

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
DOUTORADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

REGINALDO FIDELIS

**MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DO DESEMPENHO DE
COOPERATIVAS DE RECICLAGEM**

TESE

**PONTA GROSSA
2017**

REGINALDO FIDELIS

**MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DO DESEMPENHO DE
COOPERATIVAS DE RECICLAGEM**

Tese apresentada como requisito parcial para à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de Concentração: Gestão Industrial.

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Colmenero

PONTA GROSSA

2017

Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Biblioteca
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa
n.08/18

F451 Fidelis, Reginaldo

Método para determinação do desempenho de cooperativas de reciclagem.
Reginaldo Fidelis. 2017.
143 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Colmenero

Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do
Paraná, Ponta Grossa, 2017.

1. Cooperativas de reciclagem. 2. Padrões de desempenho. 3. Gestão
integrada de resíduos sólidos. 4. Análise envoltória de dados. I. Colmenero, João
Carlos. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. III. Título.

CDD 670.42

Elson Heraldo Ribeiro Junior. CRB-9/1413. 31/01/2018.



**Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa**

Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



FOLHA DE APROVAÇÃO

Título da Tese Nº **14/2017**

MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DO DESEMPENHO DE COOPERATIVAS DE RECICLAGEM

Por

REGINALDO FIDELIS

Esta tese foi apresentada às **14h00nim** de **08 de dezembro de 2017** como requisito parcial para a obtenção do título de DOUTOR EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, com área de concentração em Gestão Industrial, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Dra. Vanina Macowski Durski Silva
(UFSC)

Prof. Dr. Ubiratã Tortato
(PUCPR)

Prof. Dr. Aldo Braghini Jr.
(UTFPR-PG)

Prof. Dr. Luis Mauricio Martins de Resende
(UTFPR-PG)

Prof. Dr. João Carlos Colmenero
(UTFPR-PG)
Orientador

Prof. Dr. Antônio Carlos de Francisco (UTFPR)
Coordenador do PPGEP

A Folha de Aprovação assinada encontra-se no Departamento de Registros Acadêmicos da UTFPR – Câmpus Ponta Grossa

Dedico este trabalho à toda minha família,
que soube compreender meus longos
momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Grande Arquiteto do Universo, Deus, o Criador de todas as coisas, pelo dom da vida, e pela inspiração nas longas madrugadas.

Ao meu orientador João Carlos Colmenero, fonte de inspiração, e que sempre com seus atos demonstra a importância da pesquisa para construção do conhecimento. Sem seus ensinamentos esse trabalho não seria realizado.

Aos professores Aldo Braghini Jr., Luis Mauricio Martins de Resende, Ubiratã Tortato e Vanina Macowski Durski Silva por suas fundamentais contribuições a este trabalho.

Aos colegas e professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa, pelo apoio e partilha dos conhecimentos.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), pela liberação concedida para cursar o doutorado.

Aos meus colegas de profissão da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina.

À Companhia Municipal de Transporte e Urbanização de Londrina pelas informações fornecidas.

Agradeço a todas as Cooperativas de reciclagem que com prontidão se dispuseram a me receber e não pouparam esforços para responder as indagações realizadas.

Deixo um agradecimento especial aos meus amigos Marco Antonio Ferreira e Eliene Moraes pelo auxílio na condução deste trabalho.

À minha mãe Salete Camargo, ao meu sogro Ademir Ouidio de Souza, à minha sogra Sonia Aico de Souza e minha cunhada Sheila Karen de Souza que são exemplo de força, dedicação à família e ao trabalho.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

Por fim, agradeço àqueles que são o meu amor maior, a minha razão de viver: à minha esposa Dayanne Aline de Souza Fidelis por ser minha ouvinte em momentos de angústia. Ao meu primogênito Pietro de Souza Fidelis e minha filha Marieh de Souza Fidelis, que compartilharam das privações de um pai envolvido em um trabalho dessa natureza.

RESUMO

FIDELIS, Reginaldo. **Método para determinação do desempenho das cooperativas de reciclagem**. 2017. 143 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

Em países em estágio de desenvolvimento, as Cooperativas de Catadores de Materiais Recicláveis apresentam-se como um modelo de política pública de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos com Potencial Reciclável (RSUPR) e são fundamentais na cadeia de recuperação de recursos. Assim, este estudo objetiva propor um método para auxiliar a análise do desempenho das cooperativas em suas Atividades Operacionais na Cadeia da Reciclagem (AOCR): na gestão da coleta dos RSUPR, na gestão da produção, na gestão da comercialização dos resíduos e como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR. Para exemplificar a aplicação do método, realizou-se uma pesquisa longitudinal de algumas características das cooperativas sediadas em uma cidade brasileira de porte médio em suas AOCR. Foram utilizados para o tratamento dos dados os Modelos DEA-SBM e DEA-*Window*, Análise de Regressão Tobit, teste de Kruskal-Wallis, método AHP e SAW. Os resultados sugerem que os índices integrados de desempenho das cooperativas apresentam variabilidade nos cenários analisados (aspectos econômico, ambiental e social), indicando que as preferências de um decisor alteram os índices e *ranking* de desempenho das cooperativas. Apontam ainda, que as cooperativas são heterogêneas, com distintos níveis de desempenho e organização administrativa e possuem dificuldades de comunicação; os aluguéis pagos pelos centros de triagem e dos caminhões para coleta são muito distintos, há cooperativa organizada em setores administrativos e em outras o presidente exerce todas as funções administrativas. Indicam também a necessidade de manutenção e o aumento de ações públicas integradas às cooperativas de catadores, visando o maior controle nas operações de coleta, produção e comercialização dos RSUPR, pois o aumento no desempenho das cooperativas em suas AOCR é fundamental para a sua sobrevivência e para a melhoria da qualidade de vida dos seus cooperados.

Palavras-chave: Desempenho das Cooperativas de reciclagem; Redes de cooperativas; Análise Envoltória de Dados; Resíduos sólidos reutilizáveis; Gestão de resíduos sólidos; Análise em dois estágios.

ABSTRACT

FIDELIS, Reginaldo. **Method for determining the performance of recycling cooperatives**. 2017. 143 p. Thesis (Doctorate in Industrial Engineering) – Federal University of Technology – Paraná. Ponta Grossa, 2017.

In developing countries, Recyclable Material Collectors Cooperatives are presented as a public policy model for managing Urban Solid Wastes with Recyclable Potential (MSWRP) being fundamentals in the resources recovery chain. Thus, this study aims to propose a method to help analyze the management performance of cooperatives in their Operational Activities in the Recycling Chain (OARC): in the waste collection management, in production management, in waste marketing management and as an instrument of social inclusion, income generation and MSWRP reduction. To exemplify the application of the method, a longitudinal research was carried out on some characteristics of cooperatives based in a medium-sized city of Brazil in their OARC. For data treatment were used the DEA-SBM and DEA-Window Models, Tobit Regression, Kruskal-Wallis test, AHP and SAW method. The results suggest that the integrated performance indexes of cooperatives present variability in the scenarios analyzed (economic, environmental and social aspects), indicating that the preferences of a decision maker change the indexes and performance ranking of cooperatives. Furthermore, the results indicate that cooperatives are heterogeneous, with different levels of management performance and administrative organization, besides that presenting communication difficulties, and the rent paid by the collection centers for the collection trucks are very different, in some cases there is a cooperative organized with separated administrative sectors and in others all administrative functions are performed by the of the president of the same. Results also indicate the need for maintenance and increases of public actions thereby integrating the cooperatives and waste collectors, aiming to guarantee greater control in the collection, production and commercialization of MSWRP, since increases in cooperatives management performances in their OARC is fundamental for their survival and for the improvement of its member's life quality

Keywords: Performance of recycling cooperatives; Cooperative networks; Data envelopment analysis; Reusable solid waste; Solid waste management; Two-stage analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Sistema simplificado de gerenciamento integrado de resíduos	27
Figura 2: Canais de distribuição diretos e reversos.....	30
Figura 3: Sistemas de logística reversa	31
Figura 4: Representação das fronteiras CRS e VRS	50
Figura 5: Fronteira de eficiência	54
Figura 6: Hierarquia do método AHP	65
Figura 7: Estrutura de análise	69
Gráfico 1: Desempenho média mensal na gestão da coleta	83
Gráfico 2: Desempenho média mensal na gestão da produção.....	88
Gráfico 3: Desempenho média mensal na gestão da comercialização	91
Gráfico 4: Desempenho mensal das cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR.....	96
Gráfico 5: Índices integrados de desempenho das cooperativas	106
Quadro 1: Variáveis de entrada e saída: Desempenho na gestão da coleta	43
Quadro 2: Variáveis de entrada e saída: Desempenho na gestão da produção	44
Quadro 3: Variáveis de entrada e saída: desempenho na gestão da comercialização	44
Quadro 4: Variáveis de entrada e saída: desempenho das cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR	46
Quadro 5: Modelos de orientações de fronteira	56
Quadro 6: <i>CRI</i> para matrizes quadradas de ordem n	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estimativa da quantidade de municípios em que há existência de iniciativas Coleta seletiva de resíduos sólidos.....	28
Tabela 2: As cooperativas e associações nas cidades-sede da Copa do Mundo de Futebol em 2014 (projeção)	37
Tabela 3: Estatística descritiva	77
Tabela 4: Desempenho mensal (DEA-W) na gestão da coleta	80
Tabela 5: Desempenho médio mensal na gestão da coleta e regressão de Tobit	82
Tabela 6: Desempenho mensal (DEA-W) na gestão da produção.....	85
Tabela 7: Desempenho mensal da gestão na produção e regressão de TOBIT	87
Tabela 8: Desempenho mensal (DEA-W) da gestão na comercialização	89
Tabela 9: Desempenho mensal da gestão na comercialização e regressão de TOBIT	91
Tabela 10: Desempenho mensal (DEA-W) das cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR.....	93
Tabela 11: Desempenho mensal das cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR, e regressão de TOBIT.....	95
Tabela 12: Matriz de comparação pareada dos critérios do Especialista da área econômica.....	98
Tabela 13: Matriz de comparação pareada dos critérios do Especialista da área econômica.....	99
Tabela 14: Matriz de comparação pareada dos critérios do Especialista da área econômica.....	100
Tabela 15: Matriz de comparação pareada dos critérios do Especialista da área ambiental.....	101
Tabela 16: Matriz de comparação pareada dos critérios do Especialista da área econômica.....	102
Tabela 17: Matriz de comparação pareada dos critérios do Especialista da área social	103
Tabela 18: Índice integrado de desempenho das cooperativas	105

