (SODA)</i>	<i>52</i>
2.4	Programação linear multiobjetivo.....	56
2.5	Síntese conclusiva	60
3	CONTEXTO DA PESQUISA	62
3.1	Questionário.....	62
3.2	Descrição e análise dos dados coletados	63
<i>3.2.1</i>	<i>Representantes do poder público</i>	<i>63</i>
<i>3.2.2</i>	<i>Representantes da iniciativa privada.....</i>	<i>67</i>
<i>3.2.2.1</i>	<i>Indústria</i>	<i>67</i>
<i>3.2.2.2</i>	<i>Comércio e/ou Serviços</i>	<i>70</i>
<i>3.2.3</i>	<i>Representantes dos consumidores.....</i>	<i>74</i>

3.3	Discussão dos resultados e síntese conclusiva	78
4	<i>MODELO PROPOSTO</i>	81
4.1	Pressupostos do modelo	81
4.2	Fases do modelo	82
4.2.1	<i>FASE 1 – Pré-negociação</i>	83
4.2.1.1	Subfase 1.1 – Situação problema desestruturada.....	83
4.2.1.2	Subfase 1.2 – Situação problema expressada	83
4.2.2	<i>FASE 2 – Negociação</i>	84
4.2.2.1	Subfase 2.1 – Análise do mapa estratégico com interação grupal	84
4.2.2.2	Subfase 2.2 – Formulação do modelo conceitual.....	84
4.2.2.3	Subfase 2.3 - Comparação entre o modelo conceitual e o mundo real	85
4.2.2.4	Subfase 2.4 - Mudanças desejáveis e factíveis.....	86
4.2.2.5	Subfase 2.5 - Modelagem e resolução do PLMO com cada DM	86
4.2.2.6	Subfase 2.6 - Análise de cenários	88
4.2.3	<i>FASE 3 – Pós-negociação</i>	89
4.2.3.1	Subfase 3.1 - Acordo Escrito	89
4.2.3.2	Subfase 3.2 - Implementação das alternativas	89
4.3	Considerações sobre o modelo proposto	90
5	<i>ESTUDO DE CASO</i>	93
5.1	Descrição do estudo de caso	93
5.1.1	<i>Processo produtivo</i>	93
5.1.2	<i>Rede de distribuição</i>	94
5.2	Aplicação do modelo	95
5.2.1	<i>FASE 1 – Pré-negociação</i>	95
5.2.1.1	Subfase 1.1 – Situação problema desestruturada.....	95
5.2.1.2	Subfase 1.2 – Situação problema expressada	97
5.2.2	<i>FASE 2 – Negociação</i>	103

5.2.2.1	Subfase 2.1 – Análise do mapa estratégico com interação grupal	103
5.2.2.2	Subfase 2.2 – Formulação do modelo conceitual.....	111
5.2.2.3	Subfase 2.3 - Comparação entre o modelo conceitual e o mundo real	112
5.2.2.4	Subfase 2.4 - Mudanças desejáveis e factíveis.....	113
5.2.2.5	Subfase 2.5 - Modelagem e resolução do PLMO com cada DM	113
5.2.3	<i>FASE 3 – Pós-negociação.....</i>	<i>116</i>
5.2.3.1	Subfase 3.1 - Acordo escrito	116
5.2.3.2	Subfase 3.2 - Implementação das alternativas	117
5.3	Análise e discussão dos resultados	117
5.3.1	<i>Comportamento dos decisores na aplicação</i>	<i>120</i>
6	<i>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</i>	<i>122</i>
6.1	Conclusões	122
6.2	Vantagens ou contribuições.....	123
6.3	Trabalhos futuros.....	124
	<i>REFERÊNCIAS</i>	<i>126</i>
	<i>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO</i>	<i>151</i>
	<i>APÊNDICE B – ARTIGOS DA REVISÃO DA LITERATURA.....</i>	<i>157</i>
	<i>APÊNDICE C – CHECK-LIST DOS PRESSUPOSTOS DA PNRS.....</i>	<i>172</i>

1 INTRODUÇÃO

Com o rápido crescimento da população urbana, especialmente em países em desenvolvimento, o nível no qual os resíduos são gerados cresce também de forma rápida, o que tem exaurido o meio ambiente (ROTICH et al., 2006; ALAM et al., 2008; OKOT-OKUMU & NYENJI, 2011; KINOBE et al., 2015). Neste sentido, são perceptíveis as preocupações em torno da preservação ambiental e do impacto negativo que sua má conservação terá na qualidade de vida das gerações futuras (DE SOUZA & D'AGOSTO, 2013; MAHNOUDI & FAZLOLLAHTABAR, 2014).

Todavia, Oteng-Ababio et al. (2013) afirmaram que autoridades de todo o mundo estão estudando meios que explorem possibilidades de reduzir a geração de resíduos, recuperando este material, trazendo além de ganhos em termos ambientais, ganhos econômicos e sociais.

No Brasil, como reflexo dessas preocupações e da busca por formas de redução às agressões ao meio ambiente, foi sancionada e regulamentada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) através da LEI Nº 12305/2010. Tal política reúne um conjunto de diretrizes para a gestão integrada e gerenciamento adequado dos resíduos sólidos e vê a logística reversa (LR) como um instrumento de operacionalização deste processo. Neste sentido, a LR refere-se a série de atividades necessárias para recuperar um produto a ser retornado, do ponto de consumo para disposição adequada e/ou recuperação do seu valor econômico e ambiental (PRAHINSKI & KOCABASOGLU, 2006).

De fato, a LR tem sido tópico de discussão no que diz respeito ao seu potencial econômico, ambiental e de atendimento à legislação, podendo ser adotada e implementada pelas organizações, inclusive, para gerenciar resíduos sólidos (DOWLATSHAHI, 2000; DE BRITO et al., 2005). Neste sentido, a PNRS tem características específicas e inovadoras.

Oriundo da PNRS é o conceito de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, que estabelece a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial, e os demais segmentos da sociedade, aqui chamadas de *stakeholders*, para a gestão integrada de todo o ciclo de vida do produto, especialmente no fim de sua vida útil, quando se apresentam na forma de resíduos sólidos (BRASIL, 2010; YE et al., 2013; KINOBE et al., 2015).

Desta feita, é necessário que as diversas partes envolvidas arquem com as suas responsabilidades e estejam alinhadas e integradas em um esforço comum para que se alcancem os resultados desejados. Esse contexto compreende uma situação em que é necessária a busca por cooperação e acordo das diversas partes envolvidas.

Contudo, os *stakeholders* podem demonstrar pouco conhecimento, ou apresentar dificuldade em estabelecer, decidir e definir quais as ações da LR farão parte do portfólio de ações a serem implementadas por cada um deles individualmente. Desta forma, faz-se necessária uma abordagem que considere e atenda as preferências e restrições de cada parte envolvida para que se definam tais ações e portfólios e se chegue a uma decisão mutualmente aceitável, o que poderá influenciar nas chances de a responsabilidade compartilhada ser implementada de forma efetiva levando ao sucesso do gerenciamento dos resíduos sólidos.

Neste contexto, os modelos de negociação podem ser utilizados pois permitem a avaliação das perspectivas dos *stakeholders* em um patamar conjunto, para buscar acordos que satisfaçam todos eles. Ademais, tem-se a abordagem integrativa da negociação que pode auxiliar na resolução dos possíveis conflitos relativos a definição dos portfólios, pois tem foco na cooperação entre as partes e na identificação de soluções que possibilitem ganhos mútuos para os *stakeholders*. Esta abordagem mostra-se congruente com o conceito de responsabilidade compartilhada.

Portanto, o presente estudo buscou reunir o conhecimento necessário para que se responda ao seguinte problema de pesquisa: De que forma a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto pode ser efetivada com a definição de portfólios de ações encadeadas de logística reversa para os *stakeholders* envolvidos?

1.1 Objetivos

Assim, este trabalho teve como objetivo geral propor um modelo de negociação integrativa para auxiliar na seleção de portfólios de ações individuais da logística reversa (LR) que viabilizem o conceito da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Para atender ao objetivo geral, têm-se os seguintes objetivos específicos:

- Construir e aplicar um questionário para avaliar as percepções dos *stakeholders* sobre a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto;
- Utilizar métodos de estruturação de problemas (MEP) para viabilizar a compreensão da situação e a identificação das possíveis ações a serem implementadas no processo de negociação;
- Modelar e propor uma solução para a situação sob a ótica da Programação Linear Multiobjetivo (PLMO), para selecionar ações dentre um conjunto de ações disponível

- e formar portfólios individuais da LR dos quais serão incumbidos cada *stakeholder* individualmente;
- Aplicar o modelo proposto em estudo de caso para avaliar junto aos *stakeholders* a eficácia do modelo;
 - Verificar como a logística reversa pode ser usada como forma de gerenciar resíduos sólidos sob uma perspectiva integrada.

1.2 Justificativa

O presente estudo justifica-se, pois, no Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi estabelecida como forma de reafirmar a gestão de resíduos como uma prioridade nacional e a empreendê-la através da logística reversa.

No tocante à literatura, a PNRS, seus aspectos e características já são razoavelmente discutidos em alguns estudos, contudo parecem limitados por não apresentarem abordagens que, de fato, viabilizem a implementação da responsabilidade compartilhada em sua completude, já que este é o conceito sob o qual toda a PNRS é desdobrada (GIANNETTI et al., 2013; MAIER & OLIVEIRA, 2014; GUARNIERI et al., 2015; POLZER & PERSSON, 2016; DEUS et al., 2017).

É importante que hajam estudos nesse âmbito, pois, para o processo decisório de implementação das ações de LR, visando a gestão de resíduos sólidos e a viabilização do conceito de responsabilidade compartilhada. Ademais, no contexto da LR há diferentes decisores (DM) com interesses conflitantes, que são responsáveis por diversas decisões (REZAEI, 2015; LI et al., 2018). Consequentemente, Weraikat et al. (2016) afirmaram que o processo de tomada de decisão na LR tem mais chances de falhar, a menos que seja utilizada uma abordagem aderente de coordenação das partes interessadas para que se chegue a uma decisão mutuamente aceitável.

Neste contexto, os modelos de negociação, de acordo com Kersten (2001), podem ser utilizados para buscar acordos que satisfaçam as partes interessadas em um processo de decisão em grupo. Neste sentido, tem-se a abordagem de negociação integrativa que para Tajima & Fraser (2001) na presença de múltiplas partes e múltiplos assuntos, a abordagem integrativa da negociação contribui substancialmente para efetiva resolução de conflito e seu foco nos ganhos conjuntos conduz a uma fuga da conotação negativa a termos como sacrifício e concessão.

Ademais, é importante que a negociação integrativa possa ser utilizada no contexto apresentado, facilitando a busca pelo consenso, pois, as regulamentações na forma da lei são

tidas como a maior fonte de influência externa nas atividades relativas à implementação da logística reversa em uma empresa (LEWIS & HARVEY, 2001; DAUGHERTY et al., 2002; LAI & WONG, 2012; GOVIDAN & BOUZON, 2018).

Todavia, um olhar mais aprofundado na literatura pode revelar que esse tipo de abordagem para a definição de ações da LR que efetivem o conceito de responsabilidade compartilhada para a gestão de resíduos sólidos parece não ter sido utilizada ainda, apresentando-se como uma lacuna na literatura, haja vista a relação existente entre a LR e a gestão de resíduos sólidos.

Acrescenta-se, que, no que tange à relação entre a LR e a gestão de resíduos, Kinobe et al. (2015) afirmaram que ela se dá por meio das atividades no canal reverso relacionadas ao reuso, reciclagem e descarte adequado de resíduos.

Desta forma, a implementação da LR para gerenciar resíduos sólidos conta com razões como a escassez de recursos naturais e preocupações ambientais (DE BRITO & DEKKER, 2003), a questão da cidadania corporativa (JAYARAMAN & LUO, 2007), e a recuperação de valor e vantagem competitiva (SKAPA, 2014).

Doravante, segundo Pumpinyo & Nitivattananon (2014), o estado pobre do gerenciamento de resíduos sólidos nas cidades de países emergentes tem rapidamente se tornado um problema social, ambiental e econômico, já que as quantidades de resíduos geradas estão associadas às atividades econômicas da nação, o consumo de recursos naturais e ao crescimento que a nação apresenta com base nas suas atividades.

Veiga (2013) afirmou que no Brasil, por exemplo, a geração de resíduos tem crescido a um nível três vezes mais rápido que a população, sendo a maioria dos seus municípios incapazes de encontrar locais adequados para o descarte, como os aterros sanitários. Neste sentido, Farel et al. (2013) discutem que a capacidade dos aterros sanitários tem se tornado mais cara, o que limita a sua utilização. Gerenciar produtos no fim de sua vida útil e destiná-los adequadamente através da LR parece, então, uma saída plausível.

Neste sentido, de acordo com Rogers & Tibber-Lembke (2001), a LR pode ser uma alternativa eficiente e viável em termos ambientais e de custo que auxilia as organizações a gerenciar o fim da vida útil dos seus produtos.

Nikolaou et al. (2013) corroboram com este pensamento, afirmando que hoje os sistemas de LR são considerados muito importantes nos negócios para melhorar sua performance. E, se operada de forma eficiente, a LR pode ajudar as organizações no uso equilibrado dos recursos naturais, além de aumentar o nível de serviço aos clientes e sua

satisfação, balanceando, desta forma, seu desempenho total (SENTHIL et al., 2014; KUMAR, SOLEIMANI & KANNAN, 2014; LIAO, 2018).

Todavia, considerando a complexidade que o processo de negociação para a tomada de decisão sobre implementação de ações da LR para a gestão de resíduos sólidos pode ter, é recomendado, então, que busque-se por abordagens que auxiliem nesse processo, como é o caso dos métodos de estruturação de problemas (MEP) (KEISLER et al., 2014; WANG et al., 2015).

Para Cunha & Morais (2017), os MEP têm sido usados em muitas áreas onde problemas de decisão complexos requerem ferramentas que ajudam os participantes a entender o problema, confrontar seus interesses e as consequências das ações e seu alinhamento com os objetivos. Quando um MEP precede o processo de tomada de decisão em grupo, a expectativa é que o processo de decisão aborde todas as camadas do problema, e a representação de sua complexidade e a compreensão das prioridades levem ao seu foco.

Merece destaque, também, a capacidade que abrange não apenas a objetividade dos métodos quantitativos, mas que, sobretudo, capturem as subjetividades presentes. Neste ponto, diversos MEP podem ser utilizados como a *Soft Systems Methodology* (SSM) e o *Strategic Options Development and Analysis* (SODA).

Utiliza-se a SSM, de acordo com Georgiou (2012), pois uma situação problemática implica um estado indesejável que precisa ser transformado em um estado desejável. A SSM, neste sentido, aconselha que se deve focar a questão essencial, ou seja, a identificação das transformações evidentemente requeridas na situação problemática.

Ademais, Torlak & Müceldili (2014) pontuaram que as seguintes características são abordadas pelo uso da SSM: (1) Assegurar a estrutura e o processo apropriados do grupo no processo de facilitação; (2) Garantir a participação aberta, plena e igualitária no processo de tomada de decisão/resolução de problemas; (3) Fornecer um veículo para desafiar interesses fundamentais das partes interessadas; (4) Garantir conflitos genuínos através da identificação de diferentes propósitos de indivíduos/grupos; e (5) Projetar soluções por meio de acordos em torno de diferentes propósitos.

Por conseguinte, o SODA auxilia na estruturação do material à superfície e fornece os meios para a exploração e negociação. Os DMs podem explorar através do mapeamento cognitivo seu próprio pensamento dentro do contexto de outros, explorar as opções e se mover na direção de um entendimento comum, destacando aqui a importância processo interativo para o alcance do consenso, sobrepondo-se a ferramenta do mapa cognitivo em si (ACKERMANN & EDEN, 2001).

Sorensen & Vidal (2008), afirmaram que o SODA é usado quando grupos de pessoas, tanto individualmente quanto comumente, em uma situação problemática, possam encontrar dificuldades em definir e estruturar sua percepção, sendo baseado em algumas características, dentre elas destacam-se que: (1) cada indivíduo percebe o mundo subjetivamente; (2) as organizações são compostas por processos e negociações mais do que estruturas -pouco peso é colocado no poder oficial das relações; e (3) o suporte nos processos de negociação é feito de forma que as decisões possam ser tomadas através de consenso ao invés de demonstrações de poder.

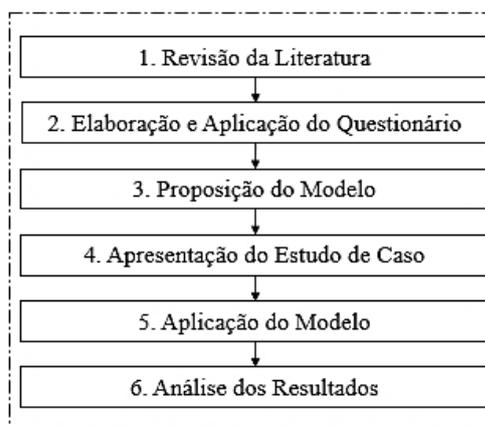
Neste contexto, além dos múltiplos decisores, podem-se ter, também, diversos objetivos que precisam ser atendidos na busca de uma solução mutuamente aceitável que pode não ser previamente conhecida pelos decisores. Esta situação pode ser tratada através da Programação Linear Multiobjetivo (PLMO) com as restrições que são usadas para formular o problema delineando soluções que atendam a tais restrições e propondo a resolução por métodos que possibilitam a consideração das preferências dos decisores em cada fase de aplicação.

Dessa forma, o presente trabalho insere-se exatamente no contexto apresentado pelo problema de pesquisa.

1.3 Condução e classificação da pesquisa

Com o intuito de organizar e direcionar o presente estudo, seis etapas foram definidas. Tais etapas podem ser visualizadas no Fluxograma 1.

Fluxograma 1 - Etapas da pesquisa



Fonte: O Autor (2018)

Na Etapa 1 - Revisão da Literatura: foi realizada uma revisão da literatura acerca dos

temas que baseiam o presente estudo. Tranfield (2003) afirmou que as revisões da literatura são usadas como uma ferramenta-chave para gerenciar a diversidade de conhecimento sob investigação. Além disso, permite que os pesquisadores avaliem o território intelectual existente para desenvolver ainda mais o conhecimento.

Na Etapa 2 - *Elaboração e Aplicação de Questionário*: um questionário estruturado foi elaborado com o intuito de diagnosticar para as percepções dos diferentes segmentos da sociedade (instituições públicas, iniciativa privada e consumidores) acerca da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto estabelecida na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) para reforçar a relevância da proposição do modelo.

Na Etapa 3 - *Proposição do Modelo*: foi proposto o modelo que é objetivo do presente estudo.

Na Etapa 4 - *Apresentação do Estudo de Caso*: buscou-se por empresas que se disponibilizassem para a consecução deste estudo. Exploraram-se e apresentaram-se as suas características.

Na Etapa 5 - *Aplicação do Modelo*: o modelo foi, então, aplicado no estudo de caso.

Na Etapa 6 - *Análise dos Resultados*: foram analisados os resultados obtidos com a aplicação do modelo buscando tirar conclusões sobre o mesmo.

Desta feita, esta pesquisa pode ser, então, classificada. De acordo com Gil (2008), as pesquisas podem ser classificadas em relação aos seus objetivos e em relação aos procedimentos técnicos utilizados.

Em relação aos seus objetivos, esta pesquisa é classificada como exploratória e descritiva. Exploratória por proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo mais explícito. Descritiva por proporcionar a descrição das características de determinada população ou fenômeno.

Em relação aos procedimentos técnicos utilizados, esta pesquisa é classificada como levantamento, pesquisa bibliográfica, estudo de caso e pesquisa-ação. Como levantamento, pois foi feito o questionamento direto das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer através de um questionário estruturado, que pode ser verificado no Apêndice A.

Como pesquisa bibliográfica, pois foi desenvolvida com base em material de fonte secundária, constituído principalmente de artigos científicos.

Como estudo de caso, pois utilizou um estudo aprofundado de uma situação real para validação do modelo proposto.

Por fim, como pesquisa-ação, pois foi concebida e realizada em estreita associação com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes

representativos da situação ou do problema estavam envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

1.4 Estrutura da dissertação

Além deste capítulo introdutório, o trabalho apresenta os seguintes capítulos:

- Capítulo 2 – Referencial Teórico e metodológico: são discutidos os conceitos fundamentais do trabalho;
- Capítulo 3 – Contexto da Pesquisa: é apresentado o contexto da pesquisa através dos resultados da aplicação de um questionário;
- Capítulo 4 – Proposição do modelo: onde é proposto e caracterizado o modelo que é objetivo deste trabalho;
- Capítulo 5 – Resultados e Discussões: é apresentado um estudo em uma empresa e os resultados e discussões advindas da aplicação do modelo na empresa estudada; e
- Capítulo 6 – Considerações Finais: compreende a finalização da pesquisa feita. Apresentando, conclusões, vantagens ou contribuições e sugestões para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

Neste capítulo foram apresentados e discutidos os conceitos fundamentais que baseiam o presente estudo. Discutiu-se sobre as questões concernentes à legislação, na forma da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Logística Reversa, os canais de distribuição reversos, as operações envolvidas, bem como seus principais impactos e características. Além disso, outros conceitos sobre Negociação, os Métodos de Estruturação de Problemas, especificamente os aqui utilizados, e a Programação Linear Multiobjetivo (PLMO) que foram utilizados para o desenvolvimento do modelo proposto, foram fundamentados.

2.1 Logística reversa (LR)

De acordo com Ye et al. (2013), o notável progresso da industrialização e desenvolvimento econômico nos últimos anos tem acelerado o intercâmbio global de pessoas, bens e informações em uma extensão tamanha que o meio ambiente tem sido colocado sobre um enorme fardo, excedendo sua capacidade de autorrecuperação.

Com vistas a possibilitar o progresso, promovendo a integração de aspectos econômicos, ambientais e sociais, a logística reversa (LR) é tida por muitos como um conceito organizacional promissor, que contempla tais aspectos (de BRITO et al., 2002; ÁLVAREZ-GIL et al., 2007; CARTER & ROGERS, 2008; HUANG & YANG, 2014)

No tocante à literatura, Hu et al. (2002) definiram a LR como o processo de gestão logística envolvida em planejar, gerir e controlar o fluxo reverso de bens tanto para reuso quanto para disposição final. Esta definição é similar à de Dowlatshahi (2012) que afirmou que a LR é "o processo pelo qual uma entidade manufatureira sistematicamente retorna produtos ou partes dele do seu ponto de consumo para possível reciclagem, remanufatura ou disposição final".

Contudo, a definição mais conhecida e utilizada para LR é a de Rogers & Tibben-Lembke (2001), que a definiram como sendo o "processo de planejamento, implementação e regulação do fluxo eficiente e econômico de matérias-primas, material em processo, produtos acabados, informações relacionadas do ponto de consumo até o ponto de origem."

Desta forma, observa-se que a LR tem características específicas que a diferem da logística do fluxo direto (tradicional). Guide & Van Wassenhove (2002) discutiram algumas delas, sendo as principais:

- Incertezas quanto ao tempo, a quantidade e a qualidade de produtos retornados, o que implica em dificuldades a gestão da demanda e gestão de estoques;
- Incertezas quanto à recuperação dos produtos e/ou seus componentes, podendo restringir à produção;
- Necessidade de um equilíbrio dos bens retornados, uma vez que quantidades sobressalentes incorrerão em custos extra que a organização não deseja arcar, e quantidades menores ocasionarão o não atendimento da demanda; e
- Necessidade de uma rede logística bem estabelecida com vistas a melhorar a coordenação do retorno e dos processos necessários à sua reinserção no canal.

Neste sentido, os mais diversos tipos de produtos podem ser retornados através da LR.

Krikke et al. (2004) classificaram tais produtos em quatro categorias principais:

- *End of life returns* (EOL): esse retorno acontece quando o ciclo de vida do produto chega ao fim;
- *Commercial returns*: as razões que fazem com que esses produtos retornem incluem pedidos errados, insatisfação dos clientes, defeitos, problemas na instalação do produto, etc.;
- *End of use returns*: esta categoria engloba itens retornados depois de um período de operação devido ao fim do período de aluguel, troca ou substituição dos produtos. Esses produtos podem ser recondicionados ou reparados para serem vendidos em um mercado alternativo ou em um mercado geograficamente diferente; e
- *Reusable returns*: nessa classificação tem-se os itens diretamente reutilizáveis ou partes de um produto maior que só precisam de pequenos tratamentos.

Para viabilizar a sua execução, a LR é composta de algumas operações, sendo as mais conhecidas: aquisição, manuseio, coleta, inspeção e triagem e disposição.

A aquisição diz respeito aos produtos usados, componentes ou materiais dos usuários finais para processamentos adicionais. Ela configura-se como o ponto de partida para o estabelecimento de um fluxo reverso rentável (GUIDE et al., 2003; AGRAWAL et al., 2015). O manuseio consiste, principalmente, em armazenagem provisória, transporte interno e inspeção iniciais dos bens retornados (de BRITO & de KOSTER, 2004). A coleta refere-se à atividade na qual a empresa ganha a posse do produto (FLEISCHMAM et al., 2000; NUSS et al., 2015).

Após serem coletados os bens são inspecionados e triados. A inspeção é necessária para identificar quais são os bens desejados para processamentos adicionais e quais são os

indesejados. Já a triagem visa distinguir quais produtos deveriam ser posteriormente recuperados daqueles que a organização deveria se desfazer (GALBRETH & BLACKBURN, 2006; NUSS et al., 2015). Por fim, para a a disposição final, algumas alternativas são consideradas, tais como:

- Reciclagem: preocupa-se, geralmente, com a recuperação de bens de baixo valor agregado. Reciclar inclui o tratamento, recuperação e reprocessamento dos materiais contidos nos produtos usados e seus componentes para substituírem materiais virgens na produção de produtos novos (BLACKBURN et al., 2004; HE et al., 2016);
- Reuso: nesta partes reutilizáveis podem ser removidas do produto original, retornado para um fabricante, onde elas podem ser recondicionadas e montadas em um novo produto. Já os produtos diretamente reutilizáveis requerem apenas uma pequena inspeção, limpeza e manutenção (FLEISCHMANN et al., 2000);
- Remanufatura: é geralmente preocupada com a recuperação de materiais de bens de alto valor agregado. A remanufatura, na maioria das vezes, é conduzida pelo próprio fabricante, já que eles possuem o conhecimento acerca dos produtos (FLEISCHMANN et al., 2000; BLACKBURN et al., 2004; HE et al., 2006);
- Reparo: é preocupada com o reparo e manutenção de produtos e retorno dos mesmos para os seus clientes (FLEISCHMANN et al., 2000); e
- Descarte: caso os produtos não se enquadrem em nenhuma das atividades conduzidas pelas redes citadas, ocorre o descarte adequado, que contempla, por exemplo, opções como incineração e disposição em aterros sanitários (HE et al., 2006).

A depender da destinação realizada com os bens retornados, a LR estará associada a um tipo específico de sistema, a saber: Cadeia de suprimentos de Ciclo fechado – do inglês *Closed-loop Supply Chain* (CLSC) – e Cadeia de suprimentos de ciclo aberto – do inglês *Open-loop Supply Chain* (OLSC).

Estes dois tipos de cadeia compreendem desde o primeiro fluxo do produto para o cliente, até o seu retorno para às organizações. Contudo, a principal diferença entre eles é que na CLSC os produtos ou materiais são retornados para os seus produtores originais, como é o caso de quando se adota a opção de remanufatura. Já na OLSC, os produtos ou materiais, não necessariamente retornam para os seus produtores originais, podendo ser recuperados por outras empresas, como é o caso da reciclagem (LISTES & DEKKER, 2005; GOU et al., 2008; SARKIS, 2012; ENE & OZTURK, 2014).

Kocabasoglu et al. (2007) afirmaram que a decisão sobre a adoção e implementação da LR nas organizações pauta-se a quando a alta gerência entende sua importância e vão, portanto, inserí-la em seu planejamento estratégico e investir recursos na sua implementação. Para tanto, devem ser considerados algumas motivações e barreiras.

De acordo com Nikolaou et al. (2013), as principais motivações consideradas pela comunidade empresarial para adotar e implementar a LR em seus negócios podem ser divididas em duas categorias: as proativas e as reativas.

As proativas são aquelas que compreendem motivações econômicas, sociais e ambientais. Nas econômicas, consideram-se questões do lucro, diminuição nos custos devido a menor compra de materiais novos, vantagem competitiva, entre outros (AIDONIS et al., 2008; MILLET, 2011). Enquanto que como motivações sociais, tem-se uma imagem valorada junto aos consumidores, geração de empregos, etc. (LEIGH & PATTERSON, 2006; SCHULTMANN & SUNKE, 2007; AIDONIS et al., 2008). Ao passo que, nas ambientais incluem-se incentivos relacionados a melhoria do desempenho ambiental, gerando a possibilidade de reverter ou ao menos frear os impactos ambientais causados pelas atividades da organização (DENHART, 2010; DENSLEY TINGLUEY & DAVISON, 2012).

Já no que tange às motivações reativas, as mesmas compreendem, por exemplo, as legislações que estabelecem a responsabilidade da empresa pelos seus produtos no que seria o fim de sua vida útil (TREBILCOCK, 2002; LAI & WANG, 2012; NIKOLAOU et al., 2013).

Em se tratando das barreiras a serem consideradas, de acordo com Bouzon et al. (2016) algumas das principais barreiras relativas à implementação da LR nas organizações são:

- Questões econômicas: relacionadas aos aspectos financeiros relativos à implementação como, por exemplo, o custo associado ao sistema de LR (ÁLVAREZ-GIL et al., 2007; KAPETANOPOULOU & TAGARAS, 2011; SHARMA et al., 2011);
- Questões tecnológicas e de infraestrutura: relacionadas à infraestrutura necessária para implementar a LR, além de tecnologia e habilidades técnicas adequadas (JANSE et al., 2010; SHARMA et al., 2011; YUSUF & RAOUF, 2013; BOUZON et al., 2016);
- Questões de gestão e liderança: relacionadas à colaboração entre as partes envolvidas na LR e o apoio da alta gerência (CHAN et al., 2012; CULLEN et al., 2013; ABDULRAHMAN et al., 2014);

- Questões de informação e conscientização: relacionadas à conscientização das empresas da necessidade da LR e ao fluxo de informação entre as partes envolvidas (MEADE et al., 2007; MUDGAL et al., 2010; GOVINDAN et al., 2014); e
- Questões políticas e de legislação: relacionadas às regulamentações e leis sobre o retorno dos produtos e à LR (GONZÁLES-TORRE et al., 2010; KRIKKE et al., 2013).

2.1.1 Revisão da literatura sobre LR

Apesar de ser uma área bem consolidada na literatura, a LR apresenta lacunas e, conseqüentemente, oportunidades de pesquisa. De acordo com Webster & Watson (2002), estar ciente das áreas que são mais examinadas na literatura ajuda a desenvolver a base de conhecimento avançada e guiar pesquisas futuras. Sobre a temática da logística reversa (LR) há algumas revisões da literatura publicadas.

Agrawal et al. (2015), por exemplo, conduziram uma revisão da literatura objetivando identificar as principais práticas da LR bem como perspectivas nessa temática que possam ser oportunidades de pesquisa, guiando pesquisadores e praticantes da LR. Campos et al. (2017) realizaram uma revisão sistemática da literatura com vistas a identificar conceitos e práticas de LR em relação aos produtos farmacêuticos no fim de sua vida útil, além de oportunidades de pesquisa nesse âmbito.

Govindan & Bouzon (2018) apresentam um modelo multi-perspectiva para a implementação da LR baseados na teoria das partes interessadas. Esse modelo foi desenvolvido através de uma revisão sistemática da literatura acerca do tema.

Neste sentido, o presente estudo realizou uma revisão da literatura em que quatro passos foram seguidos.

No Passo 1 realizou-se a definição de uma *research question* (RQ), que foi: *Quais lacunas podem ser identificadas na literatura sobre a logística reversa no período de Janeiro/2013 a Janeiro/2019?*

No Passo 2, definiram-se os critérios de filtragem, seleção e exclusão. Os critérios de filtragem foram: artigos que datavam entre 01 de Janeiro de 2013 a 01 de Janeiro de 2019 e apenas os artigos que continham as palavras-chave no título. Por conseguinte, os critérios de seleção foram: apenas artigos de periódicos internacionais, em idioma inglês. Portanto, excluíram-se os artigos de congressos, dissertações e teses, livros e trabalhos não publicados, além dos artigos de periódicos internacionais que não estavam disponíveis

para download no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

O Passo 3 foi referente à busca e seleção dos artigos. Para tanto, a base de dados na qual as buscas foram conduzidas foi o portal de periódicos da CAPES. As palavras-chave utilizadas, operadores *booleanos*, bem como a quantidade de artigos retornada em cada uma das buscas foram elencadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade de artigos retornada

Palavra-chave	Operador Booleano	Palavra-chave	Quantidade de Artigos Retornada
Reverse Logistics	OR	Reverse Flow	579
Reverse Logistics	OR	Reverse Supply Chain	444
Reverse Flow	OR	Reverse Supply Chain	257

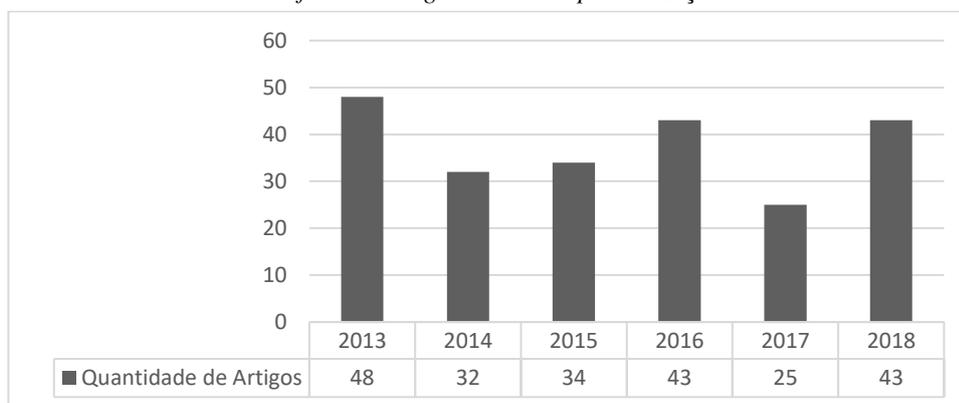
Fonte: O Autor (2018)

A partir dos resultados da Tabela 3 deu-se início um processo de triagem dos artigos para excluir todos os artigos duplicados e aqueles que não faziam parte do escopo da pesquisa, através da análise dos títulos, palavras-chave e *abstracts* de cada um deles. Desse processo de triagem, a quantidade final de artigos análise foi de 225 artigos. Assim, o Passo 4 foi conduzido.

No passo 4, realizaram-se as análises acerca dos artigos. Inicialmente, os artigos foram categorizados com base no ano de sua publicação. Os resultados dessa análise constam no Gráfico 1.

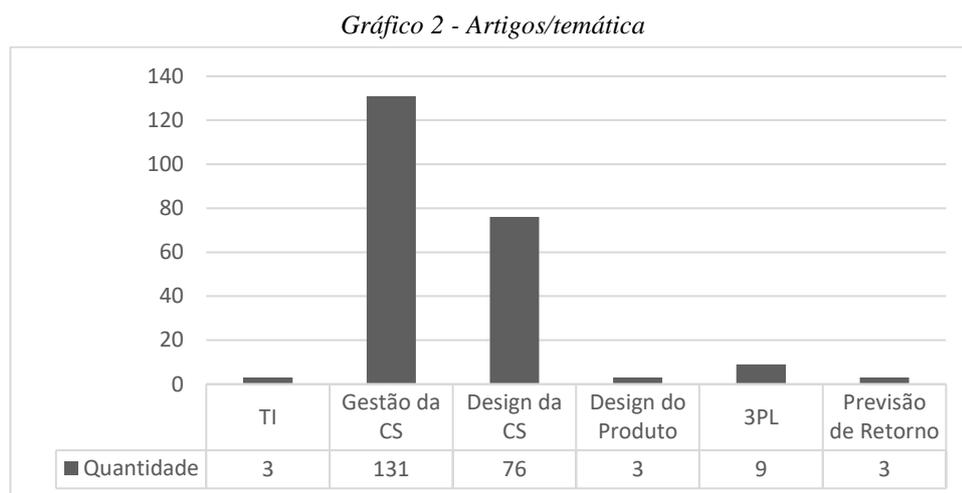
A partir do Gráfico 1 pode-se verificar que o pico de produção científica acerca dos termos pesquisados foi no ano de 2013.

Gráfico 1 - Artigos/ano de disponibilização



Fonte: O Autor (2018)

Dando prosseguimento as análises, os artigos foram classificados com base em sua temática, em seis categorias: Previsão de Retorno (PR), Terceirização Logística (3PL), Design do Produto, Design da Cadeia de Suprimentos (Design da CS), Gestão da Cadeia de Suprimentos (Gestão da CS) e Tecnologia da Informação (TI), como pode ser visto no Gráfico 2.

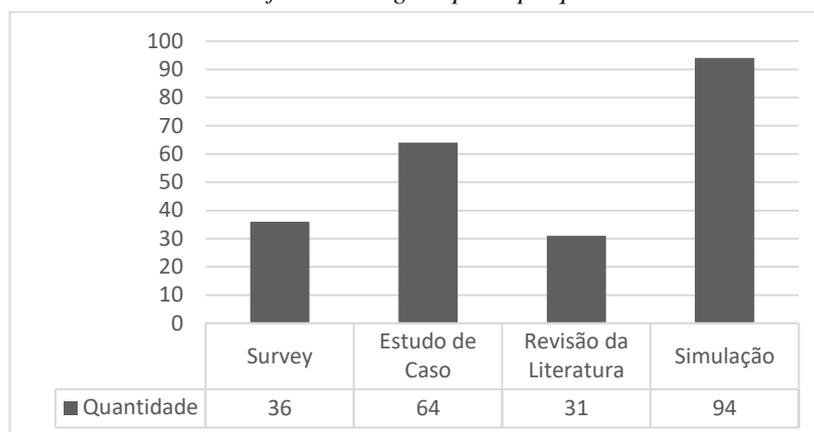


Fonte: O Autor (2018)

Do total de artigos analisados 58,28% deles são da temática de Gestão da CS, 33,78% tratam do Design da CS, 4% dos artigos são sobre 3PL, 1,33% estão na temática de TI e as temáticas de Previsão de Retorno e Design do Produto tem apenas 1,33% cada. Portanto, a maioria dos artigos produzidos concentram-se nas temáticas de Gestão da CS e Design da CS.

Desta feita, os artigos foram classificados pelo tipo de pesquisa que eles conduziram em seu conteúdo como estudo de caso, simulação, revisão da literatura e *survey*. A quantidade de artigos por tipo de pesquisa pode ser visualizada no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Artigos/tipo de pesquisa

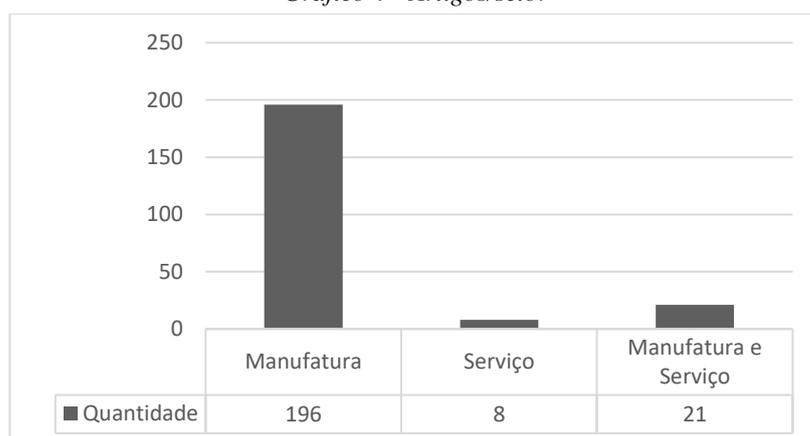


Fonte: O Autor (2018)

Dos artigos analisados a maior quantidade deles apresentava simulação (41,78%), seguidos por estudos de caso (28,44%), pesquisas do tipo *survey* (16%) e as revisões da literatura (13,78%).

Por conseguinte, os artigos foram classificados quanto ao setor nos quais seu conteúdo era focado, se desenvolviam atividades que focavam apenas em manufatura (M), serviço (S) ou ambos (M/S) simultaneamente. A quantidade de artigos empregada em cada setor pode ser visualizada no Gráfico 4.

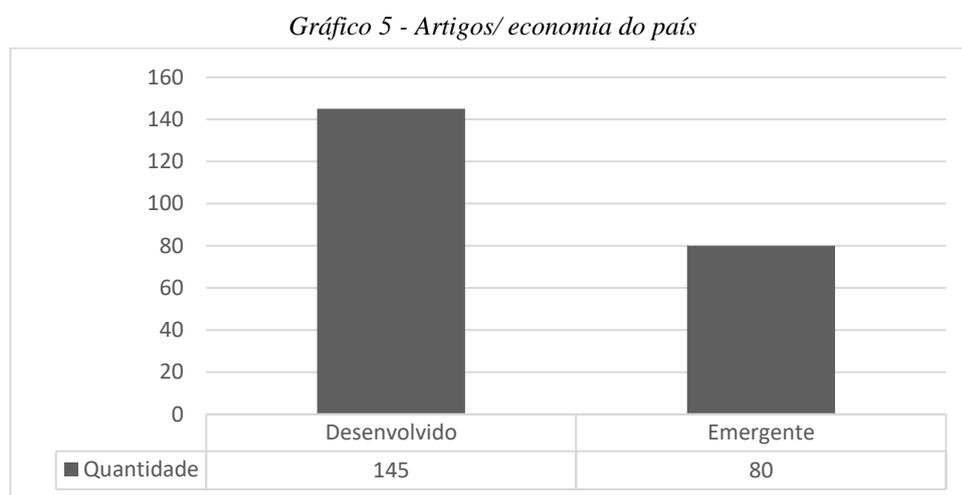
Gráfico 4 - Artigos/setor



Fonte: O Autor (2018)

Dos artigos analisados, a maior quantidade deles (87,1%) estava apenas no setor de Manufatura, que compreende diversos segmentos (automobilístico, tecnologia da informação, alimentício, etc.).

Por fim, os artigos foram analisados quanto a economia dos países nos quais a pesquisa foi desenvolvida, considerados como de economia desenvolvida (D) ou emergente (em desenvolvimento - ED). A quantidade de artigos por economia pode ser visualizada no Gráfico 5.



Fonte: O Autor (2018)

Dos artigos analisados, a maioria dos artigos (64,44%) foi realizada em países cuja economia é considerada desenvolvida, já em países cuja economia é considerada emergente teve-se 35,56% dos artigos.

Os artigos científicos analisados nessa revisão da literatura podem ser verificados no (Apêndice B) para o período de Janeiro/2013 a Janeiro/2019.

Portanto, no que tange à análise da revisão conduzida, podem ser identificadas algumas lacunas na literatura sobre LR.

Em relação à temática, percebem-se menores concentrações de produção científica sobre: Terceirização da Logística Reversa, Design do Produto, Previsão de Retorno e Tecnologia da Informação.

No que diz respeito ao tipo de pesquisa desenvolvido, percebem-se uma maior carência de artigos de pesquisa do tipo *Survey* e Revisão da Literatura.

Em se tratando do setor nas quais a pesquisa foi empregada, pode-se perceber que os artigos que tratavam puramente de serviços e sobre a associação de serviços e manufatura necessitam de um debruçar maior por parte dos pesquisadores.

Por fim, no que tange a economia dos países nos quais os artigos foram realizados, percebe-se uma menor concentração da produção científica em relação aos países de economia emergente, como o Brasil.

As lacunas identificadas podem se desdobrar em algumas oportunidades de pesquisa, tais como:

- Estudo das operações dos fluxos direto e reverso para que possam ser integrados e gerenciados;
- Modelos de decisão para as operações no fluxo reverso;
- Modelos de decisão em grupo sobre as responsabilidades das operações na LR com vistas a integração da cadeia de suprimentos;
- Modelos de negociação;
- Identificação dos fatores que influenciam a operacionalização da integração da logística direta com a logística reversa (LR);
- Desenvolvimento de métricas que possam avaliar as operações do fluxo direto e reverso de forma integrada;
- Modelos de avaliação de maturidade da integração dos fluxos direto e reverso;
- Modelos de decisão sobre quais operações terceirizar na LR;
- Design do produto com vistas a impulsionar a integração da logística direta e LR;
- Modelos de previsão de retorno de produtos considerando informações incompletas, fontes únicas e fontes múltiplas de fornecimento;
- Modelos de decisão para seleção de sistemas de informação para implantação da LR;
- Estudos sobre a implementação das ISO em relação a LR;
- Resiliência na LR; e
- Análise de risco para decisões em LR.

O presente estudo abordará a oportunidade de pesquisa em relação a modelos de negociação.

2.1.1.1 Política nacional de resíduos sólidos

Entende-se por resíduos sólidos os resíduos nos estados sólido e semissólido que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Inclui-se, também, os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (NBR10004:2004).

No Brasil, a regulamentação ambiental que tem foco nos resíduos sólidos é a Política Nacional de Resíduos sólidos (PNRS), Lei nº 12.305 que foi promulgada em 02 de agosto de 2010. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente a PNRS contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário ao país no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. A criação de estratégias para gerir os resíduos sólidos é, então, essencial (BRASIL, 2010).

Deus et al. (2017) afirmaram que na PNRS, existe uma ordem de prioridade para a tomada de decisão em relação às estratégias adotadas para o gerenciamento dos resíduos sólidos, sendo ela: não geração de resíduos, redução dos resíduos, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos e disposição final dos rejeitos.

Jabbour et al. (2014) discutiram que o verdadeiro propósito dessa política regulatória abrangente é de internalizar custos e responsabilidades para os fabricantes e consumidores. Além disso, os instrumentos dessa política incluem tanto dimensões mandatórias como voluntárias. De acordo com Polzer & Persson (2016), a PNRS clarificou conceitos já utilizados em outras legislações e inseriu novos. Em se tratando da dimensão mandatória, a PNRS estabelece o novo conceito de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto.

A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto foi definida como o "conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, para minimizar o seu volume e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos" (BRASIL, 2010).

Este conceito foi baseado em outro pré existente e bastante difundido em países desenvolvidos, que é o de responsabilidade estendida ao produtor (REP). Para Bogataj & Grubbstrom (2013), a REP é uma forma de fazer com que empresas ou parceiros nas cadeias de suprimentos se preocupem não apenas em fazer o produto e suas funcionalidades, mas também com tudo que acontecerá com ele após o fim de sua vida útil.

Existe uma clara tendência de que a legislação ambiental caminhe no sentido de tornar as empresas cada vez mais responsáveis por todo ciclo de vida do seu produto. Desta feita, além de incluir o conceito de REP, a responsabilidade compartilhada inova na questão de requerer o engajamento de todos os agentes para a gestão de resíduos (BOUZON et al, 2016; CAÍADO et al., 2016; DEUS et al., 2017).

Outro aspecto importante da PNRS é de ser um marco para a logística reversa (LR) no Brasil. A PNRS tem a LR como uma estratégia empresarial alinhada às suas exigências, baseando o seu conceito no princípio de poluidor-pagador. Ambec & Ehlers (2016) argumentam que esse princípio exige que qualquer agente compense todos os outros agentes pelos danos causados por suas emissões (poluição).

Assim, a PNRS definiu a LR como "um instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizada por um conjunto de ações destinado a facilitar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos aos seus geradores para que sejam tratados ou reaproveitados em novos produtos em seu próprio ciclo ou em outros ciclos produtivos, visando a não geração de rejeitos" (BRASIL, 2010).

A lei 12.305/2010 é importante, também, pois traz a inclusão de catadores e associações como requisito legal brasileiro, a ser incluído na logística reversa para realização de coleta seletiva, com vistas a implementar a PNRS. Neste sentido, a inclusão desse capital humano no processo de LR, apesar de marcado por uso intensivo de mão de obra de baixa qualificação, favorece a geração de empregos, possibilitando geração de renda e melhores condições de vida para as famílias que tem como fonte de renda a atividade de catação (FERRI et al., 2015; GUARNIERI & CERQUEIRA-STREIT, 2015; BOUZON et al., 2016).