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABREVIATURAS

Coop1	Cooperativa 1
Coop2	Cooperativa 2
Coop3	Cooperativa 3
Coop4	Cooperativa 4
Coop5	Cooperativa 5
Coop6	Cooperativa 6
Coop7	Cooperativa 7

SIGLAS

AHP	Análise Hierárquica de Processo - <i>Analytical Hierarchy Process</i>
AOCR	Atividades Operacionais na Cadeia de Reciclagem
CBO	Classificação Brasileira de Ocupações
CMTU	Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização de Londrina
CRS ou CCR	<i>Constant Returns to Scale</i> (retorno constante de escala)
CT	Centro de Triagem
DEA-SBM	<i>Slacks-Based Measure</i>
DEA-W ou DEA-window	<i>Window Analysis</i>
DMU	<i>Decision Making Unit</i> (unidade de tomada de decisão)
MNCR	Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNSB	Política Nacional de Saneamento Básico
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
RSUPR	Resíduos Sólidos Urbanos com Potencial Reciclável
SAW	<i>Simple Additive Weighting</i>
SF	<i>Stochastic Frontier</i> (fronteira estocástica)
VRS ou BCC	<i>Variable Returns to Scale</i> (retorno variável de escala)

ACRÔNIMOS

AFNOR	Associação Francesa de Normatização
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
DEA	<i>Data Envelopment Analysis</i> (Análise Envoltória de Dados)
BRICS	Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	16
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	18
1.2.1 Objetivo Geral	18
1.2.2 Objetivos Específicos	18
1.3 JUSTIFICATIVA	19
1.4 ESTRUTURA DA TESE	21
2 REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL	23
2.1.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e Inclusão Socioprodutiva do Catador na Gestão dos RSUPR	23
2.1.2 Os Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil	26
2.1.3 A Reciclagem nos Canais de Distribuição Diretos e Reversos da Cadeia Produtiva	29
2.1.4 Gestão RSUPR e seus Atores: Uma Breve Visão Panorâmica Global	31
2.1.5 Gestão RSUPR e seus Atores: Brasil	33
2.2 MÉTODOS DE MEDIDAS DE DESEMPENHO.....	38
3 METODOLOGIA	41
3.1 FASES DA PESQUISA	41
3.2 DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS	42
3.2.1 Desempenho na Gestão da Coleta	43
3.2.2 Desempenho na Gestão da Produção	43
3.2.3 Desempenho na Gestão da Comercialização	44
3.2.4 Desempenho das Cooperativas como um Instrumento de Inclusão Social, Geração de Renda e Redução de RSUPR	45
3.3. INSTRUMENTOS DE MENSURAÇÃO	46
3.3.1 A Escolha do Modelo Matemático	46
3.3.2 Fundamentos Teóricos do Modelo DEA	49
3.3.2.1 Análise envoltória de dados baseado em folgas (DEA-SBM)	59
3.3.3 Análises Estatísticas	60
3.3.3.1 Comparação entre amostras	60
3.3.3.2 Análise de regressão.....	61

3.3.4 Métodos Multicritérios como Ferramenta de Apoio à Tomada de Decisão	62
3.3.4.1 <i>Simple additive weighting</i> (SAW)	63
3.3.4.2 Análise hierárquica de processo - <i>Analytical hierarchy process</i> (AHP)	64
3.3.4.2.1 <i>Construção de hierarquias</i>	65
3.3.4.2.2 <i>Estabelecimento de prioridades</i>	66
3.3.4.2.3 <i>Consistência lógica das prioridades</i>	66
3.3.4.2.4 <i>Estabelecimento de critérios</i>	67
3.3.4.2.5 <i>Preferências do decisor</i>	68
3.3.4.2.6 <i>Análise de sensibilidade</i>	68
3.4 ESTRUTURA DO MÉTODO PROPOSTO PARA DETERMINAÇÃO DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DAS COOPERATIVAS	68
3.5 COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS	69
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	71
4.1 DESCRIÇÃO DAS COOPERATIVAS ESTUDADAS	71
4.1.1 Coop1	72
4.1.2 Coop2	73
4.1.3 Coop3	74
4.1.4 Coop4	74
4.1.5 Coop5	75
4.1.6 Coop6	75
4.1.7 Coop7	76
4.2 OS DADOS	76
4.3 DESEMPENHO DAS COOPERATIVAS	80
4.3.1 Desempenho na Gestão da Coleta	80
4.3.2 Desempenho na Gestão da Produção	84
4.3.3 Desempenho na Gestão da Comercialização	89
4.3.4 Desempenho das Cooperativas como um Instrumento de Inclusão Social, Geração de Renda e Redução de RSUPR	93
4.4 ÍNDICE INTEGRADO DE DESEMPENHO	97
4.4.1 Cenário 1: Dimensão Econômica	98
4.4.2 Cenário 2: Dimensão Ambiental	100
4.4.1 Cenário 3: Dimensão Social	102
4.5 SÍNTESE	104
5 CONCLUSÃO	110

REFERÊNCIAS	112
APÊNDICE A	127
APÊNDICE B	135
APÊNDICE C	141

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, o resíduo sólido é inerente à atividade humana. No entanto, o crescimento populacional, a urbanização, o desenvolvimento econômico e a evolução tecnológica afetam os modos de produção, o estilo de vida e o consumo da população, tendo, como consequência, o aumento da quantidade e da diversidade de resíduos sólidos gerados. Esse fato, adicionado a recursos financeiros limitados, a tecnologias básicas de tratamento e eliminação e à deficiente aplicação de regulamentações referentes à gestão de resíduos, torna o seu manejo uma tarefa difícil e complexa em países em desenvolvimento (CHEN et al., 2010; FU; LI; WANG, 2015).

Desde meados da década de 70, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico aponta a reciclagem de resíduos como sendo uma das prioridades na gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) (DEMAJOROVIC, 1995).

Segundo a *Environmental Protection Agency of US* (US EPA), a reciclagem é ambientalmente a melhor estratégia para lidar com os RSU, seguida das estratégias preventivas de redução e reuso de recursos (US EPA, 2004). A reciclagem também tem sido apontada como uma estratégia-chave na gestão dos RSU pelo (1) enfoque ambiental: na redução da poluição, na preservação dos recursos naturais, na diminuição dos impactos ambientais, na diminuição dos resíduos destinados aos lixões e aterros sanitários e, conseqüentemente, no aumento da sua vida útil, na economia de energia elétrica, entre outros (GUTBERLET, 2015; KING; ZENG et al., 2015; IPEA, 2010); (2) pelo enfoque econômico: na redução de custo para indústrias em processar o reciclável em vez do recurso natural, na quantidade de indivíduos (catadores) que retornam a ter participação econômica ativa na economia, na redução dos custos de manutenção/criação de aterros sanitários ou lixões, na movimentação da indústria de reciclagem, no incentivo à implantação de microempresas recicladoras etc. (GUTBERLET, 2015; IPEA, 2010; PAUL et al., 2012, FIDELIS; FERREIRA; COLMENERO, 2015; WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006); (3) pelo enfoque social: na inclusão de catadores no mercado de trabalho, na geração de renda, na melhora da qualidade de vida e no fortalecimento da cidadania dos indivíduos envolvidos diretamente com a coleta e a triagem dos resíduos sólidos urbanos com potencial

reciclável (RSUPR) (PAUL et al., 2012; WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006; ASSIM; BATOOL; CHAUDHRY, 2012; KING; GUTBERLET, 2015; ISWA, 2012).

O setor informal¹ de reciclagem - normalmente composto de pessoas pobres, excluídas da sociedade em razão de sua idade, condição social, baixa escolaridade ou por não encontrarem alocação no mercado formal de trabalho (WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006; GUTBERLET, 2015) - tem sido parte fundamental na gestão dos RSU em países em desenvolvimento, principalmente na realização das atividades de coleta, classificação e comercialização dos RSU com potencial reciclável (RSUPR) (WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006; MEDINA, 2000; PAUL et al., 2012; ASSIM; BATOOL; CHAUDHRY, 2012; SANDHU; BURTON; DEDEKORKUT-HOWES, 2017).

Em muitos casos, o trabalho executado pelo setor informal subsidia o sistema formal e pode ser considerado como uma prestação de serviço da qual as cidades desfrutam (CAMPOS, 2014), pelo fato de os catadores sobreviverem apenas em virtude da comercialização dos materiais (WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006; ASSIM; BATOOL; CHAUDHRY, 2012) *"...sem ter que pagar por isso, porque o ganho ambiental é um subproduto dos interesses econômicos dos recicladores informais"* (SPIES; SCHEINBERG, 2010, p. 131). Segundo Wilson; Velis; Cheeseman (2006), é possível melhorar os serviços de gestão dos RSU desde que os municípios percebam a importância da reciclagem informal.

Alguns pesquisadores apontam a necessidade de integrar os sistemas de reciclagem informal existentes nas operações de gestão formal de RSU realizados nas cidades (por exemplo: ASSIM; BATOOL; CHAUDHRY, 2012; MEDINA, 2000; WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006; WILSON et al., 2009; SASAKI; ARAKI, 2014; CAMPOS, 2014). Segundo Wilson; Velis; Cheeseman (2006), é possível melhorar os serviços de gestão de resíduos, desde que os municípios percebam a importância da reciclagem informal.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) tem como um de seus princípios a integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010a) e, como consequência, os catadores informais ou organizados em

¹ Utilizou-se a definição de setor informal de um estudo da German Technical Cooperation Agency (GTZ) de 2006 (SCHEINBERG et al., 2010; WEHENPOHL et al., 2007): o setor informal de resíduos sólidos refere-se a indivíduos ou empresas envolvidos nas atividades de reciclagem e gestão de resíduos, mas que não são contratados, financiados, reconhecidos ou autorizados pelos órgãos formais responsáveis pela gestão dos RSU.

associações e cooperativas têm participação direta na gestão de resíduos, por serem os principais agentes responsáveis pela coleta, classificação e comercialização do RSUPR.

Segundo o Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis – MNCR (2008), os catadores são responsáveis por 89% dos RSUPR que retornam para as indústrias como matéria-prima. Assim, a cadeia produtiva da reciclagem no Brasil depende da eficiência do trabalho dos catadores que estão na base do sistema produtivo, coletando, processando e comercializando os materiais.