Em se tratando da dimensão voluntária da PNRS, o artigo 45 da PNRS enfatiza a adoção consensual de mecanismos reguladores como uma alternativa a regulação tradicional. Neste sentido, tem-se a adoção não compulsória de acordos setoriais e consórcios públicos junto às demais entidades como mecanismo de buscar formas de gerir de maneira adequada seus resíduos. Para tanto, salienta-se como incentivo, a prioridade para recebimento de verba federal caso tais formas de ação sejam adotadas pelas entidades partícipes (MAIER &

OLIVEIRA, 2014; JABBOUR et al., 2014; GUARNIERI et al., 2016; POLZER & PERSSON, 2016).

No que diz respeito à consecução do presente estudo, foi realizada uma revisão da literatura sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos para que se verificasse a existência de estudos com o mesmo propósito do presente trabalho. Para tanto, utilizou-se a base de dados de periódicos do portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Inseriram-se na busca as palavras-chave "POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS" ou "NATIONAL POLICY ON SOLID WASTE", buscando por artigos de periódicos dos últimos oito anos (Agosto/2010 a Janeiro/2019), data inicial esta de divulgação da PNRS, e em qualquer idioma. Tal busca resultou em 263 artigos. Uma segunda busca foi realizada utilizando as palavras-chave "NATIONAL POLICY ON SOLID WASTE" ou "NATIONAL POLICY OF SOLID WASTE" com os mesmos filtros da busca anterior, o que retornou em 67 artigos.

Excluindo-se os artigos duplicados e lendo o título, resumo e palavras-chave dos artigos, o resultado final contou com 47 artigos, dos quais 15 artigos publicações em periódicos internacionais e os demais em periódicos nacionais. Primeiramente analisou-se os artigos de periódicos internacionais e seus objetivos e resultados foram sintetizados no Quadro 1.

Quadro 1 - Artigos internacionais sobre a PNRS

Autor (Data)	Objetivos	Resultados
Giannetti et al. (2013)	Propor uma nova abordagem baseada no conceito de energia para analisar alternativas de reciclagem e verificar qual a melhor em termos de energia, ambiental e econômico.	Essa abordagem permitiu avaliar as alternativas para reciclagem, determinar as quantidades necessárias de sucata que fariam tal estratégia viável e permitiu, também, avaliar formas de recompensa para incentivar às companhias a estabelecer a LR e efetivamente implantar a PNRS.
Maier & Oliveira (2014)	Avaliar os efeitos da PNRS sobre a viabilidade econômica de diferentes alternativas de tecnologia nas instalações gestoras de resíduos para sua recuperação energética no contexto de decisão multicriterial.	Traz informações sobre a viabilidade econômica das alternativas tecnológicas consideradas, além de investimentos financeiros no Brasil para encorajar fontes de energia renováveis.
Jabbour et al. (2014)	Avaliar os desafios e oportunidades que a PNRS traz para o Brasil.	Conseguiu identificar os principais desafios e oportunidades oriundos da PNRS e seu impacto no Brasil.
Ferri et al. (2015)	Propor uma rede de LR envolvida na gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) para solucionar o desafio de gerenciar economicamente esses	O modelo matemático permitiu a determinação do número de instalações necessárias para a rede de LR, sua localização, capacidades e fluxos de

	resíduos considerando os recentes requisitos legais da PNRS que versam sobre a inclusão de catadores para implantação da coleta seletiva.	produtos entre essas instalações incluindo os novos requisitos legais da PNRS.
Guarnieri et al. (2015)	Identificar os principais critérios e métodos, utilizados no contexto de decisão multicriterial para selecionar a alternativa mais apropriada de terceirização das atividades de LR. Além disso, proporam um modelo para selecionar a melhor alternativa, viabilizando, assim, a PNRS.	Permitiu a disponibilização de uma base conceitual sobre os principais critérios e abordagens utilizadas para a seleção de alternativas de terceirização para atividades da LR, além de um modelo conceitual metodológico para auxiliar decisores e pesquisadores a performar decisões no contexto de terceirização em LR.
Guarnieri & Cerqueira-Streit (2015)	Discutir as implicações para os catadores, sobre a imposição legal da PNRS sobre a LR.	Conclui que o capital humano na LR deve levar em conta que a maioria das atividades de reciclagem nos países em desenvolvimento é intensiva em mão de obra e de baixa qualificação. Portanto, a aplicação adequada da legislação favorece a geração de empregos e renda possibilitando melhores condições de trabalho.
Guarnieri et al. (2016)	Propor a utilização do Strategic Options Development and Analysis (SODA) para avaliar estratégias a serem implementadas pelos decisores com vistas a atender a PNRS e o conceito de responsabilidade compartilhada, no contexto de resíduos eletro-eletrônicos.	Essa abordagem permitiu identificar e desenvolver quatro categoriais de ações a serem implementadas: a social, ambiental, econômica e estratégica.
Polzer & Persson (2016)	Apresentar um breve panorama da situação atual dos resíduos sólidos no Brasil, bem como a importância da PNRS como o principal marco regulatório do país, esclarecendo o papel da sociedade, governo e setor privado, para o caso do município de São Paulo (SP).	Identificou muitas lacunas para o atendimento da PNRS e o seu impacto na gestão de resíduos para o município estudado.
Bouzon et al. (2016)	Identificar as principais barreiras que impedem o desenvolvimento da LR e avaliaram a sua importância no setor de equipamentos eletro-eletrônicos em concordância com a PNRS.	As principais barreiras encontradas foram: questões econômicas, de gestão e processos da cadeia de suprimentos, tecnologia e infraestrutura, conhecimento, políticas, de mercado e competitividade.
Caíado et al. (2016)	Propor uma descrição para caracterização do mercado brasileiro de créditos da LR e faz uma analogia com o mercado de carbono existente.	Identificaram que, de fato, é possível implantar um mercado de créditos da LR no Brasil, mas que há, também, obstáculos a sua implementação.
Deus et al. (2017)	Propor alternativas de cenários para gestão de resíduos sólidos em pequenos municípios, analisando quais as alternativas mais adequadas, definindo-as para serem implementadas através de consórcios entre o setor público e privado.	Conseguiram identificar as alternativas, pontuando quais as nuances necessárias para implementar cada uma delas e o que se pode esperar da sua implementação.
Teixeira et al. (2017)	Propor um processo de desenvolvimento de polpa de celulose baseado na reciclagem de bituca de cigarro, para atender a PNRS.	Constataram a viabilidade ambiental desse processo como alternativa para a gestão desse tipo de resíduo.
Da Paz et al. (2018)	Desenvolver uma metodologia para avaliar os riscos ambientais decorrentes dos resíduos de construção e demolição (RCD), considerando alguns critérios	Obtiveram a identificação dos locais de deposição ilegal de RCD, através de observação direta e registro fotográfico nos municípios estudados, para avaliação de

	ambientais para identificar os locais mais críticos.	riscos ambientais decorrentes do descarte ilegal de RCD e para identificação de áreas com maior risco de impactos segundo critérios ambientais.
Dias et al. (2018)	Explorar uma análise sistemática dos procedimentos de processamento de resíduos eletro-eletrônicos (REE) com base nas informações encontradas e mapeadas de 134 empresas de reciclagem ativas no Brasil, contatando-as e confirmando a atividade.	Verificou que 89% das empresas brasileiras de reciclagem realizam apenas a fase de pré-tratamento no processo de reciclagem - separação e desmontagem - e que pelo menos 92% desmontam manualmente os REE. Por fim, é mostrado que os REE são ainda mais complexos para reciclar pois ainda estão sendo enviados ao exterior para empresas estrangeiras.
Pin et al. (2018)	Objetiva contribuir para o estudo da gestão de resíduos sólidos no Brasil, apresentando uma análise em duas etapas do gerenciamento de resíduos consorciada da microrregião de São Lourenço (MG).	Obtiveram a avaliação dos cenários propostos para a gestão de resíduos e a definição do melhor cenário para realizar essa gestão considerando as características da região analisada.

Fonte: O Autor (2018)

Dos artigos sobre a PNRS relatados no Quadro 1 constatou-se que apenas Guarnieri et al. (2016) apresentaram um objetivo semelhante ao do presente estudo. Estes utilizam o método de estruturação de problemas *Strategic Options Development and Analysis* (SODA) para avaliar estratégias a serem implementadas pelos decisores com vistas a atender a PNRS e o conceito de responsabilidade compartilhada, no contexto de resíduos eletroeletrônicos.

Contudo, o trabalho de Guarnieri et al. (2016) pautou-se em identificar as estratégias ou ações, mas não utilizou abordagens formais para a definição de quais estratégias seriam realizadas por cada um dos decisores, considerando as suas reais preferências, o que reafirma a necessidade do presente estudo.

As publicações em periódicos nacionais, acerca do tema PNRS, também foram analisadas. Os artigos analisados podem ser vistos no Quadro 2.

Quadro 2 - Artigos em periódicos nacionais sobre a PNRS

Ano de Publicação	Autores
2012	Campos (2012); Caçado et al. (2012); Mazon et al. (2012) Ruiz et al. (2012)
2013	Mascarenhas & Silva (2013); Miranda et al. (2013); Simonetto et al. (2013)
2014	Cardoso Gomes et al. (2014); Castro (2014); Demajorovic et al. (2014); Heber & Silva (2014); Oliveira Neto et al. (2014); Razuk (2014)
2015	Ferdin et al. (2015); Siqueira & Assad (2015)
2016	Almeida et al. (2016); Cestari & Humberto Martins (2016); de Sa Ferreira et al. (2016); Gindri et al. (2016);

	Gonçalves (2016); Izarias et al. (2016); Maria (2016); Moura et al. (2016); Paula & Stoll (2016); Schamne & Nagalli (2016); Silva et al. (2016); Soares et al. (2016)
2017	da Fonseca et al. (2017); Fracasso et al. (2017)
2018	Maiello et al. (2018); De Azevedo Almeida & Corrêa Gomes (2018); Lima (2018); Bonjardim et al. (2018); Callefi & Barbosa (2018); Colares et al. (2018)

Fonte: O Autor (2018)

Desta análise, pôde-se constatar a inexistência de estudos com o objetivo proposto pelo presente trabalho, o que é uma lacuna a ser trabalhada.

2.2 Negociação

De acordo com Bichler (2003), a negociação é a abordagem chave da tomada de decisão utilizada para chegar a um consenso sempre que uma pessoa, organização ou outra entidade não pode atingir os seus objetivos de forma unilateral. As negociações têm várias formas e ocorrem nas mais diversas situações sendo influenciadas por diversas circunstâncias.

Já para Ogliastri & Quintanilla (2016), a negociação ocorre em uma situação em que duas ou mais partes tem interesses conflitantes, mas também têm uma zona de acordo, onde as diferenças podem ser resolvidas; as partes preferem resolver o conflito através de um acordo mútuo em vez de recorrer à força ou a um julgamento.

Para Kersten (2001), as definições de negociação apresentam similaridades no que diz respeito à questão da interatividade das relações pessoais e a busca por acordos sob uma ótica de objetivos conflitantes. Ademais, fatores éticos, culturais, políticos e econômicos tem grande influência sobre como se darão as relações das partes interessadas no processo de negociação.

Embora frequentemente confundidas, Dias & Clímaco (2005) estabeleceram que negociação e decisão em grupo não são sinônimos e pontuam características que as diferem, sendo algumas delas elencadas a seguir:

- Quanto aos objetivos fundamentais: para a decisão em grupo os objetivos fundamentais são comuns, já para a negociação são opostos;
- Quanto às alternativas: para a decisão em grupo as alternativas são estabelecidas embora o conjunto delas possa evoluir, já para a negociação as alternativas são sequencialmente apresentadas e interativamente geradas; e
- Quanto às restrições, valores e crenças: para a decisão em grupo as restrições, valores e crenças são discutidos e compartilhados, já para a negociação são omitidos.

Por sua vez, Carter et al. (2004) apresentou algumas posturas que podem ser identificadas em negociações:

- Postura Competitiva Ganha - Perde: os participantes buscam a satisfação dos seus próprios interesses em detrimento dos interesses dos demais participantes, que normalmente são opostos;
- Postura Colaborativa Ganha - Ganha: os participantes buscam a satisfação dos interesses de todas as partes no processo de negociação;
- Postura Perde - Perde: os participantes não se importam em perder desde que os outros também percam.

Assim sendo, Adair & Brett (2005) consideraram o processo de negociação como sequencial e composto por quatro fases:

- Fase 1 - Posicionamento Relacional: as partes interessadas iniciam negociações testando se as outras partes serão competitivas ou cooperativas antes de começarem a revelar informações sobre posições e interesses que devem levá-las a um acordo, mas podem torná-las vulneráveis se as outras partes forem competitivas. Existem duas abordagens gerais para determinar o relacionamento nas negociações. Na primeira, as partes podem divulgar um pouco de informações confidenciais sobre suas preferências e prioridades para sinalizar a cooperação e a vontade de desenvolver a confiança. Na segunda, alternativamente, as partes podem exercer influência e estabelecer posição para sinalizar uma negociação competitiva;
- Fase 2 - Identificação do Problema: caracterizada por troca recíproca de informações prioritárias à medida que os negociadores se concentram nas questões da negociação, opções e interesses subjacentes, ganhar confiança e começar uma busca séria por um acordo;
- Fase 3 - Gerando Soluções: nesta fase da negociação, as partes começam a elaborar propostas com base em seus próprios interesses e prioridades e as informações que reuniram sobre os interesses e prioridades das outras partes na Fase 2. Diante de uma oferta da outra parte, a atenção dos negociadores volta-se para seus interesses. Eles comparam a oferta na mesa com seu objetivo, seu limite e suas alternativas, decidindo se aceitam ou rejeitam a oferta e, se esta última, como persuadir a outra parte a melhorar a oferta;

- Fase 4 - Chegando ao Acordo: a essa altura, os negociadores devem ter informações suficientes para construir ofertas e estarem razoavelmente confiantes de que um acordo é possível. Assim, as partes trabalham para reduzir alternativas e avançar para uma decisão final.

Segundo Ogliastri & Quintanilla (2016), as negociações estratégicas resultam em um processo no qual as partes interagem e os resultados dependem das ações do outro lado, um processo de engajamento entrelaçado. De acordo com Medeiros et al. (2017) um papel importante nos processos de negociação é a do mediador, que além de explicar e acompanhar o processo, o mediador deve também levar todos os representantes às discussões, observar seu grau de comprometimento e mediar eventuais situações conflitantes.

Assim, alguns conceitos importantes em negociação precisam ser definidos, como os de valor reserva, zona de possível acordo e valor final negociado:

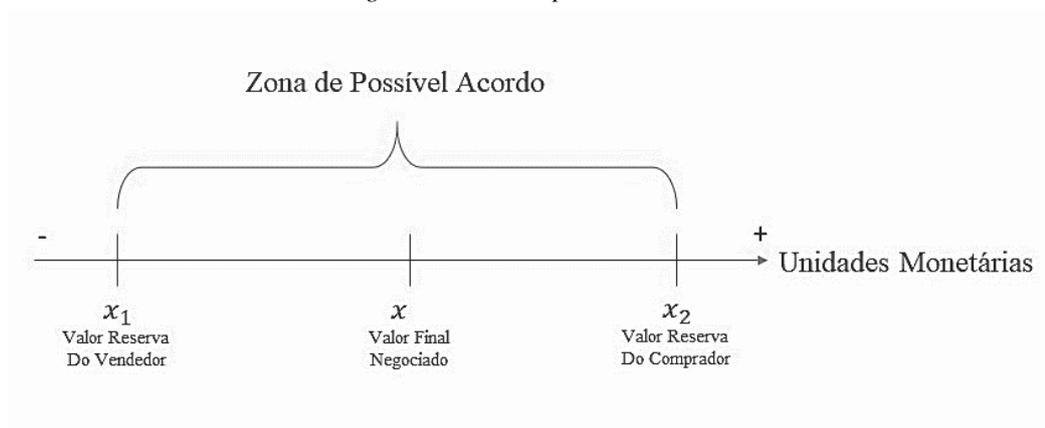
- Valores Reserva - (*Reservation Points*): representa o ponto menos favorável em que as partes aceitarão um acordo, ou seja, os valores precisos dos atributos que eles estão dispostos a negociar (DE SOUZA et al., 2010; MEDEIROS et al., 2017);
- Zona de Possível Acordo (*Zone of Possible Agreement - ZOPA*): pode ser definida como a distância entre os preços reservas das partes, cada ponto dentro da ZOPA representa um acordo em que ambas as partes consideram lucrativo (KOROBKIN, 2000; PARK et al., 2010);
- Valor Final Negociado (*Target Point*): representa o maior resultado absoluto ou melhor resultado que ambas as partes gostariam de alcançar (SCHAERER et al., 2016).

Como representação analítica de tais conceitos, considere o caso de um vendedor e um comprador em um processo de negociação, tem-se então:

- x_1 : valor reserva do vendedor;
- x_2 : valor reserva do comprador;
- x : valor final negociado, sendo $x_1 < x < x_2$;

Existirá a ZOPA, se e somente se, $x_1 < x_2$ e a ZOPA estiver entre o intervalo $[x_1, x_2]$. Uma representação esquemática de tais conceitos pode ser verificada na Figura 1.

Figura 1 - Zona de possível acordo



Fonte: O Autor (2018)

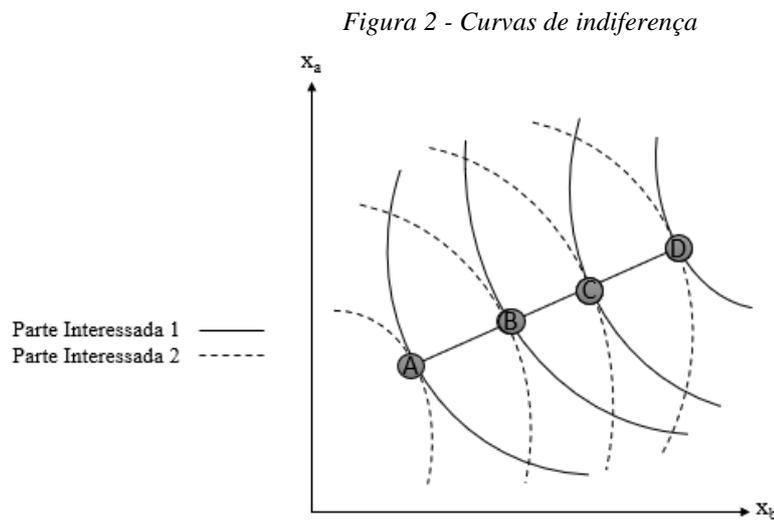
Nota: Adaptado de Park et al. (2010)

De acordo Stoshikj (2014), o caso quando não há zona de concordância entre as partes em questão não significa que terminará com uma situação em que nenhum acordo é alcançado. As partes podem estar dispostas a concluir o negócio e tentar ampliar o quadro inteiro incluindo fatores relevantes adicionais para eles. Para se chegar ao valor final negociado (x), pode-se lançar mão de diversas estratégias, uma delas é a estratégia de *tradeoffs*.

Ross & Sierra (2006) definiram a estratégia de *tradeoff* como uma troca entre os resultados das variáveis de decisão, de forma a manter a mesma utilidade do conjunto de soluções e conseguir que a proposta tenha melhor aceitação entre as partes.

Neste sentido, Faratin et al. (2002) fizeram uma representação gráfica que demonstra a estratégia de *tradeoffs* através dos conceitos de Curvas de indiferença. As curvas de indiferença são curvas convexas que representam a indiferença que um agente tem sobre a utilidade crescente/decrescente de uma variável de decisão *versus* redução/aumento simultâneo na utilidade da outra variável.

Nesta representação, a Curva de Pareto é a curva formada pelos pontos onde partes convexas das curvas de indiferença de cada parte interessada se interceptam. Esta curva é o local de possíveis avaliações conjuntas, dentre as quais, nenhuma pode ser considerada melhor ou pior, ou seja, é o subconjunto que não é dominado do conjunto de consequências possíveis para todas as alternativas, como mostra a Figura 2.



Fonte: O Autor (2018)

Nota: Adaptado de Faratin et al. (2002)

Para Faratin et al. (2002), considerando o caso de duas partes interessadas na negociação e x_a (eixo das ordenadas) e x_b (eixo das abcissas) os atributos sob os quais as alternativas na negociação estão sendo avaliadas, a curva de Pareto será representada pela curva formada pelos pontos ABCD que são simultaneamente eficientes.

Qualquer alternativa que esteja sob a curva de Pareto (ABCD) tem o equilíbrio das utilidades das duas partes interessadas, não havendo, portanto, melhor alternativa que essa. Já as que tiverem fora, podem utilizar da estratégia de *tradeoffs*, considerando a troca do ganho em utilidade nas variáveis de decisão para que se chegue ao valor final negociado entre as partes.

Neste sentido, para Stoshikj (2014), o estabelecimento de visão geral e *insights* sobre o processo de negociação e as variáveis que influenciam no seu resultado e seu grau de eficiência, levam ao reconhecimento de dois tipos de negociação: distributiva e integrativa.

A negociação é distributiva, de acordo com Thompson et al. (2010), quando os negociadores estão preocupados principalmente com seus próprios resultados e não com os resultados conjuntos de todas as partes envolvidas.

Negociações distributivas requerem menos troca de informações, pois há uma soma zero, foco em ganhar-perder, com menos preocupação com o pensamento criativo ou resolução de problemas sobre como a outra parte também pode obter mais. Quanto mais uma parte recebe, menos a outra parte ganha - uma delas perde o ganho do outro. Em outras

palavras, cada concessão é automaticamente uma perda para uma das partes e um ganho equivalente para as outras (HÜFFMEIER et al., 2014; CHAPMAN et al., 2017).

Segundo Ogliastri & Quintanilla (2016), neste caso a negociação se baseia num valor fixo que as partes envolvidas distribuem durante a negociação. Contudo, o foco na distribuição de um valor fixo tem ineficiências, dificulta o relacionamento de negociação e complica a criação de valor na negociação.

Já a negociação integrativa contraria a distributiva. Conforme Kersten (2001), aqui o contexto de negociação em que se insere o acordo são normalmente amigáveis e de natureza cooperativa. Portanto, preza pela integração dos pontos de interesse das partes envolvidas. Para Barnaud et al. (2013), o conceito de negociação integrativa descreve um processo no qual as partes interessadas reformulam o problema para tentar “ampliar o bolo”; é uma maneira interessante de explorar as sinergias entre participações ecológicas, sociais e econômicas.

De acordo com Chapman et al. (2017), negociações integrativas requerem maior intercâmbio de informações devido a múltiplos pontos sendo negociados e as partes envolvidas são voltadas para buscar oportunidades de ganho mútuo. Como vários pontos estão envolvidos o foco principal é encontrar uma configuração ideal desses problemas. Os recursos têm valores diferentes para cada parte envolvida e a configuração ideal atribui os recursos à parte que coloca o maior valor no recurso em troca de compensações em outros problemas.

A abordagem integrativa enfatiza a necessidade de confiança, compreensão mútua, abertura e um senso de empatia. Como tal, a abordagem integrativa tenta capturar vantagens sinérgicas na forma de ganhos mútuos e, portanto, acredita em relações ganha-ganha. Eles começam criando valor mútuo. Uma vez que as partes criem valor, elas devem distribuir esse valor por meio de critérios objetivos, ao invés de barganha ou imposição, um processo que as partes usam no modelo de estratégia de negociação distributiva (ADAIR, 2001; ZACHARIASSEN, 2008; OGLIASTRI & QUINTANILLA, 2016).

Ademais, Kersten (2001) identificou quatro características das negociações integrativas que permitem distingui-las das negociações distributivas:

- Criação de valor;
- Focos em interesses e não em posições;
- Abertura e troca de informações relevantes; e
- Aprendizagem e reestruturação de problemas.

Neste sentido, Stoshikj (2014) considerou que para utilização da abordagem integrativa, as características da situação tratada devem mostrar um potencial integrador, assim, quando as partes têm prioridades diferentes, por exemplo, o potencial integrador é mais alto.

Desta forma, Tajima & Fraser (2001) pontuaram que na presença de múltiplas partes e múltiplos assuntos, abordagem integrativa contribui substancialmente para efetiva resolução de problemas e seu foco nos ganhos conjuntos conduz a uma conotação mais positiva da situação tratada.

2.2.1 Modelo de negociação integrativa

Através da PNRS pode-se verificar que nos princípios e objetivos para a consecução da responsabilidade compartilhada é necessário que haja articulação entre as diferentes esferas do poder público, setor empresarial e demais segmentos da sociedade com vistas à cooperação para que seja efetiva a gestão integrada dos resíduos sólidos.

Neste sentido, a cooperação permitirá que se tenha ganhos em termos financeiros, ambientais e sociais, que trarão impactos positivos para todos, independentemente do segmento ao qual fazem parte. Ademais, a PNRS não define as responsabilidades de cada um dos segmentos, mas incute em seu texto a conscientização de todos para um despertar sobre os benefícios mútuos que isso trará.

Desta forma, a abordagem da negociação integrativa é congruente com o objetivo apresentado por possibilitar a cooperação entre tais segmentos, permitindo o diálogo, o enriquecimento do entendimento sobre a situação pelos diversos segmentos, estimulando a busca pelo consenso e por soluções mutuamente aceitáveis que sejam de ganha-ganha para todos, como já foi explanado nas seções anteriores.

Uma revisão da literatura no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) acerca de negociação integrativa na logística reversa e/ou resíduos sólidos pôde constatar que não houve retorno de estudos específicos nessa área, o que demonstra mais uma lacuna a ser preenchida com o presente estudo, reforçando seu caráter inovador e de contribuição para a literatura. .

Contudo, ampliando as pesquisas observou-se o modelo de negociação integrativa porposto por Medeiros et al. (2017) para a gestão de recursos hídricos. Este modelo descreve fases bastante interessantes para a negociação deste tipo que, por isso, merece um detalhamento maior. Além disso, este moldelo relata uma abordagem aderente a diferentes segmentos da sociedade sob a perspectiva de uma lei federal, na busca por acordos visando

gestão eficiente de recursos hídricos. Este contexto se assemelha ao problema de responsabilidade compartilhada da PNRS.

Desta forma, o modelo de Medeiros et al. (2017) foi dividido em três fases: Pré-negociação, Negociação e Pós-negociação.

A fase inicial do modelo é a **Pré-negociação** que fornece os mecanismos necessários para apoiar a fase de negociação. Nesta fase são identificados os decisores (DMs) do processo de negociação, o mediador realiza a explicação da metodologia utilizada, realizam-se, também, as entrevistas individuais, construção dos mapas cognitivos individuais e, posteriormente, os mapas agregados. Depois de estudar o mapa cognitivo agregado, o mediador tem uma compreensão mais ampla das áreas de interesse e estratégias. Isso irá ajudá-lo a mediar a fase de negociação;

Na fase de **Negociação** o mediador realiza uma análise e divulga aos DMs às relações de influência entre ações em relação à hierarquia de conceitos dos mapas estratégicos. Após uma revisão dos interesses apresentados no mapa agregado os DMs têm uma visão do contexto de toda a situação, dos interesses imediatos um do outro e de possíveis estratégias para resolver o problema.

O mediador pode agora listar as possíveis estratégias que servirão de base para a elaboração de questões a serem negociadas, que precisam ser aprovadas pelos DMs, definindo, também, atributos para avaliá-las. Assim, o mediador pede que os DMs atribuam intervalos de valores aos atributos definidos anteriormente. Isso é recomendado, pois os DMs muitas vezes não revelam seus preços de reserva, que são os valores precisos dos atributos que eles estão dispostos a negociar.

Usando os intervalos individuais como base, o mediador define a zona de acordo para cada atributo. Este procedimento é realizado de forma que o mediador não estipule um intervalo de valores sem conhecer os limites superior e inferior de cada representante.

Os DMs são agora levados a modelar seus sistemas de preferências individualmente, antes do próprio processo de avaliação. Com seus sistemas de preferências definidos, cada DM é capaz de avaliar quais possíveis acordos poderiam beneficiá-lo mais. Depois de atribuir pontuações para diferentes níveis dos atributos, os pesos dos atributos são determinados encontrando informações de *tradeoff*.

Os *tradeoffs* são definidos usando relações de indiferença das consequências para cada DM. As estratégias são então avaliadas com base nos atributos e suas avaliações com base em um processo aditivo de agregação onde a pontuação total será dada pelo somatório da

multiplicação dos pesos pelo valor da pontuação de cada atributo, para que se chegue a solução que satisfaça a todos os DMs, aqui denominada de solução de compromisso.

Por fim, na fase de **Pós-negociação** é realizado um acordo escrito da solução de compromisso da fase anterior, bem como os parâmetros de controle de seu cumprimento, através de um processo de monitoramento que resultará em multas caso o acordo não seja cumprido devidamente.

2.3 Pesquisa Operacional Soft

De acordo com Franco & Rouwette (2011), a pesquisa operacional *soft* (PO *soft*) tem sido bastante utilizada por causa de sua capacidade de auxiliar grupos a lidar com situações problemáticas que exibem uma ou mais das seguintes características:

- Altos níveis de complexidade devido a inter-relacionamentos entre diferentes elementos do problema;
- Altos níveis de incerteza originados de aspectos externos ou internos do problema; e
- Conflitos significativos associados a considerações cognitivas e políticas do problema.

Franco & Montibeller (2010) afirmaram que para lidar com esse tipo situação são utilizadas abordagens facilitadoras de modelagem em grupo, que auxiliam o grupo a desenvolver uma maior compreensão e apropriação na formulação do problema e suas implicações, para que possam, assim, conseguir uma solução de compromisso a ser seguida. Nesse contexto, métodos participativos têm sido desenvolvidos.

Um subconjunto da classe geral de métodos participativos são a dos métodos de estruturação de problemas (MEP).

2.3.1 Métodos de estruturação de problemas

Cunha & Morais (2017) descreveram os métodos de estruturação de problemas (MEP) como sendo uma família de métodos desenvolvidos para apoiar o processo de tomada de decisão em grupo, permitindo a representação cognitiva de um problema de forma compreensível para todos os participantes para que eles se comprometam como uma ação consequente. Eden & Ackermann (2006) afirmaram que os MEP são caracterizados pelo uso de algumas ferramentas para estruturar o engajamento das partes interessadas e fornecer um foco para o diálogo.

Existem muitos MEP que são explorados na literatura, dentre eles tem-se os principais: *Soft Systems Methodology* (SSM), *Strategic Options Development and Analysis* (SODA), *Strategic Choice Approach* (SCA), and *Value-Focused Thinking* (VFT).

A SSM foi desenvolvida com o objetivo de aplicar as ideias sistêmicas ao mundo real, usando a experiência adquirida na modificação dessas ideias e sua metodologia de ação, ou seja, constitui-se como uma metodologia para facilitar a ação enfrentando, assim, problemas gerenciais reais. Ela reconhece que os indivíduos têm percepções diferentes dos problemas e os conceituam usando um procedimento de modelagem verbal. O consenso será alcançado mediante a elaboração desses modelos conceituais. Preocupa-se em primeiro plano com a forma como os sistemas poderiam funcionar melhor e em segundo plano com as decisões a tomar (CHECKLAND, 2000; CONNELL, 2001).

O SODA visa capturar a interpretação de cada parte interessada sobre uma situação problemática e sua subjetividade inerente. As interpretações são capturadas em mapas cognitivos. Esses mapas são visualizados e discutidos em encontros facilitados, a fim de realizar a caracterização do problema e permitir o aprendizado sobre o assunto tratado. (EDEN, 2004; ROUWETTE et al. 2010).

A SCA visa auxiliar o grupo de decisores envolvidos em processos decisórios nos quais se verificam alto grau de incerteza no que diz respeito aos aspectos da situação em estudo, lidando com tais incertezas de forma estratégica. Consiste em workshops nos quais se definem as áreas de decisão e suas conexões que serão priorizadas pelos decisores. Para tanto, utiliza-se a análise de árvores de decisão que visam eliminar a combinação indesejável de alternativas (MINGERS & ROSENHEAD, 2004; FREGONARA et al., 2013).

O VFT parte de uma abordagem focada no valor, na qual o decisor estabelece o objetivo a ser alcançado e, a partir dele, busca as formas para alcançá-lo. Para que isso aconteça, os objetivos são dispostos hierarquicamente, o que demonstra, também, a relação entre eles (ALENCAR et al., 2017).

Particularmente, este estudo utilizou o SSM e o SODA e, por isso, serão descritos com maior detalhamento.

2.3.1.1 Soft Systems Methodology (SSM)

De acordo com Checkland (2000), "*A Soft Systems Methodology* (SSM) é um sistema de aprendizagem cíclica que usa modelos de atividade humana para explorar com os atores do mundo real uma situação-problema, suas percepções dessa situação e sua prontidão para

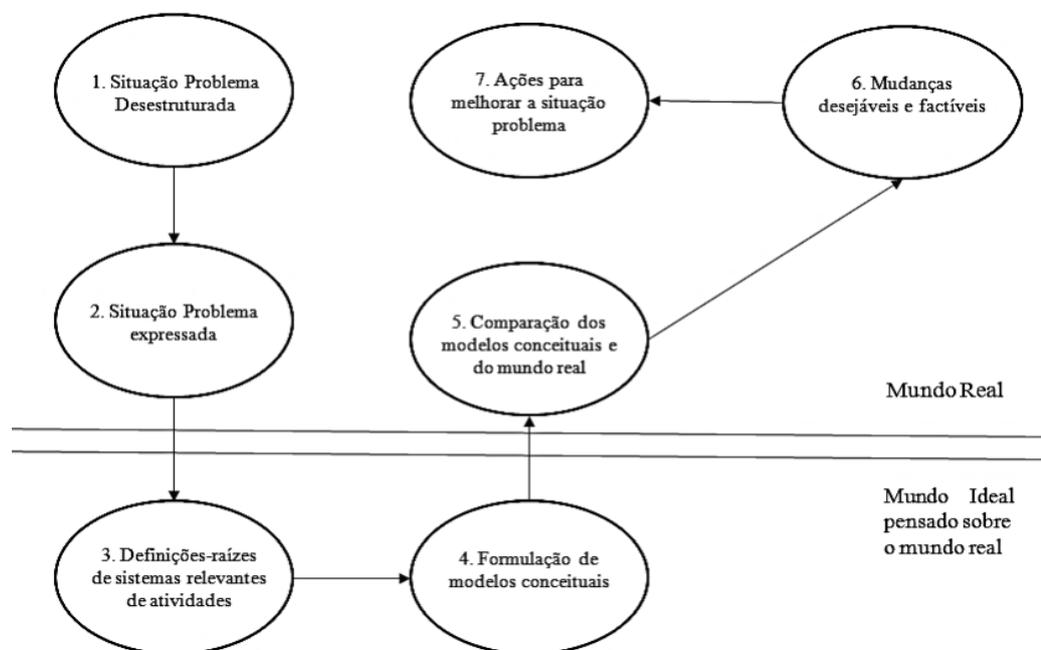
decidir sobre a ação intencional que acomoda percepções, julgamentos e valores de diferentes atores". E que pode ser utilizada no contexto organizacional.

Neste contexto, Wang et al. (2005) afirmaram que a SSM se baseia na ideia de que as organizações são sistemas de atividades com propósitos que continuamente trazem mudanças ou transformações. Os atores realizam atividades que produzem alguma saída, que pode ser uma entidade física, um serviço ou informação para um cliente. O sistema opera em nome das partes interessadas, que têm o poder de criar ou encerrar o sistema, dentro de um ambiente que não está sob seu controle.

Ademais, a SSM reconhece que diferentes partes interessadas podem ter visões diferentes sobre a natureza e o propósito de uma determinada organização, ou parte dela, e por isso constrói modelos para refletir esses pontos de vista variados (WANG et al., 2005; LIU et al., 2010).

Para sua consecução, a SSM conta com etapas que estão explicitadas na Figura 3 e descritas em sequência baseando-se nas fontes consultadas (ZHU & DALE, 2000; WATKIN et al., 2012; HARDJOSOEKARTO, 2012; ACKERMANN, 2012; WATSON, 2012; TORLAK & MUCELDILI, 2014; STAADT, 2015; CEZARINO et al., 2016).

Figura 3 - Etapas do SSM



Fonte: O Autor (2018)

Nota: Adaptado de Watkin et al.(2012) e Wang et al. (2015)

- Etapa 1 - Situação Problema Desestruturada: Identificam-se os *stakeholders* que farão parte do processo. A partir disso, tentam-se compreender a situação-problema enfrentada com base em discussões verbais, entrevistas e/ou observações com os *stakeholders*, concentrando-se em examinar e compreender os aspectos sociais, políticos e culturais da situação problema enfrentada;
- Etapa 2 - Situação Problema Expressada: esta etapa objetiva fornecer uma visão da situação atual, comunicando e validando o entendimento da situação problema feito na fase anterior. Para isso, da metodologia base da SSM, relata-se a utilização das figuras ricas, que são representações visuais da situação problema feitas pelo grupo de *stakeholders*;
- Etapa 3 - Formulação das Definições-raízes: Uma definição-raíz é uma definição concisa de um sistema baseado em torno de três elementos - o que o sistema faz, ou seja, qual saída ele produz através de sua transformação; como o sistema faz isso, ou seja, que meios específicos ele usa; e por que o sistema faz isso, ou seja, qual é a contribuição do sistema para seu proprietário ou sistema mais amplo.

Uma definição-raíz é frequentemente escrito na forma de "Um sistema para fazer X por meio de Y para atingir Z". Aqui o esforço está concentrado na identificação de visões alternativas relevantes, sistemas de atividade humana, através da formulação de definições-raízes que descrevam uma transformação desejada em particular.

Estas são produzidas e refinadas usando o modelo CATWOE para garantir a abrangência. Esse modelo consiste em seis definições básicas

- C - *Customer*, clientes da atividade, beneficiário ou vítima do (s) processo (s) de transformação;
- A - *Actor*, os agentes que executam, ou fazem com que sejam executados, o (s) processo (s) de transformação ou atividades do sistema;
- T - *Transformation*, processo de transformação realizado pelo sistema, assumido para incluir o objeto direto do (s) verbo (s) da atividade principal;
- W - *Weltanschauung*, a visão de mundo, ou seja, o que torna a definição-raíz significativa;
- O - *owner*, o proprietário do sistema, aquele que patrocina e que pode acabar o sistema; e

- E - *Environmental and system constraints*, elementos de fora do sistema que são necessários serem considerados.
- Etapa 4 - Formulação de Modelos conceituais: os modelos conceituais, situação desejada do sistema, são então derivados das definições-raízes, pois eles podem atuar como um conjunto útil visões contrastantes para considerar a situação. As definições-raízes associadas são convertidas em listas de modelos de atividade, observando as atividades necessárias para resolver a situação-problema, mas também os mecanismos de monitoramento e controle;
- Etapa 5 - Comparação dos Modelos Conceituais e o Mundo Real: os modelos conceituais e o mundo real são subsequentemente comparados identificando as mudanças que serão necessárias;
- Etapa 6 - Mudanças Desejáveis e Factíveis: nesta etapa, discute-se juntamente com os *stakeholders* quais são as mudanças desejáveis e passíveis de serem implementadas;
- Etapa 7 - Ações para Melhorar a Situação-Problema: deve-se, nesta etapa, partir para ação, implementando as mudanças identificadas na Etapa 6.

2.3.1.2 Strategic Options Development and Analysis (SODA)

O SODA visa auxiliar um indivíduo ou grupo a representar graficamente uma situação-problema, para que possa ser explorada em relação a um sistema complexo, auxiliando os decision-makers (DM) a chegarem a um acordo sobre como resolver tal situação (ACKERMANN, 2012, MEDEIROS et al., 2017). Segundo Cunha et al. (2016), o SODA usa o mapeamento cognitivo para estruturar a situação e fornecer os meios necessários para o acordo.

Para construção dos mapas cognitivos Eden (1998), Eden (2004), Eden & Ackermann (2004), Georgiou (2009), Georgiou (2012) e Marshall (2013), discutiram alguns passos básicos e necessários, que foram sumariados como segue:

- Os mapas cognitivos podem ser construídos individualmente por cada DM ou construídos por todos DM simultaneamente. Para tanto, os DMs são entrevistados visando identificar seus pontos de vista sobre o assunto em questão. Os DMs definem um rótulo para o problema e, depois disso, são levados a emitir palavras que abordem o tópico tratado. Essas palavras são chamadas de Elementos Primários de Avaliação (EPAs).

- Para dar continuidade a construção dos mapas cognitivos os EPAs são, então, complementados por frases que reflitam a importância desse EPA para o problema. Essas frases são chamadas de polos presentes. Depois disso, os DMs são questionados sobre consequências de não se ter ou não realizar os polos presentes. Então, os DMs emitem frases que abordem tais consequências. Essas frases são chamadas de polos opostos.
- Juntos, polos presentes e opostos formam os conceitos que representam os constructos dos mapas cognitivos. Tais constructos são representações gráficas formadas pelos conceitos emitidos pelos DMs. Os constructos são utilizados para formar os mapas cognitivos. Finalmente, os DMs têm que identificar as relações entre os constructos, conectando-os com setas. Essas setas representam a relação de causalidade nos mapas cognitivos e os DMs, discutem sobre tais relações colocando setas nos constructos até que todos se sintam representados pelos mapas cognitivos construídos.

De acordo com Georgiou (2012) as setas podem apresentar um sinal negativo ou sem sinal. Uma seta sem sinal entre dois constructos indica que seus respectivos polos presentes e opostos devem ser lidos em ordem, da cauda da seta até a ponta da seta. Uma seta assinada com um símbolo negativo ('-') indica que, nesse ponto, é preciso alternar os pólos ao seguir a leitura, ou seja, primeiro os polos opostos depois os presentes. Uma vez estabelecido os conceitos sobre mapeamento cognitivo, o SODA pode então ser aplicado.

As etapas para aplicação do SODA podem ser sumarizadas da seguinte forma (MEDEIROS et al., 2017; SCHRAMM & SCHRAMM, 2018):

- Etapa 1 - Reuniões de Planejamento: o facilitador dá uma visão geral do problema a ser tratado bem como os resultados que são esperados com a sua resolução;
- Etapa 2 - Construção dos Mapas Cognitivos Individuais: nesta etapa, constroem-se os mapas cognitivos individuais dos DMs;
- Etapa 3 - Construção do Mapa Estratégico: o facilitador agrega os mapas individuais dos DMs em um único mapa. Para tanto, o facilitador usa de julgamento de valor para unir os mapas em um único, com base no aprendizado sobre a situação explorada e representar as ideias expressadas por cada um dos DMs individualmente. Além disso, o facilitador deve estar apto para unir os conceitos que estão relacionados uns com os outros. Ao final desta etapa, os DMs são então questionados sobre sua satisfação acerca da representação dos seus pontos de vista individuais sobre a situação em

questão. Se os DMs estiverem satisfeitos o mapa é finalizado, caso contrário dá-se prosseguimento a Etapa 4;

- Etapa 4 - Construção do Mapa Estratégico com Interação Grupal: o mapa resultante da Etapa 3 é então trabalhado juntamente com os DMs em reuniões chamadas de workshops. Desta feita, são então expandidos de acordo com o que é apresentado e discutido por cada um dos DMs. Isto é feito até que todos os DMs considerem o mapa resultante satisfatório para representar a situação explorada. Em algumas situações, o facilitador pode optar por desenvolver diretamente o mapa global através dos workshops com os DMs.

Wang & Wang (2016) discutiram sobre a forma dos mapas resultantes da dinâmica do SODA e suas implicações, dependendo da situação tratada:

- Mapas Planos: um mapa SODA plano indica que há uma escassez de exploração em possíveis fatores da situação;
- Mapas Magros: um mapa SODA magro indica que há poucas opções e / ou possíveis resultados da situação;
- Mapa de Pirâmide de cabeça para baixo: um mapa SODA de pirâmide de cabeça para baixo indica falta de opções associadas a diferentes tipos de objetivos e resultados da situação;
- Mapa Triangular: um mapa SODA triangular implica na agregação de metas;
- Mapa com Muitas Conexões: um mapa SODA com muitas conexões implica em uma complexidade excessiva para análise estratégica.

Para o processo de estruturação de problemas Morgan (2014) discutiu que também pode ser requerida a figura dos *experts*, cujo conhecimento possa apoiar o julgamento informado e a previsão sobre as questões de interesse.

Na sequência, os mapas resultantes da dinâmica do SODA podem ser analisados. A literatura apresenta algumas formas de se analisar tais mapas. Uma delas é utilizada por Carbonara & Scozzi (2006), Georgiou (2009) e Georgiou (2012) que parte da perspectiva de analisar os constructos dos mapas SODA e suas conexões categorizando-os estruturalmente de acordo com seis tipos básicos que foram:

- Caudas: nesse tipo, não há outros constructos que entram neles. Eles são também conhecidos como causas primárias da situação tratada;

- Cabeças: nesse tipo, não há constructos saindo deles. Eles refletem objetivos, resultados ou consequências decorrentes das setas dos constructos que são levados até eles;
- Opções Estratégicas: constructos desse tipo são ligados imediatamente a uma cabeça. Eles refletem as opções disponíveis através das quais um determinado resultado (cabeça) pode se materializar ou, em outras palavras, as influências imediatas que irão governar qual dos resultados irá acontecer;
- Implosões: esses constructos mostram um alto número de constructos entrando neles. Indicam um efeito importante e é afetado por vários outros construtos e, por extensão, múltiplas áreas do mapa. Para identificar as implosões, é necessária uma análise quantitativa, do cálculo do *Implosion Degree* (ID), definida para cada constructo no mapa da SODA. Seja i um constructo, onde $i=\{1, 2, \dots, n\}$, o *Implosion Degree* de um constructo i (ID_i) é calculado pela soma de todas as setas que entram (SE) no constructo i , como na Equação 3.1:

$$ID_i = \sum SE \quad \forall i \quad (2.1)$$

- Explosões: esses constructos mostram um alto número de constructos saindo deles. Uma explosão indica uma causa maior. É um constructo que afeta vários outros constructos e, por extensão, várias áreas do mapa. É de onde várias questões múltiplas se originam ou divergem. O *Explosion Degree* (ED), definido para cada constructo do SODA é calculado para identificar as explosões. Assim, o *Explosion Degree* de um constructo i (ED_i) é dado pela soma de todas as setas que saem (SS) do constructo i , como na Equação 3.2.

$$ED_i = \sum SS \quad \forall i \quad (2.2)$$

- Dominantes: estes são constructos que mostram um alto número total de constructos entrando e saindo deles. Um construto com um alto *Domain Degree* (DD) indica a centralidade cognitiva de um problema nas percepções dos DMs e/ou a relevância central de um problema para a situação em questão. Um dominante afeta e é afetado por múltiplos construtos e, por extensão, múltiplas áreas do mapa. Dominantes oferecem uma boa indicação das principais questões que devem ser abordadas para

alcançar as cabeças. Assim, *Domain Degree* de um constructo i (DD_i) é calculado como na Equação 3.3:

$$DD_i = ID_i + ED_i \quad \forall i \quad (2.3)$$

2.4 Programação linear multiobjetivo

De acordo com Shao & Ehrgott (2016), problemas de programação linear multiobjetivo (PLMO) surgem em muitas aplicações do mundo real, partindo do princípio que múltiplas perspectivas devem ser levadas em conta para avaliar os méritos das possíveis soluções para esses problemas.