A cadeia produtiva pode ser definida como uma sequência de transformações a que uma matéria prima é submetida em uma via econômica, iniciando na exploração da matéria-prima em seu ambiente natural, passando pelos circuitos produtivos, de consumo, tratamento, reaproveitamento e disposição final, até seu retorno à natureza (AFNOR, 1987). Considerando essa definição de cadeia produtiva da Associação Francesa de Normatização (AFNOR), o estudo do IPEA (2010) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010a), as atividades operacionais na cadeia de reciclagem (AOCR) atribuídas às cooperativas de reciclagem têm início com a coleta dos RSUPR pelo sistema porta a porta, passando pela classificação/triagem dos resíduos por tipo de material em galpões ou centros de triagem (ou, de forma mais especializada, em centrais de reciclagem) e finalizando com a comercialização dos materiais, para sua posterior transformação nas indústrias.

No entanto, as cooperativas e associações possuem dificuldades gerenciais, que levam as cooperativas a terem distintos graus de organização, de economias de escala e de articulação com os outros elos da cadeia da reciclagem, por exemplo, fazendo com que as cooperativas obtenham preços diferentes para um mesmo produto comercializado (IPEA, 2010), limitando, então, seu desempenho na cadeia da reciclagem. Assim se delinea a problemática desta pesquisa.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Nos países em crise, em estágio de desenvolvimento ou em transição, a coleta, a classificação e a comercialização dos RSUPR são realizadas predominantemente pelo setor informal (ASSIM; BATTOOL; CHAUDHRY, 2012;

MEDINA, 2000; WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006; WILSON et al., 2009; VELIS et al., 2012).

No Brasil, a partir da promulgação da PNRS, em 2010, as associações e as cooperativas compostas por catadores passaram a ser os principais agentes na gestão dos RSUPR (BRASIL, 2010a). Geralmente, as cooperativas e as associações trabalham em pequena escala, utilizam tecnologia adaptada ao trabalho intenso, os catadores possuem baixa remuneração, exercem trabalho não planejado e não são registrados em previdência social (WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006; MAGERA, 2003).

De acordo com o IPEA (2013), a formalização dos catadores em empreendimentos coletivos (associações e cooperativas) é essencial para a gestão eficiente dos RSUPR, visto que esses empreendimentos surgem com o intuito de fortalecer os catadores que, por sua vez, constituem o elo economicamente mais frágil na cadeia de valor da reciclagem. As cooperativas proporcionam, aos seus membros, viabilidade econômica e estrutural para tarefas de coleta, armazenamento, processamento e comercialização dos RSUPR (MNCR, 2014; MEDINA, 2000), que são fundamentais na cadeia de recuperação de recursos (GUTBERLET, 2015; MEDINA, 2000) e na obtenção de investimentos e direitos junto aos governos federal, estaduais e municipais.

Além disso, as cooperativas de reciclagem apresentam-se como um modelo de política pública² de gestão dos RSUPR (RIBEIRO et al., 2009, FIDELIS; FERREIRA; COLMENERO, 2015). No entanto, devido à ausência de formação profissional, de capacitação para o exercício da atividade, de educação formal e de recursos financeiros e, também, por questões culturais inerentes aos próprios catadores, as cooperativas de reciclagem não direcionam suas ações de forma a otimizar suas atividades operacionais na cadeia de reciclagem (AOCR), que englobam coleta, classificação, armazenamento e comercialização dos RSUPR. As cooperativas apresentam alto grau de heterogeneidade, com distintos níveis de desempenho e organização em suas AOCR, limitando e condicionando a efetividade de políticas públicas eficientes (IPEA, 2010; TIRADO-SOTO; ZAMBERLAN, 2013).

² Inclusão socioprodutiva do catador na gestão dos RSUPR, geração de renda e melhoria na qualidade de trabalho do catador, na redução da poluição, na preservação dos recursos naturais, na diminuição dos impactos ambientais, na diminuição dos resíduos destinados aos lixões e aterros sanitários etc.

Nesse contexto, emerge a seguinte pergunta problema: **Como determinar os índices de desempenho das cooperativas de reciclagem?**

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.2.1 Objetivo Geral

Propor um método para determinar os índices de desempenho das cooperativas de reciclagem.

1.2.2 Objetivos Específicos

Tendo em vista o objetivo geral e a questão de pesquisa anteriormente declarados, tem-se os objetivos específicos:

- Definir os indicadores de produtividade nas atividades operacionais das cooperativas de reciclagem na cadeia de valor da reciclagem.
- Determinar os índices de desempenho das cooperativas de reciclagem em relação às suas AOCR, ou seja, determinar os índices de desempenho: na gestão da coleta dos RSUPR realizado pelas cooperativas; na gestão da produção, que é composta pelas etapas de armazenamento, classificação/triagem dos resíduos por tipo de material e prensagem dos materiais (fluxo interno); na gestão da comercialização dos materiais.
- Determinar os índices de Desempenho das cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR.
- Determinar um índice integrado de desempenho a partir dos índices de desempenho das cooperativas em suas AOCR e como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR.
- Construir uma estrutura hierárquica que propicie a aplicação do método proposto.
- Aplicar o método proposto em um conjunto de cooperativas.
- Verificar a aderência do método proposto.

1.3 JUSTIFICATIVA

De acordo com Medina (2000), países em desenvolvimento, em especial nos países da Ásia e da América Latina, a reciclagem de resíduos sólidos municipais depende da coleta realizada por trabalhadores informais, chamados de “catadores”. Estes trabalhadores constituem um segmento marginalizado e vulnerável da população, representando 2% da população residente nos municípios.

Dessa forma, pela amplitude, relevância e atualidade da problemática RSU, os temas gestão de RSUPR e cooperativas de reciclagem têm chamado a atenção de gestores governamentais e de pesquisadores (BRINGHENTI; ZANDONADE; GÜNTHER, 2011; OGUNTOYINBO, 2012; GUTBERLET, 2015; WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006; MEDINA, 2000; MATTER; DIETSCHI; ZURBRÜGG, 2013; WILSON et al., 2009; EZEAH; FAZAKERLEY; ROBERTS, 2013; CAMPOS, 2014; FIDELIS; FERREIRA; COLMENERO, 2015, dentre outros).

O Brasil, como diversos outros países com economia em desenvolvimento, apresenta preocupação com o crescimento na geração, coleta e disposição de RSU (JABBOUR et al., 2014) e, por meio de portarias, decretos, leis e instruções normativas que visam o gerenciamento dos RSU, direcionou, a partir de 2003, mais de 500 milhões de reais para ações que envolviam a inclusão de catadores de material reciclável na gestão dos RSUPR. No entanto, segundo o IPEA (2010), as associações e cooperativas de reciclagem possuem dificuldades gerenciais, com distintos níveis de organização, que restringe seu desempenho na cadeia da reciclagem.

Em países em desenvolvimento, é fundamental que as cooperativas aumentem seu desempenho em suas AOCR (1) para melhora na renda, qualidade de vida e de trabalho dos cooperados e (2) para sua inserção no sistema formal de gestão dos RSU, pois é preciso que elas supram as necessidades do município na coleta e no tratamento (classificação e comercialização) dos RSUPR.

Dessa forma, este estudo propõe um método para auxiliar a análise do desempenho das cooperativas de reciclagem em cada uma das AOCR atribuídas às cooperativas, pois, segundo o IPEA (2010), são indispensáveis para permitir a formulação de instrumentos de medição compatíveis e efetivos referentes à gestão de RSU com a inclusão socioproductiva de catadores, informações de organização e atuação das cooperativas, ou seja, informações relativas à coleta, ao processamento dos materiais e aos resultados econômicos das operações de comercialização.

Propõe, também, um método para auxiliar a análise do desempenho das cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR, pois, em países em estágio de desenvolvimento, as cooperativas de reciclagem podem atuar como um modelo de política pública na gestão dos RSUPR com geração de renda para as populações menos favorecidas (RIBEIRO et al., 2009; FIDELIS; FERREIRA; COLMENERO, 2015; MEDINA, 2010; WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006), além de ser um dos princípios da PNRS (BRASIL, 2010a).

Assim, este estudo justifica-se: (1) pela importância do Brasil no contexto mundial³, e que o sucesso ou o fracasso na gestão de RSUPR no Brasil está diretamente ligado ao desempenho das cooperativas de reciclagem em suas AOGR (BRASIL, 2010a); (2) pela crescente quantidade de estudos acadêmicos, nacionais e internacionais, relacionados à problemática “gestão de resíduos”; (3) pelo crescente foco mundial na redução de resíduos sólidos, reutilização e reciclagem; (4) pela concentração de esforços para a redução da pobreza, apresentada pela Organização das Nações Unidas, em 2005, como um dos objetivos de desenvolvimento do milênio (WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006), visto que a reciclagem é um meio de inclusão social para populações menos favorecidas nos países em desenvolvimento (MEDINA, 2000; WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006; WILSON et al., 2009)

Além disso, este estudo: (1) realizará um estudo longitudinal de algumas características das cooperativas em suas AOGR; (2) apresentará uma avaliação comparativa entre as cooperativas de reciclagem, pois o isolamento, como parte da exclusão social, leva as sociedades de catadores a desenvolverem seus próprios hábitos e valores (WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006); (3) analisará o desempenho das cooperativas nos setores da coleta, produção e comercialização, identificando fatores que possam contribuir para o incremento no seu desempenho; (4) analisará o desempenho das cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR, visto que, em países em desenvolvimento, a reciclagem representa inclusão social, controle de resíduos, redução de custos de tratamento e conservação de recursos naturais (WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006; GUTBERLET, 2015; FIDELIS; FERREIRA; COLMENERO, 2015).

³ O Brasil é o quinto maior país do mundo em extensão territorial e populacional, a nona economia mundial (IMF, 2016), responsável por 32% do produto interno bruto da América Latina (JABBOUR; JABBOUR, 2014) e integrante do BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul).

Dessa forma, este estudo proporcionará uma visão geral do desempenho das cooperativas de reciclagem em suas AOCR e como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR, apresentando os aspectos que tornam o desempenho das cooperativas (in)eficientes. Assim, poderá auxiliar o poder público (federal, estadual e municipal) na realização de ações direcionadas à gestão de RSUPR com inclusão socioprodutiva de catadores. De igual modo, poderá contribuir com as cooperativas no sentido de auxiliá-las na melhoria dos processos contidos na cadeia da reciclagem, pois parte-se do pressuposto que a aceitação de propostas de melhoria por parte das cooperativas será mais eficiente se utilizado seu próprio contexto.

Essa avaliação do desempenho é necessária pois, apesar de as cooperativas estarem fundamentadas na economia solidária (GUTBERLET, 2015), encontram-se inseridas em uma economia capitalista, de forma que o aumento em seu desempenho é fundamental para a sua sobrevivência e para a melhoria da renda e da qualidade de vida dos seus cooperados. Este estudo não incentiva a concorrência entre as cooperativas, mas, sim, evidencia aquelas mais eficientes, a fim de que possam servir de *benchmarking* para as outras e, conseqüentemente, contribuir para o aumento de seus desempenhos.