Nesse sentido, Alves et al. (2015) estabeleceram que problemas de PLMO consider p funções objetivo lineares que devem ser otimizadas em uma região viável definida por um conjunto de restrições lineares:

$$\max z_1 \quad f_1(\mathbf{x}) = c_1 \mathbf{x} = \sum_{j=1}^n c_{1j} x_j \quad (2.4)$$

...

$$\max z_p \quad f_p(\mathbf{x}) = c_p \mathbf{x} = \sum_{j=1}^n c_{pj} x_j \quad (2.5)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i \quad i = 1, \dots, m \quad (2.6)$$

$$x_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, m \quad (2.7)$$

Ou

$$\text{"Max" } z = f(\mathbf{x}) = C_X \quad (2.8)$$

$$\mathbf{x} \in X = \{\mathbf{x} \in \mathfrak{R}^n : \mathbf{x} \geq \mathbf{0}, A_X \mathbf{x} = \mathbf{b}, \mathbf{b} \in \mathfrak{R}^m\} \quad (2.9)$$

Onde \mathbf{C} é a matriz de coeficientes da função objetivo, na qual cada linha é o vetor \mathbf{c}_k contendo os coeficientes da função objetivo $f_k(\mathbf{x})$. \mathbf{A} é a matriz de coeficientes tecnológicos, sendo todas as restrições transformadas em equações através da introdução de variáveis de folga ou excesso apropriadas. O vetor \mathbf{b} normalmente expressa a quantidade de recursos disponíveis (restrições do tipo \leq) ou requisitos (restrições do tipo \geq).

Soluções viáveis no espaço de variáveis de decisão $\mathbf{x} \in X$ são mapeadas para o espaço da função objetivo p -dimensional $F = \{z = f(\mathbf{x}) \in \mathfrak{R}^p : \mathbf{x} \in X\}$, isto é, uma solução viável $\mathbf{x} \in X$ que tem uma representação de um vetor $z = f(\mathbf{x}) = (z_1, \dots, z_p)$.

Uma solução $\mathbf{x}' \in X$ é eficiente, se e somente se, não existe outra solução $\mathbf{x} \in X$ tal que $f_k(\mathbf{x}) \geq f_k(\mathbf{x}')$ para todo k ($k = 1, \dots, p$), sendo uma inequação estrita para pelo menos um k , $f_k(\mathbf{x}) > f_k(\mathbf{x}')$. X_e é o conjunto de soluções eficientes.

O ponto $z' = f(\mathbf{x}')$ no espaço da função objetivo é não dominada, se e somente se, $\mathbf{x}' \in X_e$. O conjunto de pontos não dominados é $F_e = \{z = f(\mathbf{x}) \in F : \mathbf{x} \in X_e\}$.

Uma solução $\mathbf{x}' \in X$ é fracamente eficiente, se e somente se, não existe outra solução $\mathbf{x} \in X$ tal que $f_k(\mathbf{x}) > f_k(\mathbf{x}')$ para todo k ($k = 1, \dots, p$). O ponto $z' = f(\mathbf{x}')$ no espaço da função objetivo é fracamente não dominado, se e somente se, \mathbf{x}' é fracamente eficiente. Por definição, o conjunto de soluções fracamente eficientes inclui as soluções estritamente eficientes. Em geral, por razões práticas, quando soluções fracamente eficientes são mencionadas soluções estritamente eficientes não estão sendo consideradas.

O ponto ideal z^* , também chamado de ponto utopia, é o ponto na função objetivo cujos componentes são os valores ótimos de cada uma das funções objetivo na região de soluções viáveis, quando elas são individualmente otimizadas. Em geral, o ponto ideal, não pertence a região de soluções viáveis, se pertencesse, a solução ideal otimizaria simultaneamente todas as funções objetivo, o que significaria que as funções objetivo não seriam conflitantes. O ponto ideal sempre existe no espaço da função objetivo, mas \mathbf{x}^* , no espaço das variáveis de decisão pode não existir, mesmo sendo inviável, tal que $z^* = f(\mathbf{x}^*)$.

Rivaz & Yaghoobi (2015) afirmaram que as soluções eficientes e fracamente eficientes são as mais desejadas em problemas de PLMO pelo fato de uma solução eficiente ser um elemento da região viável que não pode melhorar algumas funções objetivo sem sacrificar outras. Além disso, uma solução que não pode melhorar todas as funções objetivo simultaneamente é uma solução eficiente fraca.

Neste sentido, Oliveira et al. (2016) argumentam que há diversos métodos propostos na literatura para buscar soluções para os problemas de PLMO e que uma das classificações de tais métodos é feita de acordo com o grau de intervenção dos DMs:

- Métodos de articulação *a priori* das preferências dos DMs: depois que o método é escolhido, fixam-se os parâmetros e o processo de agregação de preferências é estabelecido. Os métodos mais comumente utilizados incluem: (i) minimizar a distância até a solução ideal de acordo com uma determinada métrica; (ii) construir uma função utilidade abrangendo as funções objetivo do problema original; (iii) o método lexicográfico em que os objetivos são otimizados sequencialmente; iv) e programação por metas.
- Métodos de articulação progressiva das preferências dos DMs ou Métodos Interativos: abrangem uma sequência de fases de cálculos de soluções eficientes e diálogos. Após cada fase de cálculo uma solução eficiente (ou várias) é proposta ao DM, que reage fornecendo as informações necessárias para operar uma nova fase de cálculo para obter uma nova solução eficiente, mais esperada de acordo com suas preferências, ou interrompendo o procedimento sempre que uma boa solução de compromisso é encontrada. As características das fases de diálogo e cálculo, bem como as condições de parada do procedimento interativo dependem do método.
- Métodos de articulação *a posteriori* das preferências dos DMs: métodos para gerar todo o conjunto de soluções eficientes, sendo a agregação das preferências dos DMs feita posteriormente. Os métodos para gerar o conjunto de soluções eficientes podem ser divididos em duas categorias fundamentais: (i) métodos de aproximação; (ii) métodos exatos. Na primeira categoria de métodos, os mais representativos são: o método de ponderação; o método *e-constraint*; e o método para estimar o conjunto de soluções não inferiores (NISE). Já na segunda categoria, o mais significativo é o método simplex multiobjectivo.

O presente estudo lançará mão do uso dos métodos de articulação progressiva das preferências dos DMs ou Métodos Interativos para buscar soluções eficientes para os problemas de PLMO que serão aqui propostos, uma vez que tais métodos permitem adaptar as preferências dos DMs ao longo de sua aplicação, auxiliando na busca por soluções de compromisso associadas a tais preferências, viabilizando, assim, o modelo de negociação integrativa a ser proposto.

Dentre os principais métodos interativos, destacam-se o *Step Method* (STEM), *Interval Criterion Weights* (ICW) e o *Pareto Race*.

O STEM, desenvolvido por Benayoun et al. (1971), é um método interativo que reduz progressivamente a região de soluções. Em cada interação, o DM é requisitado a especificar valores que esteja disposto a sacrificar em funções objetivo que de acordo com suas preferências esteja com valores satisfatórios, visando melhorar aquelas funções objetivo que ainda não considera com valores satisfatórios.

O ICW, desenvolvido por Steuer (1977), é um método interativo que no qual reduz-se, também, a região de soluções viáveis em forma de cone convexo formado pelos gradientes das funções objetivo. Esta redução, diferentemente do STEM, é feita através da escolha por parte do DM de uma solução de um conjunto de soluções não dominadas que lhe é proposta na fase de diálogo. Nas fases de cálculo otimizam-se várias somas ponderadas das funções objetivo, estando os pesos que ponderam as funções objetivo. A região de soluções é reduzida até que se tenha uma região mais limitada.

O *Pareto Race*, desenvolvido por Korhonen & Wallenius (1988), permite ao DM uma pesquisa livre de direção dentro da região de soluções não dominadas. As preferências do DM são tidas de acordo com a função objetivo que ele deseja melhorar, o que altera, assim, a direção na busca da solução. Calculam-se as soluções através da definição da direção baseados na variação das funções objetivo que são, então, projetadas na região não dominada.

Por fim, a PLMO é amplamente utilizada na literatura para resolver os mais diversos problemas. Dentre eles, é válido mencionar os problemas de seleção de portfólio. Vetschera & De Almeida (2012) consideraram a seleção de portfólios como uma problemática que envolve a seleção de um ou vários itens de um conjunto de itens possíveis sob algumas restrições, que limitam a possibilidade de selecionar itens, onde os resultados são determinados por alguma agregação de propriedades dos itens selecionados.

No que tange à literatura acerca de PLMO para seleção de portfólios, Stummer & Heidenberger (2003) propuseram um modelo baseado em PLMO para auxiliar gestores da área de pesquisa e desenvolvimento (P&D) a obterem o portfólio de projetos mais atrativos.

Hosseininasab & Ahmadi (2015) utilizaram a PLMO para selecionar um portfólio de fornecedores, considerando a tendência de longo prazo de valor, estabilidade e relacionamento com o potencial fornecedor.

Por fim, Saborido et al. (2016) propuseram um modelo *fuzzy* de PLMO para selecionar portfólios de uma carteira de investimentos, buscando otimizar o retorno esperado, o risco de queda e a assimetria de uma determinada carteira, levando em consideração as restrições

orçamentárias, consolidadas e de cardinalidade. Contudo, não foram identificados estudos do uso da PLMO no contexto da PNRS.

2.5 Síntese conclusiva

Neste capítulo foram apresentados os conceitos e fundamentos sobre os elementos envolvidos no estudo da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e sua relação com os conceitos de Logística Reversa (LR), Negociação, Métodos de Estruturação de Problemas (MEP) e Programação Linear Multiobjetivo (PLMO).

A revisão da literatura sobre a PNRS possibilitou a construção de uma base conceitual pertinente ao desenvolvimento do senso crítico sobre as principais características e aplicações desse tópico. Desta revisão, verificou-se uma lacuna relativa à estudos que abordam a definição das responsabilidades pela gestão de resíduos sólidos. Ademais, atrelado ao tema de LR, outra lacuna identificada foi um número pouco expressivo de estudos em países de economia emergente. Essa lacuna pode derivar do fato desses países desenvolverem políticas de incentivo a LR tardiamente, como é o caso do Brasil, que teve essa iniciativa apenas no ano de 2010. No tocante à literatura sobre Negociação, outra lacuna derivou da identificação da falta de estudos sobre modelos de negociação integrativa tanto em relação a PNRS quanto a LR.

Diante das limitações apresentadas nas atuais pesquisas sobre a PNRS e atrelando a isso a revisão da literatura sobre LR e negociação, a intersecção dessas três áreas permitiu a identificação de uma das oportunidades de pesquisa que motivaram o presente estudo sobre modelos de negociação. Assim, este trabalho inseriu-se nas lacunas identificadas, atuando na proposição de um modelo de negociação integrativa como abordagem formal na identificação e definição das responsabilidades dos *stakeholders* na gestão integrada de resíduos sólidos, que contempla a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto disposta na PNRS.

Para tanto, o trabalho de Medeiros et al. (2017) serviu como ponto de partida para a proposição do modelo do presente estudo. Este trabalho apresenta uma abordagem aderente a diferentes segmentos da sociedade para a gestão eficiente de recursos hídricos através da perspectiva de uma lei. Apesar de focar em recursos hídricos este contexto se assemelha ao previsto na PNRS. Desta feita, as fases do modelo desenvolvido por Medeiros et al. (2017) na sua forma estrutural de pré-negociação, negociação e pós-negociação foram aqui utilizadas.

Como resultado deste modelo, espera-se obter portfólios de ações de logística reversa sob os quais estarão incumbidos cada *stakeholder* que representa os elos tratados, com o

intuito de gerenciar os resíduos sólidos oriundos de suas atividades de forma integrada e cooperativa. Desta forma, o conceito de responsabilidade compartilhada previsto na PNRS será posto em prática beneficiando a todos. Assim, as metodologias abordadas no modelo proposto foram descritas neste capítulo e serão adaptadas e justificadas no próximo capítulo.

3 CONTEXTO DA PESQUISA

Neste capítulo foi caracterizado e discutido o contexto da pesquisa. Para tanto, um questionário foi elaborado e aplicado com o intuito de analisar as percepções dos diversos segmentos da sociedade acerca da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto proposto na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

3.1 Questionário

Para que o desenvolvimento da pesquisa acontecesse, um questionário foi elaborado pelo autor. Este questionário pode ser visualizado no (Apêndice A). Trata-se de um questionário com 51 perguntas objetivas, no qual para as respostas foi usada a escala do tipo *Likert* de 5 pontos, com seus níveis variando desde discordo completamente – Nível 1, até concordo completamente – Nível 5. Esta denominação dos níveis da escala pode mudar a depender do tipo de pergunta realizada.

Com base nos *stakeholders* citados na PNRS, três categorias de possíveis respondentes forma definidas, que foram: representantes do poder público (prefeituras, governos, etc.); representantes da iniciativa privada (indústrias, distribuidores, etc.); e representantes dos consumidores em geral.

A amostra foi definida de forma não probabilística, classificada como intencional onde é selecionado um subgrupo da população, como foi para o caso dos representantes do poder público. E pode ser classificada, também, como por conveniência, já que foram selecionados por acessibilidade, com base na sua disponibilização para responder o questionário, como foi o caso dos representantes da iniciativa privada e dos consumidores em geral.

Tal questionário foi aplicado por meio eletrônico na cidade de Caruaru (PE) contatando os potenciais respondentes via *e-mail* e/ ou redes sociais no período de Julho a Setembro de 2018.

Em relação à categoria dos representantes do poder público, o questionário contou com 10 perguntas. Enquanto para a categoria dos representantes da iniciativa privada, o questionário contou com 13 perguntas para o caso de atividades industriais e outras 13 perguntas caso as atividades fossem caracterizadas como comércio e/ou serviços. Em relação à categoria dos representantes dos consumidores, o questionário contou com 15 perguntas.

Em todos os casos as perguntas foram divididas em dois blocos conforme a sua finalidade: (1) caracterizar o respondente; (2) identificar a percepção da categoria de respondentes quanto à responsabilidade compartilhada com foco nos resíduos sólidos. A

análise das respostas do questionário foi feita de forma descritiva, tomando por base as frequências dos resultados.

Vale ressaltar que a amostra analisada pode não ser representativa da população, mas pode ser suficiente para levantar alguns indícios que justifiquem a preocupação na temática abordada e conseqüentemente do presente estudo.

3.2 Descrição e análise dos dados coletados

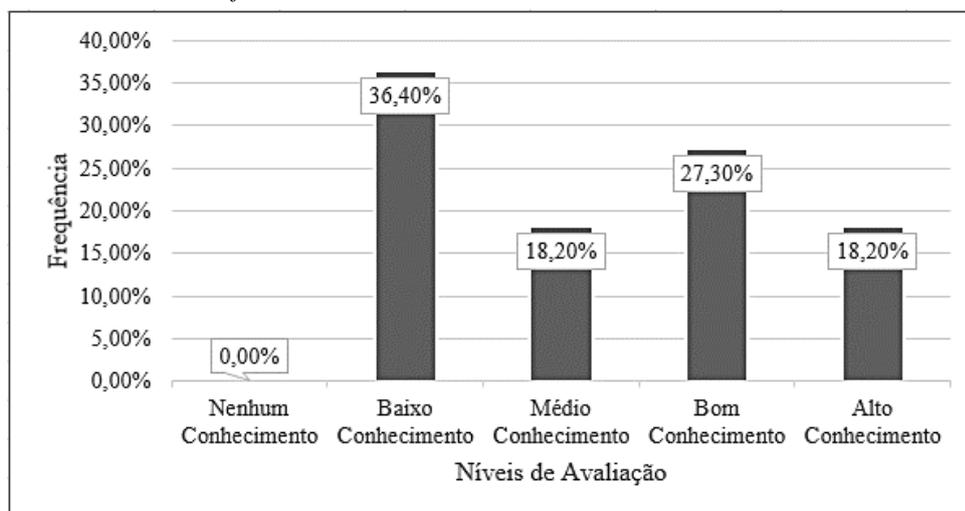
A aplicação do questionário obteve um total de 85 respostas que foram descritas e analisadas nesta secção. A maioria dos respondentes (72%) foi da categoria dos representantes dos consumidores, uma vez que o contato com os mesmos foi facilitado, além do fato deles não terem vínculo com as instituições públicas e privadas aqui analisadas; 15% das respostas forma dos representantes da iniciativa privada e 13% na categoria dos representantes do poder público. Os dados foram analisados separadamente por categoria e, por fim, uma discussão conjunta foi feita.

3.2.1 Representantes do poder público

Todos respondentes considerados aqui são servidores da Prefeitura Municipal de Caruaru. Um respondente ocupa o cargo de assessor operacional, quatro são assistentes, um chefe de gabinete, quatro são gerentes e um coordenador, distribuídos pelos seguintes setores: 01 na Administração Geral, 01 na Secretaria de Desenvolvimento Social e Direitos Humanos, 01 na Secretaria da Educação, 01 na Secretaria de Administração, 01 na Gerência Geral de Logística, 02 na Secretaria de sustentabilidade e desenvolvimento geral, 01 na Secretaria de planejamento, orçamento e gestão, 01 na Secretaria de urbanismo e obras e 02 na Secretaria de serviços públicos.

O Gráfico 6 relata o conhecimento dos respondentes acerca da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) antes de responderem a este questionário.

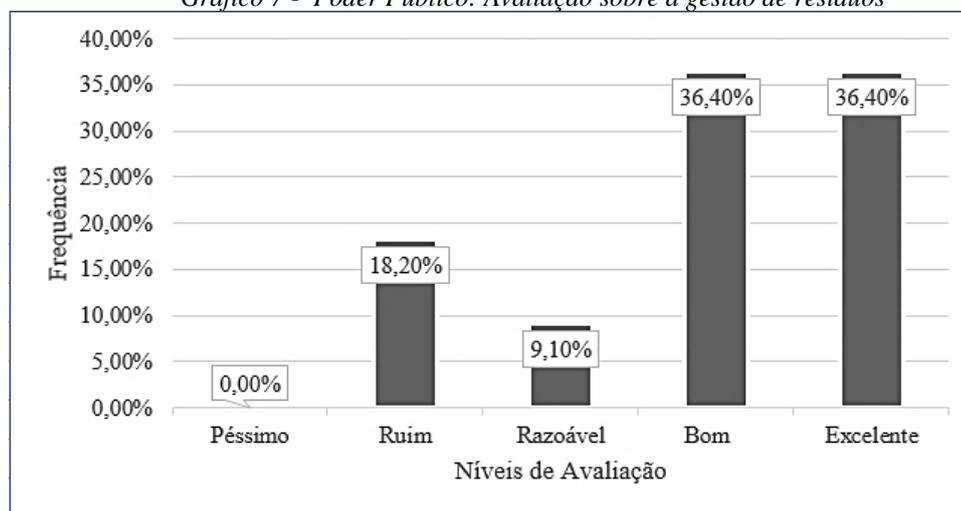
Gráfico 6 - Poder Público: Conhecimento sobre a PNRS



Fonte: O Autor (2018)

Como pode ser visto no Gráfico 6, a maioria dos respondentes afirmou ter conhecimento limitado (nível baixo ou médio) em relação à PNRS. Por conseguinte, os resultados quanto à avaliação sobre a gestão de resíduos sólidos foram elencados no Gráfico 7.

Gráfico 7 - Poder Público: Avaliação sobre a gestão de resíduos

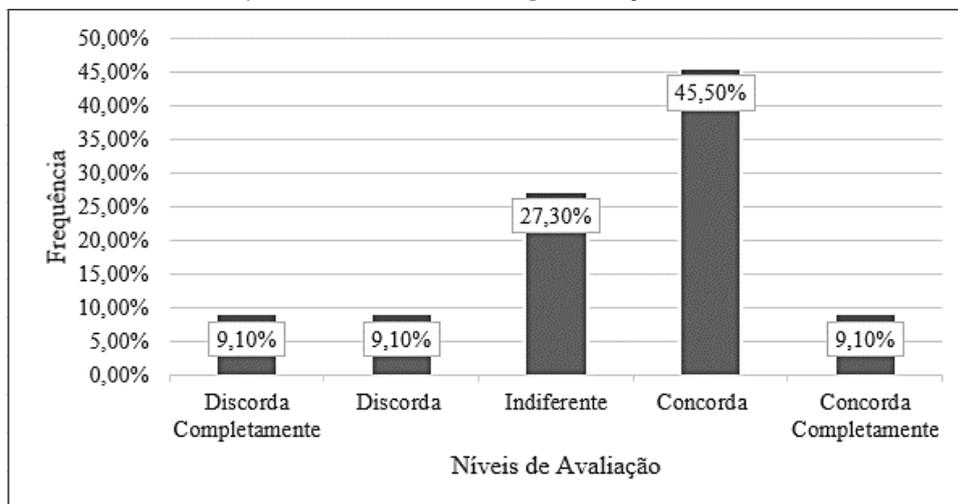


Fonte: O Autor (2018)

No Gráfico 7 percebe-se que a maioria avaliou a gestão de resíduos sólidos em seu município como satisfatória (níveis 4 e 5). Entretanto, esse resultado pode estar relacionado com os cargos ocupados pelos respondentes, que são majoritariamente do alto escalão da gestão pública. Embora não apresente a mesma intensidade da resposta anterior, a maioria dos

respondentes acredita que está havendo uma implementação correta da PNRS em seu município, como mostra o Gráfico 8.

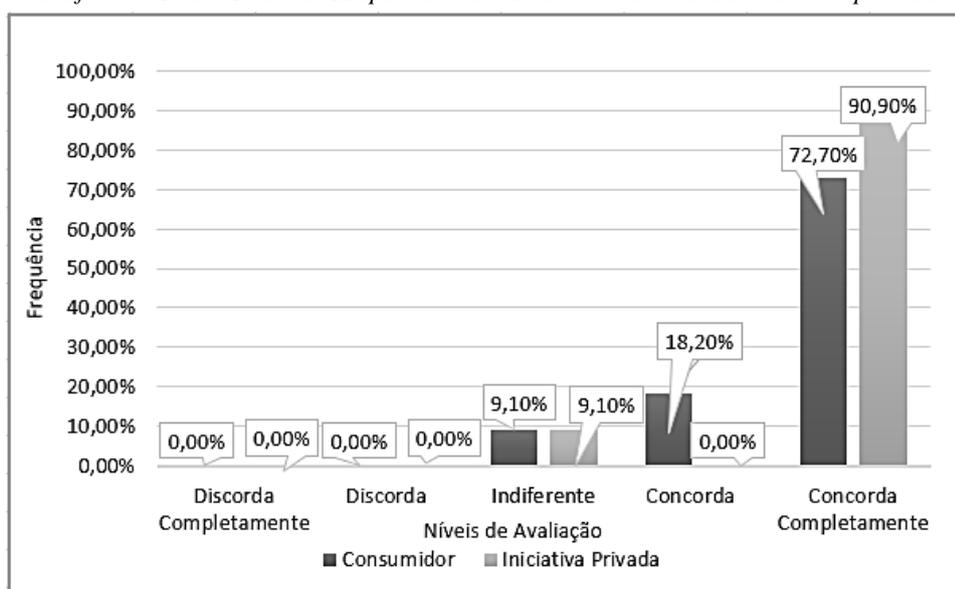
Gráfico 8 - Poder Público: Implementação da PNRS



Fonte: O Autor (2018)

A maioria deles concordou que os consumidores e a iniciativa privada são responsáveis pela gestão de resíduos sólidos, o que pode ser visto no Gráfico 9.

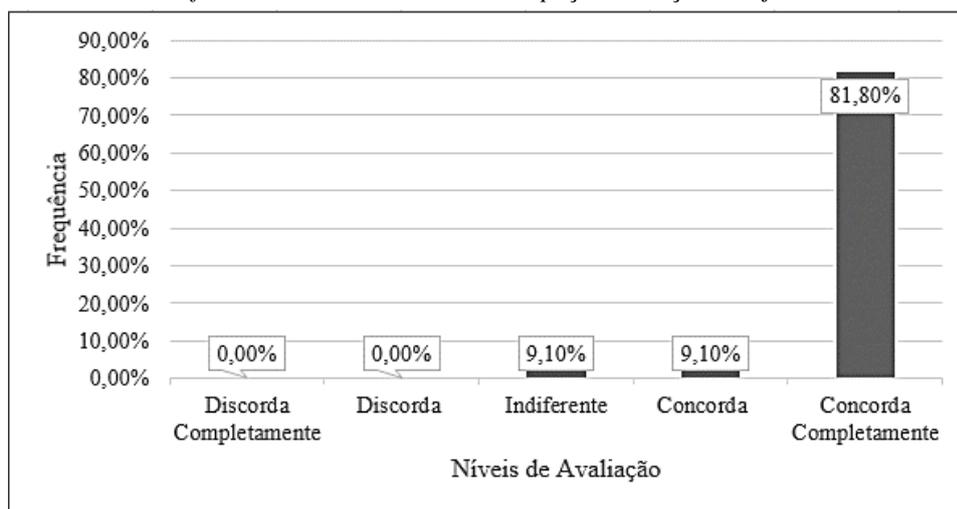
Gráfico 9 - Poder Público: Responsabilidade dos consumidores e iniciativa privada



Fonte: O Autor (2018)

Ademais, a maioria (90,9%) afirmou que as instituições públicas, tal como a prefeitura Municipal de Caruaru, estariam dispostas a participar de ações juntamente com a sociedade e a iniciativa privada com o intuito de gerir resíduos sólidos, como pode ser visto no Gráfico 10.

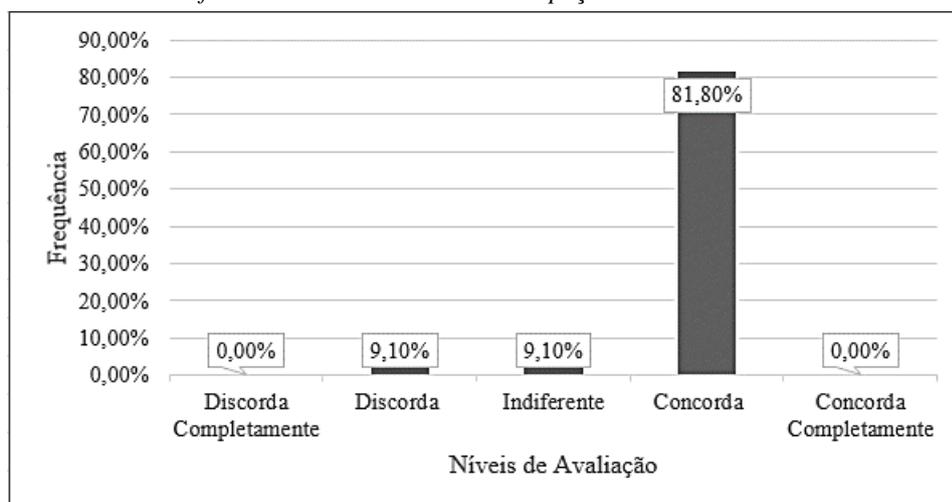
Gráfico 10 - Poder Público: Participação nas ações conjuntas



Fonte: O Autor (2018)

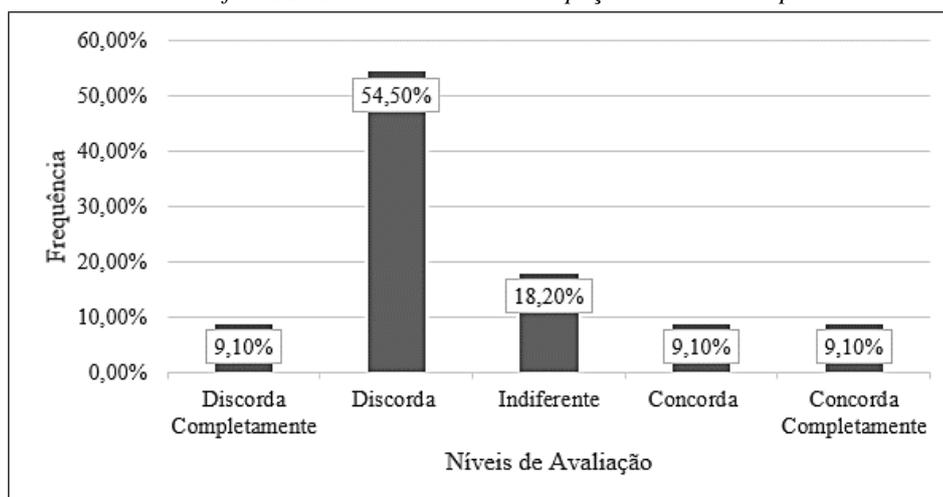
Neste sentido, a maioria afirmou que a prefeitura Municipal de Caruaru busca envolver a sociedade em ações conjuntas no gerenciamento de resíduos sólidos, como relatado no Gráfico 11. Por outro lado, não o faz com a iniciativa privada, como mostrado no Gráfico 12.

Gráfico 11 - Poder Público: Participação dos consumidores



Fonte: Esta pesquisa (2018)

Gráfico 12 - Poder Público: Participação da iniciativa privada



Fonte: O Autor (2018)

3.2.2 Representantes da iniciativa privada

Em relação aos representantes da iniciativa privada obtiveram-se 13 respostas das quais 53,8% dos representantes trabalham em empresas que desenvolvem atividades voltadas para comércio e/ou serviços e 46,2% desenvolvem atividades voltadas para indústria (fabricante). Essa subdivisão se mostra adequada por eles serem representantes de elos diferentes de uma cadeia e, por isso, foram analisados separadamente.

3.2.2.1 Indústria

A Tabela 2 apresenta a caracterização da iniciativa privada por número de funcionário para empresas industriais com base nas respostas obtidas.

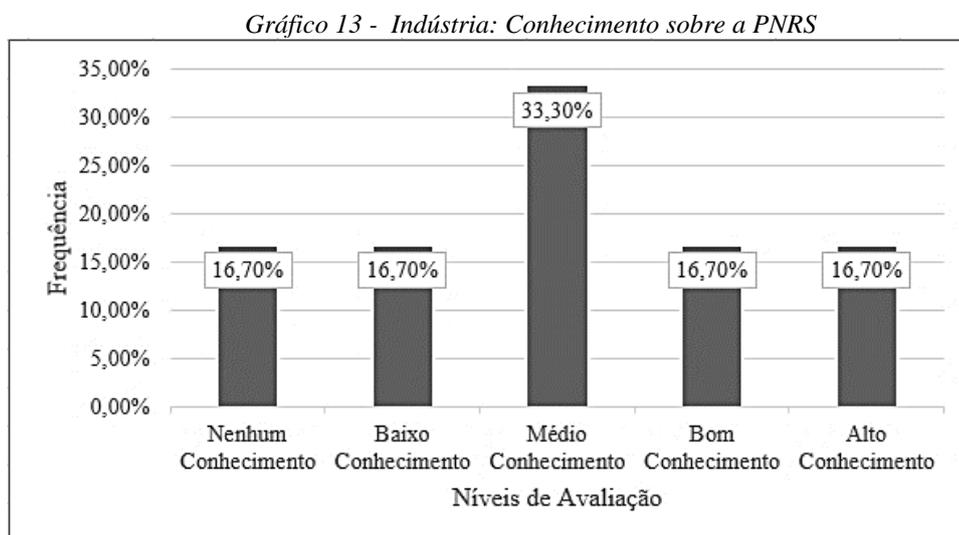
Tabela 2 - Classificação das empresas (indústria)

Quanto ao número de Empregados	Quantidade de Respostas
Micro: com até 19 empregados	2
Pequena: de 20 a 99 empregados	1
Média: 100 a 499 empregados	1
Grande: mais de 500 empregados	2

Fonte: O Autor (2018)

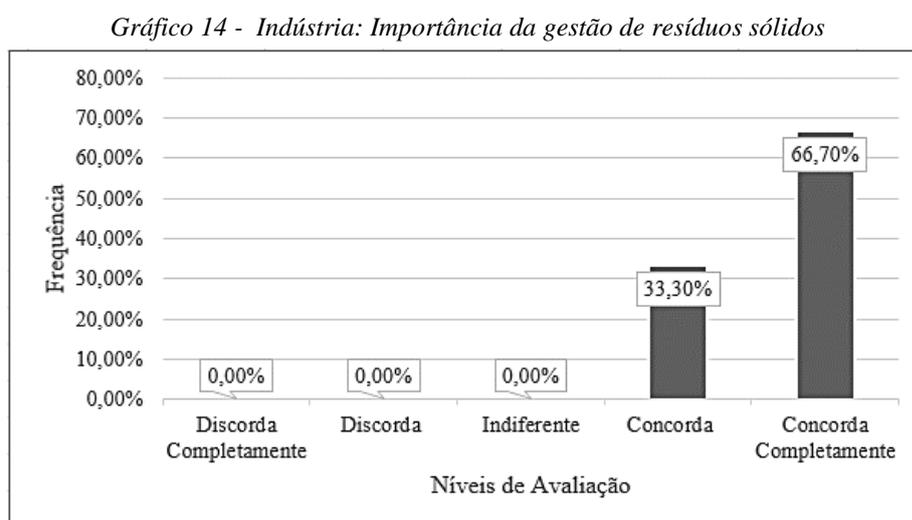
Dessas empresas 66,7% tem a sua produção voltada para atender o atacado (elos intermediários da cadeia) e 33,3% para atender empresas do varejo. Os respondentes estão distribuídos nos seguintes cargos: 02 operacional, 01 presidência/diretoria, 01 gerência, 01 coordenação, 01 supervisão e 01 trainee.

Em relação ao conhecimento dos respondentes sobre a PNRS antes de responder a este questionário, pode-se perceber pelo Gráfico 13 que a maioria afirmou ter conhecimento limitado em relação à PNRS.



Fonte: O Autor (2018)

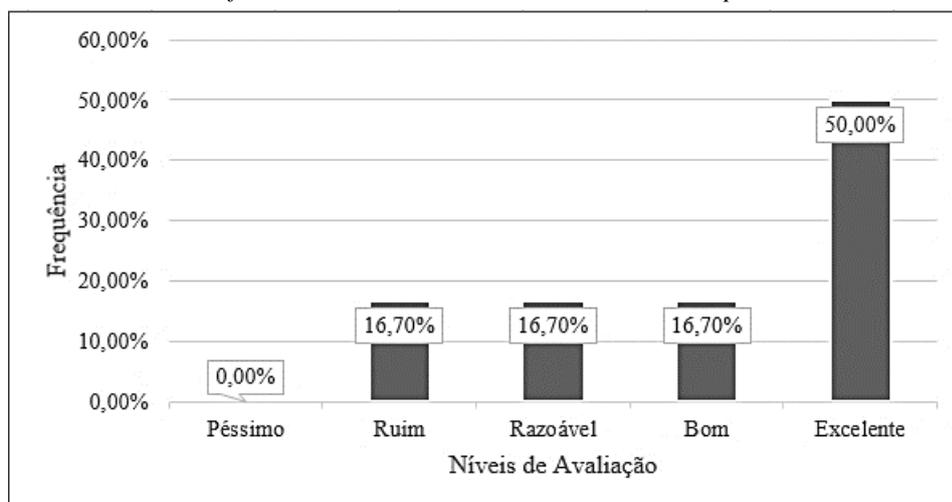
Todos os respondentes concordaram ser importante as empresas se preocuparem com a gestão de resíduos sólidos em seus processos, como pode ser visto no Gráfico 14.



Fonte: O Autor (2018)

Questionados sobre a gestão de resíduos sólidos na sua empresa, pode-se perceber, pelo Gráfico 15, que a maioria avalia como satisfatória, o que demonstra uma conscientização sobre o papel das empresas na preservação do meio ambiente.

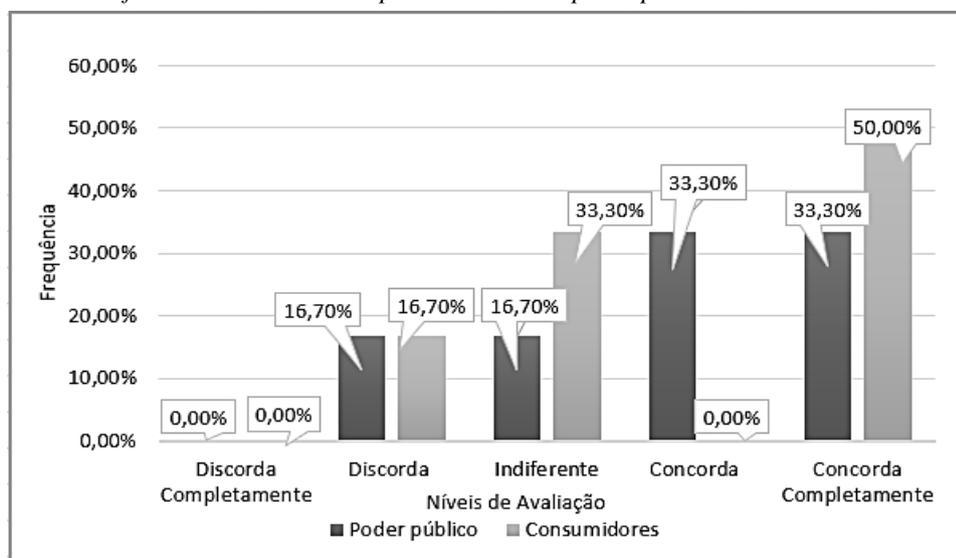
Gráfico 15 - Indústria: Gestão de resíduos na empresa



Fonte: O Autor (2018)

No que tange as responsabilidades dos demais *stakeholders* pela gestão de resíduos sólidos, a maioria (66,7%) concordou que o poder público é responsável, mas apenas metade deles afirmou que os consumidores também sejam responsáveis, como pode ser visto no Gráfico 16.

Gráfico 16 - Indústria: Responsabilidade do poder público e consumidores



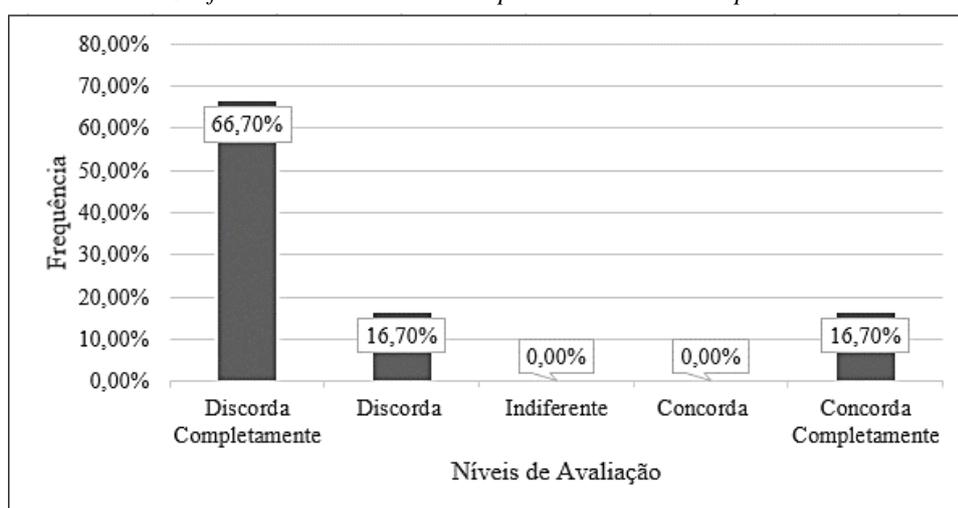
Fonte: O Autor (2018)

Em relação à percepção dos respondentes sobre ações do poder público na gestão de resíduos sólidos onde a empresa se localiza, todos afirmam não perceber ações, ou percebê-las de forma insuficiente.

Questionou-se, então, se o poder público busca contatar as empresas para realizar ações conjuntas visando à gestão de resíduos sólidos, as respostas apresentadas no Gráfico 17 corroboram com as relatadas pelos respondentes do poder público, onde afirmaram que esta ação não é realizada.

Contudo, todos eles afirmam que estariam parcialmente ou totalmente dispostos a participar de ações conjuntas com a sociedade e o poder público para a gestão de resíduos sólidos.

Gráfico 17 - Indústria: Poder público contata as empresas?



Fonte: O Autor (2018)

Por fim, todos os respondentes concordaram que a gestão de resíduos sólidos em seu município é insuficiente.

3.2.2.2 Comércio e/ou Serviços

Para o comércio e/ou serviços, a Tabela 2 apresenta a quantidade de respostas por tamanho de empresa.

Tabela 3 - Classificação das empresas (comércio e/ou serviços)

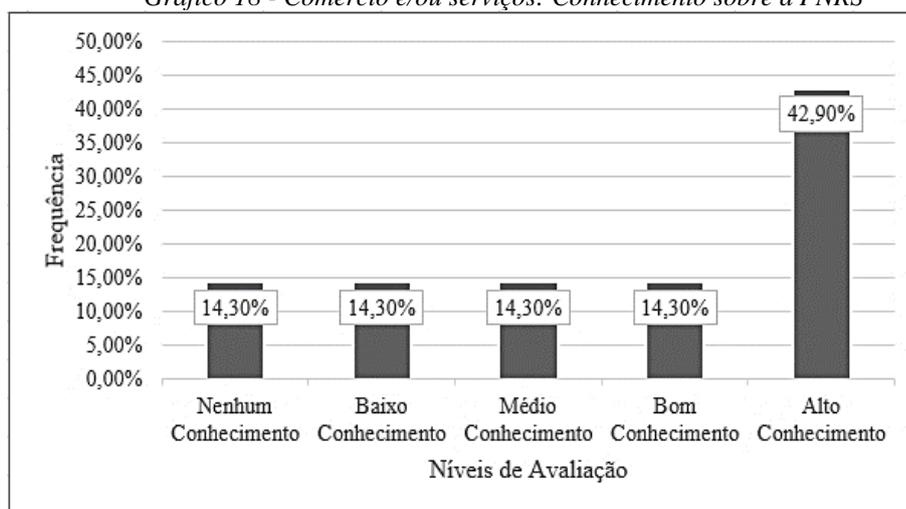
Quanto ao número de Empregados	Quantidade de Respostas
Micro: até 9 empregados	1
Pequena: de 10 a 49 empregados	1
Média: de 50 a 99 empregados	2
Grande: mais de 100 empregados	3

Fonte: O Autor (2018)

Dessas empresas 71,4% tem a sua produção voltada para atender o varejo e 28,6% para atender empresas do atacado. Os respondentes estão distribuídos nos seguintes cargos: 02 operacional, 01 presidência/diretoria, 02 gerência e 02 supervisão.

Em relação ao conhecimento dos respondentes sobre a PNRS antes de responder a este questionário, a maioria (57,2%) afirmou ter um conhecimento satisfatório sobre a PNRS, ou seja, entre os níveis 4 e 5, como apresentado no Gráfico 18.

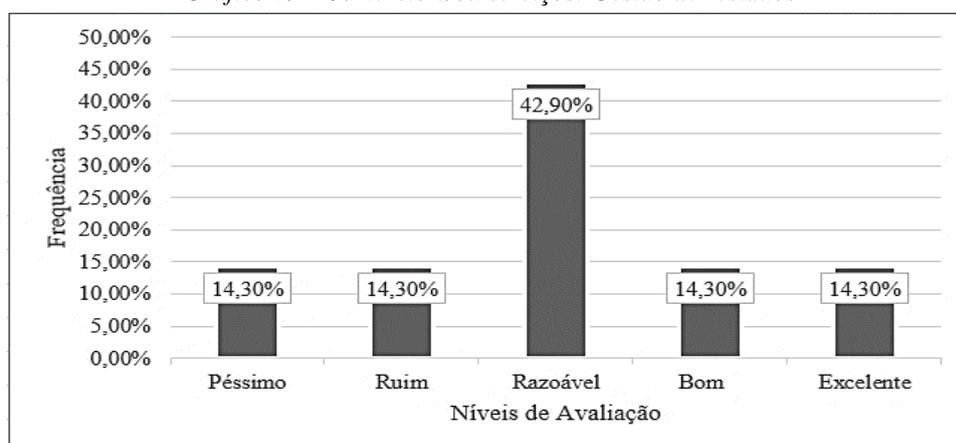
Gráfico 18 - Comércio e/ou serviços: Conhecimento sobre a PNRS



Fonte: O Autor (2018)

Todos os respondentes consideram importante as empresas privadas se preocuparem com a gestão de resíduos sólidos em seus processos. Contudo, o Gráfico 14 mostra que a maioria dos respondentes (71,5%) considera as ações de gestão de resíduos sólidos das suas empresas como insatisfatórias ou razoáveis.

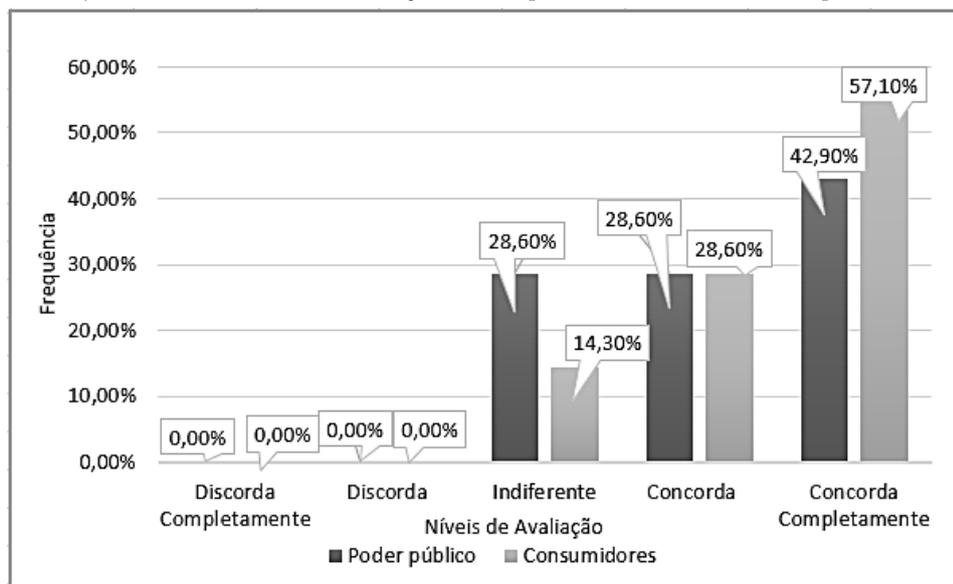
Gráfico 19 - Comércio e/ou serviços: Gestão de resíduos



Fonte: O Autor (2018)

No que tange às responsabilidades dos demais *stakeholders* pela gestão de resíduos sólidos, a maioria concordou que o poder público (71,5%) e os consumidores (85,7%) são responsáveis, como pode ser visto no Gráfico 20.

Gráfico 20 - Comércio e/ou serviços: Poder público e consumidores responsáveis

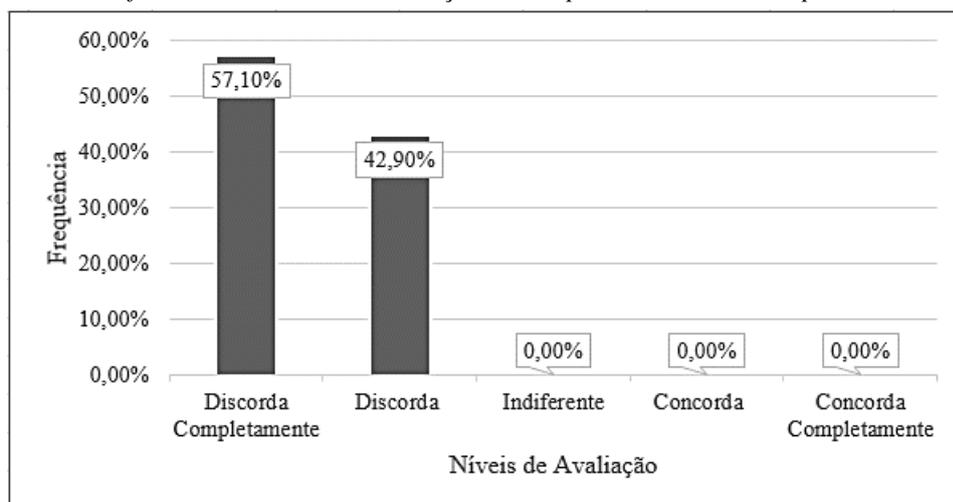


Fonte: O Autor (2018)

Em relação à percepção dos respondentes sobre ações do poder público na gestão de resíduos sólidos onde a empresa se localiza, todos os respondentes afirmaram não perceber ou perceber de forma insuficiente tais ações.

Questionou-se, então, se o poder público busca contatar as empresas para realizar ações conjuntas visando a gestão de resíduos sólidos. Todos os respondentes discordaram com essa afirmativa, o que implica que o poder público não busca contatar tais empresas, como mostra o Gráfico 21.