1.4 ESTRUTURA DA TESE

O trabalho está descrito em cinco capítulos. No primeiro capítulo, são apresentadas as diretrizes do trabalho, contemplando o contexto da pesquisa, os fatores que motivaram a sua concepção, os objetivos e o problema de pesquisa, um breve recorte temático, a relevância do tema e a justificativa para a realização da pesquisa.

No segundo capítulo é apresentada a revisão bibliográfica, que abrange: a gestão de resíduos sólidos no Brasil, que inclui a PNRS, as características dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, a reciclagem nos canais de distribuição diretos e reversos da cadeia produtiva e a Gestão RSUPR e seus atores; apresenta também algumas considerações sobre os métodos de medida de desempenho.

O terceiro capítulo é composto pelos procedimentos metodológicos que norteiam a tese, englobando as fases da pesquisa, a determinação das variáveis, os

instrumentos de mensuração, os motivos que levaram à escolha do modelo DEA e sua fundamentação teórica, as análises estatísticas utilizadas como ferramenta de apoio, a estrutura do método proposto para determinação dos índices de desempenho das cooperativas e a coleta e tratamento dos dados.

O quarto capítulo apresenta os resultados e a discussão, subdivididos em sete etapas: a primeira, compreende uma descrição das cooperativas analisadas, em relação a características específicas das cooperativas, como sua governança; as três seguintes são compostas de apresentação dos índices de desempenho das cooperativas em cada uma de suas atividades operacionais (coleta, produção e comercialização); a quinta etapa é constituída pelos índices de desempenho das cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR; a sexta etapa corresponde à determinação dos índices integrados de desempenho, utilizando três cenários distintos (econômico, ambiental e social); e a sétima e última etapa apresenta uma síntese da análise dos resultados.

No último capítulo são apresentadas as considerações finais da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL

2.1.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e Inclusão Socioprodutiva do Catador na Gestão dos RSUPR

O Brasil, ao longo das últimas décadas, tem apresentado uma preocupação com a sustentabilidade ambiental (JABBOUR et al., 2014). Desde a promulgação da Constituição Federal de 1988, muitos avanços foram alcançados na legislação brasileira referentes aos temas resíduos sólidos, saneamento e inclusão socioprodutiva do catador na gestão dos RSUPR; dentre eles, destacam-se a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB - Lei nº 11.445/07) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/10):

- Lei nº 11.445/2007, de 05 de janeiro de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Em seu artigo 57 modifica a Lei de Licitações e Contratos (Lei nº 8.666/93), dispensando de licitação a contratação de associações ou cooperativas de catadores formadas exclusivamente por pessoas físicas de baixa renda reconhecidas pelo poder público como catadores de materiais recicláveis para o serviço de coleta seletiva⁴ (BRASIL, 2007);
- Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui Política Nacional de Resíduos Sólidos. Esta lei é resultado de reflexões e discussões sobre os desafios e as temáticas relacionadas ao manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana (artigo 7º da Lei nº 11.445/2007). Essa política reúne princípios, objetivos e instrumentos, bem como as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos

⁴ A Lei 12.305/2010, que instituiu a PNRS, define coleta seletiva como a coleta de resíduos sólidos previamente separados de acordo com sua constituição e composição, devendo ser implementada pelos municípios como forma de encaminhar as ações destinadas ao atendimento do princípio da hierarquia na gestão de resíduos sólidos, dentre as quais inclui-se a reciclagem.

instrumentos econômicos aplicáveis. O PNRS previa a elaboração do Planos Municipais de Gestão Integrada até 2 de agosto de 2012, e o encerramento dos lixões até 2 de agosto de 2014 (BRASIL 2010a). No entanto, o Senado Federal prorrogou o prazo para as cidades brasileiras adequarem a gestão que fazem do lixo às regras da PNRS: até 31 de julho de 2018, para capitais de estados e municípios integrantes da Região Metropolitana; até 31 de julho de 2019, para municípios com população superior a 100.000 habitantes no Censo 2010; até 31 de julho de 2020, para municípios com população entre 50.000 e 100.000 habitantes no Censo de 2010; até 31 de julho de 2021, para municípios com população inferior a 50.000 habitantes no Censo de 2010 (BRASIL, 2014).

Os catadores informais ou organizados em associações e cooperativas são os principais agentes responsáveis pela coleta, classificação e comercialização do RSUPR, tendo participação direta na gestão dos resíduos sólidos urbanos. O PNRS (BRASIL, 2010a):

- Tem como um de seus princípios o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania (Artigo 6º, VIII);
- Apresenta em seus objetivos a integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (Artigo 7º, XII);
- Incentiva a criação e o desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis (Artigo 8º, IV);
- Exige como conteúdo mínimo do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, que deve ser atualizado a cada 4 anos, dentre outros, as metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis (Artigo 15º, V);
- Prioriza o acesso aos recursos da União dos Municípios que implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda (Artigo 18º, § 1º, II);

- Exige que o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos contenha os programas e as ações para a participação dos grupos interessados, em especial das cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda (Artigo 19º, XI);
- Estabelece que o plano de gerenciamento de resíduos sólidos descreva sobre a atuação das cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis na gestão RSUPR (Artigo 21º, § 3º, I);
- Obriga fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos (de algumas áreas específicas) a tomar todas as medidas necessárias para assegurar a implementação e operacionalização do sistema de logística reversa sob seu encargo, consoante o estabelecido neste artigo, podendo, entre outras medidas, atuar em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis (Artigo 33º, § 3º, III);
- Institui que, na gestão dos RSUPR, o titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos deve priorizar a contratação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda para prestação de serviço. A contratação de cooperativas dispensa licitação pública (Artigo 36º, § 1º, § 2º);
- Possibilita, ao poder público, instituir medidas indutoras e linhas de financiamento para atender, prioritariamente, às iniciativas de implantação de infraestrutura física e de aquisição de equipamentos para cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis (Artigo 42º, III);
- Estabelece que a União, os estados, o Distrito Federal e os municípios poderão instituir normas com o objetivo de conceder incentivos fiscais, financeiros ou creditícios a projetos relacionados à responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos, prioritariamente em parceria com cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis (Artigo 44º, II).

Em linhas gerais, a PNRS: (a) proíbe a utilização de aterros não controlados e obriga o governo federal, os estados e os municípios a elaborarem planos de tratamento de resíduos sólidos, estabelecendo metas e programas de reciclagem; (b) prioriza a inclusão de catadores no sistema de coleta, beneficiamento e comercialização dos RSUPR; e (c) insere as cooperativas de catadores na estrutura formal dos programas federais, estaduais e municipais de incentivos financeiros para a gestão dos RSUPR. O PNRS reconhece o resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania.

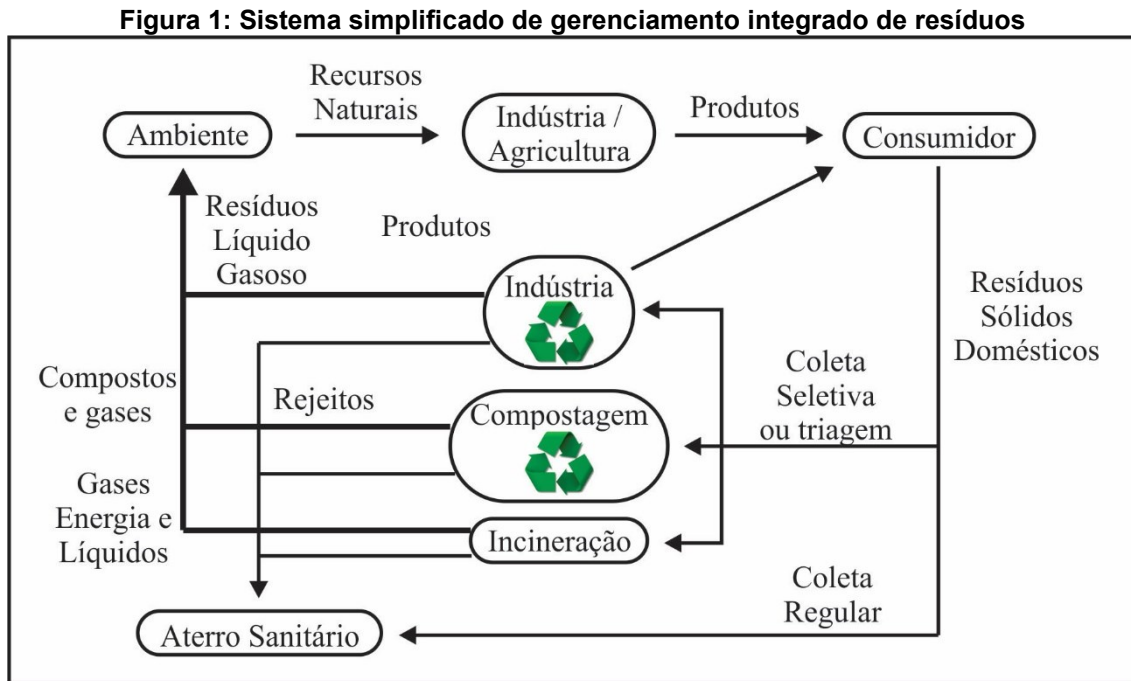
2.1.2 Os Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil

Os RSU são materiais, substâncias, objetos ou bens descartados resultantes de atividades humanas em sociedade, a qual a destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder. São resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Já a reciclagem é o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolvem a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos (ABNT, 2004; BRASIL, 2010a; OLIVEIRA, 2012).

Os resíduos sólidos domiciliares são gerados nas residências e suas destinações são de responsabilidade do poder público local (WAITE, 1995); são compostos por: resíduos “orgânicos”, como restos de comidas etc.; resíduos denominados “rejeitos”, como papel-toalha usado, papel de bala laminado etc.; e resíduos “recicláveis”, como vidro, alumínio, papel/papelão etc.

O ciclo de resíduos sólidos domiciliares, desde sua obtenção como matéria-prima até sua destinação e seus potenciais impactos ambientais, é apresentado por Aguiar (1999) na Figura 1. O processo inicia-se a partir da obtenção da matéria-prima do meio ambiente; as indústrias transformadoras convertem a matéria-prima em produtos para consumo, para outras indústrias, empresas ou o consumidor final. Após o uso pelo consumidor final, é gerado o resíduo orgânico, o rejeito e o reciclável. Os resíduos orgânicos podem ser destinados a compostagem; os considerados rejeitos podem ser incinerados ou destinados a aterros sanitários; já os recicláveis podem ser

direcionados aos centros de triagem, para classificação por tipo de material para posterior comercialização das indústrias de reciclagem.