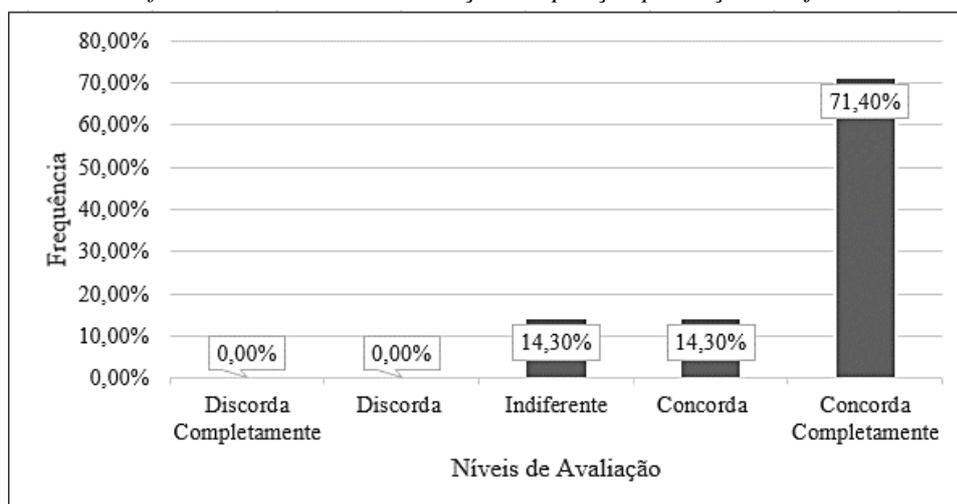
Gráfico 21 - Comércio e/ou serviços: Poder público contata as empresas?



Fonte: O Autor (2018)

Todavia, majoritariamente com 85,7% das respostas, os respondentes afirmaram ainda que a empresa a qual eles representam estaria disposta a participar de ações conjuntas com a sociedade e o poder público para gestão de resíduos sólidos, como destaca o Gráfico 22.

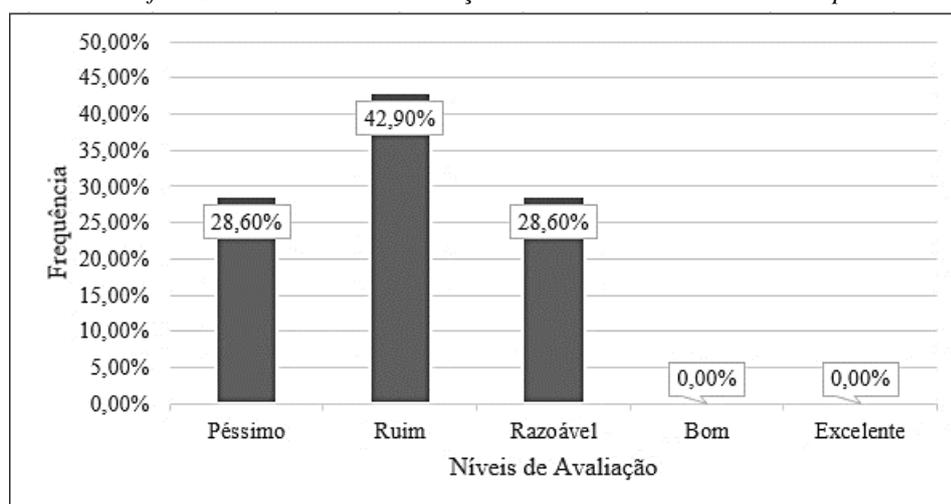
Gráfico 22 - Comércio e/ou serviços: Disposição para ações conjuntas



Fonte: O Autor (2018)

Por fim, os respondentes foram questionados sobre como avaliam a gestão de resíduos sólidos em seu município. Todos os respondentes avaliaram a gestão como insatisfatória ou razoável, como pode ser visto no Gráfico 23.

Gráfico 23 - Comércio e/ou serviços: Gestão de resíduos no município



Fonte: O Autor (2018)

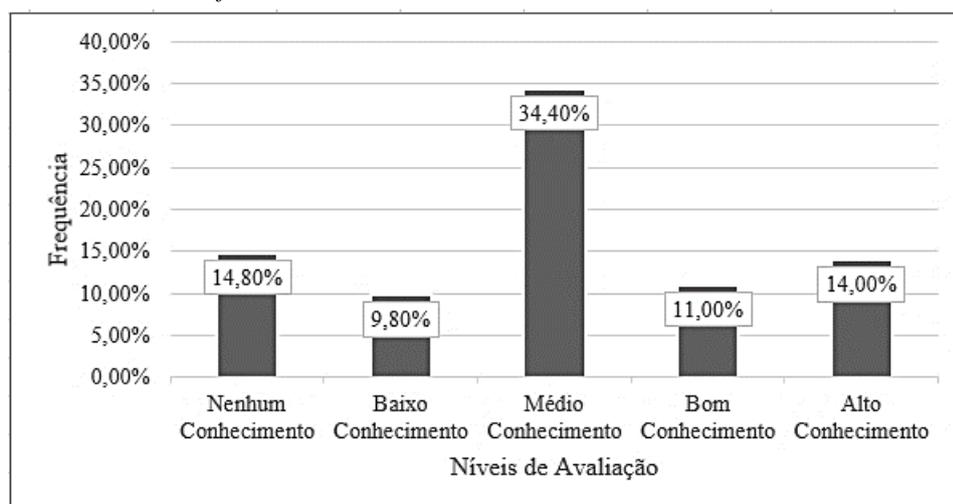
3.2.3 Representantes dos consumidores

Em relação as 61 respostas obtidas pelos representantes dos consumidores 48,5% tem entre 18 e 24 anos, 29,5% entre 25 e 35 anos, 18% entre 36 e 50 anos e 3,3% dos mais de 51 anos. O estado civil da maioria é solteiro, 85,2%, seguido de 9,8% casados e 4,9% divorciados.

Embora mais da metade deles tenha pelo menos curso superior completo, a faixa de renda individual mensal da maioria não ultrapassa três salários mínimos e pode ser distribuída da seguinte maneira: 9,8% afirmaram não possuir renda mensal; 36,1% recebem até 1 salário mínimo; 31,1% entre 1 e 3 salários mínimos; 19,7% de 3 a 10 salários mínimos; e 3,3% mais de 10 salários mínimos.

Em relação ao conhecimento dos respondentes sobre a PNRS antes de responder ao questionário, pode-se verificar, através do Gráfico 24, que a maioria dos respondentes tinha um conhecimento limitado acerca da PNRS antes de responder a este questionário.

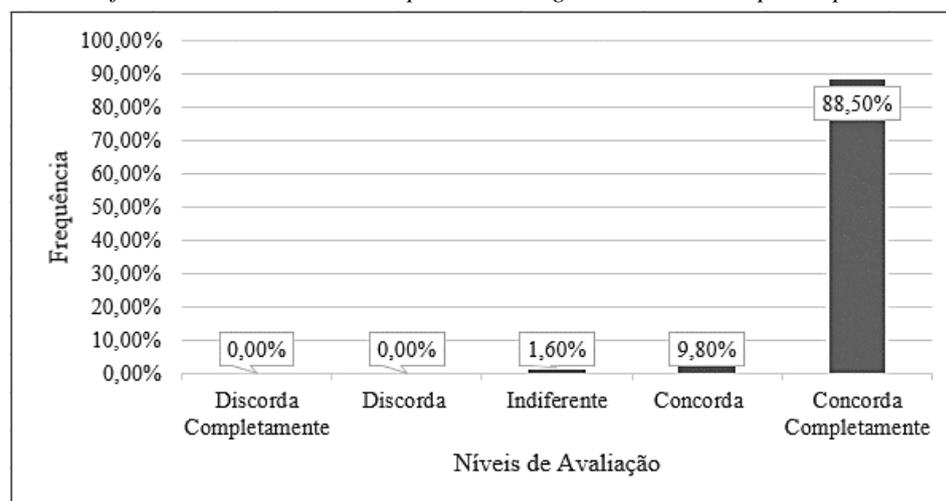
Gráfico 24 - Consumidores: Conhecimento sobre a PNRS



Fonte: O Autor (2018)

Posteriormente, os respondentes foram questionados sobre a importância de empresas privadas se preocuparem com a gestão de resíduos sólidos em seus processos, as respostas mostraram que a maioria (98,3%) concorda com essa afirmativa, como pode ser visualizado no Gráfico 25.

Gráfico 25 - Consumidores: Importância da gestão de resíduos por empresas



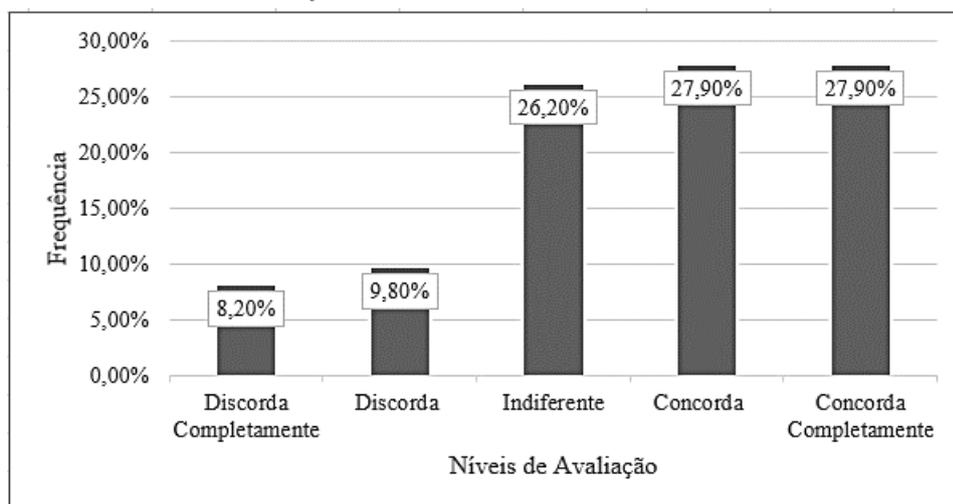
Fonte: O Autor (2018)

Apesar disso, 77,1% deles afirmaram que nunca ou dificilmente buscam informações sobre as ações em gestão de resíduos sólidos pelas empresas que produzem os produtos que eles frequentemente adquirem. Majoritariamente afirmaram (75,4%), também, que estas ações

não influenciam na hora da compra, pois eles nunca ou dificilmente pesquisam sobre estas ações antes de comprar um produto.

Por outro lado, mais de 50% dos respondentes dizem que pagariam mais caro por um produto oriundo de uma empresa que gere seus resíduos sólidos como parte dos seus processos produtivo, como demonstrado no Gráfico 26.

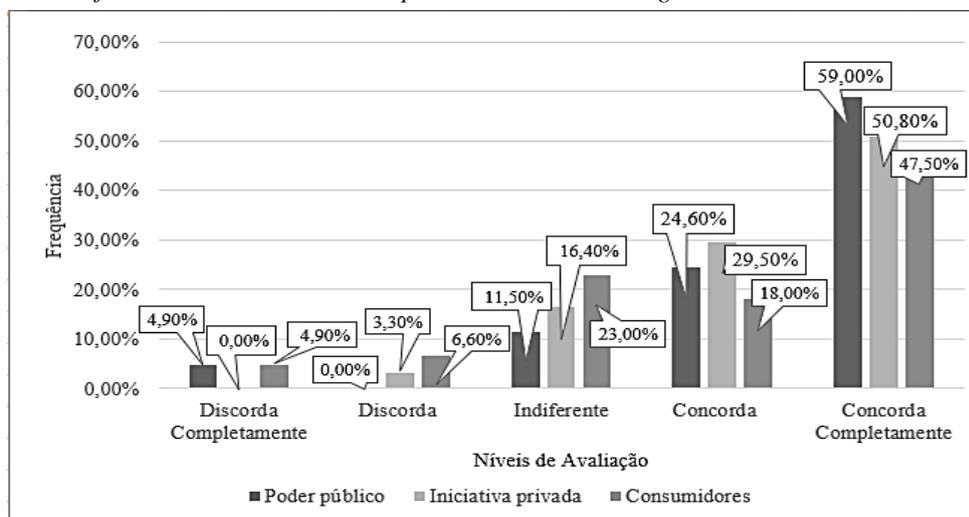
Gráfico 26 - Consumidores: Custo extra



Fonte: O Autor (2018)

Em relação à responsabilidade dos elos da cadeia sobre gestão de resíduos sólidos, 83,6%, 80,3% e 65,5% acreditam que o poder público, a iniciativa privada e os consumidores são corresponsáveis, respectivamente. Como destacado no Gráfico 27.

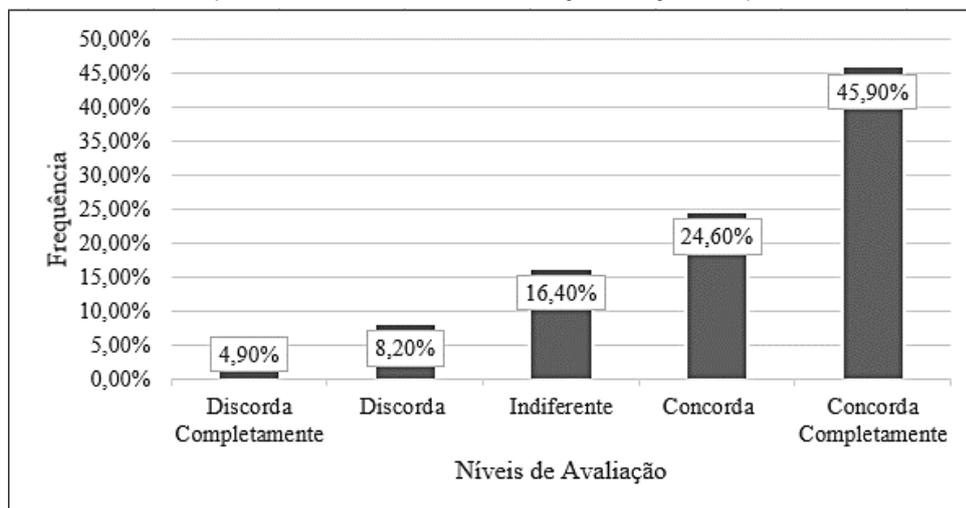
Gráfico 27 - Consumidores: Responsabilidades sobre a gestão de resíduos sólidos



Fonte: O Autor (2018)

Os consumidores foram questionados sobre a sua disposição para realizar ações junto ao poder público e a iniciativa privada para gerenciar resíduos sólidos, as respostas do Gráfico 28 indicam que a maioria (70,5%) dos respondentes afirmou estar disposto.

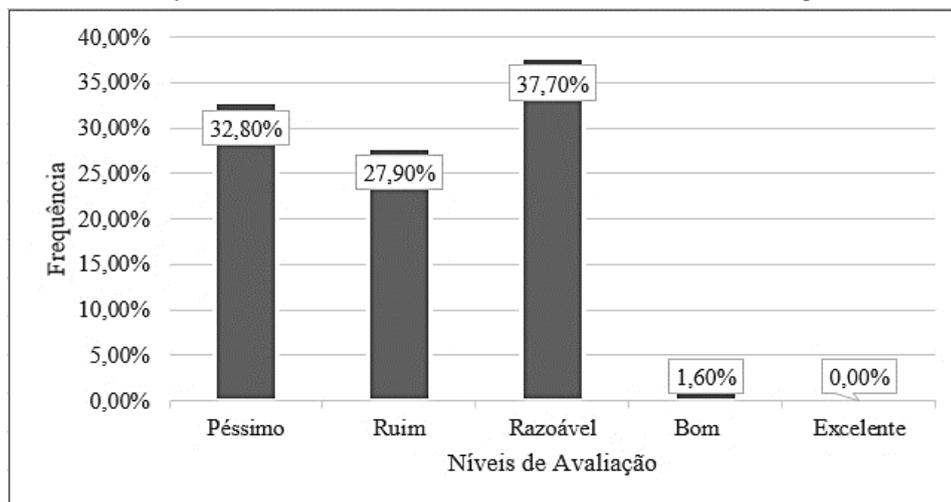
Gráfico 28 - Consumidores: Realização de ações conjuntas



Fonte: O Autor (2018)

Por fim, a maioria (86,9%) afirmou não perceberem ações de gestão dos resíduos sólidos por parte do poder público. Por este dentre outros fatos, a maioria avaliou como razoável ou insatisfatória a gestão atualmente praticada, como pode ser verificado no Gráfico 29.

Gráfico 29 - Consumidores: Gestão de resíduos no seu município



Fonte: O Autor (2018)

3.3 Discussão dos resultados e síntese conclusiva

Em relação a aplicação do questionário (Apêndice A), o tamanho da amostra conseguido com as respostas foi pequeno e por isso não se pretende fazer afirmações sobre a população, apenas levantar indícios acerca das percepções dos respondentes que contextualizem esta pesquisa.

Os dados coletados dos representantes do poder público indicaram que há pouco conhecimento acerca da PNRS, como eles mesmos afirmaram. A maioria dos respondentes concordou que a sociedade e a iniciativa privada são corresponsáveis pela gestão dos resíduos sólidos e, assim, as instituições públicas estariam dispostas a trabalhar conjuntamente com sociedade e as empresas nesta gestão.

Contudo, ao serem questionados quanto às ações conjuntas locais, a maioria respondeu que apenas a sociedade é envolvida, não havendo, portanto, contato com a iniciativa privada. Apesar desta distorção, os respondentes acreditam que a gestão de resíduos sólidos está satisfatória e que a PNRS está sendo bem implementada no município. Isto pode ocorrer pela falta de compreensão sobre as responsabilidades de todos os *stakeholders* sobre a destinação correta dos resíduos, concentrando-se a sua atenção apenas na coleta tradicional de lixo do município.

Na iniciativa privada, para os respondentes da indústria, os dados indicam que a maioria concorda sobre a importância de empresas privadas se preocuparem com a gestão de resíduos sólidos em seus processos, embora considerem seu conhecimento sobre a PNRS insatisfatório.

Eles consideram, também, que tanto o poder público quanto os consumidores são corresponsáveis por esta gestão. Ademais, os dados sugerem a disponibilidade das empresas em participar de ações conjuntas para gerir os resíduos sólidos. Contudo, eles afirmam que o poder público não busca contatar as empresas para agir conjuntamente.

Outro dado relevante é a falta da percepção por parte de todos os respondentes sobre ações do poder público na gestão de resíduos sólidos onde a empresa se localiza. Isto pode ser causado justamente pela falta de engajamento entre estes, como afirmado também pelo poder público.

Por sua vez, a análise das respostas dos representantes do comércio e/ou serviços indicou que a maioria deles tinha conhecimento sobre a PNRS antes de responder ao questionário. Essa maioria considera importante que as empresas privadas se preocupem com

a gestão de resíduos sólidos em seus processos, porém avaliaram a sua gestão atual como insatisfatória.

Os dados sugerem, também, que eles consideram tanto os consumidores quanto o poder público como corresponsáveis pela gestão de resíduos sólidos. No entanto, eles afirmam não perceberem ações do poder público. Além disso, as empresas afirmaram que não são contatadas pelo poder público para desenvolver ações conjuntas, embora a maioria delas esteja, aparentemente, disposta a desenvolvê-las.

Assim, pode-se perceber que os dois elos pesquisados da iniciativa privada, convergem nos seguintes pontos: a importância da preocupação da empresa privada pela gestão dos resíduos sólidos em seu processo; as ações do poder público para gestão de resíduos sólidos no município não são satisfatórias; o poder público não contata suas empresas para agirem conjuntamente; e, por fim, afirmam estarem dispostos a participar de ações conjuntas com os demais *stakeholders* visando a gestão de resíduos sólidos.

No tocante as divergências, os representantes da indústria afirmaram ter um conhecimento limitado acerca da PNRS, enquanto os do comércio/serviços afirmaram ter um conhecimento considerável. O mesmo aconteceu para a gestão dos resíduos sólidos por parte da empresa, onde a indústria considerou tal gestão satisfatória, enquanto o comércio/serviço considerou-a insatisfatória.

Neste sentido, os representantes do comércio/serviços se mostraram mais convictos sobre a responsabilidade dos demais *stakeholders* (poder público e consumidores) no processo de gestão dos resíduos sólidos do que aqueles da indústria. Isto pode ser justificado pelo maior conhecimento sobre a PNRS afirmado pelos respondentes do comércio/serviços.

Por fim, em relação aos consumidores, embora considerem importante a gestão de resíduos sólidos por parte das empresas privadas, a maioria deles afirmou não procurar por informações relativas a estas ações antes de realizar uma compra. Isto pode refletir uma possível falta de conhecimento ou conscientização sobre a responsabilidade da sociedade na gestão dos resíduos sólidos, sobre o conceito de sustentabilidade e consumo consciente.

Isto pode apontar, também, que a baixa renda individual pode influenciar mais do que o nível educacional neste comportamento. Além disso, eles mesmos afirmaram ter um nível limitado de conhecimento sobre a PNRS.

Por outro lado, afirmam que poderiam pagar mais caro por produtos oriundos de empresas que realizem ações de gestão dos resíduos, ou seja, ambientalmente responsáveis. Isto demonstra uma possível discrepância entre o que eles consideram certo do que realmente praticam no seu dia-a-dia. O que pode ser corroborado pela baixa convicção sobre a

responsabilidade dos consumidores na gestão dos resíduos quando comparada ao poder público e as empresas privadas.

Além disso, assim como na iniciativa privada, eles não percebem ações do poder público sobre a gestão dos resíduos sólidos, considerando-a de razoável a insatisfatória. Neste caso, é provável uma percepção muito associada a coleta tradicional do lixo, assim como aparentemente ocorreu nos demais elos.

É válido destacar aqui que de forma geral as respostas coletadas sugestionam um conhecimento fraco dos respondentes sobre a PNRS, o que pode indicar uma falta de ações educativas nos segmentos avaliados por esta pesquisa, para desenvolver a conscientização necessária nos mesmos.

Outro ponto importante é que os dados sugerem que tanto os consumidores, a iniciativa privada e o poder público, consideram-se uns aos outros, simultaneamente, como responsáveis pela gestão de resíduos sólidos, o que pode indicar um passo importante na implementação do conceito da responsabilidade compartilhada.

Além disso, todos os elos avaliados denotam estarem disponíveis para realização de ações conjuntas com o intuito de gerir adequadamente os resíduos sólidos, destacando a importância da comunicação entre as partes responsáveis para agir conjuntamente.

Desta feita, os resultados reiteram a importância do presente estudo, reforçando a necessidade de sua exploração.

4 MODELO PROPOSTO

Neste capítulo será proposto o modelo de negociação integrativa para a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto instituída na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A responsabilidade compartilhada estabelece a cooperação entre diferentes segmentos da sociedade com o intuito de gerenciar adequadamente e de forma integrada os resíduos sólidos, através de ações da logística reversa.

Contudo, tais segmentos parecem demonstrar dificuldade para definição de suas responsabilidades, seja por ter um conhecimento limitado ou até mesmo por falta dos devidos incentivos, como foi demonstrado através da aplicação do questionário. Assim, o modelo proposto teve o intuito de ser uma abordagem que auxilie tais segmentos a definirem suas responsabilidades para que a gestão dos resíduos seja realizada com base nos requisitos da PNRS e que traga os benefícios nela assinalados.

4.1 Pressupostos do modelo

Para o desenvolvimento do modelo quatro pressupostos foram considerados:

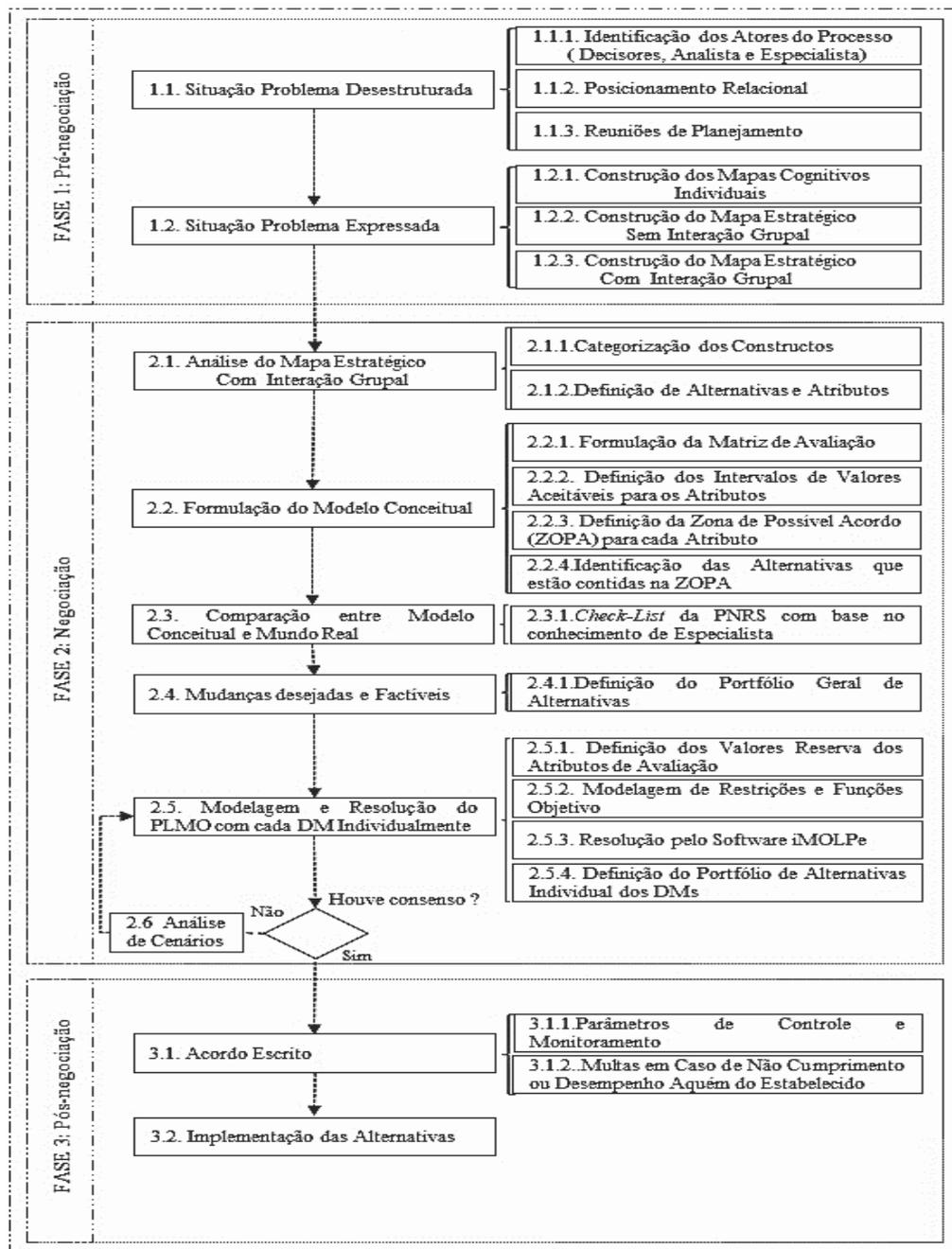
- **1º Pressuposto – Quanto ao escopo:** Considerando o escopo da LEI N° 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o modelo foi pautado aos resíduos sólidos que estão enquadrados na PNRS, excetuando-se os resíduos classificados como perigosos que contam com legislação específica;
- **2º Pressuposto – Quanto à capacidade de processamento:** Considerando à capacidade de processamento do *software* Interactive Multi-Objective Linear Programming explorer (iMOLPe) que foi utilizado como ferramenta no modelo, a modelagem matemática do problema limitou-se a, no máximo, 6 funções objetivo, 100 variáveis de decisão e 100 restrições funcionais;
- **3º Pressuposto – Quanto à quantidade de decisores:** A quantidade de decisores (DMs) foi de, no mínimo, 3 DMs, para que se considerem, pelo menos, um DM representante do poder público, um DM representante da iniciativa privada e um DM representante dos consumidores;
- **4º Pressuposto – Quanto aos resultados:** Os resultados advindos da aplicação do modelo para determinados grupos de negociadores não se estenderão obrigatoriamente aos demais grupos de negociadores, mesmo que eles façam parte do mesmo elo da

cadeia de suprimentos, devendo o modelo ser reaplicado tantas vezes for necessário, considerando as particularidades de cada grupo.

4.2 Fases do modelo

Com vistas a facilitar o entendimento do modelo proposto, as fases e subfases foram representadas de forma ilustrativa no Fluxograma 2.

Fluxograma 2 - Modelo proposto



4.2.1 FASE 1 – Pré-Negociação

Nesta fase, todos os elementos que caracterizam a situação problema tratada devem ser estruturados. Para esta fase e na fase de negociação, dois métodos de estruturação de problemas (MEP) foram utilizados conjuntamente, considerando algumas adaptações, o *Soft Systems Methodology* (SSM) e o *Strategic Options Development and Analysis* (SODA).

A fase 1 contou com duas subfases: Situação Problema Desestruturada e a Situação Problema Expressada.

4.2.1.1 Subfase 1.1 - Situação Problema Desestruturada

Nesta subfase a identificação dos atores do processo de negociação deve ser feita. Basicamente, eles são: Representantes dos Decisores (DMs), o analista e o especialista.

Os representantes dos Decisores (DMs), que são citados na PNRS como responsáveis pela gestão integrada do ciclo de vida do produto.

O analista, que facilita todo o processo de negociação podendo também ser chamado de mediador.

O Especialista, um advogado especializado em legislação ambiental, que tem fundamental importância nesse modelo. Haja vista que seu conhecimento é utilizado na confecção de um *Check-List* de requisitos que as alternativas geradas pelo modelo precisarão obrigatoriamente cumprir para estarem de acordo com a PNRS.

Por conseguinte, dá-se início a identificação do posicionamento relacional de todos os DMs, com base em trocas de informações, verificando se a postura dos DMs é competitiva ou cooperativa. Fazem-se, então, as reuniões de esclarecimento.

Para os casos em que a postura competitiva dos DMs seja identificada, as reuniões de esclarecimento devem ter um enfoque conscientizador dos DMs sobre a necessidade de uma postura colaborativa entre eles. Reforçando as motivações para a proposição do modelo (PNRS, sustentabilidade, etc.) e o entendimento do panorama geral da situação problema a ser tratada com participação de todos os DMs.

Para os casos em que a postura cooperativa seja verificada, reforça-se a necessidade dessa postura e finaliza-se com o entendimento da situação problema através das reuniões de planejamento.

4.2.1.2 Subfase 1.2 - Situação Problema Expressada

Na subfase 1.2 constroem-se juntamente com os DMs os mapas cognitivos individuais, o mapa estratégico sem interação grupal e, por fim, o mapa estratégico com interação grupal.

Esta etapa pode ser feita com o auxílio do *Software Decision Explorer Application* versão 1.4/2002 *trial*, desenvolvido por *Banxia Software*. Finalizada a fase 1, parte-se, então, para a próxima fase do processo de negociação.

4.2.2 FASE 2 – Negociação

A fase 2 tem o intuito de modelar e realizar todo o processo de negociação ao qual esse estudo se propôs. Ela tem seis subfases que são: 2.1. Análise do Mapa Estratégico com Interação Grupal, 2.2. Formulação do Modelo Conceitual, 2.3. Comparação entre o Modelo Conceitual e o Mundo Real, 2.4. Mudanças Desejáveis e Factíveis, 2.5. Modelagem e Resolução do PLMO com cada DM Individualmente e 2.6. Análise de Cenários.

4.2.2.1 Subfase 2.1 – Análise do mapa estratégico com interação grupal

Na subfase 2.1 faz-se inicialmente a categorização dos constructos através dos cálculos e classificações em caudas, cabeças, opções estratégicas, implosões, explosões e dominantes (ver secção 2.3.1.2).

Dos constructos categorizados como opções estratégicas e explosões resultarão as alternativas e os atributos de avaliação, respectivamente.

Isto porque os constructos tipo opções estratégicas são meios para se atingirem os objetivos do problema e as explosões são constructos que representam causas, afetando vários outros constructos e áreas do mapa, e sob as quais podem ser analisadas as alternativas levantadas. Os demais constructos auxiliarão no entendimento e modelagem posterior do problema.

4.2.2.2 Subfase 2.2 – Formulação do Modelo Conceitual

Nesta subfase montam-se as matrizes de avaliação com alternativas, atributos e as avaliações de cada alternativa para cada atributo.

Determinados atributos poderão ser avaliados observando valores já praticados ou valores de mercado, por exemplo, atributos como “Custo de manutenção”. Os demais atributos podem ser avaliados por escala qualitativa. Para estes atributos as avaliações das alternativas deverão ser definidas conjuntamente por todos os DMs, auxiliados pelo analista. Por exemplo, atributos como “Qualidade Percebida”. Para a avaliação conjunta cada DM assinala uma avaliação parcial de acordo com sua percepção. Deve-se, então, verificar se estas convergem. Se convergirem para a mesma avaliação, esta será formalizada na matriz de avaliação. Em caso de divergência entre os DMs quanto a estas avaliações, os mesmos

deverão negociar uns com os outros as avaliações finais, de forma que os valores definidos beneficiem e satisfaçam a todos. O analista deverá ficar atento aos possíveis indícios sobre os *tradeoffs* dos decisores.

Por conseguinte, os DMs serão questionados pelo analista sobre intervalos de valores aceitáveis para os atributos de avaliação, o pior e o melhor valor.

Os DMs devem ser os mais realistas possíveis nesse momento, pois esse é um procedimento crucial para o desdobrar de todo processo de negociação.

De posse desses intervalos, o analista tentará identificar, então, as Zonas de Possível Acordo (ZOPA) para os valores expressados por cada DM para cada atributo considerado na análise.

Para os casos em que não haja ZOPA para os atributos, o analista recomendará aos DMs uma revisão desses valores, tomando por base a estratégia de *tradeoffs*. Na qual o analista verifica em quais atributos os DMs estão dispostos a terem uma piora/melhora no valor, ampliando ou restringindo seus intervalos, compensados por uma piora/melhora em outros atributos que lhes garantam igual satisfação como nos intervalos iniciais.

Assim, definidas as ZOPA para cada atributo de avaliação, será iniciado um processo de análise para verificar quais alternativas estão contidas na ZOPA.

- $a_i S_j$: avaliação da alternativa i para o atributo j ($i = 0, 1, \dots, m$ e $j = 0, 1, \dots, n$), para “ m ” alternativas e “ n ” atributos;
- $ZOPA_{pj}$: o menor valor do intervalo ZOPA para o atributo j ;
- $ZOPA_{mj}$: o maior valor do intervalo ZOPA para o atributo j ;

A alternativa a_i estará contida na ZOPA se e somente se $ZOPA_{pj} \leq a_i S_j \leq ZOPA_{mj}$.

Para casos em que não haja alternativas contidas na ZOPA, o analista poderá revisar juntamente com os DMs os intervalos da ZOPA. Ou, para casos extremos, em que não se consiga esta revisão, poderá ser reiniciado o processo de geração de alternativas e atributos na subfase 1.2. Até que se chegue a um portfólio de alternativas que contemple as preferências de todos os DMs simultaneamente.

4.2.2.3 Subfase 2.3 - Comparação entre o Modelo Conceitual e o Mundo Real

Nesta subfase o conhecimento do especialista é requerido. O profissional que agregará conhecimento ao processo de negociação é especialista em legislação ambiental, com amplo conhecimento sobre a LEI Nº 12.305/2010 que institui a PNRS.

Do especialista requer-se a elaboração de um *Check-List* sobre os pressupostos mandatários que as alternativas geradas no processo têm obrigatoriedade de atender para serem consideradas em conformidade com a lei. Este *Check-List* para o modelo proposto representa o mundo real. A partir disso, inicia-se, então, um processo de refinamento das alternativas, avaliando-as de acordo com os pressupostos do *Check-List*. Para o *Check-List* considerar o Apêndice C.

4.2.2.4 Subfase 2.4 - Mudanças Desejáveis e Factíveis

Na subfase 2.4 as alternativas que atenderem a todos os pressupostos do *Check-List* comporão o portfólio geral de alternativas. Para os casos em que as alternativas não atendam a tais pressupostos, o analista levantará discussões com os DMs, auxiliados pelo especialista, sobre como aquelas alternativas poderiam ser modificadas para atender ao *Check-list*. Para não influenciar consideravelmente nas suas avaliações iniciais de forma a não comprometer o processo até aqui.

Caso não haja essa possibilidade, tais alternativas são descartadas e permanecerão, apenas, aquelas que se enquadrem em todo o processo.

4.2.2.5 Subfase 2.5 - Modelagem e Resolução do PLMO com cada DM Individualmente

Esta subfase tem o intuito de definir a partir do portfólio geral de alternativas formulado na subfase 2.4, quais alternativas vão compor os portfólios individuais de cada DM sob sua responsabilidade de execução.

Isto é feito, porque o intuito do presente estudo é colocar em prática o conceito de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto. Para tanto, esse estudo utilizará a Programação Linear Multiobjetivo (PLMO).

Neste sentido, o analista dá início a modelagem PLMO individualmente com cada DM, através da definição dos valores reserva para cada atributo de avaliação. Salienta-se que este processo de definição com os DMs deve ser individual e sigiloso, não devendo ser divulgado com os demais, para que as informações de cada um sejam protegidas e se garanta, assim, a idoneidade do processo.

Os valores reserva são utilizados para modelagem de restrições e funções objetivo dos PLMO de cada DM.

Para a composição das restrições do problema, foram consideradas restrições de investimento (R_i): nas quais os DMs apresentam como valor-reserva o limite máximo de

capital que tem disponibilidade e/ou estão dispostos a investir para a implementação das alternativas em questão. Essa restrição está expressa pela Equação 4.1.

$$\sum_1^n a_n \leq Ri \quad \forall n = 1, 2, \dots, \infty \quad (4.1)$$

Foram consideradas, também, restrições temporais (Rt): nas quais os DMs apresentam como valor-reserva o limite máximo de tempo que tem disponibilidade em um período para a implementação das alternativas. Essa restrição está expressa pela Equação 4.2.

$$\sum_1^n a_n \leq Rt \quad \forall n = 1, 2, \dots, \infty \quad (4.2)$$

Restrições de alternativas obrigatórias: quando determinada alternativa (a_n) deve ser obrigatoriamente selecionada para o portfólio. Essa restrição está expressa pela Equação 4.3.

$$a_n = 1 \quad \forall n = 1, 2, \dots, \infty \quad (4.3)$$

Restrições de limite de seleção de alternativa por categoria (Lc): quando o DM determinar uma quantidade máxima (\leq) ou quantidade mínima (\geq) de alternativas (a_n) de uma determinada categoria (c).

Esta restrição está expressa pelas Equações 4.4 e 4.5 respectivamente. Para os casos em que se tenham m decisores, as categorias que não tenham pelo menos m alternativas não receberão esse tipo de restrição.

$$\sum_1^n a_n \leq Lc \quad \forall n = 1, 2, \dots, \infty \quad (4.4)$$

$$\sum_1^n a_n \geq Lc \quad \forall n = 1, 2, \dots, \infty \quad (4.5)$$

Restrições de condição de seleção de alternativa: impõe a condição de valor zero (0) para alternativas que não forem selecionadas e um (1) para alternativas que forem selecionadas expressas pela Equação 4.6.

$$\sum_1^n a_n \in [0,1] \quad \forall n = 1, 2, \dots, \infty \quad (4.6)$$

Estes PLMO podem ser resolvidos com o auxílio do software *Interactive Multi-Objective Linear Programming Explorer* (iMOLPe), disponível para download gratuito no site do Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores de Coimbra (INESC Coimbra).

Dentre os métodos apresentados (Secção 3.4), optou-se por utilizar o *Pareto Race* pois ele questiona e projeta as preferências dos DMs dentro de uma região de soluções não dominadas.

Além disso, outro fator é que o *Pareto Race* não exige dos DMs a aptidão para o estabelecimento de pesos para os atributos considerados na avaliação. Este fator é importante pois, como o modelo lidará com diversos DMs e os mesmos poderão apresentar níveis de instrução diferentes, o conceito de pesos pode não ser tão intuitivamente entendido por eles.

Todavia, apesar de não definir pesos, o DM deve indicar as funções objetivo (F.O.) relacionadas aos atributos da modelagem PLMO, aquela que deve ser priorizada primeiro e quais valores de referência que se deseja atingir nela.

Para os casos que o DM seja indiferente sobre qual F.O deva ser priorizada, o DM poderá requisitar que a resolução continue e o próprio algoritmo do *Pareto Race* definirá qual F.O. melhorar primeiro.

A resolução dos PLMO de cada DM resulta em portfólios de alternativas sob sua responsabilidade de execução. Todavia, pode haver alternativas que eventualmente mais de um decisor possa executar. Isto poderia trazer problemas para o processo de negociação, pois possibilitaria insatisfações nos decisores em relação a posturas oportunistas. Logo, para que se evitem estas posturas, as alternativas devem ser atribuídas para a responsabilidade de apenas um decisor. Para tanto, elas podem ser subdivididas ou consideradas diretamente na etapa de acordo, sendo seu compartilhamento inserido no acordo escrito.

4.2.2.6 Subfase 2.6 – Análise de Cenários

Esta análise será realizada quando os DMs não chegarem ao consenso no momento da consolidação dos portfólios individuais na fase 2.5.

Para o caso das alternativas que constam em mais de um portfólio, a análise de cenários é importante pois permitirá ao analista verificar alternativas instáveis, ou seja, aquelas alternativas que estão muito próximas dos limites no espaço de soluções e que podem ser selecionadas em mais de um portfólio simultaneamente. Além disso, é importante, também, para aquelas alternativas que não foram selecionadas inicialmente, pois poderão ter sua entrada negociada.

Esta análise deve ser realizada variando os valores dos limites das restrições referentes aos atributos em $\pm 5\%$, $\pm 10\%$ e $\pm 15\%$ e os modelos devem ser novamente resolvidos no *software* iMOLPe. Com os resultados, o analista deve verificar quais são as alternativas instáveis e para quais valores das restrições isso ocorreu.

De posse dessas informações, o analista deve avaliar os resultados e negociar com os decisores a revisão sobre o alargamento ou estreitamento das restrições dos atributos, até que se possa chegar ao consenso sobre o estabelecimento dos portfólios individuais. Para tanto, o analista poderá utilizar, também, os indícios dos *tradeoffs* que possam ter sido percebidos na subfase 2.2. Em situações extremas em que o consenso não seja alcançado, deve-se reiniciar a subfase 2.5.

Optou-se por essa abordagem para analisar os cenários uma vez que no método *Pareto Race*, os DMs não assinalam valores para os pesos dos atributos. Ademais, esta abordagem pode minimizar a necessidade de revisão destes parâmetros em etapas anteriores.

Por fim, quando o consenso é alcançado e é feita a definição dos portfólios individuais chega-se a fase final.

4.2.3 FASE 3 – Pós-negociação

A última fase tem o intuito de formalizar o acordo final entre os DMs definindo suas responsabilidades individuais para a gestão integrada e compartilhada do ciclo de vida do produto. Essa fase é composta por duas subfases: 3.1. Acordo Escrito e 3.2. Implementação das Alternativas.

4.2.3.1 Subfase 3.1 - Acordo Escrito

Nesta subfase as responsabilidades pela implementação das alternativas definidas nos portfólios de cada DM são expressadas através de acordo escrito, que viabiliza o acordo setorial proposto na PNRs.

Deverão constar nesse acordo também, os parâmetros de controle, as formas de monitoramento e o estabelecimento de multas caso alguma das partes não cumpra ou tenham um desempenho aquém do devido.

4.2.3.2 Subfase 3.2 - Implementação das alternativas

Por fim, tem-se a Implementação das alternativas, onde se deve partir para a ação. Para tanto, prazos devem ser estabelecidos.

4.3 Considerações sobre o modelo proposto

O modelo proposto neste estudo apresenta algumas contribuições em relação aos modelos de negociação avaliados para sua consecução.

Inicialmente, na fase de **pré-negociação** os modelos na literatura utilizaram apenas o SODA como ferramenta de exploração e compreensão do contexto estudado. Contudo, o modelo de negociação proposto neste estudo utiliza dois métodos combinados: o SSM e o SODA. Para tanto, baseou-se nos trabalhos de Georgiou (2012) e Marttunen et al. (2017) que consideraram a complementaridade estrutural evidente entre as transformações tratadas pelo SSM e os construtos bipolares do SODA. Tais autores discutiram o enriquecimento que um método fornece ao outro.

Georgiou (2012) discutiu, também, que o SODA trata as transformações existentes do SSM através do mapeamento cognitivo, para que suas relações sejam explicitamente levadas em consideração. Isto permite, no mínimo, que os DMs tomem uma decisão mais embasada sobre quando e quais transformações devem ser tratadas como prioridade. Marttunen et al. (2017) corroboraram com esta discussão ampliando-a sob a ótica de como a complementaridade estrutural do SODA e SSM é válida em contextos onde se consideram múltiplos critérios.

No modelo proposto, as ferramentas básicas do SSM (figuras ricas, modelo CATWOE e definições-raízes) deram lugar ao SODA e sua ferramenta básica que é o mapa cognitivo. Além disso, uma abordagem para analisar os mapas cognitivos baseada nas conexões que os constructos do mapa apresentam foi proposta. Ela permite que se avaliem as relações que um constructo tem sobre o outro e sobre a forma como eles afetam diferentes áreas do mapa cognitivo. Este tipo de abordagem não foi verificado em outros modelos analisados na literatura, tão pouco aplicados ao contexto estudado aqui.

Esta adaptação é coerente pois, Sorensen & Vidal (2008) argumentaram que o SSM é um clássico exemplo de uma abordagem *soft* que tem em sua metodologia um processo cíclico de aprendizagem. Todavia, estes autores afirmaram que a forma de trabalhar com as percepções dos indivíduos através das figuras ricas e sua descrição sistemática através das definições-raízes, podem ser um tanto quanto difíceis para muitos indivíduos.

Outrossim, um olhar mais atento sobre o processo de elaboração das definições-raízes, advindas das figuras ricas no SSM, e da elaboração dos mapas cognitivos no processo de interação do SODA, podem revelar uma similaridade considerável. Uma vez que no SSM as definições-raízes são baseadas em torno de três elementos: 1. O que o sistema faz? (a saída

que produz através de sua transformação); 2. Como o sistema faz? (meios que ele usa); e 3. Porque o sistema faz isso? (contribuição do sistema para o sistema mais amplo). No SODA, por meio do processo interativo para a construção dos mapas cognitivos os DMs são questionados sobre estes mesmos elementos que baseiam as definições-raízes do SSM, permitindo, assim, a elaboração dos constructos e suas relações no mapa cognitivo resultante de forma objetiva.

Desta forma, a substituição das ferramentas do SSM pelo SODA não compromete o processo cíclico de aprendizagem que é característica fundamental do SSM, apenas facilita tal processo, minimizando as possíveis inconsistências.

Ademais, na fase de **negociação**, a forma elencada para analisar os mapas cognitivos resultantes da dinâmica do SODA (que pode ser verificada na secção 3.3.1.2) permite que se responda eficientemente a dificuldade que tanto o SODA quanto o SSM parecem apresentar para definição de atributos de avaliação. Esta dificuldade é evidenciada, também, no estudo de Marttunen et al. (2017). Nos estudos avaliados, geralmente os atributos são propostos pelo analista/mediador com base em sua própria avaliação do mapa. Todavia, a abordagem da secção 2.3.1.2 para identificar atributos e alternativas não foi explorada na literatura avaliada.

Na subfase 2.2, a avaliação conjunta das alternativas para determinados atributos através de escala qualitativa merece destaque. Apesar desta avaliação conferir ao processo de negociação maior complexidade, ela oportunizará os DMs perceberem os reais interesses uns dos outros, sem se valer das posições que ocupam. Esta complexidade é justificada, também, para o contexto de responsabilidade compartilhada porque tem-se a questão da cooperação entre os DMs para buscar ganhos conjuntos. Isto é útil no caso em que o analista precise negociar com os DMs a revisão dos parâmetros.

Neste sentido, a escala utilizada para avaliação das alternativas para os atributos é de grande importância, pois ela deverá ser capaz de captar realmente a opinião dos decisores. Desta forma, deve-se verificar se tanto o *range* utilizado na escala, quanto a sua descrição são adequados aos decisores e se possibilitam o consenso.

Na subfase 2.6, a análise de cenários se mostra importante para a negociação. Pois, identificar as alternativas instáveis e os valores para os quais a coincidência das alternativas em mais de um portfólio ocorre, dará ao analista o suporte para trabalhar junto aos DMs os *tradeoffs* de forma que essas alternativas não coincidam mais. Respeitando as preferências dos decisores e satisfazendo a todos. Ademais, esta análise é importante, também, pois as

alternativas que não tenham sido selecionadas e/ou outras alternativas duplicadas, podem ter sua entrada e/ou troca negociadas como forma de compensação das preferências dos DMs.

Doravante, optou-se pela PLMO, em detrimento dos métodos de apoio à decisão multicritério, porque estes lidam com problemas nos quais muitas vezes o espaço de soluções é discreto, pré-determinado e finito. Enquanto que nos métodos PLMO, o espaço de soluções viáveis podem não ser explicitamente conhecido, mesmo que, geralmente, sejam representadas por suas restrições.

A utilização do PLMO em modelos de negociação não foi ainda expressivamente explorada na literatura. Isto foi percebido, também, para a literatura acerca da LR e da PNRS, mais especificamente para a que trata sobre responsabilidade compartilhada. Desta forma, ao utilizar um método de resolução PLMO, o *Pareto Race*, apresentando uma perspectiva diferente para avaliar os *tradeoffs* dos DMs, sem necessariamente requerer deles a aptidão para quantificá-los, o modelo proposto contribui para a resolução do problema de pesquisa proposto, bem como para a literatura.

Assim, o modelo proposto é tido como uma abordagem para lidar com as lacunas encontradas na literatura, respondendo as oportunidades de pesquisa levantadas.

5 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo um estudo de caso foi conduzido para demonstrar a aplicabilidade do modelo proposto e seus resultados foram relatados. No final do capítulo algumas discussões acerca dos resultados foram apresentadas.

5.1 Descrição do estudo de caso

O estudo de caso foi conduzido na empresa X, nome fictício, que desenvolve atividades na indústria de bebidas alcoólicas com foco na produção e comercialização de cerveja artesanal em cidades do interior de Pernambuco e Paraíba, além de eventos de cerveja artesanal que ocorrem no país. Esta empresa possui a sede da fábrica em Recife (PE) e uma filial e loja em Caruaru (PE), além de uma loja em João Pessoa (PB).

A filial, que serviu como base para esse estudo, tem em seu quadro de funcionários uma média 55 colaboradores, sendo considerada de pequeno porte, alocados em departamentos como Pesquisa & Desenvolvimento (P&D), Produção, Marketing, Vendas e Logística.

A empresa X se disponibilizou para o presente estudo após tomar conhecimento da pesquisa realizada através do questionário eletrônico do Apêndice A, que foi previamente enviado ao *e-mail* da empresa. O gestor da empresa contactou o discente afirmando que gostaria de contribuir com a pesquisa não apenas respondendo ao questionário, mas se colocando a disposição para ser estudo de caso.

Uma reunião inicial foi realizada via vídeo chamada, com o intuito de apresentar para a empresa o objetivo do presente estudo e coletar informações gerais por meio de entrevista informal e desestruturada com o dono da empresa. Prontamente, o dono da empresa, e também gestor, afirmou ter como interesse o projeto de implantar a reutilização de embalagens de cerveja em seu processo produtivo. Estas embalagens enquadram-se no tipo de resíduo sólido sobre os quais a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) lida, o que foi o ponto de partida para o desdobramento da pesquisa.

5.1.1 Processo produtivo

De acordo com as informações coletadas, o processo produtivo das cervejas artesanais é compreendido por 09 etapas, a saber: elaboração da receita, moagem, mostura, filtragem e lavagem, fervura, resfriamento, fermentação, maturação e envase.

A elaboração da receita é a etapa na qual se determina como será o produto final. São definidos os ingredientes básicos e, conseqüentemente, as características da cerveja a ser produzida como a cor, aroma, colarinho, amargor, entre outras.

A moagem é a etapa na qual os grãos são moídos em máquina para que componentes do grão como o amido sejam extraídos, preservando as cascas dos grãos, que serão utilizados mais à frente no processo produtivo.

A mostura é a etapa onde a água é aquecida e adicionam-se os grãos advindos da moagem. A conversão do amido em açúcares ocorre pela atuação de enzimas específicas. Ao final desta etapa é obtido um líquido adocicado denominado de mosto.

A filtragem e lavagem é a etapa que compreende a filtragem com o intuito de separar o mosto do bagaço do malte através da utilização de cascas de malte. O mosto resultante do processo de filtragem é levado ao caldeirão para fervura.

A fervura é a etapa que acontece com o intuito de eliminar bactérias e microrganismos presentes que possam alterar as características definidas para a cerveja.

O resfriamento é etapa em que se resfria o mosto preparando-o para o processo de fermentação.

A fermentação é a etapa na qual ocorre a adição de fermento para a ação das leveduras.

A maturação é a etapa onde equilibram-se os sabores e aromas da cerveja, podendo ser por um período maior (meses, anos) ou menor (dias) a depender do teor alcoólico desejado para a cerveja. Por fim, o envase é a etapa na qual a cerveja é engarrafada. A empresa X trabalha com duas linhas de cerveja:

- Linha A: Maior teor alcoólico (1 mês de maturação);
- Linha B: Menor teor alcoólico (5 dias de maturação).

O dono da empresa X visualiza no curto prazo a reutilização de embalagens de cervejas no seu processo produtivo para a linha A. Com vistas a viabilizar a consecução do estudo, pautar-se-á o mesmo para as atividades de produção e comercialização das cervejas artesanais para a cidade de Caruaru (PE).

5.1.2 Rede de distribuição

A rede de distribuição da empresa consiste em duas extensões: (a) contato direto com o consumidor, que é o caso da comercialização da cerveja em loja própria, localizada junto a sede onde se fabricam as cervejas; (b) contato com atacadistas, onde as cervejas são enviadas

em lotes para centros de distribuição de atacadistas, são separados os pedidos e enviados aos varejistas que tem suas geladeiras de cerveja artesanais abastecidos sendo, por fim, comercializadas para o consumidor final.

A empresa X conta com 01 caminhão próprio de pequeno porte para enviar os pedidos aos seus clientes. Para os casos de demanda sobressalente, pode ainda contar com serviço de transporte terceirizado. A reutilização de embalagens no processo produtivo seria de extrema importância para atender à demanda.

Com a reutilização das embalagens das cervejas da linha A tem-se algumas metas associadas:

- Inicialmente, visa-se uma redução na compra dessas embalagens através do seu retorno para reutilização.
- Uma melhoria na gestão dos estoques, já que para reutilização a integração das operações diretas e reversas são requeridas para que demanda e produção estejam coordenadas.
- Além disso, a redução do inventário das embalagens pertencentes a essa família é subsequente, pois com uma disponibilidade maior das embalagens graças a reutilização, poderá ser diminuída a necessidade de manter muitos desses itens em estoque, obtendo, também, uma redução dos custos relacionados ao mesmo, podendo esse capital ser investido em outros projetos da organização.

Por fim, além do alcance de tais metas é possível que haja, também, os ganhos financeiros atrelados a essas metas.

5.2 Aplicação do modelo

A aplicação do modelo se deu com base no estudo de caso da Empresa X, levantado na secção anterior.

5.2.1 FASE 1 – Pré-negociação

Nessa fase, o apoio do gestor da empresa X foi de fundamental importância para que o modelo pudesse ser aplicado.

5.2.1.1 Subfase 1.1 – Situação problema desestruturada

Inicialmente, o gestor da empresa X auxiliou na identificação dos atores que fariam parte de todo o processo de negociação, entrando em contato com os mesmos via *e-mail* e ligações telefônicas.

Assim, outros 03 DMs foram contatados e concordaram em participar do processo de aplicação do modelo.

Dessa forma, os atores foram: 02 representantes da iniciativa privada, sendo um o gestor da empresa X (DM₁) e o outro o varejista das cervejas da empresa X (DM₂); 1 representante dos consumidores (DM₃), sendo ele um consumidor da cerveja da empresa X que foi identificado pelo varejista da cerveja em seu estabelecimento; e 1 representante do poder público (DM₄), sendo ele um vereador da cidade de Caruaru.

Quanto aos demais atores do processo, tem-se a figura do analista que aqui também é o mediador do processo, representado pelo discente que propôs o modelo; e o especialista, que foi contatado pelo discente, que é um advogado da cidade de Caruaru que é especializado em legislação ambiental.

Doravante, realizou-se uma vídeo-chamada de 30 minutos com todos os atores do processo, simultaneamente, para verificar o posicionamento relacional dos mesmos, trocando informações superficiais e nivelando todos sobre a situação. Ao fim dessa vídeo-chamada concluiu-se que todos os atores tinham uma postura cooperativa. As reuniões de planejamento presenciais foram, então, agendadas.

Na primeira reunião de planejamento presencial, que aconteceu no gabinete do DM₄ e teve duração de 60 minutos, foram discutidos os objetivos do presente estudo, os principais aspectos que caracterizam a situação problema do DM₁, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o conceito de responsabilidade compartilhada e os resultados esperados com esse estudo. Os DMs se mostraram receptivos as ideias apresentadas.

A segunda reunião de planejamento, que também aconteceu no gabinete do DM₄, teve duração de 180 minutos. Nos primeiros 60 minutos rememoraram-se as questões abordadas na primeira reunião com o intuito de incitar o processo participatório dos DMs e suas contribuições.

Os 120 minutos seguintes foram utilizados para construção dos mapas cognitivos que serviram como base no decorrer do processo, que já são pertinentes da subfase 1.2. Destaca-se que o analista apenas contabilizou o tempo de reunião.

A delimitação do tempo das reuniões não seria interessante, haja vista que em um processo de aprendizagem como o presente cada DM tem um tempo diferente para compreender e contribuir com as mais variadas questões que foram abordadas, o que poderia prejudicar o processo como um todo.

5.2.1.2 Subfase 1.2 - Situação Problema Expressada

Para a construção dos mapas cognitivos individuais no *software Decision Explorer*, definiu-se juntamente com o DM₁ o rótulo para o problema, que foi: *Ações Reversas para gerenciar resíduos sólidos baseados nos conceitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)*.

Por conseguinte, o DM₁ foi conduzido a emitir espontaneamente os elementos primários de avaliação (EPA). Os EPAs definidos pelo DM₁ foram: *Custos, Processos, Meio Ambiente e Imagem Corporativa*.

O DM₁ definiu, então, os conceitos associados a cada um dos EPAs definidos. Foram eles: *Minimizar os custos, Melhorar os processos atuais, Diminuir o impacto ao meio ambiente e Melhorar a imagem corporativa*. Sendo estes os polos presentes dos constructos para o DM₁.

Desta feita, o DM₁ foi questionado sobre os polos opostos e expressou que os mesmos, para cada um dos polos presentes apresentados eram, respectivamente: *ter altos custos, manter ineficientes, continuar deteriorando e perder mercado*.

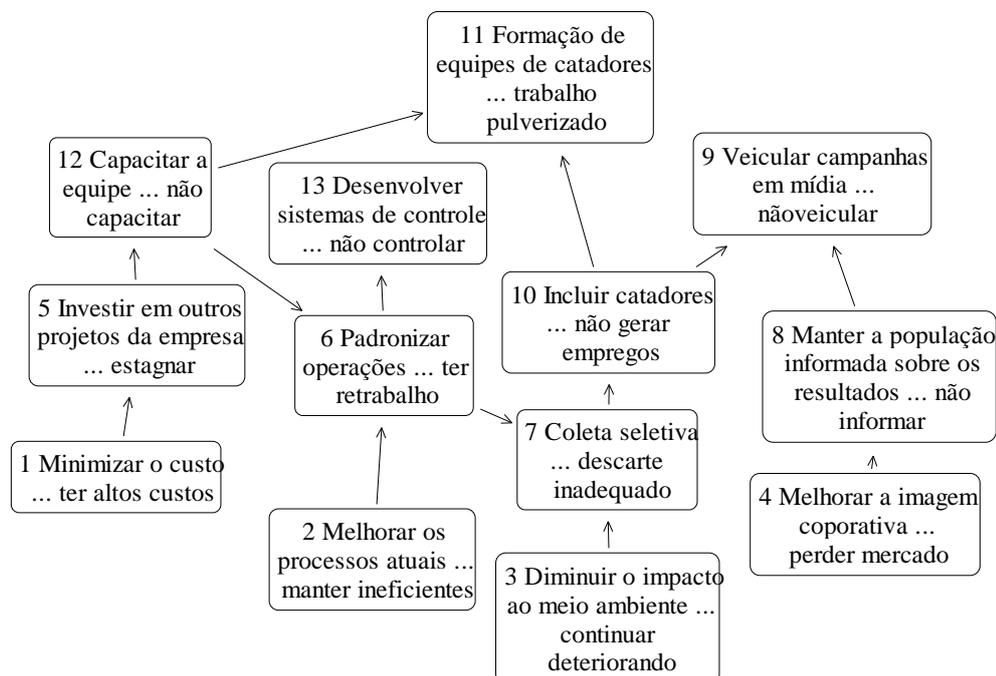
Juntos, polos presentes e opostos teve-se, enfim, os constructos iniciais do mapa cognitivo individual do DM₁ que foram: (a) *Minimizar os custos ... ter altos custos*, (b) *Melhorar os processos atuais ... manter ineficientes*, (c) *Diminuir o impacto ao meio ambiente ... continuar deteriorando* e (d) *Melhorar a imagem corporativa ... perder mercado*. Os (...) significam “ao invés de”.

Para prosseguir com a elaboração do mapa cognitivo individual do DM₁, partindo dos conceitos definidos, o decisor foi arguido sobre os constructos com o intuito de verificar quais os conceitos meios e fins advindos de cada um deles, como por exemplo: perguntou-se ao decisor qual a importância de minimizar o custo.

O DM₁ respondeu que é importante para que se possa ter mais capital livre para investir em outros projetos da empresa. Esta resposta levou a elaboração de um constructo de ordem superior que foi: *Investir em outros projetos da empresa ... estagnar*. Perguntas relativas aos porquês e como seria realizado cada constructo foram feitas ao decisor com o intuito de que o mapa fosse desenvolvido em sua completude.

Por fim, o DM₁ realizou a hierarquização dos constructos através das relações de influência, colocando setas entre eles. O resultado do mapa individual do DM₁ pode ser verificado no Mapa 1.

Mapa 1 - Mapa cognitivo individual - DM1



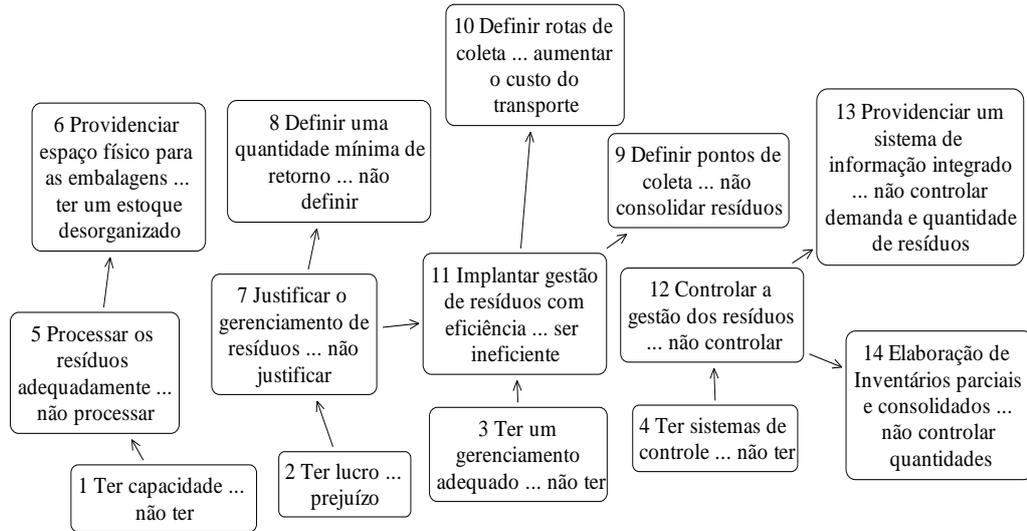
Fonte: O Autor (2018)

O rótulo do problema definido para o DM₁ foi, também, aderido espontaneamente pelos DM₂, DM₃ e DM₄, pois eles concordaram com a sua coerência para o delineamento do problema.

Os EPAs emitidos pelo DM₂ foram: *Capacidade, Lucro, Gerenciamento e Sistemas de Controle*. Já os EPAs emitidos pelo DM₃ foram: *Incentivos, Custo, Qualidade e Facilidade*. Por fim, os EPAs emitidos pelo DM₄ foram: *Inclusão Social, Meio Ambiente e Custo*. A construção do mapa cognitivo individual destes decisores seguiu raciocínio semelhante à do DM₁. Os resultados dos mapas dos DM₂, DM₃ e DM₄ podem ser visualizados nos Figura 2-4, respectivamente.

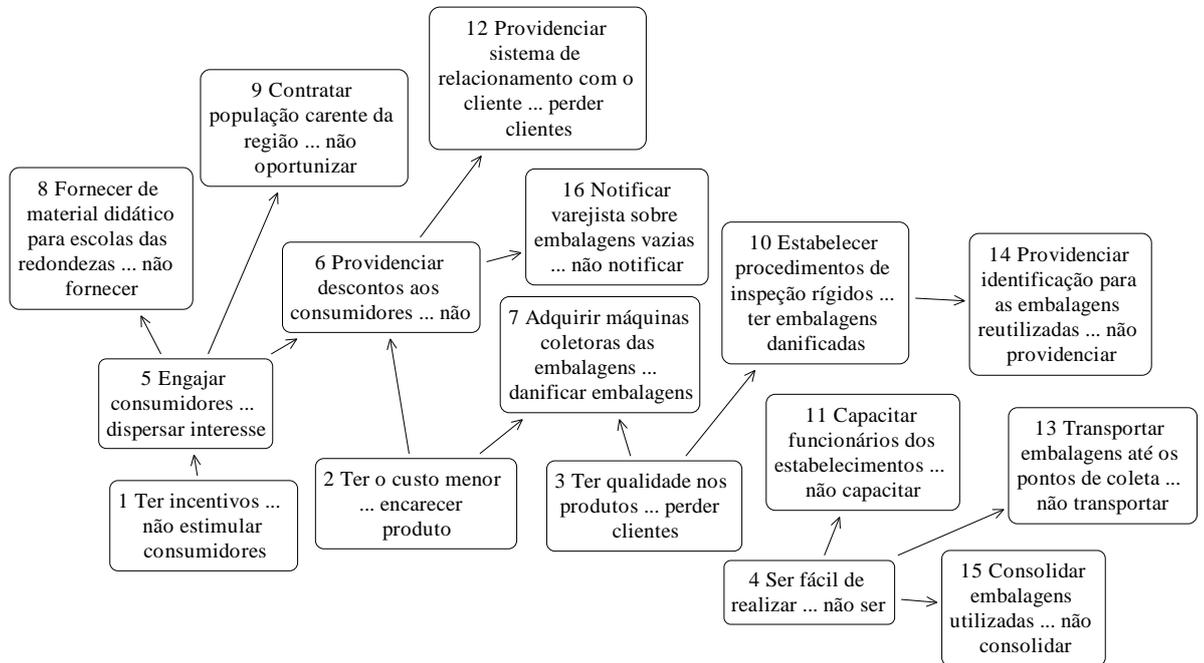
Os mapas de todos os DMs não tiveram relações negativas com sinais de (-), sendo, portanto, todos (+), não necessitando serem expressos nos mapas completos.

Mapa 2 - Mapa cognitivo individual - DM2



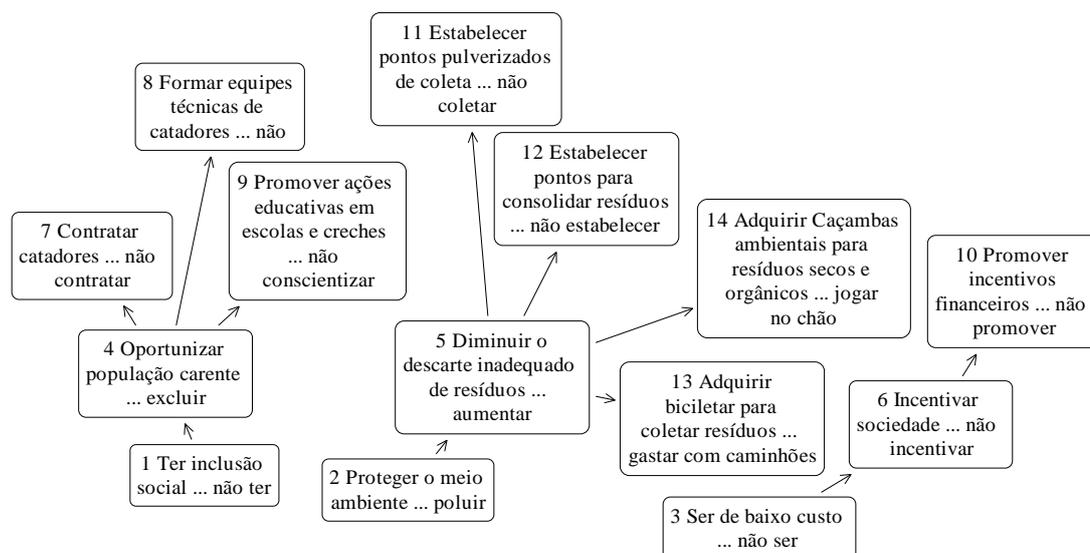
Fonte: O Autor (2018)

Mapa 3 - Mapa cognitivo individual - DM3



Fonte: O Autor (2018)

Mapa 4 - Mapa cognitivo individual - DM4

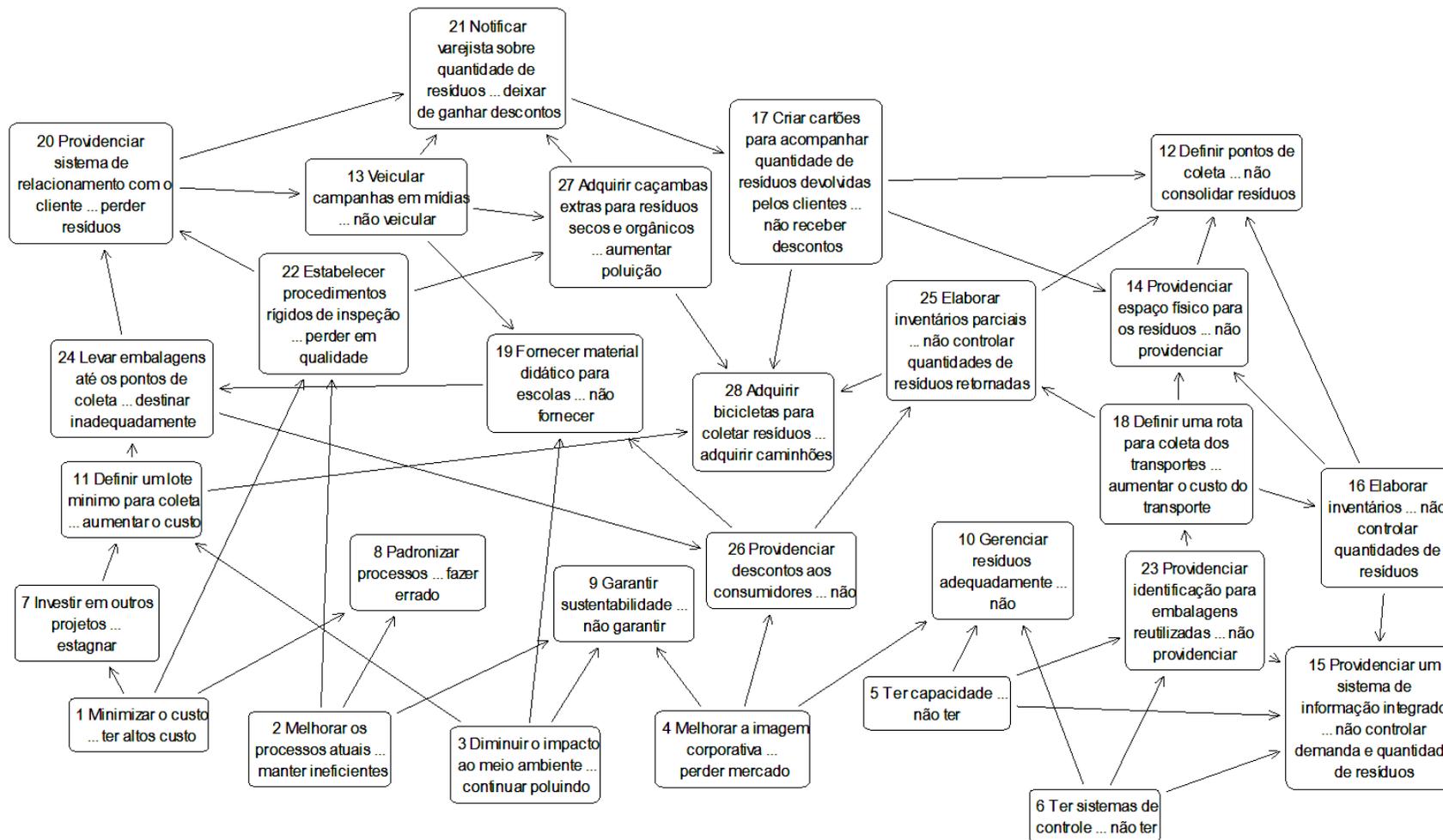


Fonte: O Autor (2018)

Neste ponto os mapas individuais dos DMs foram combinados pelo analista para formar o mapa estratégico sem interação grupal. O analista utilizou de juízo de valor e conhecimento acerca do tema, buscando homogeneizar os pensamentos dos DMs expressos em seus mapas cognitivos individuais, no sentido de combinar conceitos que demonstrassem afinidade. O mapa estratégico sem interação grupal resultante está exposto no Mapa 5.

Doravante, o mapa estratégico sem interação grupal foi trabalhado juntamente com os DMs, e foi expandido e finalizado considerando a aceitabilidade dos decisores de acordo com as discussões estabelecidas até se chegar no mapa estratégico com interação grupal apresentado no Mapa 6. As mudanças que ocorreram do Mapa 5 para o Mapa 6 foram apenas modificações nas relações dos constructos, ou seja, nas setas.

Mapa 6 - Mapa estratégico com interação grupal



Fonte: O Autor (2018)

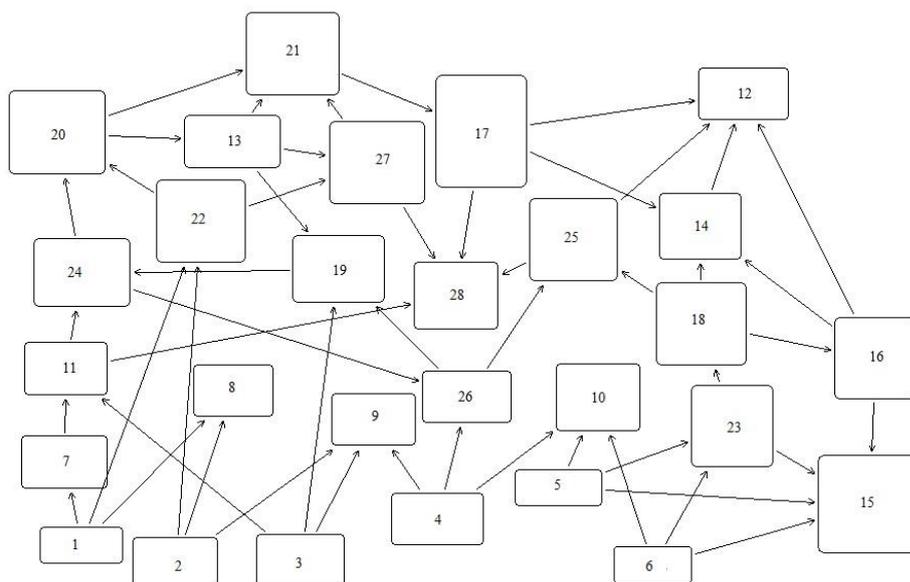
5.2.2 FASE 2 – Negociação

A fase de negociação foi realizada como segue.

5.2.2.1 Subfase 2.1 – Análise do Mapa Estratégico com Interação Grupal

Inicialmente, identificaram-se caudas, cabeças e opções estratégicas através de uma representação simplificada de grafos direcionados contendo a numeração ($n = 0, 1, \dots, 27, 28$) de cada constructo (C_n) do mapa estratégico com interação grupal exposto no Mapa 7. Para melhor visualização dos conceitos inerentes aos constructos do mapa estratégico com interação grupal, consultar Tabela 4.

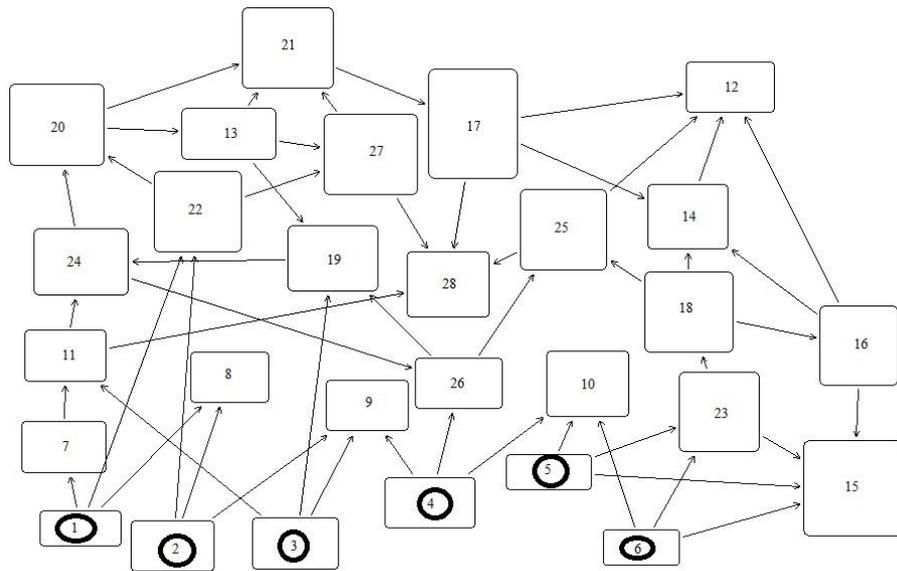
Mapa 7 - Representação do mapa estratégico com interação grupal



Fonte: O Autor (2018)

Os constructos identificados como do tipo cauda estão destacados no Mapa 8.

Mapa 8 - Constructos cauda

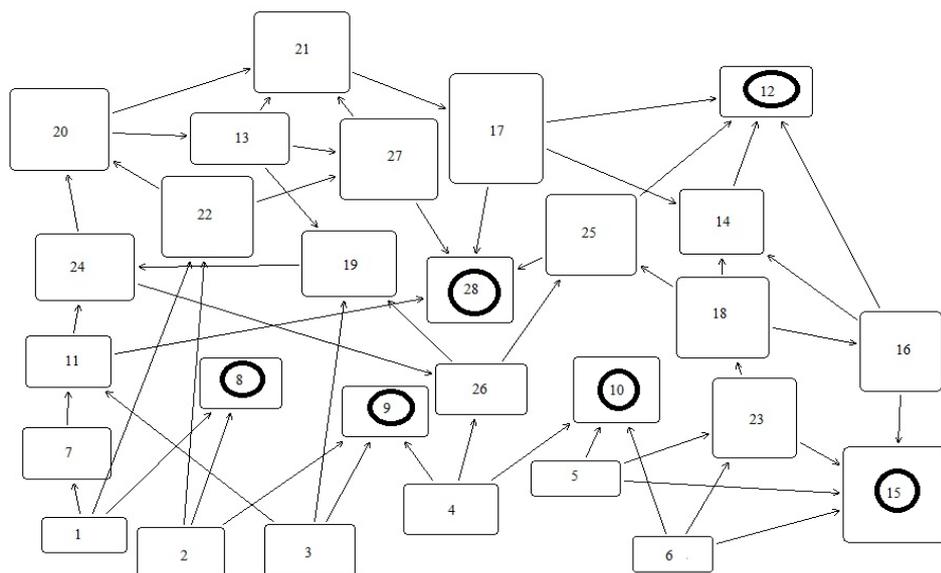


Fonte: O Autor (2018)

O C₁ “Minimizar o custo ... ter altos custo”, como constructo do tipo cauda, representa um ponto fundamental a ser atingido no problema. Haja vista que diminuir o custo é interessante para os DMs de forma que se realize tudo o que for planejado. Considerações análogas se fazem para C₂, C₃, C₄, C₅, e C₆.

Os constructos identificados como do tipo cabeça estão destacados no Mapa 9.

Mapa 9 - Constructos cabeça

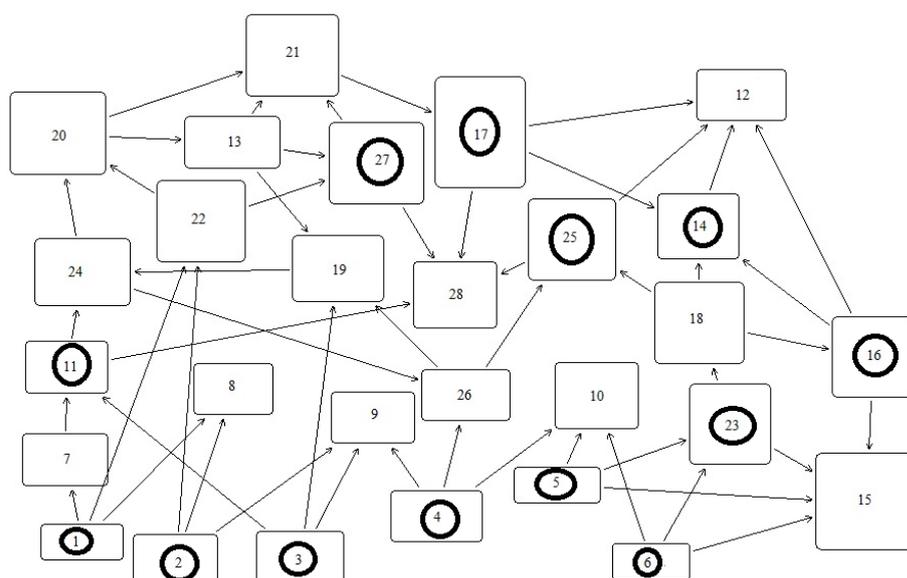


Fonte: O Autor (2018)

O C₈ “Padronizar processos ... fazer errado”, como constructo do tipo cabeça, representa uma consequência do problema. Haja vista que padronizar processos buscando realizá-los de forma correta trará ganhos para todos os DMs, por exemplo, em termos de custo e tempo, uma vez que reduzir-se-ão os erros, o capital e o tempo mobilizados para corrigir tais processos não terão mais essa finalidade. Considerações análogas se fazem para C₉, C₁₀, C₁₂, C₁₅ e C₂₈.

Os constructos identificados como do tipo opções estratégicas estão destacados no Mapa 10.

Mapa 10 - Constructos opções estratégicas



Fonte: O Autor (2018)

O C₁₄ “Providenciar espaço físico para os resíduos ... não providenciar”, como constructo do tipo opção estratégica, é um constructo que guarda uma relação/indicação do que se deve priorizar para que se alcance o C₁₂ “Definir pontos de coleta ... não consolidar resíduos”. Haja vista que para a consolidação dos resíduos em pontos de coleta previamente determinados é necessário que se tenha espaço físico para que todas as operações posteriores à consolidação sejam realizadas. Considerações análogas se fazem para C₁, C₂, C₃, C₄, C₅, C₆, C₁₁, C₁₆, C₁₇, C₂₃, C₂₅ e C₂₇.

Para que as implosões, explosões e dominantes fossem identificadas calcularam-se os ED, ID e DD. O resultado dos cálculos está exposto na Tabela 4, nesta Tabela destacaram-se,

também, as denominações de cauda, cabeça e opções estratégicas. O espaço em branco na Tabela 4 diz respeito ao constructo que não foi classificado em nenhuma categoria.

O C₁₅ “Providenciar um sistema de informação integrado ... não controlar demanda e quantidade de resíduos”, como constructo do tipo implosão, é um efeito maior para se atingir o problema abordado sob o qual convergem vários constructos do mapa. Haja vista que integrar os sistemas de informação das partes interessadas é essencial para que se tenha uma maior agilidade na troca de informações, um conseqüente melhoramento do gerenciamento dos resíduos pelo acompanhamento das quantidades demandadas e coletadas. Isto tem impacto direto em custos, tempo e nos resultados de execução das atividades. Considerações análogas se fazem para C₁₂ e C₂₈.

O C₁₁ “Definir um lote mínimo para coleta ... aumentar o custo”, como constructo do tipo dominante, representa uma alternativa de ação para o problema tratado. Haja vista que o mesmo é caracterizado por uma centralidade cognitiva no mapa para resolução do problema tratado, sob o qual convergem e divergem vários constructos. Assim, a alternativa de ação que representará esse constructo é “Definir um lote mínimo de resíduos para coleta”. Considerações análogas se fazem para C₁₂, C₁₃, C₁₄, C₁₅, C₁₆, C₁₇, C₁₈, C₁₉, C₂₀, C₂₁, C₂₂, C₂₃, C₂₄, C₂₅, C₂₆, C₂₇ e C₂₈.

O C₂₈ foi o único constructo que se desdobrou em duas alternativas devido as necessidades de transporte de resíduos para os pontos de coleta e depois para o ponto de consolidação. As alternativas que representam tais constructos estão apresentadas no Quadro 3. As mesmas também foram divididas em categorias que representam operações reversas e aspectos importantes a considerar na gestão de resíduos sólidos.

O C₃ “Diminuir o impacto ao meio ambiente ... continuar poluindo”, como constructo do tipo explosão, representará um atributo do problema. Haja vista que afeta vários outros constructos e áreas do mapa e guarda relação sobre como os mesmos devem ser avaliados. O C₃, por exemplo, guarda relação com os resultados que a implementação da logística reversa para gestão dos resíduos sólidos terá no meio ambiente. Logo, o atributo que representará esse constructo será rotulado como “Impacto nos Resultados”.

A definição de cada atributo não se pauta apenas a um constructo individualmente, ou seja, a definição do atributo “Impacto nos Resultados” não se dá apenas pelo constructo C₃, mas também a outros constructos como C₁ e C₂, e as relações que os mesmos apresentam. Considerações análogas se fazem para C₁, C₂, C₄, C₅, C₆, C₁₃, C₁₆, C₁₇ e C₁₈.

O C₇ “Investir em outros projetos ... estagnar”, não recebeu nenhuma classificação como os demais constructos, contudo, não perde sua importância no mapa, ele configura-se

como um constructo de transição entre constructos, ou seja, leva até a formalização do raciocínio dos constructos que fazem parte de uma categoria.

Pode-se perceber, também, de acordo com a Tabela 4, que vários constructos do mapa receberam mais de uma classificação em categorias diferentes, o que é compreensível. Haja vista que os mesmos influenciam e podem ser influenciados de várias formas e intensidades diferentes na construção do raciocínio para resolução do problema tratado.

O C₁₈ “Definir uma rota para coleta dos transportes ... aumentar o custo do transporte”, por exemplo, foi categorizado como constructo dos tipos dominante e explosão. Como dominante o C₁₈, representará uma alternativa de ação para o problema tratado. Já como explosão, como o mesmo guarda íntima relação com a forma como devem ser avaliadas tais alternativas, a partir do seu polo oposto “aumentar o custo do transporte” C₁₈ será, também, rotulado como o atributo “Custo”.

Assim, como resultados tem-se as alternativas elencadas no Quadro 3 para os constructos C₁₁, C₁₂, C₁₃, C₁₄, C₁₅, C₁₆, C₁₇, C₁₈, C₁₉, C₂₀, C₂₁, C₂₂, C₂₃, C₂₄, C₂₅, C₂₆, C₂₇ e C₂₈.

E os atributos rotulados para os constructos C₁, C₂, C₃, C₄, C₅, C₆, C₁₃, C₁₆, C₁₇ e C₁₈ que foram discutidos e acertados com os DMs, bem como sua descrição, objetivos, unidades de medida e escala utilizada estão apresentados nos Quadros 4 e 5.

Tabela 4 - Categorização dos constructos

Código	Constructo	ED	ID	DD	Classificação
C ₁	Minimizar o custo ... ter altos custo	3	0	3	Cauda-Opção Estratégica-Explosão
C ₂	Melhorar os processos atuais ... manter ineficientes	3	0	3	Cauda-Opção Estratégica-Explosão
C ₃	Diminuir o impacto ao meio ambiente ... continuar poluindo	3	0	3	Cauda-Opção Estratégica-Explosão
C ₄	Melhorar a imagem corporativa ... perder mercado	3	0	3	Cauda-Opção Estratégica-Explosão
C ₅	Ter capacidade ... não ter	3	0	3	Cauda-Opção Estratégica-Explosão
C ₆	Ter sistemas de controle ... não ter	3	0	3	Cauda-Opção Estratégica-Explosão
C ₇	Investir em outros projetos ... estagnar	1	1	2	
C ₈	Padronizar processos ... fazer errado	0	2	2	Cabeça
C ₉	Garantir sustentabilidade ... não garantir	0	3	3	Cabeça
C ₁₀	Gerenciar resíduos adequadamente ... não	0	3	3	Cabeça
C ₁₁	Definir um lote mínimo para coleta ... aumentar o custo	2	2	4	Opção Estratégica-Dominante
C ₁₂	Definir pontos de coleta ... não consolidar resíduos	0	4	4	Cabeça-Implosão-Dominante
C ₁₃	Veicular campanhas em mídias ... não veicular	3	1	4	Dominante- Explosão
C ₁₄	Providenciar espaço físico para os resíduos ... não providenciar	1	3	4	Opção Estratégica-Dominante
C ₁₅	Providenciar um sistema de informação integrado ... não controlar demanda e quantidade de resíduos	0	4	4	Cabeça-Implosão-Dominante
C ₁₆	Elaborar inventários ... não controlar quantidades de resíduos	3	1	4	Opção Estratégica-Dominante-Explosão
C ₁₇	Criar cartões para acompanhar quantidade de resíduos devolvidas pelos clientes ... não receber descontos	3	1	4	Opção Estratégica-Dominante-Explosão
C ₁₈	Definir uma rota para coleta dos resíduos ... aumentar o custo do transporte	3	1	4	Dominante- Explosão
C ₁₉	Fornecer material didático para escolas ... não fornecer	1	3	4	Dominante
C ₂₀	Providenciar sistema de relacionamento com o cliente ... perder resíduos	2	2	4	Dominante
C ₂₁	Notificar varejista sobre quantidade de resíduos ... deixar de ganhar descontos	1	3	4	Dominante
C ₂₂	Estabelecer procedimentos rígidos de inspeção ... perder em qualidade	2	2	4	Dominante
C ₂₃	Providenciar identificação para embalagens reutilizadas ... não providenciar	2	2	4	Opção Estratégica-Dominante
C ₂₄	Levar embalagens até os pontos de coleta ... destinar inadequadamente	2	2	4	Dominante
C ₂₅	Elaborar inventários parciais ... não controlar quantidades de resíduos retornadas	2	2	4	Opção Estratégica-Dominante
C ₂₆	Providenciar descontos aos consumidores ... não	2	2	4	Dominante
C ₂₇	Adquirir caçambas extras para resíduos secos e orgânicos ... aumentar poluição	2	2	4	Opção Estratégica-Dominante
C ₂₈	Adquirir bicicletas para coletar resíduos ... adquirir caminhões	0	4	4	Cabeça-Implosão-Dominante

Fonte: O Autor (2018)

Quadro 3 - Alternativas do problema

Código	Alternativas	Descrição	Categoria
a ₁	Definir um lote mínimo para coleta	Definir uma quantidade para disparar o serviço de coleta dos resíduos	Coleta
a ₂	Definir pontos de coleta	Estabelecimento de pontos pulverizados de coleta de resíduos para estimular o retorno	
a ₃	Definir uma rota para coleta dos resíduos	Roteirização dos pontos de coleta para utilização de frete especial para melhorar a gestão, ou seja, o caminhão vai com cervejas cheias e volta com as embalagens vazias	
a ₄	Adquirir caçambas extras para resíduos secos e orgânicos	Aquisição de caçambas para implantação em pontos estratégicos para coleta de resíduos	
a ₅	Adquirir bicicletas para coletar resíduos	Aquisição e adaptação de bicicletas para empregar catadores e coletar resíduos em pontos estratégicos	
a ₆	Veicular campanhas em redes sociais	Utilizar as redes sociais para divulgar o trabalho realizado e incentivar a população	Marketing
a ₇	Providenciar sistema de relacionamento com o cliente	Criação de um sistema interativo para que o cliente possa iniciar o processo de retorno dos resíduos	
a ₈	Providenciar um sistema de informação integrado	Criação de um módulo no sistema de informação que integre as partes para gerir os resíduos de forma mais eficiente	Aquisição
a ₉	Criar cartões para acompanhar quantidade de resíduos devolvidas pelos clientes	Desenvolvimento de cartões-desconto para estimular o cliente à devolução dos resíduos	
a ₁₀	Notificar sobre quantidade de resíduos disponível para retorno	Indicar sobre as unidades de resíduos permitindo o planejamento da coleta	
a ₁₁	Providenciar descontos aos consumidores	Estimular o consumidor a colaborar com o processo de retorno	
a ₁₂	Providenciar espaço físico para os resíduos	Delimitar espaço para consolidação dos resíduos	Armazenagem
a ₁₃	Fornecer material didático para escolas	Fornecer material voltado para educação ambiental nas escolas	Educação
a ₁₄	Estabelecer e realizar procedimentos rígidos de inspeção	Estabelecer padrões para inspeção dos resíduos reutilizáveis e realizar a inspeção dos mesmos	Inspeção/Triagem
a ₁₅	Elaborar inventários	Elaborar inventários das quantidades dos resíduos consolidadas para melhoria das atividades de transporte	Recondicionamento
a ₁₆	Providenciar identificação para embalagens reutilizadas	Impressão no rótulo das embalagens de que aquela embalagem é reutilizada e contribui para a preservação do meio ambiente	
a ₁₇	Elaborar inventários parciais	Elaborar inventários parciais das quantidades recolhidas nos pontos de coleta pulverizados	
a ₁₈	Levar embalagens até os pontos de coleta	Transportar as embalagens até o ponto de coleta mais próximo	Transporte
a ₁₉	Transportar embalagens até os pontos de consolidação	Remunerar o quilograma do resíduo transportado pelo catador dos pontos de coleta até o ponto de consolidação dos resíduos	

Fonte: O Autor (2018)

Quadro 4 - Atributos do problema

Código	Atributo	Descrição	Objetivo	Unidade de Medida
S ₁	Custo	Refere-se aos custos incorridos pela adoção da alternativa (Implantação, mão de obra e manutenção).	Minimizar	Unidades Monetárias (R\$)
S ₂	Tempo	Refere-se ao tempo necessário para implantar, treinar funcionários e realizar a manutenção da alternativa.	Minimizar	Dias
S ₃	Facilidade	Refere-se a facilidade de implementação da alternativa.	Maximizar	Escala Verbal
S ₄	Impacto nos Resultados	Refere-se ao impacto positivo que determinada alternativa terá no processo.	Maximizar	Escala Verbal

Fonte: O Autor (2018)

Quadro 5 - Escalas dos atributos S3 e S4

Facilidade (S ₃)		
Escala	Descrição	Objetivo
(1) Muito Baixa	A alternativa requer a aquisição de mais de 80% a 100% da tecnologia e conhecimento novos para ser implementada.	Maximizar
(2) Baixa	A alternativa requer a aquisição de mais de 60% a 80% no máximo da tecnologia e conhecimento novos necessários a sua implementação.	
(3) Média	A alternativa requer a aquisição de mais de 40% a 60% no máximo da tecnologia e conhecimento novos necessários a sua implementação.	
(4) Alta	A alternativa requer a aquisição de mais de 20% a 40% no máximo da tecnologia e conhecimento novos necessários para sua implementação.	
(5) Muito Alta	A alternativa requer a aquisição de 20% ou menos do total das tecnologias e conhecimento necessários novos para ser implementada.	
Impacto nos Resultados (S ₄)		
Escala	Descrição	Objetivo
(1) Insuficiente	Os impactos nos resultados alcançados com essa alternativa não são considerados suficientes para atender as demandas do problema.	Maximizar
(2) Baixo	Alternativa atende circunstancialmente as demandas do problema e é considerada de baixo impacto nos resultados.	
(3) Médio	Alternativa atende parcialmente as demandas do problema e seu impacto nos resultados é considerado mediano.	
(4) Alto	Apesar de nem todas as demandas serem atendidas, o impacto conseguido com essa alternativa é considerado alto.	
(5) Excelente	Considera-se excelente o impacto conseguido com essa alternativa pelo seu vasto atendimento às demandas do problema.	