Fonte: Aguiar (1999)

A destinação incorreta dos resíduos, como, por exemplo, o plástico não biodegradável, entre outros resíduos, ocasiona: diminuição da vida útil dos aterros sanitários, onerando financeiramente o sistema; liberação de materiais tóxicos, pois, se incinerados, liberam gases tóxicos; e a lixiviação de produtos químicos providos do plástico (ZANIN; MANCINI, 2004; SIMONEIT; MEDEIROS; DIDYK, 2005).

Nos relatórios “Panorama dos resíduos sólidos no Brasil de 2008 a 2014”, apresentados pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), o Brasil apresentou progressos na quantidade de municípios que realizam a coleta seletiva dos RSU (Tabela 1); pouco mais de 55% dos municípios brasileiros apresentavam alguma iniciativa de coleta seletiva em 2008, já em 2014, esse percentual elevou-se para aproximadamente 65%. A Região Centro-Oeste é a região com o menor índice de coleta seletiva, de 2008 até 2014, mas apresentou o maior índice de crescimento, 65%. Já as regiões Sudeste e Sul sempre apresentaram os maiores índices de coleta seletiva. No entanto, esses dados devem ser analisados com cautela, pois foram considerados levando-se em conta que, muitas vezes, trata-se apenas de disponibilização de pontos de coleta ou convênios

com cooperativas de catadores, e que nem sempre abrangem toda a área ou a população dos municípios.

Tabela 1: Estimativa da quantidade de municípios em que há existência de iniciativas Coleta seletiva de resíduos sólidos

ano	Brasil (%)	Regiões do Brasil				
		Norte (%)	Nordeste (%)	Centro-Oeste (%)	Sudeste (%)	Sul (%)
2008	55.87	42.8	33.7	22.7	78.4	75.7
2009	56.64	44.1	34.2	26.1	78.7	76.2
2010	57.63	45.7	34.8	27.7	79.5	77.7
2011	58.63	46.5	36.3	28.1	80.1	78.8
2012	59.77	47.4	38.7	31.8	80.5	79.5
2013	62.10	49.5	40.4	33.8	82.6	81.9
2014	64.78	53.1	42.8	37.5	85	84.7

Fonte: ABRELPE (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014)

A geração média de resíduos sólidos *per capita* no Brasil oscila entre 0,77 e 1,19 kg/dia, correspondendo a aproximadamente 0,98 kg/dia. A coleta regular de resíduos sólidos abrange 98% da população residente de áreas urbanas e 80% de todo o Brasil (IBGE, 2009).

Com relação à geração *per capita* de resíduos sólidos das regiões brasileiras, medidas em kg/dia: Centro-Oeste, com 1,47, destacando-se o Distrito Federal com 2,47; Sul, com 0,81; Nordeste, com 1,03; Sudeste, com 0,88; e, finalmente, Norte, com 1,15 (IBGE 2009).

As características gravimétricas básicas dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil correspondem a: 31,9% com potencial reciclável; 51,4% são compostos de matéria orgânica; e 16,7% são caracterizados como outros materiais. Dos 31,9% que têm potencial reciclável correspondem: 9,09% a metais (7,21% de aço e 1,88% de alumínio); 41,1% a papel, papelão e tetrapak; 42,3% equivalem ao plástico (plástico filme, 27,9%; plástico rígido, 14,4%); e 7,5% ao vidro (IPEA, 2012).

A geração e as características físicas dos resíduos sólidos podem variar em função de diversos aspectos, como sociais, econômicos, geográficos, climáticos, períodos festivos, época do ano, dia da semana, acondicionamento das cargas etc. (ROVIRIEGO, 2005).

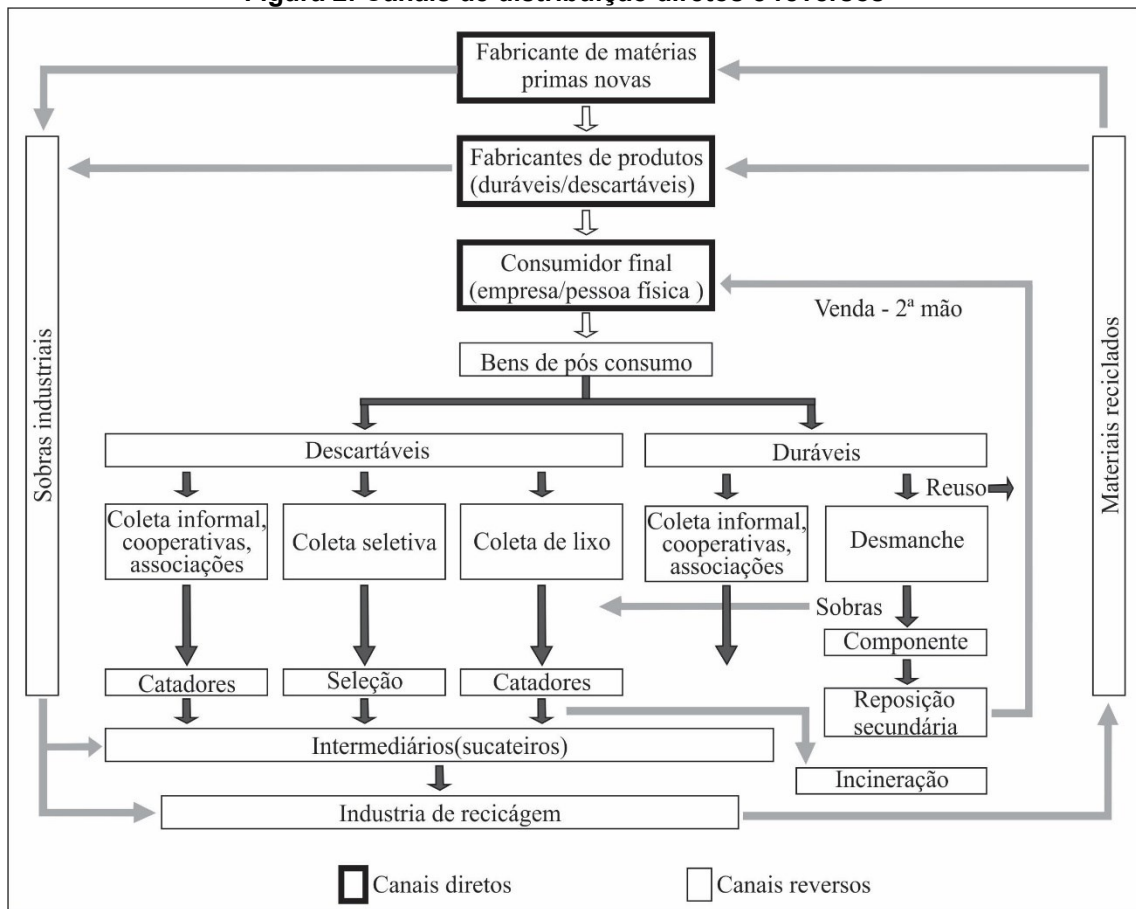
2.1.3 A Reciclagem nos Canais de Distribuição Diretos e Reversos da Cadeia Produtiva

A PNRS apresenta, no ciclo de vida do produto, um acordo setorial de responsabilidade conjunta entre o poder público, fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes (BRASIL, 2010a). As empresas são responsáveis pelo ciclo de vida do produto, significando ser responsável pelo destino final ambientalmente correto de seus produtos pós-consumo e pós-venda.

Nesse sentido, a logística reversa é um fator importante para a efetivação da PNRS, pois ela é a área responsável pelo retorno dos materiais pós-consumo e pós-venda ao ciclo produtivo. A logística reversa é o processo de transferência de pós-consumo, bem como o pós-venda de materiais, a partir de sua disposição para reintegração no ciclo produtivo, sem causar grandes impactos ambientais, utilizando-se dos canais reversos. O processo de transferência pós-venda corresponde ao produto pós-venda, sem ou com pouco uso, que é devolvido por razões comerciais, garantia ou defeitos de fabricação. Já o processo pós-consumo é responsável por planejar, operar e controlar o fluxo de retorno dos produtos de pós-consumo em função de seu estado de vida e origem (COELHO; CASTRO; GOBBO JR., 2011).

O fluxograma apresentado na Figura 2 expõe as principais fontes primárias de pós-consumo, contendo as várias formas de coleta, os resíduos industriais e o desmanche de bens duráveis. Contempla, também, as etapas principais de retorno de uma parcela dos bens ao ciclo produtivo: a coleta pós-consumo, o processamento de intermediários, a reciclagem industrial e a reintegração ao ciclo produtivo.

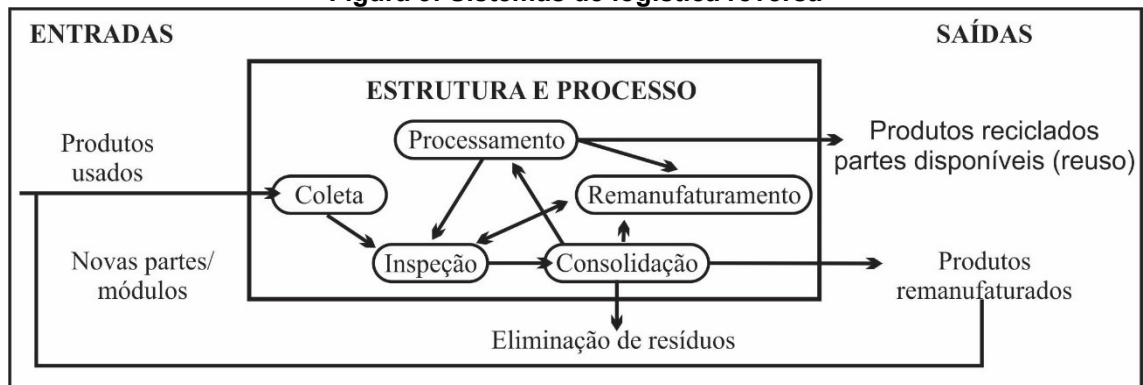
Figura 2: Canais de distribuição diretos e reversos



Fonte: Adaptado de Leite (1998).

A logística reversa preocupa-se com a gestão de resíduos, recuperação de materiais (reciclagem), recuperação de peças ou recuperação do produto (através de manufatura), ou seja, em equilibrar a diversidade de aspectos logísticos e retorno ao ciclo produtivo dos diferentes tipos de bens e resíduos industriais, por meio da reutilização controlada do bem e de seus componentes ou da reciclagem dos materiais constituintes, dando origem a matérias-primas secundárias que serão reintroduzidas no processo produtivo (LEITE, 1998; POKHAREL; MUTHA, 2009).

Segundo Coelho; Castro; Gobbo Jr. (2011), abrange a função da logística reversa a retirada de produtos do mercado, inventários, programas de reciclagem de resíduos perigosos e disposição de equipamentos obsoletos e de recuperação dos recursos, de programas de reciclagem de resíduos domiciliares, dentre outros. Pokharel; Mutha (2009) apresentam três grandes grupos o sistema de logística reversa, definidos por: entradas; estrutura e processos, e resultados (Figura 3).

Figura 3: Sistemas de logística reversa

Fonte: Pokharel; Mutha (2009)

Não são recentes os estudos referentes à inclusão da reciclagem como um canal reverso da logística. Zikmund; Stanton (1971) apresentavam a reciclagem como um meio de retorno dos produtos comercializados para a cadeia produtiva. De forma geral, a logística reversa é a área que regula, planeja, organiza e controla, de forma econômica, eficiente e efetiva, o fluxo físico e as informações dos bens pós-consumo e pós-venda, ao ciclo produtivo por canais reversos específicos.

Nesse sentido, a reciclagem é o canal reverso da logística reversa, por agregar valor após o uso e evitar que o ciclo de vida do produto termine juntamente com o consumidor final, promovendo conscientização ambiental e econômica e responsabilidade social do consumidor (YANG, 1995; COELHO; CASTRO; GOBBO JR., 2011; RAVI; SHANKAR, 2005).

2.1.4 Gestão RSUPR e seus atores: uma Breve Visão Panorâmica Global

A coleta de RSUPR representa uma estratégia importante em populações menos favorecidas para geração de renda e ascensão social em países em desenvolvimento e em transição, além de proporcionar às cidades crescimento econômico, controle do lixo e conservação de recursos (MEDINA, 2000; EZEAH; FAZAKERLEY; ROBERTS, 2013).

Nesse sentido, pesquisas vêm sendo realizadas em países da África, da América Latina e da Ásia, para averiguar como estão sendo realizadas a gestão dos resíduos sólidos e a inserção de catadores nessa atividade produtiva, com o intuito de compreender e propor novas metodologias de gestão, estratégias para ampliar a eficiência e taxas de reciclagem, formas de trabalhar com o setor informal e melhoria

nas condições de trabalho (OGUNTOYINBO, 2012; WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006; OTENG-ABABIO; ARGUELLO; GABBAY, 2013; MEDINA, 2000; MATTER; DIETSCHI; ZURBRÜGG, 2013; WILSON et al., 2009; EZEAH; FAZAKERLEY; ROBERTS, 2013).

De acordo com Medina (2000), países em desenvolvimento, em especial nos países da Ásia e da América Latina, a reciclagem de resíduos sólidos municipais depende da coleta realizada por trabalhadores informais, chamados de catadores. Estes trabalhadores constituem um segmento marginalizado e vulnerável da população, representando 2% dos residentes nos municípios.

Em Hanói, Vietnã, a quantidade de catadores tem aumentado consideravelmente, proveniente da riqueza urbana e de resíduos oriundos do rápido crescimento industrial e do desenvolvimento econômico da cidade. Em sua maioria, são mulheres com baixa escolaridade, de origem rural e com pouca/nenhuma capacitação profissional, desfavorecendo sua entrada no mercado de trabalho formal (MITCHELL, 2008).

Agarwal et al. (2005) aponta que, em muitas cidades da Índia, mais da metade dos resíduos sólidos gerados não são coletados de forma apropriada, ocasionando, em regiões densamente povoadas, condições sanitárias inapropriadas ao ser humano e danos ao meio ambiente. A coleta RSUPR é realizada de forma manual, com um saco, bicicletas ou triciclos, em lixões, locais públicos ou residências. No final do dia, todos executam a triagem/classificação do material para posterior venda a pequenos intermediários, que repassam esse material para as indústrias transformadoras. Os catadores têm origem rural, migraram para os centros urbanos e fixaram-se na atividade de reciclagem por dificuldades de encontrar emprego no mercado formal trabalho.

No Paquistão, não há coleta formal de RSUPR. Em Lahote, por exemplo, a coleta é realizada por várias categorias de catadores: homens, mulheres, crianças, imigrantes e refugiados. São pessoas marginalizadas e em alto grau de pobreza. A coleta porta a porta é realizada por catadores, chamados coletores de lixo, que utilizam carroças puxadas por animais; posteriormente, é realizada a triagem/classificação dos materiais e estes são vendidos a intermediários (ASSIM; BATOOL; CHAUDHRY, 2012).

Em Abuja, Nigéria, tem ocorrido aumento na quantidade de RSUPR, mas sem um investimento adequado de coleta, transporte, tratamento e instalações adequadas

para triagem/seleção dos materiais. A coleta é realizada de porta em porta tanto por empresas privadas quanto por catadores. Em alguns distritos da cidade, os catadores são oficialmente proibidos de realizar a coleta, por recolherem apenas o material desejado e o restante ser despejado inapropriadamente ao redor da área de coleta (IMAM et al., 2008).

As taxas de reciclagem das Filipinas passaram de 4%, em 1997, para 16,4% em 2006. Fato atribuído ao programa de apoio liderado pela ONG “Linis Ganda” (literalmente “Clean Beautiful”), que objetiva organizar, capacitar e fortalecer toda essa cadeia produtiva por meio da separação na fonte dos RSUPR, compradores itinerantes e negociantes (sucateiros ou lojas de sucata), para, finalmente, entregar os RSUPR às indústrias de reciclagem (WILSON et al., 2009).

Na China, com a abertura das fronteiras para o comércio, tornou-se mais lucrativo para as indústrias chinesas importar matérias-primas secundárias da Europa e de outros países, que são altamente subsidiados, do que comprar materiais produzidos localmente. O setor privado local e o setor informal continuam a reciclar os RSUPR, embora sem o apoio do setor formal, e as taxas de reciclagem têm diminuído (WILSON et al., 2009).

De forma geral, os catadores itinerantes, as cooperativas e as associações de catadores de RSUPR têm-se mostrado como um dos principais agentes no processo de inclusão social e formalização do processo de trabalho de reciclagem, incluindo as atividades de coleta, separação, prensagem e destinação. Na maioria dos casos, a mão de obra empregada é tipicamente de pessoas excluídas da sociedade, por sua idade, sua condição social, baixa escolaridade, e que não encontravam alocação no mercado formal de trabalho (MAGERA, 2003; ENKOVIST et al., 2010; MEDINA, 2000; GUTBERLET, 2008; DAMGHANI et al., 2008).

2.1.5 Gestão RSUPR e seus Atores: Brasil

A figura do catador no Brasil surge como resultado de uma economia em recessão e ampliação da exclusão social. Eles são pessoas excluídas da sociedade, por problemas de saúde, baixa escolaridade, pela idade, condição social etc. (MAGERA, 2003).

Os catadores passaram a participar do sistema de gerenciamento de RSUPR em alguns municípios somente no final da década de 80 (DEMAJOROVIC;

RATHSAM; BESEN, 2006). A primeira cooperativa formada por catadores no Brasil é a Cooperativa dos Catadores de Papel, Aparas e Materiais Reaproveitáveis (Coopamare), fundada em 1989 no município de São Paulo. Ela é também reconhecida como a primeira cooperativa a integrar um programa de gestão compartilhada dos resíduos sólidos, instituído pela prefeitura municipal de São Paulo no início da década de 90 (IPEA, 2013).

A organização dos catadores em torno do Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR), que surgiu em meados de 1999, permitiu que a atividade dos catadores deixasse de ser vista apenas como resultante de um problema social, ganhando *status* de solução socioambiental (SANTOS et al., 2011). O MNCR, a partir do maior grau de organização e articulação social, passou a ter respaldo para negociar, com as diferentes instâncias de poder, as questões inerentes à sua cidadania social e sua atividade profissional (IPEA, 2013). Dessa forma, uma série de regulamentos, normas, decretos e leis passaram a considerar aspectos relativos ao trabalho dos catadores brasileiros. Alguns exemplos são descritos a seguir.

O reconhecimento da atividade profissional dos catadores foi instituído pela Portaria nº 397 do Ministério do Trabalho e Emprego, publicada em 2002, que inseriu na Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) a profissão “catador de material reciclável”, com o código 5192-05⁵. Atualmente, foram acrescentadas, pela CBO, mais duas profissões relacionadas aos trabalhadores da coleta e seleção de material reciclável, código 5192-10⁶, com a profissão “selecionador de material reciclável” e o código 5192-15⁷, com a profissão “operador de prensa de material reciclável”. A descrição sumária apresentada pela CBO para essas profissões é:

“Os trabalhadores da coleta e seleção de material reciclável são responsáveis por coletar material reciclável e reaproveitável, vender material coletado, selecionar material coletado, preparar o material para expedição, realizar manutenção do ambiente e equipamentos de trabalho, divulgar o trabalho de reciclagem, administrar o trabalho e trabalhar com segurança” (CBO, 2016).

⁵ Catador de ferro-velho, Catador de papel e papelão, Catador de sucata, Catador de vasilhame, Enfardador de sucata (cooperativa)

⁶ Separador de material reciclável, Separador de sucata, Triador de material reciclável, Triador de sucata.

⁷ Enfardador de material de sucata (cooperativa), Preseiro, Prensista.

A Lei nº 11.445, de 2007, que instituiu as diretrizes para a PNSB, em seu artigo 57 dispensa a licitação para a contratação da coleta, processamento e comercialização de resíduos sólidos urbanos recicláveis ou reutilizáveis, em áreas com sistema de coleta seletiva de lixo, efetuados por associações ou cooperativas formadas exclusivamente por pessoas físicas de baixa renda (BRASIL, 2007).

Em 2010, foram instituídos a PNRS e o Programa Pró-Catador, de enorme importância para o fortalecimento das cooperativas. A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, institui a PNRS, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis. Ela apresenta alguns pontos fundamentais para a determinação estratégica dos catadores na gestão dos RSUPR (descritos anteriormente).

O programa Pró-Catador, instituído pelo Decreto n.º 7.405, de 23 de dezembro de 2010, tem a finalidade de integrar e articular as ações do Governo Federal voltadas ao apoio e ao fomento à organização produtiva dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, à melhoria das condições de trabalho, à ampliação das oportunidades de inclusão social e econômica e à expansão da coleta seletiva de resíduos sólidos, da reutilização e da reciclagem por meio da atuação desse segmento (BRASIL, 2010b).