Fonte: O Autor (2018)

Desta feita, formula-se então o modelo conceitual.

5.2.2.2 Subfase 2.2 – Formulação do Modelo Conceitual

A matriz de avaliação é apresentada na Tabela 5. Ressalta-se que os valores para cada alternativa em relação aos atributos S_1 e S_2 foram orçadas de acordo com pesquisas de mercado.

Já para os atributos S_3 e S_4 foram feitos em avaliação conjunta pelos decisores. Os DMs conseguiram chegar ao consenso quanto as avaliações das alternativas para atributos S_3 e S_4 . Assim, prosseguiu-se na aplicação do modelo.

Tabela 5 - Matriz de avaliação

Atributos Alternativas	S_1	S_2	S_3	S_4
a ₁	250,00	2	3	5
a ₂	250,00	2	3	5
a ₃	350,00	20	3	5
a ₄	450,00	1	3	4
a ₅	400,00	1	3	5
a ₆	400,00	4	3	3
a ₇	7000,00	30	1	1
a ₈	7000,00	30	1	2
a ₉	20,00	1	3	4
a ₁₀	1,00	5	5	5
a ₁₁	1,00	30	3	3
a ₁₂	400,00	5	3	4
a ₁₃	37,00	4	3	5
a ₁₄	450,00	4	3	5
a ₁₅	200,00	5	3	3
a ₁₆	1,00	10	4	3
a ₁₇	200,00	5	3	3
a ₁₈	7,00	4	3	5
a ₁₉	3,00	30	3	5

Fonte: O Autor (2018)

Não obstante, quanto aos intervalos de valores aceitáveis por cada um dos DMs e as ZOPA para cada atributo, tem-se, então, a Tabela 6.

Tabela 6 - Zona de possível acordo

Atributos Intervalos	S_1	S_2	S_3	S_4
DM ₁	00,00 – 10500,00	1 – 50	1 – 5	1 – 5
DM ₂	00,00 – 8500,00	1 – 45	1 – 5	2 – 5
DM ₃	00,00 – 450,00	1 – 30	3 – 5	3 – 5
DM ₄	00,00 – 4500,00	1 – 40	1 – 5	1 – 5
ZOPA	00,00 – 450,00	1 – 30	3 – 5	3 – 5

Fonte: O Autor (2018)

Pode-se observar na Tabela 6 que o DM₃ (representante dos consumidores) também assinalou valores para o atributo S₁ (custo). Isto se deu pois o mesmo afirmou que estaria disposto a arcar com algum custo desde que este fosse revertido em desconto proporcional pelo retorno das embalagens. Este desconto foi sinalizado pela alternativa a₁₁.

A partir das Tabelas 5 e 6, as alternativas que estão contidas na ZOPA para cada atributo foram identificadas.

Desse portfólio de ações iniciais excluíram-se as ações a₇ e a₈, pois as avaliações das mesmas não estavam contidas na ZOPA para os atributos S₁, S₃ e S₄. As alternativas a₁, a₂, a₃, a₄, a₅, a₆, a₉, a₁₀, a₁₁, a₁₂, a₁₃, a₁₄, a₁₅, a₁₆, a₁₇, a₁₈ e a₁₉ permaneceram no portfólio.

5.2.2.3 Subfase 2.3 - Comparação entre o Modelo Conceitual e o Mundo Real

Nessa Subfase o conhecimento do especialista foi requerido e o *Check-list* com os pressupostos para atendimento à PNRS pode ser verificado no (Apêndice C). Doravante, as alternativas resultantes da subfase anterior foram avaliadas uma a uma para cada um dos pressupostos do *Check-list*.

Como exemplo, teve-se a alternativa a₁₉ “Transportar embalagens até os pontos de consolidação” e a forma como foi definida pelos DMs foi avaliada pelo especialista em cada um dos pressupostos.

Por exemplo, para o pressuposto 1 “Cooperação interinstitucional”, questionou-se aos DMs se a₁₉ possibilitaria a cooperação interinstitucional, os mesmos afirmaram que sim. Haja vista que o transporte das embalagens até o ponto de consolidação é uma das fases do processo para que se viabilize o retorno dessas embalagens e para que as mesmas sejam reutilizadas no processo produtivo, envolvendo, portanto, as instituições envolvidas para tal.

Para o pressuposto 12 “Mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos”, questionou-se novamente aos DMs se a₁₉ possibilitaria a criação destas fontes de negócio, emprego e renda.

Os DMs foram afirmativos, pois na descrição da alternativa a₁₉ já se percebe que a mesma é voltada para a criação de emprego e renda para catadores através da coleta do quilograma de embalagens. Considerações análogas foram feitas para os demais pressupostos.

Do portfólio da Subfase 2.2, nenhuma alternativa foi excluída do processo de filtragem pelo *Check-list*.

5.2.2.4 Subfase 2.4 - Mudanças Desejáveis e Factíveis

As alternativas $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_9, a_{10}, a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{15}, a_{16}, a_{17}, a_{18}$ e a_{19} formaram o portfólio geral de alternativas.

5.2.2.5 Subfase 2.5 - Modelagem e Resolução do PLMO com cada DM

A modelagem e resolução PLMO com cada DM considerou como recursos limitados o Custo (S_1) e o Tempo (S_2) para cada alternativa apresentada no problema.

Inicialmente, definiram-se as variáveis de decisão do problema que são as alternativas de ação $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_9, a_{10}, a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{15}, a_{16}, a_{17}, a_{18}$ e a_{19} apresentadas no portfólio geral da Subfase 2.4.

Por conseguinte, as funções objetivo (F.O.) a serem consideradas para S_1 e S_2 tem o objetivo de Minimizar cada um desses recursos limitados. Os coeficientes das variáveis de decisão foram o custo e o tempo de cada alternativa individualmente a serem minimizados nas suas respectivas F.O., como mostram as Equações 5.1 e 5.2. Estas F.O. foram as mesmas para todos os DMs.

$$\begin{aligned} \text{Min } S_1 = & 250a_1 + 250a_2 + 350a_3 + 450a_4 + 400a_5 + 400a_6 + 20a_9 + 1a_{10} \\ & + 1a_{11} + 400a_{12} + 37a_{13} + 450a_{14} + 200a_{15} + 1a_{16} + 200a_{17} + 7a_{18} + 3a_{19} \end{aligned} \quad (5.1)$$

$$\begin{aligned} \text{Min } S_2 = & 1a_1 + 1a_2 + 2a_3 + 1a_4 + 1a_5 + 4a_6 + 30a_9 + 30a_{10} + 1a_{11} + 4a_{12} + \\ & 30a_{13} + 5a_{14} + 4a_{15} + 4a_{16} + 5a_{17} + 10a_{18} + 5a_{19} \end{aligned} \quad (5.2)$$

Para o DM₁ as restrições consideradas foram expressas pelas Equações 5.3 a 5.7.

$$\begin{aligned} & 250a_1 + 250a_2 + 350a_3 + 450a_4 + 400a_5 + 400a_6 + 20a_9 + 1a_{10} + 1a_{11} + \\ & 400a_{12} + 37a_{13} + 450a_{14} + 200a_{15} + 1a_{16} + 200a_{17} + 7a_{18} + 3a_{19} \leq 2000 \end{aligned} \quad (5.3)$$

$$\begin{aligned} & 1a_1 + 1a_2 + 2a_3 + 1a_4 + 1a_5 + 4a_6 + 30a_9 + 30a_{10} + 1a_{11} + 4a_{12} + 30a_{13} + 5a_{14} + \\ & 4a_{15} + 4a_{16} + 5a_{17} + 10a_{18} + 5a_{19} \leq 75 \end{aligned} \quad (5.4)$$

$$a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 \geq 1 \quad (5.5)$$

$$a_9 + a_{10} + a_{11} \geq 1 \quad (5.6)$$

$$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, 4a_6, a_9, a_{10}, a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{15}, a_{16}, a_{17}, a_{18}, a_{19} \in [0,1] \quad (5.7)$$

Para o DM₂ as restrições consideradas foram expressas pelas Equações 5.8 a 5.12.

$$250a_1 + 250a_2 + 350a_3 + 450a_4 + 400a_5 + 400a_6 + 20a_9 + 1a_{10} + 1a_{11} + 400a_{12} + 37a_{13} + 450a_{14} + 200a_{15} + 1a_{16} + 200a_{17} + 7a_{18} + 3a_{19} \leq 1000 \quad (5.8)$$

$$1a_1 + 1a_2 + 2a_3 + 1a_4 + 1a_5 + 4a_6 + 30a_9 + 30a_{10} + 1a_{11} + 4a_{12} + 30a_{13} + 5a_{14} + 4a_{15} + 4a_{16} + 5a_{17} + 10a_{18} + 5a_{19} \leq 45 \quad (5.9)$$

$$a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 \geq 1 \quad (5.10)$$

$$a_9 + a_{10} + a_{11} \geq 1 \quad (5.11)$$

$$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, 4a_6, a_9, a_{10}, a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{15}, a_{16}, a_{17}, a_{18}, a_{19} \in [0,1] \quad (5.12)$$

Para o DM₃ as restrições consideradas foram expressas pelas Equações 5.13 a 5.17.

$$250a_1 + 250a_2 + 350a_3 + 450a_4 + 400a_5 + 400a_6 + 20a_9 + 1a_{10} + 1a_{11} + 400a_{12} + 37a_{13} + 450a_{14} + 200a_{15} + 1a_{16} + 200a_{17} + 7a_{18} + 3a_{19} \leq 50 \quad (5.13)$$

$$1a_1 + 1a_2 + 2a_3 + 1a_4 + 1a_5 + 4a_6 + 30a_9 + 30a_{10} + 1a_{11} + 4a_{12} + 30a_{13} + 5a_{14} + 4a_{15} + 4a_{16} + 5a_{17} + 10a_{18} + 5a_{19} \leq 9 \quad (5.14)$$

$$a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 \geq 1 \quad (5.15)$$

$$a_9 + a_{10} + a_{11} \geq 1 \quad (5.16)$$

$$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, 4a_6, a_9, a_{10}, a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{15}, a_{16}, a_{17}, a_{18}, a_{19} \in [0,1] \quad (5.17)$$

Para o DM₄ as restrições consideradas foram expressas pelas Equações 5.18 a 5.22.

$$250a_1 + 250a_2 + 350a_3 + 450a_4 + 400a_5 + 400a_6 + 20a_9 + 1a_{10} + 1a_{11} + 400a_{12} + 37a_{13} + 450a_{14} + 200a_{15} + 1a_{16} + 200a_{17} + 7a_{18} + 3a_{19} \leq 900 \quad (5.18)$$

$$1a_1 + 1a_2 + 2a_3 + 1a_4 + 1a_5 + 4a_6 + 30a_9 + 30a_{10} + 1a_{11} + 4a_{12} + 30a_{13} + 5a_{14} + 4a_{15} + 4a_{16} + 5a_{17} + 10a_{18} + 5a_{19} \leq 8 \quad (5.19)$$

$$a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 \geq 1 \quad (5.20)$$

$$a_9 + a_{10} + a_{11} \geq 1 \quad (5.21)$$

$$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, 4a_6, a_9, a_{10}, a_{11}, a_{12}, a_{13}, a_{14}, a_{15}, a_{16}, a_{17}, a_{18}, a_{19} \in [0,1] \quad (5.22)$$

As Equações 5.3, 5.8, 5.13 e 5.18 são as restrições investimento do problema. As Equações 5.4, 5.9, 5.14 e 5.19 representam as restrições sobre o tempo. As Equações 5.5-5.6, 5.10-5.11, 5.15-5.16 e 5.20-5.21 são as restrições de limite de seleção de alternativa por categoria. E, por fim, as Equações 5.7, 5.12, 5.17 e 5.22 representam as restrições de condição

de atribuição do valor 0 para as alternativas não selecionadas e de valor 1 para as alternativas selecionadas.

Então, os PLMO separadamente foram resolvidos com o auxílio do software iMOLPe. Para a resolução pelo *Pareto Race*, os DMs eram questionados sobre dois quesitos. No primeiro, os DMs eram questionados sobre valores mínimos e máximos para $Min S_1$ e $Min S_2$, que serviriam como pontos de referência a serem atingidos pelas F.O. através de uma projeção dentro da região de soluções não dominadas.

No segundo, os DMs eram questionados sobre uma escolha entre as F.O. para ser melhorada em detrimento da outra F.O. A Tabela 7 mostra a resposta dos DMs para os dois quesitos.

Tabela 7 - Valores limite

	DM ₁		DM ₂		DM ₃		DM ₄	
	$Min S_1$	$Min S_2$						
Valor de Referência Mínimo	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
Valor de Referência Máximo	2000,00	75	1000,00	45	50,00	9	900,00	8
F.O. Escolhida	X			X	X			X

Fonte: O Autor (2018)

Depois dessa interação, a solução final foi gerada e os portfólios individuais contendo as alternativas foram apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Portfólios individuais para os DMs

Método	Portfólio Individual DM ₁	Portfólio Individual DM ₂	Portfólio Individual DM ₃	Portfólio Individual DM ₄
<i>Pareto Race</i>	$a_1, a_2, a_3, a_6, a_9, a_{14}, a_{16} e a_{19}$	$a_{11}, a_{12}, a_{15} e a_{17}$	$a_{10} e a_{18}$	$a_4, a_5 e a_{13}$
Resultados	$Min S_1 = 1724$ $Min S_2 = 73$	$Min S_1 = 801$ $Min S_2 = 45$	$Min S_1 = 8$ $Min S_2 = 9$	$Min S_1 = 887$ $Min S_2 = 6$

Fonte: O Autor (2018)

Os decisores foram receptivos em relação aos portfólios selecionados. Desta forma, os portfólios foram definidos e o consenso alcançado. A análise de cenários não foi necessária.

Assim, deu-se prosseguimento na aplicação do modelo.

5.2.3 FASE 3 – Pós-negociação

Desta feita, realizou-se, então a formalização dos resultados do processo de negociação.

5.2.3.1 Subfase 3.1 - Acordo Escrito

Essa formalização se deu de forma contratual entre o DM₁ e o DM₂, já que os mesmos são entidades privadas e tem autonomia para tal. Além de constar no plano de gerenciamento de resíduos sólidos entregue pelas duas empresas à entidade competente.

Para o caso do DM₄ como o mesmo tem autonomia limitada por ser do poder público, a formalização das suas atividades se deu através da proposição e inclusão das ações no plano municipal de gerenciamento de resíduos sólidos.

Para o caso do DM₃ a formalização das atividades não se deu de forma contratual. Haja vista que o DM₃ representa o interesse dos consumidores desse tipo específico de bebida. Contudo, o não cumprimento das ações pelos consumidores pode acarretar na perda ou não ganho dos benefícios que o cumprimento delas lhe traria.

O parâmetro de controle definido foi o prazo de execução, que servirá para o DM₁, DM₂ e o DM₄. Para os consumidores, esse parâmetro não é válido, levando em consideração que as suas atividades serão pautadas a questão do consumo da bebida, que pode variar dentro do horizonte de tempo considerado.

O monitoramento foi definido para ser realizado com base na verificação do prazo estabelecido para cumprimento ou não das atividades. Sujeito a multas entre os DM₁ e DM₂ de 5% ao dia do custo da alternativa não realizada dentro do prazo e em casos extremos a revogação do contrato. Estas multas foram estabelecidas porque os processos dos dois elos, DM₁ e DM₂, foram modificados para inserir o retorno das embalagens. Desta forma, em caso do não cumprimento das responsabilidades, os mesmos teriam seus processos prejudicados. O que justifica o estabelecimento das multas.

Para o caso do não cumprimento das atividades pelo DM₄ foi definido que os DM₁ e DM₂ poderiam desistir ou revogar acordo setorial. Esta revogação é justificada porque o poder público se beneficia com a diminuição de suas ações de limpeza urbana devido ao processo de coleta das garrafas realizado pelos elos dos decisores 1 e 2.

5.2.3.2 Subfase 3.2 - Implementação das alternativas

Por fim, as alternativas estão sendo implementadas com metas progressivas de desempenho (25%, 50%, 75% e 100%) para cada trimestre considerado dentro de um intervalo de um ano.

5.3 Análise e discussão dos resultados

Em situações que envolvam programação linear multiobjetivo, como a apresentada no estudo de caso para aplicação do modelo de negociação aqui proposto, é desejável melhorar a aproximação dos resultados para a fronteira de Pareto, já que não é possível otimizar todos os objetivos do problema simultaneamente.

Através das modelagens PLMO realizadas nesse estudo, utilizaram-se como limites das restrições de recursos os valores-reserva assinalados pelos DMs, ou seja, o pior valor sob o qual os DMs estariam dispostos a negociar em relação aquele atributo.

Para tanto, a análise de cenários proposta poderia ser realizada com vistas a auxiliar na consolidação dos portfólios em casos que o consenso não fosse alcançado. Isto aconteceria na situação onde uma mesma alternativa fosse selecionada e coincidissem em mais de um portfólio dos decisores. Esta situação não seria interessante para o modelo proposto porque poderia gerar atitudes oportunistas nos decisores no sentido de querer diminuir suas responsabilidades em detrimento de uma sobrecarga maior dos portfólios de outros decisores. Dessa forma, o modelo introduz a análise de cenários para auxiliar no consenso em situações como estas. Contudo, no estudo de caso apresentado o consenso foi alcançado e análise de cenários não foi necessária. Todavia, esta análise foi aqui realizada apenas a título de ilustração.

Em resultados anteriores a essa análise, mais precisamente na Tabela 7, foi possível verificar que apenas os decisores DM_1 e DM_3 optaram por priorizar o atributo S_1 e os decisores DM_2 e DM_4 priorizaram S_2 .

Isto significa dizer que a busca pelas soluções para esses decisores foi projetada na direção dos atributos priorizados. Contudo, a análise de cenários preocupou-se não somente em avaliar os resultados para esses DMs em relação ao atributo que priorizaram, mas também ao que eles não priorizaram.

Inicialmente a análise de cenários foi realizada para o atributo S_1 variando seus valores em $\pm 5\%$, $\pm 10\%$ e $\pm 15\%$ e mantendo constante todos os demais parâmetros do modelo.

Os resultados da análise de cenários para o atributo S_1 foram apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Análise do atributo custo

DM₁ – Empresa X						
- 15%	-10%	-5%	Portfólio Original	+5%	+10%	+15%
- a_9	Igual ao Original	Igual ao Original	$a_1, a_2, a_3, a_6, a_9, a_{14}, a_{16}$ e a_{19}	Igual ao Original	+ a_5	+ a_5
DM₂ - Varejista						
- 15%	-10%	-5%	Portfólio Original	+5%	+10%	+15%
- a_{12}	- a_{12}	- a_{12}	a_{11}, a_{12}, a_{15} e a_{17}	+ a_9	+ a_9	+ a_9 e a_{10}
DM₃ - Consumidor						
- 15%	-10%	-5%	Portfólio Original	+5%	+10%	+15%
Igual ao Original	Igual ao Original	Igual ao Original	a_{10} e a_{18}	Igual ao Original	Igual ao Original	Igual ao Original
DM₄ – Poder Público						
- 15%	-10%	-5%	Portfólio Original	+5%	+10%	+15%
Igual ao Original	Igual ao Original	Igual ao Original	a_4, a_5 e a_{13}	Igual ao Original	Igual ao Original	Igual ao Original

Fonte: O Autor (2018)

Da Tabela 9 foi possível verificar que para o DM₁ e o DM₃ em 75% dos cenários avaliados o resultado original dos portfólios se manteve. Contudo, identificou-se alternativas instáveis como a_5 e a_9 .

Para os DM₂ e o DM₄, que não priorizavam esse atributo inicialmente, os portfólios se mantiveram em 50% dos casos e as alternativas instáveis identificadas para esse caso foram a_9, a_{10} e a_{12} .

Analisar os cenários para os DMs que não priorizaram esse atributo é importante, pois permitiu a visualização das possibilidades de conflitos entre os portfólios, como no caso do DM1 e DM2 para a_9 . Se todos tivessem priorizado o mesmo atributo o analista poderia usar essas informações para evitar estes conflitos e negociar com os decisores o alcance do consenso.

A análise também foi realizada para o atributo S₂. Os resultados foram apresentados no Tabela 10.

Tabela 10 - Análise do atributo tempo

DM₁ - Empresa						
- 15%	-10%	-5%	Portfólio Original	+5%	+10%	+15%
$-a_{16}$ e a_{14}	$-a_{16}$ e a_{14}	$-a_{16}$	$a_1, a_2, a_3, a_6, a_9,$ a_{14}, a_{16} e a_{19}	Igual ao Original	$+a_{10}$ e a_{13}	$+a_{10}$ e a_{13}
DM₂ - Varejista						
- 15%	-10%	-5%	Portfólio Original	+5%	+10%	+15%
$-a_{12}$ e a_{17}	$-a_{12}$	$-a_{12}$	a_{11}, a_{12}, a_{15} e a_{17}	Igual ao Original	$+a_9$	$+a_9$
DM₃ - Consumidor						
- 15%	-10%	-5%	Portfólio Original	+5%	+10%	+15%
$-a_{10}$ e $+a_9$	$-a_{10}$ e $+a_9$	$-a_{10}$ e $+a_9$	a_{10} e a_{18}	Igual ao Original	Igual ao Original	$+a_9$
DM₄ - Poder Público						
- 15%	-10%	-5%	Portfólio Original	+5%	+10%	+15%
Igual ao Original	Igual ao Original	Igual ao Original	a_4, a_5 e a_{13}	Igual ao Original	Igual ao Original	Igual ao Original

Fonte: O Autor (2018)

Da Tabela 9 as alternativas instáveis identificadas para o DM₂ e o DM₄ foram a_9, a_{12} e a_{17} . Considerações análogas as da Tabela 8 foram feitas para os resultados da Tabela 9.

Deve-se destacar aqui que esta análise de cenários não deve ser feita no sentido de apresentar portfólios aparentemente melhores aos DMs, pois isso iria de encontro aos preceitos fundamentais sobre o atendimento as preferências dos DMs. O analista deve, então, utiliza-la para como possibilidade dos decisores compararem a perda em determinados atributos com o ganho proporcional em outros, para que sejam respeitadas suas preferências.

Todavia, a análise de cenários, aqui proposta, reafirmou o intuito de identificar as alternativas instáveis para se chegar ao consenso sobre a definição dos portfólios no processo de negociação.

É importante destacar, também, que no estudo de caso avaliado, o baixo valor monetário das alternativas revela um problema de decisão de caráter mais estratégico. Em outras palavras, uma situação onde ações são mais relevantes do que grandiosos investimentos. Isto corrobora com o problema em questão e viabiliza ainda mais a aplicação do modelo em outras situações reais, principalmente envolvendo o consumidor.

Além disso, no estudo de caso analisado, os decisores entraram em consenso sem a necessidade de análises adicionais. Isto poderia ser diferente naquelas situações que exigissem maiores investimentos. Por este fato, o modelo previu a análise de cenários e a retroalimentação do modelo, ampliando a sua aplicabilidade.

Outro fato importante de ser discutido é em relação as alternativas disponíveis para que se definissem os portfólios. Determinadas alternativas poderiam ser claramente alocadas a determinados decisores sem a necessidade de serem consideradas na modelagem PLMO. Por exemplo, a alternativa a_{15} “Elaborar Inventários” na forma como seu conteúdo de implementação está descrito poderia ser alocada ao decisor 2, sem necessariamente ser considerada na modelagem para definição dos portfólios. Isto poderia diminuir o esforço computacional.

Apesar disto, a retirada da a_{15} e alocação imediata para o decisor 2 poderia provocar desconfianças dos demais decisores por não ser baseada em aspectos metodológicos, apenas em juízo de valor. Ademais, a retirada de alternativas como esta, modificaria os portfólios dos decisores, haja vista que os seus recursos seriam impactados por deixar de ser comprometidos para determinadas alternativas. Isto poderia aumentar as situações de conflitos nas definições dos portfólios e dificultar o consenso. Estas situações seriam agravadas ainda, pelo fato de o modelo não ter considerado as interdependências entre as alternativas para a definição dos portfólios.

5.3.1 *Comportamento dos decisores na aplicação*

Em se tratando do comportamento dos DMs durante o processo de aplicação do modelo proposto, alguns pontos foram observados.

Na fase de pré-negociação, ao iniciar a aplicação do modelo, foi perceptível o receio dos DMs em relação ao compartilhamento de informações. Isto aconteceu até a subfase do posicionamento relacional (1.1.2), onde os DMs passaram por toda sensibilização ao problema abordado, sendo conscientizados sobre a importância do estudo e sobre as consequências que o mesmo traria para a sociedade de forma geral. A partir disto, a resistência dos DMs foi sendo desconstruída, dando lugar a participação e enriquecimento do processo de negociação.

Na subfase de situação problema expressada (1.2), percebeu-se, também, que construir os mapas individualmente para depois unificá-los foi importante para evitar a imposição de determinadas linhas de raciocínio pela divergência entre decisores de personalidades mais

fortes, quando colocados em interação com outros decisores. Problema este muito discutido na literatura.

Além disso, no estudo de caso apresentado houve a presença de um decisor com maior interesse no problema (DM₁). Assim, se a construção do mapa global fosse feita em única fase este poderia influenciar os demais a convergir para uma zona de maior conforto para ele, podendo gerar maior insatisfação nos demais e até possíveis desistências.

Outra observação relevante foi que ao entenderem que suas perspectivas estavam representadas nos mapas cognitivos individuais, os DMs pareciam não estarem tão preocupados com o resultado final do mapa global. Já que o mapa global seria elaborado inicialmente pelo analista que tinha conhecimento sobre todas as perspectivas e poderia representá-las bem. E, posteriormente, o mapa pôde ainda ser discutido e finalizado pelos decisores.

Na fase de negociação, especificamente na subfase 2.1, a avaliação dos constructos para definição de alternativas e atributos foi feita matematicamente. Isto permitiu que os DMs avaliassem a situação de forma mais objetiva, facilitando o consenso.

Outro fator importante foi a utilização do *check-list* na subfase 2.3.1 como representação da lei para avaliação das alternativas definidas. Este foi um processo cansativo para os DMs. Contudo, eles demonstraram-se satisfeitos quando perceberam que o conteúdo das alternativas podia ser discutido e melhorado entre eles, de forma que atendesse a lei e beneficiasse a todos.

Doravante, a definição dos valores-reserva para a modelagem e resolução PLMO feita de forma sigilosa e individual com cada decisor, possibilitou uma confiança maior entre decisores e o analista para que pudessem compartilhar essa informação.

Por fim, na fase de pós-negociação, os decisores aparentaram não se sentirem pressionados para deliberação sobre o acordo escrito de forma a finalizá-lo rapidamente. Esta pressão é, também, um outro ponto importante discutido na literatura sobre negociação.

Os DMs foram receptivos quanto aos portfólios definidos, o que lhes conferiu entusiasmo para dar início a sua implementação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente capítulo são apresentadas as conclusões desse estudo, bem como vantagens ou contribuições e sugestões para trabalhos futuros.

6.1 Conclusões

Este trabalho teve como objetivo principal a proposição de um modelo de negociação integrativa para selecionar portfólios individuais de ações estratégicas na logística reversa para gestão de resíduos sólidos que viabilizassem o conceito de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto proposto na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) - LEI N° 12.305/2010.

Pela revisão da literatura realizada, verificou-se, de fato, uma lacuna no tocante aos modelos de negociação para implementar o conceito de responsabilidade compartilhada e possibilitar o atendimento a PNRS.

Nesse sentido, o modelo de negociação proposto representou uma abordagem estruturada em direção da busca pelo entendimento e consenso em relação às responsabilidades pela execução de atividades na LR para gerenciar os resíduos sólidos.

Considera-se que o modelo proposto conseguiu alcançar o seu objetivo principal, por ter em seu conteúdo uma fundamentação consistente e inovadora, que levou à satisfação dos decisores quando aplicado e recomendados os portfólios individuais de ações.

Através da aplicação do questionário, a amostra analisada de representantes de empresas privadas, poder público e consumidores demonstraram disposição para colaborar com a gestão de resíduos sólidos do município, mas, parecem não conhecerem devidamente a PNRS e o conceito da responsabilidade compartilhada, bem como não apresentaram os devidos estímulos para sua implementação. As informações coletadas com este questionário foram utilizadas para compreender o contexto da implementação da responsabilidade compartilhada, permitindo que o modelo fosse proposto para trabalhar os indícios levantados com sua aplicação.

Os métodos de estruturação SODA e SSM possibilitaram a compreensão da situação problema e a identificação das ações para o processo de negociação. Os modelos de Programação Linear Multiobjetivo auxiliaram na definição dos portfólios individuais dos quais foram responsabilizados cada decisor, verificando como a LR pode ser usada para uma gestão integrada dos resíduos.

6.2 Vantagens ou contribuições

O modelo proposto traz as seguintes contribuições para a literatura:

- Uma abordagem combinada dos métodos SODA e SSM não estudada anteriormente em LR;
- A forma de analisar os mapas cognitivos pelas relações dos constructos que permitiu a identificação das alternativas e atributos do problema, não aplicada anteriormente em estudos de LR;
- A avaliação conjunta dos decisores para alternativas em alguns critérios e a utilização de uma escala que facilitou o consenso. Este tipo de avaliação não é muito comum na literatura;
- Análise de cenários para identificação de alternativas que poderiam coincidir em mais de um portfólio e dificultar o processo, o que não é foi explorado nos estudos avaliados sobre negociação;
- A utilização da programação linear multiobjetivo que permitiu considerar as preferências dos decisores simultaneamente, seus *tradeoffs* de forma interativa e aberta para a seleção dos portfólios individuais, que não é amplamente explorada na literatura de negociação;
- A resolução dos PLMO através do método *Pareto Race*, diferentemente de outros métodos na literatura, não exige que os decisores estejam aptos a atribuir pesos aos atributos, haja vista que os perfis dos decisores podem ser muito variados e nem sempre o entendimento do conceito de pesos pode ser intuitivo;
- Utilizar o método *Pareto Race* requerendo dos decisores a sinalização da função que deseja priorizar no espaço de soluções não dominadas, pode auxiliar a diminuir o esforço cognitivo dos decisores e, conseqüentemente, possibilitar a diminuição das inconsistências geradas no processo; e
- A definição dos valores-reserva feita de forma confidencial com os decisores que dificulta posturas oportunistas por parte dos decisores quanto aos seus recursos. Isto difere dos trabalhos avaliados nos quais os decisores, muitas vezes, tem receio de expressar estes valores.

Com a aplicação do modelo percebe-se como vantagens para os *stakeholders*:

- O modelo viabiliza uma discussão embasada e eficiente para as interações entre os decisores minimizando os conflitos;

- O modelo incute aos resultados uma perspectiva que foge apenas do campo ideológico trazendo soluções palpáveis que respondam a PNRS de forma satisfatória;
- Utilizar o SSM no modelo possibilita que as ações definidas tenham um caráter generalista, uma vez que seu conteúdo pode ser trabalhado juntamente com todos os *stakeholders*. Isto permite atenuar os efeitos da limitação no *stakeholder* consumidor quanto a sua representatividade em relação aos demais consumidores;
- O *stakeholder* do poder público tem o respaldo para justificar a inclusão das ações no plano de gerenciamento de resíduos sólidos do município pautado em aspectos objetivos e metodológicos;
- Os *stakeholders* da iniciativa privada podem estabelecer a complementaridade em seus processos minimizando as desconfianças, bem como auxiliando na concretização das ações definidas;
- O modelo permitiu, também, o estabelecimento de ações voltadas a geração de emprego e renda para pessoas em situação de vulnerabilidade social como os catadores, o que atende ao requisito da PNRS; e
- As fases do modelo foram estabelecidas de forma que não precisem ser realizadas em um único momento. Isto é interessante pela questão da disponibilidade dos decisores e o tempo necessário para o analista realizar certas etapas.

Neste sentido, os decisores apesar de considerarem o modelo extenso, concordam que ele não é complexo, sendo de fácil entendimento e desenvolvimento, o que justifica sua aplicação em outros contextos reais. Por fim, o modelo proposto é genérico e poderá ser replicado para outras situações.

6.3 Trabalhos futuros

Algumas limitações foram verificadas no desenvolvimento desse estudo. Inicialmente, a quantidade de respostas ao questionário até o momento da finalização deste estudo não foram suficientes para uma análise estatística de maior rigor. Por este fato, optou-se por realizar apenas uma análise descritiva para efeitos de contextualização do problema, levantando apenas evidências.

Neste sentido, propõe-se aprofundar a análise das respostas do questionário através da complementação das respostas que foram trabalhadas neste estudo, com as respostas que foram coletadas posteriormente para que se tenham amostras representativas e se possa tirar conclusões acerca da população no contexto estudado.

Outro ponto é a questão de o modelo proposto não incluir os resíduos perigosos, já que estes representam uma classe de resíduos que tem legislação específica para o seu gerenciamento. Assim, é necessário que se estude os resíduos perigosos, suas características e legislação para que se façam as devidas modificações ou até a proposição de um outro modelo com vistas a incluí-los.

O modelo limitou-se, também, por não explorar as relações sinérgicas entre as alternativas para a definição dos portfólios. Propõe-se avançar no modelo estudando formas de incluir as avaliações das relações sinérgicas na modelagem para que se definam os portfólios.

Por fim, o modelo limitou-se quanto a representatividade do *stakeholder* consumidor para apenas um deles. Este consumidor poderia não representar bem o interesse de todos os outros. Desta forma, propõe-se estudar meios de extrair informações de um maior número de consumidores para que não haja a necessidade de eles participarem junto aos demais representantes no processo de negociação.

REFERÊNCIAS

- ABDULRAHMAN, M.; GUNASEKARAN, A.; SUBRAMANIAN, N. Critical barriers in implementing reverse logistics in the Chinese manufacturing sectors. *International Journal of Production Economics*, 147: 460–471, 2014.
- ACKERMANN, F. Problem structuring methods “in the Dock”: Arguing the case for Soft or. *European Journal of Operational Research*, 219(3): 652–658, 2012.
- ACKERMANN, F.; EDEN, C. Contrasting Single User and Networked Group Decision Support Systems for Strategy Making. *Group Decision and Negotiation*, 10(1): 47-66, 2001.
- ADAIR, W. Negotiation behavior when cultures collide: the United States and Japan. *Journal of Applied Psychology*, 86(3): 371-85, 2001.
- ADAIR, W.; BRETT, J. The negotiation dance: Time, culture, and sequences in negotiation. *Organization Science*, 16: 33–51, 2005.
- AGRAWAL, S.; SINGH, R. K.; MURTAZA, Q. A literature review and perspectives in reverse logistics. *Resources, Conservation and Recycling*, 97:76–92, 2015.
- AIDONIS, D.; XANTHOPOULOS, A.; VLACHOS, D. IAKOVOU, E. An analytical methodological framework for managing reverse supply chains in the construction industry. *Transactions on Environment and Development*, 4: 1036-1046, 2008.
- AITKEN, J.; HARRISON, A. Supply governance structures for reverse logistics systems. *International Journal of Operations & Production Management*, 33(6): 745–764, 2013.
- ALAM, R.; CHOWDHURY, M.; HASAN, G.; KARANJIT, B.; SHRESTHA, L. 2008. Generation, storage, collection and transportation of municipal solid waste – a case study in the city of Kathmandu, capital of Nepal. *Waste Management*, 28 (6): 1088–1097, 2008.
- ALEGOZ, M.; KAYA, O. Coordinated dispatching and acquisition fee decisions for a collection center in a reverse supply chain. *Computers and Industrial Engineering*, 113: 475–486, 2017.
- ALENCAR, M.; JÚNIOR, L.; ALENCAR, L. Structuring objectives based on value-focused thinking methodology: Creating alternatives for sustainability in the built environment. *Journal of Cleaner Production*, 156: 62-73, 2017.
- ALFONSO-LIZARAZO, E. H.; MONTOYA-TORRES, J. R.; GUTIÉRREZ-FRANCO, E. Modeling reverse logistics process in the agro-industrial sector: The case of the palm oil supply chain. *Applied Mathematical Modelling*, 37(23): 9652–9664, 2013.
- ALQAHTANI, A. Y.; GUPTA, S. M.; NAKASHIMA, K. One-Dimensional Warranty Policies Analysis for Remanufactured Products in Reverse Supply Chain. *Innovation and Supply Chain Management*, 11: 13–22, 2017.

- ALSHAMSI, A.; DIABAT, A. A Genetic Algorithm for Reverse Logistics network design: A case study from the GCC. *Journal of Cleaner Production*, 151: 652–669, 2017.
- ALMEIDA, A. V. C.; MELO, I. M.; PINHEIRO, I. S.; FREITAS, J. F.; MELO, A. C. S. Revalorização do caroço de açaí em uma beneficiadora de polpas do município de Ananindeua/PA: proposta de estruturação de um canal reverso orientado pela PNRS e logística reversa. *Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, 12 (3): 59–83, 2017.
- ÁLVARES-GIL, M.; BERRONE, P.; HUSILLOS, F.; LADO, N. (2007), Reverse logistics, stakeholders' influence, organizational slack, and managers' posture. *Journal of Business Research*, 60(5): 463-473, 2007.
- AMBEC, S.; EHLERS, L. Regulation via the polluter-pays principle. *The Economic Journal*, 126: 884–906, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS, NBR 10.004:2004: Resíduos Sólidos - Classificação. S.I, 2004.
- AYDIN, R.; BROWN, A.; BADURDEEN, F.; LI, W.; ROUCH, K.; JAWAHIR, I. Quantifying impacts of product return uncertainty on economic and environmental performances of product configuration design. *Journal of Manufacturing Systems*, 48:3-11, 2018.
- BADENHORST, A. A framework for prioritising practices to overcome cost-related problems in reverse logistics. *Journal of Transport and Supply Chain Management*, 71: 1–10, 2013.
- BADURDEEN, F.; AYDIN, R.; BROWN, A. A multiple lifecycle-based approach to sustainable product configuration design. *Journal of Cleaner Production*, 200: 756-769, 2018.
- BAI, C.; SARKIS, J. Flexibility in reverse logistics: A framework and evaluation approach. *Journal of Cleaner Production*, 47: 306–318, 2013.
- BARNAUD, C.; LE PAGE, C.; DUMRONGROJWATTHANA, P.; TRÉBUIL, G. Spatial representations are not neutral: Lessons from a participatory agent-based modelling process in a land-use conflict. *Environmental Modelling & Software*, 45: 150-159, 2013.
- BATARFI, R.; JABER, M. Y.; ALJAZZAR, S. M. A profit maximization for a reverse logistics dual-channel supply chain with a return policy. *Computers and Industrial Engineering*, 106: 58–82, 2017.
- BEENEN, G.; BARBUTO, J. Let's make a deal: a dynamic exercise for practicing negotiation skills. *Journal of Education for Business*, 89(3): 149-155, 2014.
- BENAYOUN, R.; MONTGOLFIER, J.; TERGNY, J.; LARICHEY, O. Linear programming with multiple objective functions: step method (STEM). *Mathematical Programming*, 1: 366-375, 1971.
- BENECKE, G.; SCHURINK, W.; ROODT, G. Towards a substantive theory of synergy. *Journal of Human Resource Management*, 5(2): 9-19, 2007.

- BICHLER, M.; KERSTEN, G.; STRECKER, S. Towards a Structured Design of Electronic Negotiations. *Group Decision and Negotiation*, 12(4): 311–335, 2003.
- BLACKBURN, J.; GUIDE, V.; SOUZA, G.; VAN WASSENHOVE, L. Reverse supply chains for commercial returns. *California Management Review*, 46 (2): 6–22, 2004.
- BOGATAJ, M.; GRUBBSTROM, R. Transportation delays in reverse logistics. *International Journal of Production Economics*, 143(2): 395-402, 2013.
- BONJARDIM, E.; PEREIRA, R.; GUARDABASSIO, E. Análise bibliométrica das publicações em quatro eventos científicos sobre gestão de resíduos sólidos urbanos a partir da Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei nº 12.305/2010. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 46: 313-333, 2018.
- BORTOLINI, M.; GALIZIA, F.; MORA, C.; BOTTI, L.; ROSANO, M. Bi-objective design of fresh food supply chain networks with reusable and disposable packaging containers. *Journal of Cleaner Production*, 184: 375-388, 2018.
- BOUZON, M.; GOVINDAN, K.; TABOADA-RODRIGUEZ, C. Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP. *Resources, Conservation and Recycling*, 108:182–197, 2016.
- BOUZON, M.; GOVINDAN, K.; TABOADA-RODRIGUEZ, C. Evaluating barriers for reverse logistics implementation under a multiple stakeholders' perspective analysis using grey decision making approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 128: 315-335, 2018.
- BRASIL. Lei Nº12.305, de 2 de Agosto de 2010: Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Ministério do Meio Ambiente, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm.> Acesso em 10 de junho de 2018.
- CAÍADO, N.; GUARNIERI, P.; XAVIER, L.; HELENADE, L.; CHAVES, G. A characterization of the Brazilian market of reverse logistic credits (RLC) and an analogy with the existing carbon credit market. *Resources, Conservation and Recycling*, 118: 47-59, 2016.
- CALLEFI, M.; BARBOSA, W. Gestão de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos em Maringá/ PR. *Gepros*, 13(2): 112-131, 2018.
- CAMPOS, E.; DE PAULA, A.; PAGANI, I.; NEGRI, R.; GUARNIERI, P. 2017. Reverse logistics for the end-of-life and end-of-use products in the pharmaceutical industry: a systematic literature review. *Supply Chain Management: An International Journal*, 22(4): 375-392, 2017.
- CAMPOS, T. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 17(2): 171–180, 2012.
- CANÇADO, C. J.; SANTO, O. M; CARVALHO, A.; ZACARIAS, R. F. Solid Waste Management of Microcomputers in the City of Contagem/Mg: an Analysis of Parties Involved. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 1(1): 1–18, 2012.

- CARBONARA, N.; SCOZZI, B. Cognitive maps to analyze new product development processes: a case study. *Technovation*, 26(11): 1233-1243, 2006.
- CARDOSO GOMES, M. H. S.; OLIVEIRA, E. C.; BRESCIANI, L. P.; PEREIRA, R. D. S. Política Nacional de Resíduos Sólidos: Perspectivas de Cumprimento da Lei 12.305/2010 pelos municípios brasileiros, paulistas e da região do ABC. *Revista de Administração Da UFSM*, 7: 93–110, 2014.
- CARTER, C.; ROGERS, D. A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(5): 360-387, 2008.
- CARTER, C.; KAUFMANN, L.; BEALL, S.; CARTER, P.; HENDRICK, T.; PETERSEN, K. Reverse auctions—grounded theory from the buyer and supplier perspective. *Transportation Research Part*, 40: 229-254, 2004.
- CARUZZO, A.; BELDERRAIN, M.; FISH, G.; MANSO, D. The Mapping of Aerospace Meteorology in the Brazilian Space Program-Challenges and Opportunities for Rocket Launch. *Journal of Aerospace Technology and Management*, 7(1):7–18, 2015.
- CARDOSO, S. R.; BARBOSA-PÓVOA, A. P. F. D.; RELVAS, S. Design and planning of supply chains with integration of reverse logistics activities under demand uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 226(3): 436–451, 2013.
- CASTRO, C. Some aspects of implementing Regulatory Impact Analysis in Brazil. *Revista de Administração Pública*, 48(2): 323–342, 2014.
- CESTARI, W.; MARTINS, H. National Policy for solid waste and reverse logistics of fluorescent lamps after consumption: a case study. *Revista Gestão Da Produção Operações e Sistemas*, 11(1): 29–44, 2016.
- CEZARINO, L. O.; LIBONI, L. B.; OLIVEIRA, M. F.; CALDANA, A. C. F. Soft Systems Methodology and Interdisciplinarity in Management Education. *Systems Research and Behavioral Science*, 33(2): 278–288, 2016.
- CHAPMAN, E.; MILES, E.; MAURER, T. A proposed model for effective negotiation skill development. *Journal of Management Development*, 36(7): 940-958, 2017.
- CHAN, F.; CHAN, H.; JAIN, V. A framework of reverse logistics for the automobile industry. *International Journal of Production Research*, 50(5): 1318-1331, 2012.
- CHECKLAND, P. Soft Systems Methodology: A Thirty Year Retrospective. *Systems Research and Behavioral Science*, 17 (1): 11-58, 2000.
- CHE, Z.; CHIANG, T.; KUO, Y.; CUI, Z. Hybrid algorithms for fuzzy reverse supply chain network design. *Scientific World Journal*, s.v: s.p., 2014.
- CHEN, D.; IGNATIUS, J.; SUN, D.; ZHAN, S.; ZHOU, C.; MARRA, M.; DEMIRBAG, M. Reverse logistics pricing strategy for a green supply chain: a view of customers'

environmental awareness. *International Journal of Production Economics*, s.v: s.p, 2018.

CHINOMONA, E.; OMORUYI, O. The Influence of Green Procurement on Customer relationship management, information quality and reverse supply chain among manufacturing smes in gauteng province. *International Journal of Business and Management Studies*, 10(1): 1–15, 2018.

CHUNG, S.; MA, H.; CHAN, H. Maximizing recyclability and reuse of tertiary packaging in production and distribution network. *Resourcers, Conservation and Recycling*, 128:259-266, 2018.

COELHO, E. K. F.; MATEUS, G. R. A capacitated plant location model for Reverse Logistics Activities. *Journal of Cleaner Production*, 167: 1165–1176, 2017.

COLARES, L.; FIGUEIREDO, V.; FERREIRA, A.; DE OLIVEIRA, A. Lista de verificação de boas práticas ambientais para serviços de alimentação: elaboração, validação de conteúdo e confiabilidade interavaliadores. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21: s.p, 2018.

CONNELL, N. A. D. Evaluating soft OR: Some reflections on an apparently “unsuccessful” implementation using a soft systems methodology (SSM) based approach. *Journal of the Operational Research Society*, 52: 150–160, 2001.

CORRÊA, H. L.; XAVIER, L. H. Concepts , design and implementation of Reverse Logistics Systems for sustainable supply chains in Brazil. *Journal of Operations and Supply Chain Management*, 6: 1–25, 2013.

CULLEN, J; TSAMENYI, M.; BERNON, M.; GORST, J.. Reverse logistics in the UK retail sector: A case study of the role of management accounting in driving organisational change. *Management Accounting Research*, 24(3): 212–227, 2013.

CUNHA, A.; SILVA FILHO, J.L.; MORAIS, D.C., 2016. Aggregation cognitive maps procedure for group decision analysis. *Kybernetes*, 45: 589-603, 2016.

CUNHA, A.; MORAIS, D. Problem structuring methods in group decision making: a comparative study of their application. *Operational Research an International Journal*, 18: 1-20, 2017.

DA FONSECA, C; BARREIROS, C.; GONÇALVES, V.; MELO, C.; NUNES, R. Proposal for processes map of post-consumption reverse logistics under the perspective of the national solid waste policy. *Revista Gestão Da Produção Operações e Sistemas*, 12(1): 83–100, 2017.

DA PAZ, D.; LAFAYETTE, K.; HOLANDA, M.; SOBRAL, M. COSTA, L. Assessment of environmental impact risks arising from the illegal dumping of construction waste in Brazil. *Environment, Development and Sustainability*, s.v: 1-16, 2018.