A PNRS prevê a destinação final ambientalmente correta dos resíduos sólidos, a responsabilidade dos geradores de resíduos na logística reversa e prioriza a inclusão social no sistema de coleta, beneficiamento e comercialização dos resíduos sólidos com potencial reciclável. O Programa Pró-Catador auxilia as cooperativas e associações de catadores de resíduos sólidos com potencial reciclável com linhas de financiamentos e criação de programas governamentais, como o programa Cataforte - Negócio Sustentável em Rede Solidária.

Como resultado de portarias, decretos, leis e instruções normativas de fomento a essa atividade produtiva, algumas políticas públicas foram adotadas; por exemplo: entre 2003 e 2010, mais de 280 milhões de reais foram disponibilizados para ações envolvendo catadores de materiais recicláveis; a constituição do Comitê Interministerial de Inclusão dos Catadores de Materiais Recicláveis; o programa Cataforte, destinando mais de 240 milhões de reais para o fortalecimento do cooperativismo em rede (BRASIL, 2009; BRASIL, 2010b).

Em grande parte das cidades brasileiras a coleta dos RSUPR é realizada pelo setor informal da reciclagem. Ele é responsável pela coleta, o transporte, a separação por tipo de resíduos, o acondicionamento, o beneficiamento e a comercialização dos RSUPR. A estimativa da quantidade de catadores é contraditória nos órgãos de pesquisa; por exemplo, é 400.000 pelo IPEA (2013) e 800.000 pela CEMPRE (2013) e mais de um milhão pelo MNCR.

De acordo com o IPEA (2013), há no Brasil 387.910 pessoas que possuem como ocupação principal a profissão de “catador ou catadora”, sendo que a Região Sudeste acumula quase a metade do número de catadores, 41,6% do total; seguida pelas regiões Nordeste (30%), Sul (15,2%), Centro-Oeste (7,6%) e Norte (5,6%). A média nacional de idade é de 39,4 anos; a média de idade entre as regiões varia entre 36,5 e 40,6 anos. Mais de 60% dos catadores possuem idade entre 30 e 60 anos e mais de 15% dos trabalhadores são idosos, com 6,5 % tendo acima de 70 anos, idade considerada prioritária para as políticas de assistência e Previdência Social.

Do total de catadores (IPEA, 2013), 38,6% apresentam relação contratual de trabalho, pela Carteira de Trabalho e Previdência Social (CTPS) ou Regime Jurídico Único (RJU). No entanto, apenas 15,4% dos trabalhadores nessa atividade realizam contribuição previdenciária, tendo as regiões Nordeste e Sul a menor (6,2%) e maior (25,9%) participação na contribuição previdenciária, respectivamente. A taxa de analfabetismo entre os catadores é alta, 20,5%, chegando a Região Nordeste ao índice de 34%. O rendimento médio dos catadores de material reciclável é de aproximadamente de R\$ 571,56 (ou 1,12 salários mínimos), variando entre R\$ 459,34 e R\$ 629,89 nas regiões brasileiras. Os residentes em domicílios com pelo menos um catador extremamente pobre, que recebe menos de R\$ 70,00 *per capita*, é de 4,5%, tendo a Região Nordeste o maior percentual, 8,4%. A participação de negros/pardos entre as pessoas que trabalham como catadores é superior, 66,1%, em relação às pessoas que se declaram brancas/outras. Muitos trabalhadores dessa atividade no Brasil, 50,2%, residem em domicílios sem esgotamento sanitário, sendo a taxa mais preocupante a da Região Norte, onde apenas 87,7% das residências com pelo menos um catador não possui esgoto sanitário (IPEA, 2013).

Segundo o CEMPRE (2013), há no Brasil 800.000 catadores de material reciclável e apenas cerca de 30.000 estão ligados a alguma das 1.175 associações ou cooperativas de catadores distribuídas pelo país. Do total de resíduos sólidos coletados, 31,9% correspondem à fração seca reciclável e 68,1%, à fração

molhada/outras. A taxa de recuperação da fração seca reciclável, em 2013, foi de 4,2% pelas cooperativas e 22,7% fora das cooperativas, totalizando 26,9%; já a estimativa para 2014 era um total de 32,3%, sendo que 6,8% correspondem à recuperação realizada pelas cooperativas e 25,5%, fora das cooperativas (CEMPRE, 2013).

Os catadores são o elo econômico e socialmente mais frágil da cadeia de valor da reciclagem, que se fortalecem quando unidos por meio de cooperativas ou associações de catadores (IPEA, 2013). As cooperativas e associações proporcionam viabilidade de investimentos em infraestrutura e economia para as tarefas de coleta, armazenamento, processamento e de comercialização dos RSUPR (MNCR, 2014) e, ao trabalharem em conjunto, os catadores conseguem ter maior poder de barganha com relação à comercialização de seu material coletado (IPEA, 2013), além de ser uma importante ligação na cadeia de recuperação de recursos, evitando o depósito de materiais recicláveis em aterros sanitários (GUTBERLET, 2015).

Outro fator que corrobora o fortalecimento dos catadores quando unidos por meio de cooperativas ou associações de catadores é o seu faturamento, Tabela 2. O faturamento das cooperativas cresceu 311% e o de outros canais de triagem (fora das cooperativas) cresceu apenas 33%, ou seja, a receita líquida das cooperativas e o rendimento dos catadores cresceram 300% e 33%, respectivamente.

Tabela 2: As cooperativas e associações nas cidades-sede da Copa do Mundo de Futebol em 2014 (projeção)

	2010	2014	Crescimento (%)
Faturamento cooperativas (R\$ milhões)	56,4	231.5	311
Faturamento de outros canais de triagem (fora das cooperativas) (R\$ milhões)	656	871.4	33
Receita líquida cooperativas (R\$ milhões)	45.2	180.7	300
Número de catadores	7363	22089	200
Rendimento mensal do catador ligado à cooperativa (R\$)	511.5	681.6	33

Fonte: CEMPRE (2013)

Não se pode negar a importância dos catadores e, principalmente, das cooperativas e das associações no processo de gestão dos RSUPR no Brasil (BRASIL, 2010a). No entanto, vale ressaltar que, apesar da importância das cooperativas na gestão dos RSUPR, poucos são os municípios que remuneraram as cooperativas pelos serviços ambientais prestados.

As cooperativas e as associações apresentam diversas dificuldades organizacionais causadas pelos seus próprios associados, que não conseguem se adaptar aos regulamentos e normas impostos. Geralmente esses conflitos acontecem pela baixa escolaridade e histórico de exclusão social. Muitos catadores preferem trabalhar como autônomos a se submeterem a regulamentos e normas, mesmo que seus rendimentos sejam inferiores aos obtidos em cooperativas e associações (SOUZA; PAULA; SOUZA-PINTO, 2012).

2.2 MÉTODOS DE MEDIDAS DE DESEMPENHO

A produtividade, em nível básico, analisa a relação entre entradas e saídas de um dado processo produtivo. Essa produtividade é expressa como a razão entre as saídas geradas (produtos, ou *outputs*) e as entradas (insumos, ou *inputs*) necessárias para tal (COELLI et al., 2005).

$$Produtividade = \frac{\sum produtos}{\sum insumos}$$

Os conceitos de produtividade e desempenho têm recebido atenção nos últimos anos. No contexto organizacional, a produtividade e o desempenho refletem no desempenho geral, levando a aumentos ou reduções nas riquezas dos acionistas (JAYAMAHA; MULA, 2011).

O conceito de desempenho pode ser expresso de várias formas. Para Mello et al. (2005), eficiência consiste na comparação entre o que foi produzido e o que poderia ter sido produzido com os mesmos insumos. Segundo Varian (1992), eficiência é a habilidade de uma unidade produtiva maximizar os resultados de suas operações (saídas) de acordo com um dado montante de insumos (entradas), ou minimizar os insumos, mantendo-se fixo o montante de *saídas* resultantes do processo.

Ainda segundo HAYNES; DINC (2005), desempenho pode ser definido como a capacidade de uma unidade produtiva para produzir saídas a partir de um conjunto de entradas. O desempenho de uma unidade de tomada de decisão (DMU) é sempre relativo às demais unidades no conjunto analisado, de modo que o índice de desempenho é sempre uma medida relativa.

Farrell (1957) baseou-se no trabalho Koopmans (1951) para definir uma medida simples de desempenho que poderia levar em consideração múltiplas

entradas. O autor propõe que a eficiência das organizações consiste de dois componentes, a eficiência técnica, que expressa a habilidade de uma organização em obter máximos produtos (saídas) para um dado conjunto de insumos, e a eficiência alocativa, que representa a habilidade da organização em otimizar os insumos de acordo com seus respectivos preços e com a tecnologia de produção. O produto dessas duas medidas fornecem a eficiência econômica ou o desempenho geral da organização.

Há formas distintas de avaliar o desempenho: os métodos paramétricos e os não paramétricos. Os métodos paramétricos supõem a existência de uma função matemática pré-definida entre insumos e produtos, enquanto que os métodos não paramétricos consideram que o máximo que poderia ter sido produzido é obtido através da observação comparativa das unidades tomadoras de decisão mais produtivas, sem o estabelecimento de uma função de produção.

Os métodos de fronteira de produção determinística mais utilizados são a fronteira estocástica (SF) e a análise envoltória de dados (DEA). O primeiro é um método paramétrico e o segundo, um método não paramétrico. O modelo DEA supõe apenas a concavidade da função produção e ignora o ruído contido no dado; por outro lado, o SF considera o ruído e depende da especificação funcional da função produção (MOREIRA; FONSECA, 2005).

A SF possui limitações quando a amostra é pequena (amostras menores que 30), pois existe uma probabilidade positiva de que o estimador de máxima verossimilhança seja infinito para amostras muito pequenas, ou seja, com um número insuficiente de observações por agente não é possível distinguir a distribuição do ruído da distribuição da produtividade (LISEO; LOPERFIDO, 2006).

O modelo DEA permite trabalhar com as entradas e saídas sem ter conhecimento prévio, identifica a fronteira de eficiência e as DMUs eficientes que estão sobre essa fronteira e, a partir disso, classifica as outras DMUs menos eficientes, apresenta e projeta uma medida de eficiência que reflete a distância entre os DMUs menos eficientes à fronteira de eficiência (COOPER; SEIFORD; TONE, 2007). O modelo DEA calcula o índice máximo de desempenho para cada DMU relativa a todas as outras DMUs, tendo como princípio que cada DMU está na fronteira de eficiência ou abaixo dela (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978).