DAS, D.; DUTTA, P. A system dynamics framework for integrated reverse supply chain with three way recovery and product exchange policy. *Computers and Industrial Engineering*, 66(4): 720–733, 2013.

- DAS, K.; CHOWDHURY, A. Designing a reverse logistics network for optimal collection, recovery and quality-based product-mix planning. *International Journal of Production Economics*, 135: 209–221, 2012.
- DAUGHERTY, P. J.; MYERS, B.; RICHEY, G. R. 2002: Information support for reverse logistics: the influence of relationship commitment. *Journal of Business Logistics*, 23(1): 85–106, 2002.
- DE AZEVEDO ALMEIDA, L.; CORRÊA GOMES, R. Discurso e Poder na formulação de políticas públicas ambientais O caso da Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Desenvolvimento em Questão*, 16(44): s.p., 2018.
- DE BRITO, M.; DEKKER, R.; FLAPPER, S.; DOWE, P. Reverse Logistics: a Review of Case Studies. *Distribution Logistics. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, 544: 243-281, 2005.
- DE BRITO, M.; DE KOSTER, M. Product and material returns: handling and warehousing issues. *Reverse Logistics*, s.v: 135– 153, 2004.
- DE BRITO, M. P., DEKKER, R. A Framework for Reverse Logistics. *ERIM Report Series Research in Management*, s.v: 29, 2003.
- DE SOUZA, C. D. R.; D’AGOSTO, M. D. A. Value chain analysis applied to the scrap tire reverse logistics chain: An applied study of co-processing in the cement industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 78: 15–25, 2013.
- DE SOUZA, C.; D’AGOSTO, M. Value chain analysis applied to the scrap tire reverse logistics chain: An applied study of co-processing in the cement industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 78: 15–25, 2013.
- DE SOUZA, J.; MELO, R.; OLIVEIRA, J.; DE SOUZA, J.; SIQUEIRA, S. Improving software agent communication with structural ontology alignment methods. *International Journal of Information Technology and Web Engineering*, 5(3): 49-64, 2010.
- DEM, H.; PRASHER, L. Imperfect production system under reverse logistics in stock-out situation: EPQ model. *Advances in Decision Sciences*, s.v: s.p. , 2013.
- DEMAJOROVIC, J.; CAIRES, E.; GONÇALVES, L.; SILVA, M. Integrando empresas e cooperativas de catadores em fluxos reversos de resíduos sólidos pós-consumo: o caso Vira-Lata. *Cadernos EBAPE.BR*, 12: 513–532, 2014.
- DENHART, H. Deconstructing disaster: economic and environmental impacts of deconstruction in post-Katrina New Orleans. *Resources, Conservation and Recycling*, 54: 194-204, 2010.
- DENSLEY TINGLEY, D.; DAVISON, B. Developing an LCA methodology to account for the environmental benefits of design for deconstruction. *Building and Environment*, 57: 387-39, 2012.

DEUS, R.; BATTISTELLE, R.; RIBEIRO, G. Scenario evaluation for the management of household solid waste in small Brazilian municipalities. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 19(1): 205-214, 2017.

DHOUIB, D. An extension of MACBETH method for a fuzzy environment to analyze alternatives in reverse logistics for automobile tire wastes. *Omega*, 42(1): 25–32, 2013.

DIAS, L.; CLÍMACO, J. Dealing with imprecise information in group multicriteria decisions: a methodology and a GDSS architecture. *European Journal of Operational Research*, 160: 291-307, 2005.

DIAS, P.; MACHADO, A.; HUDA, N.; BERNARDES, A. Waste electric and electronic equipment (WEEE) management: A study on the Brazilian recycling routes. *Journal of Cleaner Production*, 174: 7-16, 2018.

DING, B. Pharma Industry 4.0: Literature review and research opportunities in sustainable pharmaceutical supply chains. *Process Safety and Environmental Production*, 119: 115-130, 2018.

DOMGAŁA, T.; WOLNIAK, R. Reverse Supply Chain. *Management Systems in Production Engineering*, 25(4): 255–261, 2013.

DOWLATSHAHI, S. Developing theory of reverse logistics. *Interfaces*, 30: 143–151, 2000.

DOWLATSHAHI, S. A framework for the role of warehousing in reverse logistics. *International Journal of Production Research*, 50:1–13,2012.

EDEN, C. Analyzing cognitive maps to help structure issues or problems. *European Journal of Operational Research*, 159(3): 673-686, 2004.

EDEN, C. Cognitive mapping. *European Journal of Operational Research*, 36: 1-13, 1988.

EDEN, C. Analyzing cognitive maps to help structure issues or problems. *European Journal of Operational Research*, 159(3): 673–686, 2004.

EDEN, C.; ACKERMANN, F. Cognitive mapping expert views for policy analysis in the public sector. *European Journal of Operational Research*, 152: 615-630, 2004.

EDEN, C.; ACKERMANN, F. Where next for problem structuring methods. *Journal of the Operational Research Society*, 57: 766–768, 2006.

EL BAZ, J.; FREI, R.; LAGUIR, I. Reverse supply chain practices in developing countries: the case of Morocco. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(1): 198–216, 2018.

ENE, S.; OZTURK, N. Open-Loop Reverse Supply Chain Network Design. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 109: 1110-1115, 2014.

ENGELAND, J.; BELIEN, J.; DE BOECK, L.; DE JAEGER, S. Literature review: strategic network optimization models in waste reverse supply chains. *Omega*, s.v: s.p, 2018.

-
- ESKANDARPOUR, M. et al. A reverse logistics network for recovery systems and a robust metaheuristic solution approach. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 74: 1393–1406, 2014.
- FAGUNDES, L. D.; AMORIM, E. S.; DA SILVA LIMA, R. Action Research in Reverse Logistics for End-Of-Life Tire Recycling. *Systemic Practice and Action Research*, 30(5): 553–568, 2017.
- FARATIN, P.; SIERRA, C.; JENNINGS, N. Using similarity criteria to make issue trade-offs in automated negotiations. *Artificial Intelligence*, 142: 205–237, 2002.
- FAREL, R.; YANNOU, B.; GHAFFARI, A.; LEROY, Y. A cost and benefit analysis of future end-of-life vehicle glazing recycling in France: a systematic approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 74: 54-65, 2013.
- FRANCO, L.; MONTIBELLER, G. Facilitated modelling in operational research. *European Journal of Operational Research*, 205 (3): 489–500, 2010.
- FRANCO, L.; ROUWETTE, E. Decision development in facilitated modelling workshops. *European Journal of Operational Research*, 212 (1): 164-178, 2011.
- FEHR, M. The management challenge for household waste in emerging economies like Brazil: Realistic source separation and activation of reverse logistics. *Waste Management and Research*, 32: 32–39, 2014.
- FEITÓ-CESPÓN, M. et al. Redesign of a sustainable reverse supply chain under uncertainty A case study. *Journal of Cleaner Production*, 151: 206–217, 2017.
- FERDIN, A. M.; PRADO, L.; RIGOLIN, M.. A Contaminação Em Solos Provocada Pela Disposição De Resíduos Sólidos No Município De Pirapozinho (Sp). *Colloquium Exactarum*, 3:1–11, 2015.
- FERREIRA, R. A.; GEMAQUE, S. L.; MELO, A. C.; MARTINS, V. W.; NUNES, D. R. Motion for a Chain Reverse Drawing for Waste Electronics. *Revista Metropolitana De Sustentabilidade*, 6(3):123–145, 2016.
- FERRI, G.; CHAVES, G.; RIBEIRO, G. 2015. Reverse logistics network for municipal solid waste management: the inclusion of waste pickers as a Brazilian legal requirement. *Waste Management*, 40: 173-191, 2015.
- FLEISCHMANN, M.; KRIKKE, H.; DEKKER, R.; FLAPPER, S. A characterization of logistics networks for product recovery. *Omega, The International Journal of Management Science*, 8: 653–666, 2000.
- FRACASSO, M.; DALEPIANE, R.; PORSCH, M.; PFULLER, E.; SILVA, R. S. Diagnóstico E Proagnóstico Dos Rsu Para Município De Sananduva/Rs. *Holos*, 4: 282, 2017.
- FRANCO, L.; ROWETTE, E. Decision development in facilitated modelling workshops. *European Journal of Operational Research*, 212: 164–178, 2011.

- FREGONARA, E.; CURTO, R.; GROSSO, MELLANO, P.; ROLANDO, D.; TULLIANI, J-M. Environmental Technology, Materials Science, Architectural Design, and Real Estate Market Evaluation: A Multidisciplinary Approach for Energy Efficient Buildings. *Journal of Urban Technology*, 20(4): 57-80, 2013.
- GALBRETH, M.; BLACKBURN, J. Optimal acquisition and sorting policies for remanufacturing. *Production and Operation Management*, 15(3): 384–92, 2006.
- GARCÍA-RODRÍGUEZ, F. J.; CASTILLA-GUTIÉRREZ, C.; BUSTOS-FLORES, C. Implementation of reverse logistics as a sustainable tool for raw material purchasing in developing countries: The case of Venezuela. *International Journal of Production Economics*, 141(2): 582–592, 2013.
- GEN, M.; LIN, L.; YUN, Y.; INOUE, H. Recent advances in hybrid priority-based genetic algorithms for logistics and SCM network design. *Computers & Industrial Engineering*, 125: 394-412, 2018.
- GENC, T.; DE GIOVANNI, P. Optimal return and rebate mechanism in a closed-loop supply chain game. *European Journal of Operational Research*, 269: 661-681, 2018.
- GEORGIU, I. Messing about in transformations: Structured systemic planning for systemic solutions to systemic problems. *European Journal of Operational Research*, 223(2): 392-406, 2012.
- GEORGIU, I. A graph-theoretic perspective on the links-to-concepts ratio expected in cognitive maps. *European Journal of Operational Research*, 197: 834–836, 2009.
- GEORGIU, I. Cognitive Mapping and Strategic Options Development and Analysis (SODA). *Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science*, s.v.: s.p, 2010
- GIANNETTI, B. F.; BONILLA, S. H.; ALMEIDA, C. M. V. B. An emergy-based evaluation of a reverse logistics network for steel recycling. *Journal of Cleaner Production*, 46: 48–57, 2013.
- GINDRI, A.; LHAMBY, A. A Situação da Logística Reversa em alguns Municípios da Campanha e Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul / RS . *Ciência e Natura*, 38(2): 1005-1017, 2016.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GODICHAUD, M.; AMODEO, L. Economic order quantity for multistage disassembly systems. *International Journal of Production Economics*, 199: 16-25, 2018.
- GONÇALVEZ, D. B. A GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE SOROCABA-SP. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, 11: 15–26, 2016.

- GONZALES-TORRE, P.; SARKIS, J.; ADENSO-DIAZ, B. Stakeholder pressure and the adoption of environmental practices: the mediating effect of training. *Journal of Operations Management*, 28 (2): 163–176, 2010.
- GOU, Q.; LIANG, L.; HUANG, Z.; XU, C. 2008. A joint inventory model for an open-loop reverse supply chain. *International Journal of Production Economics*, 116 (1): 28–42, 2008.
- GOVINDAN, K.; BOUZON, M. From a literature review to a multi-perspective framework for reverse logistics barriers and drivers. *Journal of Cleaner Production*, 187: 318–337, 2018.
- GOVINDAN, K.; SARKIS, J.; PALANIAPPAN, M. An analytic network process-based multicriteria decision making model for a reverse supply chain. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 68: 863–880, 2013.
- GOVINDAN, K.; SOLEIMANI, H.; KANNAN, D. Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. *European Journal of Operational Research*, v. 240, n. 3, p. 603–626, 2015.
- GOVINDAN, K.; KALIYAN, M.; KANNAN, D.; HAG, A. Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process. *International Journal of Production Economics*, 147: 555-568, 2014
- GOVINDAN, K.; BOUZON, M. From a literature review to a multi-perspective framework for reverse logistics barriers and drivers. *Journal of Cleaner Production*, 187: 318-337, 2018.
- GU, Q.; GAO, T. IERs in reverse supply chain: Be worth lowering or not. *Computers and Industrial Engineering*, 111: 289–302, 2017.
- GU, Y.; LIU, Q. Research on the application of the internet of things in reverse logistics information management. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 6(4): 963–973, 2013.
- GUARNIERI, P.; CERQUEIRA-STREIT, J. Implications for waste pickers of Distrito Federal, Brazil arising from the obligation of reverse logistics by the national policy of solid waste. *Latin American Journal of Management for Sustainable Development*, 2(1): 19-35, 2015.
- GUARNIERI, P.; SOBREIRO, V.; NAGANO, M.; SERRANO, A. The challenge of selecting and evaluating third-party reverse logistics providers in a multicriteria perspective: A Brazilian case. *Journal of Cleaner Production*, 96: 209–219, 2015.
- GUARNIERI, P.; E SILVA, L.; LEVINO, N. Analysis of electronic waste reverse logistics decisions using Strategic Options Development Analysis methodology: A Brazilian case. *Journal of Cleaner Production*, 133: 1105-1117, 2016.
- GUARNIERI, P.; SOBREIRO, V.; NAGANO, M.; SERRANO, A. The challenge of selecting and evaluating third-party reverse logistics providers in a multicriteria perspective: a Brazilian case. *Journal of Cleaner Production*, 96:209-219, 2015.

- GUIDE, D.; VAN WASSENHOVE, L. The reverse supply chain: smart manufacturers are designing efficient processes for reusing their products. *Harvard Business Review*, 22: 25-26, 2002.
- GUIDE, D.; VAN WASSENHOVE, L.; TEUNTER, R. Matching demand and supply to maximize profits from remanufacturing. *Manufacturing & Service Operations Management*, 5(4): 303–316, 2003.
- GUO, J. Forward and reverse logistics network and route planning under the environment of low-carbon emissions: A case study of Shanghai fresh food E-commerce enterprises. *Computers and Industrial Engineering*, 106: 351–360, 2017.
- GUO, H.; ZHANG, Y.; ZHANG, C.; LIU, Y.; ZHOU, Y. Location-inventory decisions for closed-loop supply chain management in the presence of the secondary market. *Annals of operations Research*, s.v: s.p, 2018.
- GOU, Q.; LIANG, L.; HUANG, Z.; XU, C. A joint inventory model for an open loop reverse supply chain. *International Journal of Production Economics*, 116:28-42, 2008.
- GUARNIERI, P.; DE CAMPOS, E.; DE PAULA, I.; PAGANI, R. Reverse logistics for the end-of-life and end-of-use products in the pharmaceutical industry: a systematic literature review. *Supply Chain Management: An International Journal*, 22(4): 375-392, 2017.
- HAHLER, S.; FLEISCHMANN, M. The value of acquisition price differentiation in reverse logistics. *Journal of Business Economics*, 83(1): 1–28, 2013.
- HALL, D. et al. Reverse logistics goals, metrics, and challenges: perspectives from industry. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 43(9): 768–785, 2013.
- HAN, H.; TRIMI, S. Afuzzy TOPSIS method for performance evaluation of reverse logistics in social commerce platforms. *Expert Systems With Applications*, 103: 133-145, 2018.
- HANSEN, Z.; LARSEN, S.; NIELSEN, A.; GROTH, A.; GREGERSEN, A. Combining or separating forward and reverse logistics. *International Journal of Logistics Management*, 29(1): 216-236, 2018.
- HARDJOSOEKARTO, S. Construction of Social Development Index as a Theoretical Research Practice in Action Research by Using Soft Systems Methodology. *Systemic Practice and Action Research*, 25(6): 493–509, 2012.
- HAZEN, B. et al. Reverse logistics information system success and the effect of motivation. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 44(3): 201–220, 2014.
- HE, Q.; BEH, L.; GHOBADIAN, A.; GALLEAR, D.; O'REGAN, N. Second-life retailing: a reverse supply chain perspective. *Supply Chain Management: An International Journal*, 21(2): 259-272, 2016.
- HEBER, F.; SILVA, E. Institucionalização da Política Nacional de Resíduos Sólidos: dilemas

e constrangimentos na Região Metropolitana de Aracaju (SE). *Revista de Administração Pública*, 48(4), 913–937, 2014.

HEYWARD, M. Equity and international climate change negotiations: a matter of perspective. *Climate Policy*, 7:518–34, 2007.

HJORTSO, C. Enhancing public participation in natural resource management using Soft OR—an application of strategic option development and analysis in tactical forest planning. *European Journal of Operational Research*, 152(3):667–683, 2004.

HONG, I. H.; LEE, Y. T.; CHANG, P. Y. Socially optimal and fund-balanced advanced recycling fees and subsidies in a competitive forward and reverse supply chain. *Resources, Conservation and Recycling*, 82: 75–85, 2013.

HOSSEININASAB, A.; AHMADI, A. Selecting a supplier portfolio with value, development, and risk consideration. *European Journal of Operational Research*, 245: 146-156, 2015.

HSUEH, J. T.; LIN, C. Y. Constructing a network model to rank the optimal strategy for implementing the sorting process in reverse logistics: Case study of photovoltaic industry. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 17(1): 155–174, 2015.

HU, T.; SHEW, J.; HUANG, K. A reverse logistics cost minimization model for the treatment of hazardous wastes. *Transportation Research*, 38: 457– 473, 2002.

HU, Z. H.; SHEU, J. B. Post-disaster debris reverse logistics management under psychological cost minimization. *Transportation Research Part B: Methodological*, 55: 118–141, 2013.

HUANG, Y.-C.; YANG, M.-L. Reverse logistics innovation, institutional pressures and performance. *Management Research Review*, 37(7): 615–641, 2014.

HUSCROFT, J. R. Task-technology fit for reverse logistics performance. *The International Journal of Logistics Management*, 24(2): 230–246, 2013.

HUSCROFT, J. Reverse logistics: past research, current management issues, and future directions. *The International Journal of Logistics Management*, 24(3): 304–327, 2013.

HÜFFMEIER, J.; FREUND, P.; ZERRES, A.; BACKHAUS, K.; HERTEL, G. Being Tough or Being Nice? *Journal of Management*, 40 (3): 866–892, 2014.

IZARIAS, N; BARBOSA, B.; ROSA, M.; FRANÇA, V. Implantação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos no Norte Goiano , *Ciência e Natura*, 38: 243–253, 2016.

JABBARZADEH, A.; HAUGHTON, M.; KHOSROJERDI, A. Closed-loop supply chain network design under disruption risks: a robust approach with real world application. *Computers & Industrial Engineering*, 116: 178-191, 2018.

JABBOUR, A.; JABBOUR, C.; SARKIS, J.; GOVIDAN, K. Brazil s new national policy on solid waste: challenges and opportunities. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 16 (1): 7-9, 2014.

-
- JAHAN, N.; NAVEED, S.; ZESHAN, M.; TAHIR, M. How to Conduct a Systematic Review: A Narrative Literature Review. *Cureus*, 8(11): s.p., 2016.
- JAIN, S.; JAIN, N.; METRI, B. Strategic framework towards measuring a circular supply chain management. *Benchmarking: An International Journal*, 25(18): 3238-3252, 2018.
- JANSE, B.; SCHUUR, P.; BRITO, M. A reverse logistics diagnostic tool: the case of the consumer electronics industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 47: 495-513, 2010.
- JAYARAMAN, V.; LUO, Y. Creating Competitive Advantages through New Value Creation: A Reverse Logistics Perspective. *Academy of Management Perspectives*, 21(2): 56–73, 2007.
- JERBIA, R.; BOUJELBEN, M.; SEHLI, M.; JEMAIS, Z. A stochastic closed-loop supply chain network design problem with multiple recovery options. *Computers & Industrial Engineering*, 115: 23-32, 2018.
- JOHN, J. et al. Sustainable Operations in Reverse Supply Chain of Shipbuilding Business - Benefits of Green Practices. *Independent Journal of Management & Production*, 4(2): 563–583, 2013.
- JOHN, S. T.; SRIDHARAN, R.; KUMAR, P. N. R. Multi-period reverse logistics network design with emission cost. *The International Journal of Logistics Management*, 28(1): 127–149, 2017.
- JOHN, S. T.; SRIDHARAN, R.; RAM KUMAR, P. N. Reverse logistics network design: a case of mobile phones and digital cameras. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94: 615–631, 2018.
- JUNG, K. S. et al. Supply planning models for a remanufacturer under just-in-time manufacturing environment with reverse logistics. *Annals of Operations Research*. 240(2): 533–581, 2016.
- KAPETANOPOULOU, P.; TAGARAS, G. Drivers and obstacles of product recovery activities in the Greek industry. *International Journal of Operation and Production Management*, 31 (2): 148–166, 2011.
- KEISLER, J.; TURCOTTE, D.; DREW, R.; JOHNSON, M. Value-focused thinking for community-based organizations: objectives and acceptance in local development. *EURO Journal on Decision Processes*, 2: 221-256, 2014.
- KERSTEN, G. Modeling Distributive and Integrative Negotiations – Review and Revised Characterization. *Group Decision and Negotiation*, 10: 493-514, 2001.
- KEYVANSHOKOOH, E. A dynamic pricing approach for returned products in integrated forward/reverse logistics network design. *Applied Mathematical Modelling*, 37(24): 10182–10202, 2013.
- KHOR, K. S.; UDIN, Z. M. Reverse logistics in Malaysia: Investigating the effect of green product design and resource commitment. *Resources, Conservation and Recycling*, 81: 71–80,

2013.

KIM, J. S.; LEE, D. H. A restricted dynamic model for refuse collection network design in reverse logistics. *Computers and Industrial Engineering*, 66(4): 1131–1137, 2013.

KIM, J.; DO CHUNG, B.; KANG, Y.; JEONG, B. Robust optimization model for closed-loop supply chain planning under reverse logistics flow and demand uncertainty. *Journal of Cleaner Production*, 196: 1314-1328, 2018.

KIM, T.; GOYAL, S. K.; KIM, C. H. Lot-streaming policy for forward-reverse logistics with recovery capacity investment. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 68: 509–522, 2013.

KINOBE, J.; GEBRESENBET, G.; NIWAGABA, C.; VINNERAS, B. Reverse logistics system and recycling potential at a landfill: A case study from Kampala City. *Waste Management*, 42: 82–92, 2015.

KOCABASOGLU, C.; PRAHINSKI, C.; KLASSEN, R. Linking forward and reverse supply chain investments: The role of business uncertainty. *Journal of Operations Management*, 25(6): 1141–1160, 2007.

KORHONEN, P.; WALLENIOUS, J. A Pareto race. *Naval Research Logistics*, 35: 615-623, 1988.

KUMAR, D.; SOLEIMANI, H.; KANNAN, G. Forecasting return products in an integrated forward/reverse supply chain utilizing an anfis. *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, 24 (3): 669-682, 2014.

KLAPALOVÁ, A. Reverse logistics policy - Differences between conservative and innovative reverse logistics management. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 61(7):2285–2294, 2013.

KONGAR, E. et al. A novel IT infrastructure for reverse logistics operations of end-of-life pharmaceutical products. *Information Technology and Management*, v. 16, n. 1, p. 51–65, 2015.

KOROBKIN, R. A positive theory of legal negotiation. *George Law Journal*, 88(6): 1789–1732, 2000.

KOVAČIĆ, D.; BOGATAJ, M. Reverse logistics facility location using cyclical model of extended MRP theory. *Central European Journal of Operations Research*, 21,: 41–57, 2013.

KOWALSKA, I. J. Synergy effects in the mergers of collieries. *International Journal Of Synergy And Research*, 1(2): 103-122, 2012.

KRIKKE, H.; LE BLANC, H.; VAN DE VELDE, S. Product modularity and the design of closed-loop supply chains. *California Management Review*, 46 (2), 23–39, 2004.

- KRIKKE, H.; HOFENK, D.; WANG, Y. Revealing an invisible giant: a comprehensive survey into return practices within original (closed-loop) supply chains. *Resources Conservation and Recycling*, 73: 239-250, 2013.
- KUCZENSKI, B.; GEYER, R. PET bottle reverse logistics - Environmental performance of California's CRV program. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(2): 456-471, 2013.
- KUMAR, A. Extended TPB model to understand consumer "selling" behaviour. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, 29(4): 721-742, 2017.
- KUMAR, D. T.; SOLEIMANI, H.; KANNAN, G. Forecasting return products in an integrated forward/reverse supply chain utilizing an ANFIS. *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, 24(3): 669-682, 2014.
- LAI, K. H.; WU, S. J.; WONG, C. W. Y. Did reverse logistics practices hit the triple bottom line of Chinese manufacturers? *International Journal of Production Economics*, 146(1): 106-117, 2013.
- LAI, K.; WONG, C. Green logistics management and performance: Some empirical evidence from Chinese manufacturing exporters. *Omega*, 40(3): 267-282, 2012.
- LEE, J. W.; KIM, S. H. An integrated approach for interdependent information system project selection. *International Journal of Project Management*, 19(2): 111-118, 2001.
- LEIGH, N.; PATTERSON, L. Deconstructing to redevelop: a sustainable alternative to mechanical demolition: the economics of density development finance and proformas, *Journal of the American Planning Association*, 72: 217-225, 2006.
- LEWIS, G.; HARVEY, B. Perceived environmental uncertainty: the extension of Miller's scale to the natural environment. *Journal of Management Studies*, 38 (2): 201-233, 2001.
- LI, J.; WANG, J.; PAN, Q.; DUAN, P.; SANG, H.; GAO, K.; XUE, Y. et al. A hybrid artificial bee colony for optimizing a reverse logistics network system. *Soft Computing*, 21(20): 6001-6018, 2017.
- LI, J.; WANG, Z.; JIANG, B. Managing economic and social profit of cooperative models in three-echelon reverse supply chain for waste electrical and electronic equipment. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 11(5): 1-10, 2017.
- LI, Y.; YING, C.; CHIN, K.; YANG, H.; XU, J. Third-party reverse logistics provider selection approach based on hybrid-information MCDM and cumulative prospect theory. *Journal of Cleaner Production*, 195: 573-584, 2018.
- LIAO, T.-Y. Reverse Logistics Network Design for Product Recovery and Remanufacturing. *Applied Mathematical Modelling*, 60: 145-163, 2018.
- LIMA, M. Paradoxos da formalização: a inclusão social dos catadores de recicláveis a partir do caso do encerramento do aterro de Jardim Gramacho (RJ). *Horizonte Antropológico*, 24(50): 145-180, 2018..

- LIN, C.-Y.; SHIUE, Y.-C. An Application of AHP and Sensitivity Analysis for Measuring the Best Strategy of Reverse Logistics: A Case Study of Photovoltaic Industry Chain. *Journal of Testing and Evaluation*, 41(3): s.p., 2013.
- LISTES, O.; DEKKER, R. A Stochastic Approach to a Case Study for Product Recovery Network Design. *European Journal of Operational Research*, 160: 268–287, 2005.
- LIU, W.; MENG, W.; MINGERS, J.; TANG, N.; WANG, W. Developing a performance management system using soft systems methodology: A Chinese case study. *European Journal of Operational Research*, 223(2): 529–540, 2012.
- MA, H.; LI, X. Closed-loop supply chain network design for hazardous products with uncertain demands and returns. *Applied Soft Computing*, 68: 889-899, 2018.
- MAFAKHERI, F.; NASIRI, F. Revenue sharing coordination in reverse logistics. *Journal of Cleaner Production*, 59: 185–196, 2013.
- MAHAPATRA, R. N.; BISWAL, B. B.; PARIDA, P. K. Modified Deterministic Model for Reverse Supply Chain in Manufacturing. *Journal of Industrial Engineering*, 2013: 1–10, 2013.
- MAHMOUDI, H.; FAZLOLLAHTABAR, H. A Comprehensive Mathematical Programming Model for Minimizing Costs in A Multiple-Item Reverse Supply Chain with Sensitivity Analysis. *Management and Production Engineering Review*, 5(3): 42–52, 2014.
- MAHMOUDZADEH, M.; MANSOUR, S.; KARIMI, B. To develop a third-party reverse logistics network for end-of-life vehicles in Iran. *Resources, Conservation and Recycling*, 78: 1–14, 2013.
- MAIELLO, A.; BRITTO, A.; VALLE, T. Implementation of the Brazilian National Policy for Waste Management. *Revista de Administração Pública*, 52(1): 24-51.
- MAIER, S.; OLIVEIRA, L. Economic feasibility of energy recovery from solid waste in the light of Brazil's waste policy: The case of Rio de Janeiro. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 35: 484-498, 2014.
- MARIA, S. Logística reversa: um estudo de caso em empresas do setor madeireiro na fronteira oeste do Rio Grande do Sul – RS. *Ciência e Natura*, 38 (2): 920 –931, 2016.
- MARSHALL, R. Guest Editorial: Cognitive mapping of strategy in marketing. *Journal of Business Research*, 66: 1541–1543, 2013.
- MARTTUNEN, M.; LIENERT, J.; BELTON, V. Structuring problems for multi-criteria decision analysis in practice: A literature review of method combinations. *European Journal of Operational Research*, 263: 1-17, 2017.
- MASCARENHAS, M.; SILVA, W. Triple bottom line da sustentabilidade uma análise em empresas nacionais produtoras de óleos e gorduras vegetais e animais. *REUNIR: Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade*, 3(1): 62, 2013.

- MATAR, N.; Y. JABER, M.; SEARCY, C. A reverse logistics inventory model for plastic bottles. *The International Journal of Logistics Management*, 25(2): 315–333, 2014.
- MAZON, M.; AZEVEDO, A.; OLIVA, R.; SILVEIRA, M. A. Environmental Regulations on Waste Electrical Equipment Industry: the Production Chain To the Final Consumer. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 1(1): 160–176, 2012.
- MEADDE, L.; SARKIS, J.; PRESLEY, A. The theory and practice of reverse logistics. *International Journal of Logistics Systems and Management*. 3: 56-84, 2007.
- MEDEIROS, D.; URTIGA, M.; MORAIS, D. Integrative negotiation model to support water resources management. *Journal of Cleaner Production*, 150: 148-163, 2017.
- MEYER, A. Drivers and barriers of reverse logistics practices: A study of large grocery retailers in South Africa. *Journal of Transport and Supply Chain Management*, 11(0): 1–16, 2017.
- MILLET, D. Designing a sustainable reverse logistics channel: the 18 generic structures framework. *Journal of Cleaner Production*, 19 (6):588-597, 2011.
- MILICHOVSKÝ, F. An impact of reverse logistics activities on marketing communication. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 65(2): 669–678, 2017.
- MINGERS, J.; ROSENHEAD, J. Problem structuring methods in action. *European Journal of Operational Research*, 152: 530-554, 2004.
- MIRANDA, M.; CAPRARA, A.; PEIXOTO, A.; MOTTA, C. SANTANA, R. P. Percepção de atores sociais responsáveis pela gestão de resíduos sólidos no contexto da dengue. *Revista Brasileira de Promoção da Saúde*, 26(2): 233–241, 2013.
- MOMENI, E. et al. A new fuzzy network slacks-based DEA model for evaluating performance of supply chains with reverse logistics. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 27(2): 793–804, 2014.
- MONSREAL, M. Reverse logistics of recovery and recycling of non-returnable beverage containers in the brewery industry: A “profitable visit” algorithm. *CEUR Workshop Proceedings*, 769: 60–75, 2011.
- MORGAN, M. Use (and abuse) of expert elicitation in support of decision making for public policy. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(20): 7176-7184, 2014.
- MOURA, G.; SERRANO, A.; GUARNIERI, P. Análise Socioeconômica Dos Catadores De Lixo No Distrito Federal. *Holos*, 3: 251, 2016.
- MUDGAL, R.; SHANKAR, R.; TALIB, P.; RAJ, T. Modelling the barriers of green supply chain practices: an Indian perspective. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 7:81-107, 2010.

- NAJMI, A. HAQ, M.; MAJEED, S.; KHAN, N. Effects of product's warranty on customers preferences: empirical findings on reverse logistics models. *LogForum*, 10(3): 305–317, 2014.
- NARAYANA, S.; A. ELIAS, A.; K. PATI, R. Reverse logistics in the pharmaceuticals industry: a systemic analysis. *The International Journal of Logistics Management*, 25(2): 379–398, 2014.
- NIKNEJAD, A.; PETROVIC, D. Optimisation of integrated reverse logistics networks with different product recovery routes. *European Journal of Operational Research*, 238, (1): 143–154, 2014.
- NIKOLAOU, I. E.; EVANGELINOS, K. I.; ALLAN, S. A reverse logistics social responsibility evaluation framework based on the triple bottom line approach. *Journal of Cleaner Production*, 56: 173–184, 2013.
- NUSS, C.; SAHAMIE, R.; STINDT, D. The Reverse Supply Chain Planning Matrix: A Classification Scheme for Planning Problems in Reverse Logistics. *International Journal of Management Reviews*, 17(4): 413–436, 2015.
- OGLIASTRI, E.; QUINTANILLA, C. Building cross-cultural negotiation prototypes in Latin American contexts from foreign executives' perceptions. *Journal of Business Research*, 69: 452–458, 2016.
- OKOT-OKUMU, J.; NYENJE, R. Municipal solid waste management under decentralisation in Uganda. *Habitat International*, 35:6, 2011.
- OLARIU, I. Conceptual Issues Regarding Reverse Logistics. *Studies and Scientific Researches*, 18: 326–331, 2013.
- OLARIU, I. An overview on retail reverse logistics. *Studies and Scientific Researches. Economics*, 4(19): 189–195, 2014.
- OLIVEIRA NETO, G.; SOUZA, M.; SILVA, D.; SILVA, L. Avaliação das vantagens ambientais e econômicas da implantação da logística reversa no setor de vidros impressos. *Ambiente & Sociedade*, 17(3): 199–220, 2014.
- OTENG-ABABIO, M.; ARGUELLO, J.; GABBAY, O Solid waste management in African cities: sorting the facts from the fads in Accra. *Habitat International*, 39:96–104, 2013.
- ÖZCEYLAN, E.; PAKSOY, T. Fuzzy mathematical programming approaches for reverse supply chain optimization with disassembly line balancing problem. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 26(4): 1969–1985, 2014.
- PACHECO, E.; KUBOTA, F.; YAMAKAWA, E.; PALADINI, E.; CAMPOS, L.; CAUCHICK-MIGUEL, P. Reverse logistics: improvements and benefits when shifting parts exchanging process in a household appliance organization. *Benchmarking: An international journal*, 25(5) 1447-1460, 2018.
- PAL, R. Value creation through reverse logistics in used clothing networks. *The International Journal of Logistics Management*, 28(3): 864–906, 2017.

- PANIGRAHU, S.; KAR, F.; FEN, T.; HOE, L.; WONG, M. A strategic initiative for successful reverse logistics management in retail industry. *Global Business Review*, 19(3S): 151S-175S, 2018.
- PARK, G.; BOLTON, G.; ROTHROCK, L.; BROSING, J. Towards an interdisciplinary perspective of training intervention for negotiations: Developing strategic negotiation support contents. *Decision Support Systems*, 49(2): 213-221, 2010.
- PAULA, A.; STOLL, B. Avaliação da gestão dos resíduos sólidos de saúde da Irmandade Santa Casa de Caridade de São Gabriel-RS sob a ótica da nova Legislação Brasileira, *Ciência e Natura*, 38 (2): 998–1004, 2016.
- PEREIRA JUNIOR, H.; CORTEZ, R.; PENEDO, A.; LIMA, N.; SOUZA, G. DA SILVA, T.; QUEIROZ, J.; MARTINS, E. Material management: a reverse logistics case of agrotoxics empty containers in a sugar and alcohol company. *European Scientific Journal*, 9(26): 76-85, 2013.
- PIN, B.; BARROS, R.; LORA, E.; DOS SANTOS, I. Waste management studies in a Brazilian microregion: GHG emissions balance and LFG energy project economic feasibility analysis. *Energy Strategy Reviews*, 19:31-43, 2018.
- POLZER, V.; PERSSON, K. MSW Management in São Paulo City and the National Policy of Solid Waste. *The Open Waste Management Journal*, 9(1): 1-10, 2016.
- PORKAR, S.; MAHDAVI, I.; VISHKAEI, B.; HEMATIAN, M. Green supply chain flow analysis with multi-attribute demand in a multi-period product development environment. *Operational Research International Journal*, s.v.s.p, 2018.
- PRAHINSKI, C.; KOCABASOGLU, C. Empirical research opportunities in reverse supply chains. *Omega*, 34(6): 519-532, 2006.
- PUMPINYO, S.; NITIVATTANANON, V. Investigation of Barriers and Factors Affecting the Reverse Logistics of Waste Management Practice: A Case Study in Thailand. *Sustainability*, 6(10): 7048–7062, 2014.
- QIU, Y. et al. Production routing problems with reverse logistics and remanufacturing. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 111: 87–100, 2018.
- RAD, R.; NAHAVANDI, N. A novel multi-objective optimization model for integrated problems of green closed loop supply chain network design and quantity discount. *Journal of Cleaner Production*, 196: 1549-1565, 2018.
- RAJ, R.; KALIRAMAN, N.; CHANDRA, S.; CHAUDHARY, H. A production inventory model with exponential demand rate and reverse logistics. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 5(4): 521–542, 2014.
- RAVI, V.; SHANKAR, R. An ISM-based approach analyzing interactions among variables of reverse logistics in automobile industries. *Journal of Modelling in Management*, 12(1): 36–52, 2017.

-
- RAZUK, N. Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Obrigações dos Entes Estatais Frente à Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Prisma Juridico*, 13(1): 71–105, 2014.
- REZAEI, J. A systematic review of multi-criteria decision-making applications in reverse logistics. *Transportation Research Procedia* 10: 766 – 776, 2015.
- REZAEI, S.; KHEIRKHAH, A. A comprehensive approach in designing a sustainable closed-loop supply chain network using cross-docking operations. *Computational Mathematic Organizational Theory*, 24: 51-98, 2018.
- ROGERS, D.; TIBBEN-LEMBKE, R. An examination of reverse logistics practices. *Journal of Business Logistics*, 22(2):129-148, 2001.
- ROGHANIAN, E.; PAZHOSHESHFAR, P. An optimization model for reverse logistics network under stochastic environment by using genetic algorithm. *Journal of Manufacturing Systems*, 33(3): 348–356, 2014.
- ROSE, W. J. et al. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 46(2): 153–176, 2016.
- ROSS, R.; SIERRA, C. A negotiation meta strategy combining trade-off and concession moves. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 12: 163-181, 2006.
- ROTICH, H.; YONGSHENG, Z.; JUN, D. Municipal solid waste management challenges in developing countries – Kenyan case study. *Waste Management*, 26 (1): 92–100, 2006.
- ROUWETTE, E.; BASTINGS, I.; BLOKKER, H. A comparison of group model building and strategic options development and analysis. *Group Decision Negotiation*, 20(6): 781–803, 2010.
- RUIZ, M.; CHRISTOFOLETTI, R. A.; RUIZ, L. SILVA, E. Desafios para o gerenciamento de pilhas e baterias pós-uso: proposição de projeto de lei sobre o e-lixo na cidade de Rio Claro – SP. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 1(2): 29–50, 2012.
- SANTIBANEZ-GONZALEZ, E. D. R.; DIABAT, A. Solving a reverse supply chain design problem by improved Benders decomposition schemes. *Computers and Industrial Engineering*, 66(4): 889–898, 2013.
- SARKIS, J. A boundaries and flows perspective of green supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17(2): 202–216, 2012.
- SCHAMNE, A.; NAGALLI, A. Reverse Logistics in the Construction Sector: A Literature Review. *Ejge*, 21: 691–702, 2016.
- SCHAERER, M.; LOSCHELDER, D.; SWAAB, R. Bargaining zone distortion in negotiations: The elusive power of multiple alternatives. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 137: 156-171, 2016.

-
- SCHERER, M. Management of reverse logistics processes with Microsoft Dynamics NAV. *Production Engineering Archives*, 15: 11–14, 2017.
- SCHRAMM, F.; SCHRAMM, F. An Approach for Supporting Problem Structuring in Water Resources Management and Planning. *Water Resources Management*, 32:2955–2968, 2018.
- SELLITO, M. Reverse logistics activities in three companies of the process industry. *Journal of Cleaner Production*, 187: 923-931, 2018.
- SENTHIL, S.; SRIRANGACHARYULU, B.; RAMESH, A. A robust hybrid multi-criteria decision making methodology for contractor evaluation and selection in third-party reverse logistics. *Expert Systems with Applications*, 41(1): 50–58, 2014.
- SENTHIL, S.; SRIDHARAN, R. Reverse Logistics: A Review of Literature. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 3(11):140-144, 2014.
- SENTHIL, S.; MURUGANANTHAN, K.; RAMESH, A. Analysis and prioritisation of risks in a reverse logistics network using multi-criteria decision making methods. *Journal of Cleaner Production*, 179: 716-730, 2018.
- SHANKAR, R.; BHATTACHARYYA, S.; CHOUDHARY, A.; A decision model for a strategic closed-loop supply chain to reclaim End-of-life vehicles. *International Journal of Production Economics*, 195: 273-286, 2018.
- SHARMA, S.; PANDA, B.; MAHAPATRA, S.; SAHU, S. Analysis of barriers for reverse logistics: an Indian perspective. *International Journal of Modeling and Optimization*, 1: 101-106, 2011.
- SILVA, G.; OLIVEIRA, A.; SILVA, T.; FIDELIS, P. Política Nacional de Resíduos Sólidos e sua implementação no município de Rio Pomba/MG. *Holos*, 1: 202–214, 2016.
- SILVA, D. A. L. et al. Comparison of disposable and returnable packaging: A case study of reverse logistics in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 47: 377–387, 2013
- SIMONETTO, E.; MODRO, N.; DALMOLIN, L. Assessment of Energy Saving in Waste Recycling using System Dynamics. *Revista de Administração Da UFSM*, 6(2): 319–332, 2013
- SIQUEIRA, T.; ASSAD, M. Compostagem De Resíduos Sólidos Urbanos No Estado De São Paulo (Brasil). *Ambiente & Sociedade*, 18(4): 243–264, 2015.
- ŠKAPA, R. Formalized Planning and Its Connection with the Development of Reverse Logistics: the Case of Services. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 62(4): 749–755, 2014.
- SOARES, I.; STRECK, L.; TREVISAN, M. Logística Reversa: Uma Análise de Artigos Publicados na Base Spell. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 5(2): 76–97, 2016.
- SOLEIMANI, H.; GOVINDAN, K. Reverse logistics network design and planning utilizing conditional value at risk. *European Journal of Operational Research*, 237(2): 487–497, 2014.

-
- SORENSEN, L.; VIDAL, R. Evaluating Six Soft Approaches. *Economic Analysis Working Papers*, 7(9): s.p., 2008.
- SUBULAN, K.; BAYKASOLLU, A.; SALTABAŞ, A. An improved decoding procedure and seeker optimization algorithm for reverse logistics network design problem. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 27(6): 2703–2714, 2014.
- SUYABATMAZ, A. Ç.; ALTEKIN, F. T.; ŞAHİN, G. Hybrid simulation-analytical modeling approaches for the reverse logistics network design of a third-party logistics provider. *Computers and Industrial Engineering*, 70(1): 74–89, 2014.
- SRINIVASAN, S.; KHAN, S. Multi-stage manufacturing/re-manufacturing facility location and allocation model under uncertain demand and return. *International Journal of Advanced Manufacturing Technologies*, 94: 2847-2860, 2018.
- STAADT, J. The Cultural Analysis of Soft Systems Methodology and the Configuration Model of Organizational Culture. *SAGE Open*, 5(2): s.p., 2015.
- STEUER, R. An interactive multiple objective linear programming procedure. *TIMS Studies in the Management Sciences*, 6: 225-239, 1977.
- STUMMER, C.; HEIDENBERGER, K. Interactive R&D portfolio analysis with project interdependence and time profiles of multiple objectives. *IEE Transactions on Engineering Management*, 50(2):175-183, 2003.
- STOSHIKJ, M. Integrative and Distributive negotiations and negotiation behavior. *Journal of Service Science Research*, 6: 29-69,2014.
- TAJIMA, M.; FRASER, N. M. Logrolling Procedure for Multi-Issue Negotiation. *Group Decision and Negotiation*, 10: 217-235, 2001.
- TALEIZADEH, A.; MOSHTAGH, M.; MOON, I. Pricing, product quality, and collection optimization in a decentralized closed-loop supply chain with different channel structures: game theoretical approach. *Journal of Cleaner Production*, 189: 406-431, 2018.
- TEIXEIRA, M.; DUARTE, M.; GARCEZ, L.; RUBIM, J.; GATTI, T.; SUAREZ, P. Process development for cigarette butts recycling into cellulose pulp. *Waste Management*, 60: 140-150, 2017.
- TEKIN TEMUR, G.; BALCILAR, M.; BOLAT, B. A fuzzy expert system design for forecasting return quantity in reverse logistics network. *Journal of Enterprise Information Management*, 27(3): 316–328, 2014.
- TINGLEY, D.; DAVISON, B. Developing an LCA methodology to account for the environmental benefits of design for deconstruction. *Building and Environment*, 57: 387-395, 2012.
- THOMPSON, L.; WANG, J.; GUNIA, B. Negotiation. *Annual Review of Psychology*, 61: 491-515, 2010.

-
- TOMBIDO, L.; LOUW, L.; VAN EEDEN, J. A systematic review of 3PL'S entry into reverse logistics. *South African Journal of Industrial Engineering*, 29(3):235-260, 2018.
- TORLAK, N.; MUCELDILI, B.. Soft Systems Methodology in Action: The Example of a Private Hospital. *Systemic Practice and Action Research*, 27(4): 325–361, 2014.
- TREBILCOCK, B. The seven deadly sins of reverse logistics. *Logistics Management*, 41(6): 31–34, 2002.
- TSAO, Y.; LINH V.; LU, J.; YU, V. A supply chain network with product remanufacturing and carbon emission considerations: a two-phase design. *Journal of Intelligence Manufacturing*, 29:693-705, 2018.
- TURRISI, M.; BRUCCOLERI, M.; CANNELLA, S. Impact of reverse logistics on supply chain performance. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 43(7): 564–585, 2013.
- TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14: 207-222, 2003.
- VEIGA, M. Analysis of efficiency of waste reverse logistics for recycling. *Waste Management and Research*, 31(10): 26–34, 2013.
- VETSCHERA, R.; DE ALMEIDA, A. A PROMETHEE-based approach to portfolio selection problems. *Computers & Operations Research*, 39: 1010-1020, 2012.
- WANG, S.; WANG, H. A Soft OR Approach to Fostering Systems Thinking: SODA Maps Plus Joint Analytical Process. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 14(3): s.p., 2016.
- WANG, W.; WENBIN, L.; MINGERS, J. A systemic method for organizational stakeholder identification and analysis using Soft Systems Methodology (SSM). *European Journal of Operational Research*, 246: 562–574, 2015.
- WANG, W.; LIU, W.; MINGERS, J.. A systemic method for organisational stakeholder identification and analysis using Soft Systems Methodology (SSM). *European Journal of Operational Research*, 246: 562–574, 2015.
- WATKIN, L. J.; KEMP, P.; WILLIAMS, I.; HARWOOD, I. A. Managing sustainable development conflicts: The impact of stakeholders in small-scale hydropower schemes. *Environmental Management*, 49(6): 1208–1223, 2012.
- WEBSTER, J.; WATSON, R. Analyzing the past to prepare for the future: writing a literature review. *MIS Quarterly*, 26(2): 13-23, 2002.
- WERIAKAT, D.; ZANJANI, M.; LEHOUX, N. Coordinating a green reverse supply chain in pharmaceutical sector by negotiation. *Computers & Industrial Engineering*, 93:67-77, 2016.

-
- WRIGHT, R.; BRAND, R.; DUNN, W.; SPINDLER, K. How to write a systematic review. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 455: 23–29, 2007.
- WU, G.; CHANG, C.; HSU, L. Comparisons of interactive fuzzy programming approaches for closed loop supply chain network design under uncertainty. *Computers & Industrial Engineering*, 125: 500-513, 2018.
- XIE, Y.; BREEN, L. Who cares wins? A comparative analysis of household waste medicines and batteries reverse logistics systems. *Supply Chain Management: An International Journal*, 19(4): 455–474, 2014.
- XU, Z.; ELOMRI, A.; POKHAREL, S.; ZHANG, Q.; MING, X.; LIU, W. Global reverse supply chain design for solid waste recycling under uncertainties and carbon emission constraint. *Waste Management*, 64: 358–370, 2017.
- YADOLLAHINIA, M.; TEIMOURY, E.; PAYDAR, M. Tire forward and reverse supply chain design considering customer relationship management. *Resourcers, conservation & Recycling*, 138: 215-228, 2018.
- YE, F.; ZHAO, X.; PRAHINSKI, C.; LI, Y.. The impact of institutional pressures, top managers' posture and reverse logistics on performance - Evidence from China. *International Journal of Production Economics*, 143(1): 132–143, 2013.
- YOON, S.; JEONG, S. Effects to implement the open-innovation coordinative strategies between manufacturer and retailer in reverse supply chain. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 3(1): 2, 2017.
- YU, H.; SOLVANG, W. Incorporating flexible capacity in the planning of a multi-product multi-echelon sustainable reverse logistics network under uncertainty. *Journal of Cleaner Production*, 198: 285-303, 2018.
- YUSUF, I.; RAOUF, A. Reverse logistics: an empirical study for operational framework. *Pakistan Academy of Science*, 50:201-210, 2013.
- ZACHARIASSEN, F. Negotiation strategies in supply chain management. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(10): 764-781, 2008.
- ZERHOUNI, H.; GAYON, J. P.; FREIN, Y. Influence of dependency between demands and returns in a reverse logistics system. *International Journal of Production Economics*, 143(1): 62–71, 2013.
- ZHANG, Y.; MA, D. Optimization of multi-objective reverse logistics network for LED lighting products. *Light and Engineering*, 25(3): 196–202, 2017.
- ZHEN, L.; WU, Y.; WANG, S.; HU, Y.; YI, W. Capacitated closed-loop supply chain network design under uncertainty. *6*, 38: 306-315, 2018.
- ZHENG, B. et al. Pricing, collecting and contract design in a reverse supply chain with incomplete information. *Computers and Industrial Engineering*, 111: 109–122, 2017.

ZOLFAGHARINIA, H. et al. A hybrid two-stock inventory control model for a reverse supply chain. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 67: 141–161, 2014.

ZHU, X.; DALE, A. Identifying opportunities for decision support systems in support of regional resource use planning: An approach through soft systems methodology. *Environmental Management*, 26(4): 371–384, 2000.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

Análise das Diferenças de Percepções sobre a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto proposta na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) - Lei N°12305/2010

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi sancionada e regulamentada no Brasil através da LEI N° 12305/2010. Tal política reúne um conjunto de diretrizes para a gestão integrada e gerenciamento adequado dos resíduos sólidos. Entende-se por resíduos sólidos, os resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. Tal política estabelece o conceito de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto.

A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto é definida como "conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, para minimizar o seu volume e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos" (BRASIL, 2010).

Neste sentido, o objetivo do presente questionário é de analisar as percepções de diversos segmentos da sociedade acerca da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto proposta na PNRS. Para tanto, os respondentes serão aqui classificados em três categorias: Representantes do poder público, representantes da iniciativa privada, representantes dos consumidores.

Os resultados obtidos com esse questionário serão utilizados na elaboração da dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção do discente Wesley Douglas Oliveira Silva, sob orientação da Prof^a Dr^a Marcele Elisa Fontana do Grupo de Pesquisa Decisões Estratégicas em Produção e Logística (DEPLOG) da Universidade Federal de Pernambuco Campus Acadêmico do Agreste (UFPE – CAA).

Responder ao questionário não é obrigatório, o respondente pode desistir de participar da pesquisa a qualquer momento. A todos os respondentes é assegurado o direito de saber os

resultados desta pesquisa. Todos os dados coletados serão mantidos sob sigilo, uma vez que apenas os pesquisadores citados aqui terão acesso as respostas.

Para eventuais dúvidas, o respondente poderá entrar em contato com o pesquisador através do e-mail: wesley.douglas142836@gmail.com

Representantes do Poder Público

1. Qual setor, departamento, secretaria e/ou afins você trabalha?
 Governo Administração Geral Saúde Educação Procuradoria Geral Desenvolvimento Social e Direitos Humanos Sustentabilidade e Desenvolvimento Rural Controladoria do Município Executiva de Imprensa e Comunicação Extraordinária da Feira de Caruaru Políticas para Mulheres Planejamento, Orçamento e Gestão Ordem Pública Fazenda Municipal Urbanismo e Obras Serviços Públicos Desenvolvimento Econômico e Economia Criativa
2. Como se classifica o cargo que você exerce?
 Presidência/Diretoria Gerência Coordenação Supervisão Operações Outros. Especificar: _____
3. Antes de responder a este questionário qual era o seu conhecimento acerca da PNRS?
 Nenhum Baixo Médio Bom Alto
4. Como você avalia a gestão de resíduos sólidos no seu município?
 Péssimo Ruim Razoável Bom Excelente
5. Na sua opinião a PNRS está sendo corretamente efetivada no seu município?
 Discordo Completamente Discordo Indiferente Concordo Concordo Completamente
6. Você considera os consumidores como responsáveis pela gestão de resíduos sólidos?
 Discordo Completamente Discordo Indiferente Concordo Concordo Completamente
7. Você considera as empresas como responsáveis pela gestão de resíduos sólidos?
 Discordo Completamente Discordo Indiferente Concordo Concordo Completamente
8. Na sua opinião, a instituição pública que você trabalha estaria disposta a participar de ações juntamente a iniciativa privada e a sociedade visando a gestão de resíduos sólidos?
 Discordo Completamente Discordo Indiferente Concordo Concordo Completamente
9. A instituição pública que você trabalha busca de alguma forma contatar a sociedade para desenvolver ações conjuntas para a gestão de resíduos sólidos?
 Nunca Dificilmente Às vezes Frequentemente Sempre

10. A instituição pública que você trabalha busca de alguma forma contatar empresas para desenvolver ações conjuntas para a gestão de resíduos sólidos?
 Nunca Dificilmente Às vezes Frequentemente Sempre

Representantes da Iniciativa Privada

1. Em qual das atividades abaixo se concentram as atividades principais da empresa a qual você representa?
 Indústria Comércio e Serviços

Representantes da Iniciativa Privada (Indústria)

2. Qual a quantidade de colaboradores da empresa a qual você representa?
 Até 19 De 20 a 99 100 a 499 mais de 500
3. As atividades da empresa que você representa são voltadas para qual das opções abaixo?
 Varejo Atacado
4. Como se classifica o cargo que você ocupa na empresa que você representa?
 Presidência/Diretoria Gerência Coordenação Supervisão Operações Outros. Especificar: _____
5. Antes de responder a este questionário qual era o seu conhecimento acerca da PNRS?
 Nenhum Baixo Médio Bom Alto
6. Você considera importante empresas que se preocupam com a gestão de resíduos sólidos em seus processos?
 Discordo Completamente Discordo Indiferente Concordo Concordo Completamente
7. Como você avalia as atividades realizadas por sua empresa para gerenciar resíduos sólidos provenientes das suas atividades?
 Péssimo Ruim Razoável Bom Excelente
8. Você considera o poder público responsável pela gestão de resíduos sólidos?
 Discordo Completamente Discordo Indiferente Concordo Concordo Completamente
9. Você percebe ações para a gestão de resíduos sólidos por parte do poder público na região que sua empresa se localiza?
 Nunca Dificilmente Às vezes Frequentemente Sempre
10. O poder público busca de alguma forma contatar a empresa que você trabalha para desenvolver ações conjuntas para a gestão de resíduos sólidos?
 Nunca Dificilmente Às vezes Frequentemente Sempre
11. Você considera os consumidores como responsáveis pela gestão de resíduos sólidos?
 Discordo Completamente Discordo Indiferente Concordo Concordo Completamente

12. Na sua opinião, a empresa que você trabalha estaria disposta a participar de ações conjuntas ao poder público e aos consumidores para a gestão de resíduos sólidos?
() Discordo Completamente () Discordo () Indiferente () Concordo () Concordo Completamente
13. Como você avalia a gestão de resíduos sólidos no seu município?
() Péssimo () Ruim () Razoável () Bom () Excelente

Representantes da Iniciativa Privada (Comércio e Serviços)

2. Qual a quantidade de colaboradores da empresa a qual você representa?
() Até 9 () De 10 a 49 () 50 a 99 () mais de 100
3. As atividades da empresa que você representa são voltadas para qual das opções abaixo?
() Varejo () Atacado
4. Como se classifica o cargo que você ocupa na empresa que você representa?
() Presidência/Diretoria () Gerência () Coordenação () Supervisão () Operações () Outros. Especificar: _____
5. Antes de responder a este questionário qual era o seu conhecimento acerca da PNRS?
() Nenhum () Baixo () Médio () Bom () Alto
6. Você considera importante empresas que se preocupam com a gestão de resíduos sólidos em seus processos?
() Discordo Completamente () Discordo () Indiferente () Concordo () Concordo Completamente
7. Como você avalia as atividades realizadas por sua empresa para gerenciar resíduos sólidos provenientes das suas atividades?
() Péssimo () Ruim () Razoável () Bom () Excelente
8. Você considera o poder público responsável pela gestão de resíduos sólidos?
() Nunca () Dificilmente () Às vezes () Frequentemente () Sempre
9. Você percebe ações para a gestão de resíduos sólidos por parte do poder público na região que sua empresa se localiza?
() Nunca () Dificilmente () Às vezes () Frequentemente () Sempre
10. O poder público busca de alguma forma contatar a empresa que você trabalha para desenvolver ações conjuntas para a gestão de resíduos sólidos?
() Nunca () Dificilmente () Às vezes () Frequentemente () Sempre
11. Você considera os consumidores como responsáveis pela gestão de resíduos sólidos?
() Discordo Completamente () Discordo () Indiferente () Concordo () Concordo Completamente

12. Na sua opinião, a empresa que você trabalha estaria disposta a participar de ações conjuntas ao poder público e aos consumidores para a gestão de resíduos sólidos?
 Discordo Completamente Discordo Indiferente Concordo Concordo Completamente

13. Como você avalia a gestão de resíduos sólidos no seu município?
 Péssimo Ruim Razoável Bom Excelente

Representantes dos Consumidores

1. Qual sua faixa etária?
 Até 17 anos De 18 a 24 De 25 a 30 anos De 36 a 50 anos A partir de 51 anos

2. Qual seu estado civil?
 Solteiro Casado Divorciado Viúvo Outros. Especificar:

3. Qual seu grau de escolaridade?
 Fundamental Médio Superior Pós-graduação

4. Qual sua faixa de renda individual mensal?
 Até 1 salário mínimo Mais de 1 salário mínimo até 3 salários mínimos
 Mais de 3 salários mínimos até 10 salários mínimos Mais de 10 salários mínimos

5. Antes de responder a este questionário qual era o seu conhecimento acerca da PNRS?
 Nenhum Baixo Médio Bom Alto

6. Você considera importante empresas que se preocupam com a gestão de resíduos sólidos em seus processos?
 Discordo Completamente Discordo Indiferente Concordo Concordo Completamente

7. Com que frequência você procura informações sobre a gestão de resíduos sólidos realizada pela empresa com os produtos que você irá consumir?
 Nunca Dificilmente Às vezes Frequentemente Sempre

8. Quando foi a última vez que você comprou um produto de uma empresa que se preocupa com a gestão de resíduos sólidos em seus processos?
 Nunca Dificilmente Às vezes Frequentemente Sempre

9. Você se considera responsável pela gestão de resíduos sólidos?
 Discordo Completamente Discordo Indiferente Concordo Concordo Completamente

10. Você estaria disposto a pagar um pouco mais caro por um produto de uma empresa que gerencia seus resíduos sólidos?
 Discordo Completamente Discordo Indiferente Concordo Concordo Completamente

11. Você considera o poder público responsável pela gestão de resíduos sólidos?
 Discordo Completamente Discordo Indiferente Concordo Concordo Completamente
12. Você percebe ações para a gestão de resíduos sólidos por parte do poder público onde você reside?
 Nunca Dificilmente Às vezes Frequentemente Sempre
13. Você considera a iniciativa privada como responsável pela gestão de resíduos sólidos?
 Discordo Completamente Discordo Indiferente Concordo Concordo Completamente
14. Você estaria disposto a participar de ações juntamente a empresas e ao poder público visando a gestão de resíduos sólidos?
 Discordo Completamente Discordo Indiferente Concordo Concordo Completamente
15. Como você avalia a gestão de resíduos sólidos no seu município?
 Péssimo Ruim Razoável Bom Excelente

APÊNDICE B – ARTIGOS DA REVISÃO DA LITERATURA

2013					
Autor/Data	Temática	Tipo de Pesquisa	Objetivo	Setor	País
Zerhouni et al. (2013)	Previsão de Demanda	Simulação	Propor modelos de previsão de demanda considerando o impacto da dependência entre os retornos e a demanda no contexto de LR	M	D
Khor & Udin (2013)	Design do produto	Survey	Explora o efeito do design ecológico de produtos e o comprometimento de recursos na disposição de produtos de logística reversa	M	ED
Mahmoudzadeh et al. (2013)	3PL	Simulação	Definir pressupostos e parâmetros para modelar o problema de 3PL para gerir veículos em fim de vida	S	ED
Alfonso-Lizarazo et al. (2013)	Gestão da CS	Simulação	Proposição de um modelo matemática para simular a interação entre os fluxos direto e reverso na agroindústria	M	D
Keyvanshokoo h et al. (2013)	Design da CS	Simulação	Proposição de um modelo de programação dinâmica para precificação e aquisição de produtos utilizados com base na porcentagem de produtos devolvidos, recolhidos das zonas de clientes	M	ED
Hu & Sheu (2013)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Proposição de um modelo na logística reversa de detritos pós-desastre sob minimização de custos psicológicos	S	D
Dhouib (2013)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Proposição de uma extensão do método MACBETH em um cenário fuzzy para a análise de alternativas na logística reversa para o retorno de resíduos de pneus	M	ED
Kim & Lee (2013)	Design da CS	Simulação	Proposição de um modelo de programação inteira para determinar a localização de pontos de coleta de produtos na logística reversa	M	D
Cardoso et al. (2013)	Design da CS	Estudo de Caso	Proposição de um modelo de programação mista (Linear e Inteira) para o design e planejamento da cadeia de suprimentos com fluxos reversos considerando, simultaneamente, produção, distribuição, atividades da logística reversa e a incerteza na demanda de produtos	M	D
de Souza & D'Agosto (2013)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Proposição de um modelo para analisar a cadeia de valor do pneu, para gerenciar seu retorno eficientemente em termos sociais, financeiros e ambientais	M	ED
Bogataj & Grubbstrom (2013)	Gestão da CS	Simulação	Demonstrar a versatilidade do MRP quando combinado com análise de input-output e a transformada de Laplace, permitindo a modelagem da cadeia de suprimentos com foco nos seus subsistemas, como a LR.	M	D
Garcia-Rodriguez et al. (2013)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Analisar e entender os benefícios de adquirir matéria prima através do estabelecimento da LR em países desenvolvidos	M	D
Ye et al. (2013)	Gestão da CS	Survey	Investigar o efeito das pressões de três instituições (governo, consumidores e competidores) sob a postura da alta gestão	M	D

			na implementação da logística reversa.		
Lai et al. (2013)	Gestão da CS	Survey	Investigar o efeito das práticas da LR sobre o desempenho do tripé (operacional - financeiro - social) nas indústrias manufatureiras da China	M	D
Nikolaou et al. (2013)	Gestão da CS	Simulação	Proposição de um modelo de avaliação das questões de responsabilidade social e sustentabilidade da logística reversa pelo tripé (econômico - social - ambiental)	M	D
Giannetti et al. (2013)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Modelo de avaliação de redes de reciclagem de aço na LR baseado na emergência	M	ED
Lopes Silva et al. (2013)	Design do produto	Estudo de Caso	Investigar e comparar os benefícios da utilização de embalagens retornáveis e descartáveis na LR	S	ED
Bai & Sarkis (2013)	3PL	Simulação	Propor um modelo para introduzir flexibilidade na LR e uma abordagem para avaliação de desempenho de 3PL	S	D
Mafakheri & Nasiri (2013)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo de compartilhamento de lucros na LR que permita aumentar o desempenho no critério ambiental	M	D
Cullen et al. (2013)	Gestão da CS	Survey	Analisar os efeitos da LR com base na contabilidade gerencial para conduzir mudanças organizacionais em empresas do varejo na UK	M	D
Fang et al. (2013)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo baseado na teoria Fuzzy para o estabelecimento da LR para partes de automóveis	M	D
Kim et al. (2013)	Gestão da CS	Simulação	Desenvolver um modelo de otimização para a reinserção de um lote de produtos no fluxo reverso e propondo uma solução para se buscar o tamanho ótimo do lote	M	D
Kovacic & Bogataj (2013)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo para localização de instalações da LR utilizando o MRP e o Valor Presente Líquido	M	D
Kuczenski & Geyer (2013)	Design da CS	Survey	Propor um modelo de ciclo de vida de garrafas PET para avaliar o impacto da sua reciclagem na redução da carga ambiental	M	D
Hahler & Fleischmann (2013)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo para diferenciação de preço na LR, baseado na incerteza da qualidade do produto para cenários centralizados e descentralizados de decisão	M	D
Olariu (2013)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Abordar questões que envolvem a LR	M/S	ED
Gu & Liu (2013)	T.I.	Revisão da Literatura	Analisar e abordar questões relacionadas a internet das coisas e sistemas de informação da LR	M/S	D
Corrêa & Xavier (2013)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Analisar as principais questões acerca da LR	M/S	ED
Veiga (2013)	Design da CS	Revisão da Literatura	Analisar a reciclagem de embalagens de pesticidas sob a ótica da PNRS	M	ED
Dem & Prasher (2013)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo de gestão de estoques baseado em produção imperfeita, demanda dependente, flexibilidade e falta de produtos	M	ED

			para um horizonte infinito de tempo		
Klapalová (2013)b	Gestão da CS	Survey	Analisar as diferenças entre as políticas de LR de gestão inovativa e conservativa	M	D
Momeni et al. (2013)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo de Análise Envoltória de Dados para analisar o desempenho de CS que praticam a LR	M	D
Badenhorst (2013)	Gestão da CS	Survey	Propor um modelo de priorização de práticas para superar problemas relacionados aos custos na LR	M	ED
Huscroft et al. (2013)	Gestão da CS	Survey	Avaliar o impacto da utilização de tecnologia de informação complementar para o suporte à LR e o efeito que esse uso terá no seu desempenho	M/S	D
Huscroft et al. (2013)b	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Avaliar as principais questões relacionadas a LR	M/S	D
Aitken & Harrison (2013)	Design da CS	Survey	Analisar as principais mudanças ocorridas na estrutura de governança de sistemas de logística reversa	M	D
Hall et al. (2013)	Gestão da CS	Survey	Identificar objetivos, métricas e desafios das organizações que praticam LR	M/S	D
Bruccoleri & Cannella (2013)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Avaliar o impacto da utilização da LR no desempenho da CS	M/S	D
Lin & Shiue (2013)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Aplicação de um método multicritério para identificar a melhor estratégia para a LR	M	D
Pereira Junior et al. (2013)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Analisar às medidas feitas na movimentação de materiais na LR em uma empresa Sucroalcooleira	M	ED
Santibanez-Gonzalez & Diabat (2013)	Design da CS	Simulação	Propor melhorias no esquema de decomposição de Bender como solução ao problema de design da CS	M	D
Das & Dutta (2013)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo de sistema dinâmico para uma rede de CLSC e três políticas alternativas (Remanufatura, reuso, recuperação) e analisar a inclusão desses aspectos no lucro da organização	M	ED
Hong et al. (2013)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo para avaliar os incentivos governamentais a reciclagem sob a perspectiva dos mercados consumidor e de reciclagem onde empresas competem por tais incentivos culminando em um aumento do seu lucro	M	D
Govindan et al. (2013)	3PL	Estudo de Caso	Propor um modelo com base no método AHP para selecionar um 3PL	M	D
John et al. (2013)	Design da CS	Estudo de Caso	Propor operações reversas para reinserção das partes de um navio para captura de valor, benefícios ambientais, econômicos e sociais	M	ED
Domgala & Wolniak (2013)	Design da CS	Revisão da Literatura	Analisar os conceitos de Cadeia de Suprimentos Reversas	M	D

Mahaprata et al. (2013)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo determinístico para determinar o nível ótimo de produtos manufaturados e remanufaturados que se deve ter em estoque para suprir um processo produtivo	M	ED
2014					
Autor/Data	Temática	Tipo de Pesquisa	Objetivo	Setor	País
Roghaniana & Pazhoheshfar (2014)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo probabilístico de programação inteira mista para o design de uma CS com operações logísticas reversas	M	ED
Suyabatmaz et al. (2014)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo híbrido de simulação e análise para o design de uma cadeia incluindo 3PL	M	D
Soleimani & Govindan (2014)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo para o design de uma rede de logística reversa considerando o valor condicional do risco	M	D
Niknejad & Petrovic (2014)	Design da CS	Simulação	Proposição de um modelo de otimização para redes no fluxo direto e reverso com diferentes rotas de recuperação de produtos	M	D
Senthil et al. (2014)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo para seleção e avaliação de terceirizados sob uma ótica multicriterial	M	D
Eskandarpour et al. (2014)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo para o design de uma rede de logística reversa para recuperação de produtos utilizando uma metaheurística para solucionar o problema	M	D
Hsueh & Lin (2014)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo para ranqueamento de estratégias para a gestão do processo de separação na LR	M	D
Jung et al. (2014)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo para planejamento de fornecimento por uma remanufatureira em um ambiente de manufatura just-in-time com LR	M	D
Kongar et al. (2014)	Tecnologia da Informação	Estudo de Caso	Propor um modelo de infraestrutura de TI para a logística reversa de produtos farmacêuticos no fim de sua vida útil	M	D
Najmi et al. (2014)	Gestão da CS	Survey	Avaliar a garantia dos produtos sobre as preferências do decisor focando nos aspectos inerentes à LR	M	ED
Olariu (2014)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Abordar questões inerentes ao varejo de produtos provenientes da LR	M	ED
Fehr (2014)	Gestão da CS	Survey	Avaliar o desafio do gerenciamento de centros de disposição de resíduos com foco na operação de separação	M	ED
Škapa (2014)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Avaliar o planejamento e suas conexões com o desenvolvimento da LR em empresas de serviços	S	D
Subulan et al. (2014)	Design da CS	Simulação	Propor um algoritmo para otimização do design de uma rede de LR	M	ED
Momeni et al. (2014)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo de análise envoltória de dados para avaliar o desempenho de cadeias de suprimento que praticam a LR em ambientes Fuzzy	M	D

Raj et al. (2014)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo de gestão de estoques para demanda exponencial de itens retrabalhos	M	ED
Narayana et al. (2014)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Identificar os principais fatores que afetam os processos da LR para uma CS de produtos farmacêuticos	M	ED
Matar et al. (2014)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo para gestão de estoques de garrafas plásticas advindas da logística reversa	M	D
Barrera e Cruz-Mejia (2014)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo de roteamento para coleta de embalagens	M	ED
Hazen et al. (2014)	Tecnologia da Informação	Survey	Investigar e discutir as principais motivações para o uso de sistemas de TI para o gerenciamento da LR	M	D
Temur et al. (2014)	Previsão de retorno	Simulação	Propor um sistema fuzzy para prever a quantidade de produtos retornada em um sistema de LR	M	ED
Huang & Yang (2014)	Gestão da CS	Survey	Investigar a relação da inovação na LR com o desempenho ambiental e as pressões institucionais	M	D
Xee e Breen (2014)	Gestão da CS	Survey/Revisão da Literatura	Comparar e analisar os centros de disposição de medicamentos e baterias na LR	M	D
Pumpinyo & Nitivattananon (2014)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Identificar e analisar os fatores que afetam a prática da gestão de resíduos na LR	M	D
Govidan et al. (2014)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Avaliar as publicações pertinentes aos contextos de LR e Cadeia de suprimentos reversa	M	D
Guarnieri et al. (2014)	3PL	Revisão da Literatura	Identificar os principais critérios utilizados para avaliar e selecionar 3PL para a LR sob uma perspectiva multicritério e propor um modelo conceitual para auxiliar tomadores de decisão nesse contexto	M	ED
Kumar et al. (2014)	Previsão de Retorno	Simulação	Propor um modelo de previsão de retorno de produtos considerando as incertezas inerentes à LR juntamente com o fluxo direto	M	D
Mahmoudi & Fazlollahtabar (2014)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo de programação matemática para o design de uma cadeia de suprimentos reversa com o objetivo de minimizar os custos totais	M	ED
Zolfagharinia et al. (2014)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Proposição de um modelo de controle de inventário para uma cadeia de suprimentos reversa	M	D
Che et al. (2014)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo para o planejamento da produção e distribuição em uma cadeia de suprimentos reversa	M	D
Ozceylan & Paksoy (2014)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo Fuzzy para integração da cadeia de suprimentos reversa com o balanceamento de linha de desmontagem	M	D
Kumar et al. (2014)b	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo de Análise Envolvória de dados para avaliação do desempenho da cadeia de suprimentos reversa a partir da perspectiva das manufatureiras	M	D

2015					
Autor/Data	Temática	Tipo de Pesquisa	Objetivo	Setor	País
Ferri et al. (2015)	Design da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo de LR para os resíduos sólidos municipais incluindo os catadores de resíduos como um requisito legal Brasileiro	M	ED
Kinobe et al. (2015)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo de LR para os resíduos sólidos municipais incluindo os catadores de resíduos como um requisito legal Brasileiro	S	ED
Hazen et al. (2015)	Gestão da CS	Survey	Propor um modelo teórico para avaliar as transações entre fornecedores e consumidores em um mercado business to business	M	D
Kilic et al. (2015)	Design da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo de programação inteira mista em rede de LR para os resíduos eletroeletrônicos identificando quais as melhores localidades de instalá-la	M	ED
Galvez et al. (2015)	Design da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo para a LR de uma indústria de biogás que integre programação inteira mista e o método AHP	M	D
Alshamsi & Diabat (2015)	Design da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo de programação inteira mista para realizar o design de uma rede de logística reversa	M	D
Prakash & Barua (2015)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo baseado no método AHP-TOPSIS para priorizar soluções que superem as barreiras à implementação da LR em um ambiente fuzzy	M	ED
Bouzon et al. (2015)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo para avaliar a recuperação de produtos no fim de sua vida útil que utilizam matéria prima advinda da mineração e identificar quais as relações entre as barreiras identificadas para realização da LR afim de que se possa buscar estratégias para superá-las	M	ED
Agrawal et al. (2015)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Avaliar as publicações pertinentes aos contextos de LR e Cadeia de suprimentos reversa	M	D
Zhou & Zhou (2015)	Design da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo para o design de uma rede de logística reversa multi-elo para o papel	M	D
Vahabzadeh et al. (2015)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo de decisão para avaliar estratégias verdes para a logística reversa	M	D
Ayvaz et al. (2015)	Design da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo estocástico para design de uma rede de LR para resíduos eletro-eletrônicos	M	ED
Choudhary et al. (2015)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo de decisão para cadeias diretas e reversas integradas buscando minimizar o custo total e a emissão de carbono	M	ED
Moghaddam (2015)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo multiobjetivo para seleção de fornecedores e alocação de pedidos para a LR em um ambiente de incertezas	M	D

Agrawal et al. (2015)b	Gestão da CS	Estudo de Caso	Priorizar fatores críticos de sucesso encontrados na literatura para implementar a LR	M	ED
Yogi (2015)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Avaliar o desempenho de operações de LR	M	D
Bhaumik (2015)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo para design de uma CS baseado na interação da cadeia direta com a reversa	M	ED
Jindal & Sangwan (2015)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo multicritério de decisão para avaliar os métodos de coleta na LR em um ambiente de incertezas	M	ED
Ravi & Shankar (2015)	Gestão da CS	Survey	Investigar as práticas atuais da LR em indústrias manufatureiras	M	ED
Hatefi et al. (2015)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo de restrição de credibilidade para cadeias de suprimentos confiáveis sob condições de incerteza e interrupções das instalações	M	ED
Bouras & Tadj (2015)	Gestão da CS	Simulação	Proposição de um modelo de planejamento de produção para estoques na LR com itens que deterioram e uma política de revisão contínua de estoques	M	D
Ozkan et al. (2015)	Design da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo de programação inteira mista para o design de uma rede de LR	M	ED
Ponce-Cueto & Muelas (2015)	Design da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo de otimização para integração de cadeias diretas a cadeias reversas	M	D
Cline et al. (2015)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Aplicar um modelo de gestão da LR com foco nas operações de pós-consumo	M	D
Hsu et al. (2015)	Gestão da CS	Survey	Discutir questões relacionadas a sustentabilidade na cadeia de suprimentos, iniciativas e LR	M	ED
Rezaei (2015)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Identificar e analisar os principais estudos utilizando métodos multicritério na LR	M/S	D
Huang et al. (2015)	Gestão da CS	Survey	Avaliar as práticas e o desempenho da LR para resíduos eletroeletrônicos	M	D
Peretti et al. (2015)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Identificar e analisar as principais barreiras e oportunidades na implementação da LR para Logística humanitária	S	D
Nuss et al. (2015)	Design da CS	Revisão da Literatura	Identificar e propor um modelo conceitual para implementação de operações da logística reversa	M	D
Chileshe et al. (2015)	Design da CS	Survey	Identificar as principais barreiras para implementação da LR	M	D
Bing et al. (2015)	Design da CS	Estudo de Caso	Realizar o redesign de uma cadeia de suprimentos reversa baseada num centro de disposição de plástico retornado	M	D
John & Sridharan (2015)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo de programação mista inteira - linear para o design de uma cadeia de suprimentos reversa	M	ED

Nuss et al. (2015)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Propor um modelo conceitual para o planejamento de operações da LR em uma cadeia de suprimentos reversa	M	D
Weraikat et al. (2015)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo de coordenação de uma cadeia de suprimentos reversa por negociação	M	D
2016					
Autor/Data	Temática	Tipo de Pesquisa	Objetivo	Setor	País
Govidan et al. (2016)	Design da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo de programação linear inteira mista para o design de uma rede de logística reversa sustentável	M	D
Cannella et al. (2016)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Identificar e analisar os fatores que influenciam o desempenho das cadeias de suprimento	M	D
Brix-Asala et al. (2016)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Analisar as barreiras e oportunidades da valorização do trabalho informal e seu impacto na logística reversa	M	ED
Bouzon et al. (2016)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Identificar e analisar as barreiras para a logística reversa	M	ED
Dixita & Badgaiyan (2016)	Gestão da CS	Survey	Analisar e melhorar o entendimento sobre a LR de resíduos eletrônicos através da identificação dos fatores psicológicos de intenção de retorno dos consumidores	M	ED
Prakash & Barua (2016)	3PL	Estudo de Caso	Propor um modelo para identificação e seleção de 3PL	M	ED
Agrawal et al. (2016)	3PL	Estudo de Caso	Propor um modelo baseado no BSC para identificação e seleção de 3PL	M	ED
Khor et al. (2016)	Gestão da CS	Survey	Analisar as opções de disposição de produtos pós-consumo e o impacto que cada uma delas tem sobre o desempenho ambiental e lucro na LR	M	ED
Sudarto et al. (2016)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo para analisar a relação do planejamento da capacidade no ciclo de vida do produto e seu impacto na dimensão da sustentabilidade na responsabilidade social da LR	M	D
Zielińska et al. (2016)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Aplicar a logística reversa e avaliar o seu impacto em empresas de economia social	M	D
Yu & Solvang (2016)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo para design da CS com operações de LR	M	D
Kannan et al. (2016)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo para integração de uma linha de desmontagem balanceada com o planejamento da rede de LR	M	D
Thürer et al. (2016)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Propor um modelo conceitual baseado na internet das coisas para um sistema de coleta em LR	M	D
Netro et al. (2016)	3PL	Survey	Propor a terceirização da processos da LR para melhoramento da gestão de resíduos	S	ED
Sun (2016)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Avaliar os fatores que influenciam a emissão de carbono na logística reversa sobre uma ótica de desenvolvimento sustentável	M	ED

Agarwal et al. (2016)b	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo colaborativo para identificar soluções potenciais para implementação de LR	M	ED
Chinda & Ammarapala (2016)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Identificar e discutir os principais métodos que são utilizados para tomada de decisão da indústria da construção civil	M	D
Milichovský (2016)	Gestão da CS	Survey	Avaliar a relação do marketing comunicacional e a logística reversa em consumidores finais	M	D
de Araujo & Martins (2016)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Avaliar o impacto da implementação de práticas verdes na gestão de resíduos eletro eletrônicos	M	ED
Mimouni & Abouabdellah (2016)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Proposição de uma metodologia para modelar e analisar a integração da LR com a cadeia direta	M	ED
Dias & Braga Junior (2016)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Avaliar as práticas de LR sobre a gestão de resíduos	M	ED
Yuchi et al. (2016)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo para roteirização-localização-e estoque para o design de uma cadeia integrada	M	D
Li et al. (2016)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo multiobjetivo para o design de uma rede de LR	M	D
Djikanovic & Vujosevic (2016)	Design da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo para seleção de atividades para uma cadeia integrada	M	D
Prakash & Barua (2016)b	Gestão da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo fuzzy para priorização de barreiras para implementação da LR	M	ED
Antonyová et al. (2016)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Avaliar as novas práticas relativas a LR	M	D
Sharma et al. (2016)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo de decisão em grupo para avaliar as melhores práticas de LR	M	ED
Bouras et al. (2016)	Gestão da CS	Simulação	Proposição de um modelo para gestão de estoques e itens que se deterioram considerando o planejamento e produção	M	D
Agrawal et al. (2016)c	Gestão da CS	Estudo de Caso	Proposição de um modelo de avaliação de desempenho da LR baseado nas dimensões econômica, social e ambiental	M	ED
Selvi & Kayar (2016)	Gestão da CS	Survey	Avaliar as atividades de LR e as razões para sua implementação	M	D
Chileshe et al. (2016)	Gestão da CS	Survey	Identificar os impulsionadores para adoção da LR em indústrias da construção civil	M	D
Jaaron & Backhouse (2016)	Design da CS	Estudo de Caso	Uma abordagem sistêmica para o design de uma cadeia integrada considerado a participação dos consumidores	M	D
Hsu et al. (2016)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Avaliar o impacto de orientações estratégicas e de uma cadeia sustentável na LR	M	ED
Morgan et al. (2016)	Gestão da CS	Survey	Avaliar a influência da colaboração e TI no desenvolvimento de competências da LR	M	D

Agrawal et al. (2016)d	Design da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo para tomada de decisão das opções de disposição de produtos na LR	M	ED
Jalil et al. (2016)	Gestão da CS	Survey	Analisar a relação simbiótica entre um sistema de disposição para reciclagem e o comportamento dos centros de reciclagem	M	D
Yu e Solvang (2016)b	Design da CS	Simulação	Propor um modelo para o design de uma cadeia sustentável de LR de resíduos eletro-eletrônicos	M	D
Mirmajlesi & Shafaei (2016)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo para resolver o problema de localização e alocação em uma cadeia de suprimento com o fluxo direto e reverso integrados	M	ED
Meng et al. (2016)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo para avaliação de desempenho e seleção de produtos para recuperação no fim de sua vida útil em uma cadeia de suprimentos reversa	M	D
Weraikat et al. (2016)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo para coordenação em uma cadeia de suprimentos reversa com incentivos aos consumidores	M	D
Hu et al. (2016)	Gestão da CS	Simulação	Propor modelos de contratos para gestão de uma cadeia de suprimentos reversa com estratégia de reciclagem considerando o comportamento dos consumidores	M	D
Larsen & Jacobsen (2016)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo para avaliação das opções de receita com base nos canais disponíveis de recuperação de produtos	M	D
Beh et al. (2016)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Avaliar os modelos de negócio disponíveis para retorno de produtos e propor uma nova abordagem	M	D
2017					
Autor/Data	Temática	Tipo de Pesquisa	Objetivo	Setor	País
Batarfi et al. (2017)	Design da CS	Simulação	Propor políticas de retorno visando maximização do lucro em uma CS para canais únicos e canais duplos	M	D
Guo et al. (2017)	Design da CS	Estudo de Caso	Planejamento do problema de roteirização em redes de logística reversa sob uma perspectiva de baixa emissão de carbono	M	D
Alshamsi & Diabat (2017)	Design da CS	Estudo de Caso	Proposição de um algoritmo genérico para o design de uma rede de logística reversa	M	D
Coelho & Mateus (2017)	Design da CS	Simulação	Proposição de um modelo para o problema de localização de plantas com capacidade para as atividades da LR	M	ED
John et al. (2017)	Design da CS	Simulação	Proposição de um modelo para o design de uma CS multi-elo, multi-canal	M	ED
Li et al. (2017)	Design da CS	Simulação	Proposição de um modelo considerando o algoritmo da colônia de abelhas para otimização do problema de localização de plantas em um sistema de LR	M	D
Fagundes et al. (2017)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Identificar e implementar oportunidades de melhorias na fase de coleta de pneus em seu fim de vida útil	M	ED

Milichovský (2017)	Gestão da CS	Survey	Identificar e analisar as relações entre a LR e as ferramentas de comunicação de marketing e o impacto no comportamento dos consumidores finais	M	D
Zhang & Ma (2017)	Design da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo de otimização para o design de uma rede de LR para produtos LED	M	D
Meyer et al. (2017)	Gestão da CS	Survey	Identificar as principais barreiras e impulsionadores da LR	M	ED
John et al. (2017)b	Design da CS	Simulação	Propor um modelo para o design de uma rede de LR multi-elo e multiproduto	M	ED
Pal (2017)	Design da CS	Survey	Identificar os principais aspectos para o design de uma rede de LR para roupas usadas com o objetivo de criar valor	M	D
Wang et al. (2017)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Identificar os principais tópicos e oportunidades de pesquisa para a LR	M/S	D
Ravi & Shankar (2017)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Identificar e analisar as interações entre as variáveis mais importantes em termos de LR	M	ED
Guarnieri et al. (2017)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Identificar as principais práticas e conceitos inerentes a LR na indústria farmacêutica	M	ED
Scherer (2017)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Proposição da gestão de operações na LR pelo sistema Microsoft NAV	M	D
Xu et al. (2017)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo para o design de uma cadeia de suprimentos reversa global considerando aspectos como a incerteza de coleta, emissão de carbono e a gestão da CS	M	D
Zheng et al. (2017)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo para o design de uma cadeia de suprimentos reversa focando na precificação, coleta e desenvolvimento de contratos considerando e comparando informações incompletas de informação completa.	M	D
Gu & Gao (2017)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo para avaliar a taxa de erro de inspeção na cadeia de suprimentos reversa	M	D
Alegoz & Kaya (2017)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo para analisar a coordenação de despacho e fundos de aquisição em uma cadeia de suprimentos reversa	M	ED
Feito-Cespon et al. (2017)	Design da CS	Estudo de caso	Propor um modelo para redesenhar uma cadeia de suprimentos reversa e sustentável sob incertezas.	M	ED
Li et al. (2017)	Gestão da CS	Estudo de caso	Propor um modelo de gestão de lucro econômico e social em uma cadeia reversa de três elos para resíduos de equipamentos eletro eletrônicos	M	D
Alqahtani et al. (2017)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo de avaliação unidimensional para analisar políticas de gestão de produtos remanufaturados em uma cadeia reversa	M	D

Kumar (2017)	Gestão da CS	Survey	Identificar e analisar o comportamento do consumidor para revenda de seus celulares usados permitindo o estabelecimento de uma cadeia reversa	M	ED
Yoon & Jeong (2017)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo para analisar os efeitos da implementação da inovação aberta sobre estratégias coordenativas entre partes de uma cadeia logística reversa	M	D
2018					
Autor/Data	Temática	Tipo de Pesquisa	Objetivo	Setor	País
Liao (2018)	Design da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo para o design de uma rede de LR para recuperação e remanufatura de produtos	M	D
Govidan & Bouzon (2018)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Apresenta um modelo multi-perspectiva para a implementação da LR considerando baseados na teoria das partes interessadas. Esse modelo multi-perspectiva foi desenvolvido através de uma revisão sistemática da literatura acerca do tema.	M	D
Qiu et al. (2018)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo de produção e roteirização para logística reversa e remanufatura de produtos	M	D
Hansen et al. (2018)	Design da CS	Estudo de Caso	Identificar e analisar os fatores que estão relacionados com a combinação ou não da logística direta com a logística reversa	M	D
Morgan et al. (2018)	Gestão da CS	Survey	Propor um modelo para avaliação de desempenho e de comprometimento de recursos para a LR	M	D
Chinomona & Omoruyi (2018)	Gestão da CS	Survey	Investigar e analisar a questão da gestão verde na CS e sua influência sobre o relacionamento com o cliente, a qualidade da informação e a gestão da cadeia reversa.	M	ED
Larsen et al. (2018)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Investigar o impacto da gestão da cadeia reversa no desempenho da organização	M	D
El Baz et al. (2018)	Gestão da CS	Survey	Investigar as práticas da LR em países em desenvolvimento	M	ED
Aydin et al. (2018)	Gestão da CS	Simulação	Propor uma metodologia para avaliar o impacto da incerteza dos níveis de retorno de produto sob seu desempenho econômico e ambiental	M	D
Badurdeen et al. (2018)	Design do Produto	Simulação	Propor um modelo multiobjetivo de otimização baseado em uma abordagem do ciclo de vida para design do produto	M	D
Bortolini et al. (2018)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo multiobjetivo para design da cadeia alimentícia de suprimentos com embalagens reutilizáveis e descartáveis	M	D
Bouzon et al. (2018)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Avaliar as interrelações entre as barreiras da logística reversa considerando as perspectivas dos stakeholders no contexto brasileiro.	M/S	ED

Chen et al. (2018)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo para precificação da de estratégias para um gerenciamento ambientalmente correto considerando o contexto dos consumidores.	M	D
Chung et al. (2018)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo multiobjetivo para maximizar a reciclabilidade e reuso de embalagens de terceiros na rede de produção e distribuição.	M	D
Ding (2018)	Gestão da CS	Revisão da Literatura	Identificar e avaliar as principais barreiras para cadeias farmacêuticas sustentáveis e verificar como os conceitos da Indústria 4.0 podem ser aplicados nesse contexto	M	D
Engeland et al. (2018)	Design da CS	Simulação	Identificar e avaliar a literatura sobre os modelos de otimização para redes estratégicas que realizam logística reversa e gestão de resíduos sólidos	M	D
Gen et al. (2018)	Design da CS	Survey	Identificar e avaliar os avanços recentes em algoritmos genéricos gestão logística e design da cadeia de suprimentos	M	D
Genc & De Giovanni (2018)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo de teoria dos jogos para decisão entre mecanismos de retorno ótimo e de desconto em uma cadeia de suprimentos de ciclo fechado	M	D
Godichaud & Amodeo (2018)	Gestão da CS	Simulação	Propor três modelos para determinar as quantidades e o tempo de ressuprimento que componentes advindos da logística reversa precisam realizar.	M	D
Guo et al. (2018)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo multiobjetivo para decisões de localização de estoques em cadeias de suprimento de ciclo fechado na presença de um mercado secundário.	M	D
Han & Trimi (2018)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo TOPSIS fuzzy para avaliação de desempenho da logística reversa em plataformas sociais de comércio.	M/S	D
Jabbarzadeh et al. (2018)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo de otimização estocástica para o design de uma cadeia de suprimentos de ciclo fechado considerando riscos de interrupções.	M/S	D
Jain et al. (2018)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo para mensurar a economia circular em uma cadeia de suprimentos que reutiliza resíduos	M/S	D
Jerbia et al. (2018)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo estocástico para design de uma rede fechada de suprimentos com múltiplas opções de recuperação de produtos.	M	D
Kim et al. (2018)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo de otimização robusta para o planejamento de cadeias de suprimentos de ciclo fechado sob o fluxo da logística reversa e incerteza na demanda.	M	D
Li et al. (2018)	3PL	Simulação	Propor um modelo para seleção de 3PL baseado em informações híbridas advindas de métodos MCDM e a teoria da prospecção cumulativa.	M/S	D
Ma & Li (2018)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo para design de uma cadeia de suprimentos fechada e reversa para avaliação da desempenho das opções de gestão de resíduos perigosos.	M	D

Pacheco et al. (2018)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Avaliar melhorias e benefícios advindos das operações de logística reversa quando as partes interessadas compartilham processos em um mesmo espaço	M	ED
Panigrahi et al. (2018)	Gestão da CS	Survey	Identificar fatores críticos de sucesso para desenvolvimento de uma estratégia de logística reversa para melhorar a satisfação do consumidor	M/S	ED
Porkar et al. (2018)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo multiobjetivo de programação não linear para avaliação de desempenho de uma cadeia integrada pelos fluxos direto e reverso	M	D
Rad & Nahavandi (2018)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo multiobjetivo para o design de uma cadeia de suprimentos verde de ciclo fechado considerando o desconto por quantidade.	M	ED
Rezaei & Kheirkhah (2018)	Design da CS	Simulação	Propor uma abordagem para o design de uma cadeia de suprimentos de ciclo fechada considerando operações de cross-docking.	M	ED
Sellitto (2018)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Identificar oportunidades de recuperação de valor de resíduos nos processos das indústrias.	M	ED
Senthil et al. (2018)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo para análise e priorização de riscos na logística reversa usando abordagens híbridas de métodos multicritério.	M/S	D
Shankar et al. (2018)	Gestão da CS	Estudo de Caso	Propor um modelo para avaliar decisões estratégicas para lidar com resíduos automobilísticos no fim de sua vida útil quando considerados em uma cadeia de suprimentos de ciclo fechada.	M	D
Srinivasan & Khan (2018)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo para otimização de custos em relação a localização e alocação em uma indústria de manufatura e remanufatura considerando incerteza na demanda e retorno.	M	D
Taleizadeh et al. (2018)	Gestão da CS	Simulação	Propor um modelo de teoria dos jogos para otimização de precificação, qualidade do produto e coleta em uma cadeia de suprimentos de ciclo fechado com diferentes estruturas de canais.	M	D
Tombido et al. (2018)	3PL	Revisão da Literatura	Identificar e avaliar a literatura sobre a utilização de 3PL na logística reversa.	M/S	ED
Tsao et al. (2018)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo para minimizar o custo do fluxo direto e simultaneamente determinar o número e as áreas de serviço dos centros de distribuição e de recuperação de material	M/S	D
Wu et al. (2018)	Design da CS	Simulação	Propor um modo fuzzy para comparação de abordagens para o design de cadeias de suprimento considerando incertezas.	M/S	D
Yadollahinia et al. (2018)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo para avaliação de abordagens para o design de cadeias diretas e reversas de pneus considerando a gestão do relacionamento com os clientes.	M	ED

Yu & Solvang (2018)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo para planejamento do design de uma cadeia reversa multielco considerando incertezas e incorporando capacidade flexível.	M/S	D
Zhen et al. (2018)	Design da CS	Simulação	Propor um modelo para o design de uma cadeia de suprimentos de ciclo fechada capacitada a considerar a incerteza da demanda	M/S	D
M – Manufatura / S – Serviço/ M/S – Manufatura e Serviços D – Economia Desenvolvida/ ED – Economia em Desenvolvimento					

APÊNDICE C - CHECK-LIST DOS PRESSUPOSTOS DA PNRS

CHECK-LIST DOS PRESSUPOSTOS DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS		ALTERNATIVA AVALIADA
1.	Cooperação interinstitucional	
2.	Não geração/redução das quantidades de resíduos produzidos	
3.	Disposição final ambientalmente adequada	
4.	Proteção à saúde pública	
5.	Promoção da gestão consorciada e/ou compartilhada	
6.	Regularidade, continuidade, funcionalidade e universalidade na prestação dos serviços	
7.	Acordos setoriais de natureza contratual	
8.	Conscientização ambiental	
9.	Capacitação técnica	
10.	Consumo Sustentável	
11.	Aproveitamento energético	
12.	Mecanismos para a criação de fontes de negócios, emprego e renda, mediante a valorização dos resíduos sólidos	