A fronteira de eficiência, obtida pelo modelo DEA, define a melhor combinação de *entradas* na produção de *saídas*. As DMUs sobre a fronteira de eficiência são

assumidas como eficientes em relação às demais DMUs estudadas (COELLI et al., 2005).

Assim, o modelo DEA tornou-se uma ferramenta amplamente utilizada para medir e avaliar o desempenho das organizações em uma variedade de atividades, por sua capacidade de trabalhar com múltiplas entradas e saídas sem ter que especificar uma relação de produção e um sistema de ponderação (HAYNES; DINC, 2005).

3 METODOLOGIA

Nesse capítulo, são descritos os procedimentos metodológicos que nortearão a tese, englobando as fases da pesquisa, a determinação das variáveis, os instrumentos de mensuração, os motivos que levaram à escolha do modelo DEA e sua fundamentação teórica, as análises estatísticas utilizadas como ferramenta de apoio, a estrutura do método proposto para determinação dos índices de desempenho das cooperativas e a coleta e tratamento dos dados.

3.1 FASES DA PESQUISA

Visando os objetivos propostos, este estudo fragmentou-se em cinco fases. A primeira fase foi caracterizada por um amplo estudo: das leis e decretos que regulam a gestão de resíduos no Brasil, em artigos científicos nacionais e internacionais que envolviam a gestão de resíduos, cooperativas de reciclagem e análise de desempenho. A segunda fase define e justifica as variáveis propostas para determinar os índices de desempenho. A proposição de uma estrutura de análise ou um método de análise para determinar os índices de desempenho compõe a terceira fase deste estudo. Já a quarta fase, é composta por uma aplicação do método para verificar sua aderência. A partir de reflexões das fases anteriores obtém-se a quinta fase, que contém as conclusões do estudo, suas limitações e recomendações para pesquisas futuras.

Dessa forma, os resultados deste estudo também podem ser entendidos como um método a ser utilizado por governos municipais, estaduais e federal, programas federais ou entidades (ONGs e MNCR, por exemplo) para verificar o desempenho de cooperativas de catadores em suas atividades operacionais na cadeia de reciclagem, para planejar políticas públicas ou ações de apoio às cooperativas mais eficientes.

3.2 DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS

Como descrito anteriormente, este estudo propõe estudar os índices de desempenho das cooperativas de reciclagem em suas AOCR (coleta, produção e comercialização) e seus índices de desempenho como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR. Totalizando quatro dimensões a serem estudadas: desempenho na gestão da coleta, desempenho na gestão da produção, desempenho na gestão da comercialização e desempenho das cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR.

Essa subdivisão para a determinação dos índices de desempenho foi necessária: (1) para obter uma análise mais detalhada de cada etapa das AOCR atribuídas às cooperativas, seguindo uma recomendação do IPEA (2010) que aponta que é indispensável, para permitir a formulação de instrumentos de medição compatíveis e efetivos referentes a gestão de RSU com a inclusão socioprodutiva de catadores, informações de organização e atuação das cooperativas, ou seja, informações referentes à coleta, ao processamento dos materiais e aos resultados econômicos das operações de comercialização; e (2) para auxiliar na análise do desempenho das cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR, pois a inclusão socioprodutiva dos catadores na gestão dos RSU é um dos princípios da PNRS (BRASIL, 2010a).

Assim, a proposição das variáveis de entrada e saída para a determinação dos índices de desempenho foi baseada na inclusão socioprodutiva dos catadores na gestão dos RSUPR, nas AOCR atribuídas às cooperativas e nas entradas/saídas comuns a todas as cooperativas. Neste estudo, não se trabalhou com informações referentes a custos e investimentos, pois, em razão da heterogeneidade e dos diferentes níveis de organização, grande parte das cooperativas não possui essas informações ao longo do tempo. No entanto, em regiões brasileiras ou países que apresentarem situações mais específicas referentes aos RSUPR, este método pode ser expandido para considerar características locais, com inclusão ou exclusão de variáveis.

3.2.1 Desempenho na Gestão da Coleta

As variáveis (Quadro 1) para a determinação dos índices de desempenho das cooperativas na gestão da coleta foram definidas levando-se em consideração a cobertura dos serviços prestados, a realização da coleta pelos sistemas porta a porta e *Small Volume Delivery Stations* (PEVs) e o estudo de Chen (2010), que compara o desempenho na gestão da coleta dos resíduos sólidos entre regiões urbanas e rurais de Taiwan.

Quadro 1: Variáveis de entrada e saída: Desempenho na gestão da coleta

Variáveis	Descrição das Variáveis
<i>Entrada</i>	
C_COLET	Quantidade de indivíduos (catadores) que trabalham na coleta, composta por ajudantes, coletores e motoristas.
VEIC	Quantidade de veículos utilizados.
<i>Saída</i>	
COLETA	Quantidade (Ton) de RSUPR coletados.
AREA	Área (km ²) de cobertura.
RESID	Quantidade de residências atendidas.

Fonte: Autoria própria

3.2.2 Desempenho na Gestão da Produção

As variáveis (Quadro 2) utilizadas para a determinação dos índices de desempenho da gestão na produção foram definidas a partir dos indicadores de “alta importância” para avaliação da coleta seletiva com inclusão social, apresentada por Bringhenti; Zandonade; Günther (2011), e adicionou-se quantidade de catadores envolvidos no trabalho, uma vez que a produtividade é decorrente da eficiência e do rendimento da mão de obra direta envolvida na execução da tarefa (SCHONBERGER; KNOD, 1988).

Quadro 2: Variáveis de entrada e saída: Desempenho na gestão da produção

Variáveis	Descrição das Variáveis
<i>Entrada</i>	
P_PROD	Quantidade de pessoas que trabalham na produção.
COLETA	Quantidade (ton) de RSUPR coletados.
ITENS	Quantidade de itens recicláveis vendidos, que representam a qualidade na classificação dos resíduos. Quanto maior a diversificação dos produtos, menor será a quantidade de rejeitos destinadas aos aterros.
<i>Saída</i>	
COMERC	Quantidade (ton) de RSUPR processados e que efetivamente são comercializados. Normalmente, todo o material processado é rapidamente comercializado. As cooperativas raramente possuem estoque de produtos processados, podendo-se supor que a quantidade processada no setor de produção é a quantidade comercializada.

Fonte: Autoria própria

3.2.3 Desempenho na Gestão da Comercialização

Assim como no desempenho na gestão na produção, as variáveis (Quadro 3) utilizadas para a determinação dos índices de desempenho na gestão na comercialização foram definidas a partir de alguns indicadores apresentados por Bringhenti; Zandonade; Günther (2011) e, ao invés de considerar com o “*average price of marketing mix of recyclable material*”, trabalhou-se com o preço médio mensal obtido pela venda dos cinco principais materiais (papel, papelão, PEAD, PET, PEBD), que representam mais de 60% do volume comercializado. Além disso, acrescentou-se quantidade de RSU comercializados, pois as cooperativas possuem a tendência de comercializar somente os itens de maior volume e valor comercial.

Quadro 3: Variáveis de entrada e saída: desempenho na gestão da comercialização

(Continua)

Variáveis	Descrição das Variáveis
<i>Entrada</i>	
ITENS	Quantidade de itens recicláveis vendidos.
COMERC	Quantidade (ton) de RSUPR processados e que efetivamente são comercializados.

Quadro 3: Variáveis de entrada e saída: desempenho na gestão da comercialização (Conclusão)

Variáveis	Descrição das Variáveis
PAPEL, PAPELAO, PEAD, PET, PEBD	Preço (R\$/ton) médio mensal obtido na venda do papel branco, papelão, polietileno de alta densidade, polietileno tereftalato e polietileno de baixa densidade colorido, respectivamente.
<i>Saída</i>	
FAT_COM	Volume (R\$/ton) de negócios pela comercialização, que é o faturamento total obtido pela comercialização dos resíduos.

Fonte: Autoria própria

3.2.4 Desempenho das Cooperativas como um Instrumento de Inclusão Social, Geração de Renda e Redução de RSUPR

As variáveis (Quadro 4) utilizadas para a determinação dos índices de desempenho das cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR foram definidas a partir da Política Nacional de Resíduos Sólidos do Brasil (PNRS) (BRASIL, 2010a), em razão de: (1) ser reconhecida, pelo relatório “*Regional Assessment Report Services Municipal Waste Management in Latin America and Caribbean, 2010*”, apoiado pela *Pan American Health Organization, Inter-American Development Bank, Inter-American Association of Sanitary and Environmental Engineering* (ESPINOZA et al., 2010), como um avanço na gestão dos RSUPR com inclusão socioprodutiva do catador; e (2) ir ao encontro a um estudo realizado por VELIS et al. (2012), que apresenta um *framework* que classifica e analisa possíveis intervenções, a fim de promover a inclusão e a integração do setor informal no sistema de gestão dos RSUPR de uma cidade.

Em linhas gerais, a PNRS: proíbe a utilização de aterros não controlados e obriga o governo federal, os estados e os municípios a elaborarem planos de tratamento de RSU; reconhece o resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania; prioriza a integração dos catadores às ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; incentiva a criação e o desenvolvimento de cooperativas; exige que o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos contenha/inclua programas e ações para a participação dos grupos interessados, em especial, das cooperativas; e fortalece a participação das cooperativas na cadeia de reciclagem (BRASIL, 2010a).

Quadro 4: Variáveis de entrada e saída: desempenho das cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR

Variáveis	Descrição das Variáveis
<i>Entrada</i>	
RESID	Quantidade de residências atendidas.
ITENS	Quantidade de itens recicláveis vendidos.
COLETA	Quantidade (Ton) de RSUPR coletados.
CATADOR	Quantidade total de pessoas que trabalham na cooperativa (total de catadores).
<i>Saída</i>	
COMERC	Quantidade (ton) de RSUPR processados e que efetivamente são comercializados.
RENDA	Renda média dos catadores.
FAT_T	Faturamento (R\$) total das cooperativas, composto pela receita obtida pela venda dos materiais, recebimento pelo serviço prestado às empresas privadas ou aos órgãos públicos (caso haja), valores oriundos de projetos para manutenção operacional das atividades (caso haja) etc.

Fonte: Autoria própria

3.3 INSTRUMENTOS DE MENSURAÇÃO

Nesta seção, serão apresentados e justificados: o modelo matemático a ser utilizado para a determinação dos índices de performance; as ferramentas estatísticas para verificar a estabilidade dos índices de desempenho em relação ao tempo e os fatores (variáveis) que afetam esses índices; o método multicritério de tomada de decisão para a obtenção de um índice integrado de desempenho, que será formado pela junção dos índices de desempenho das quatro dimensões estudadas.

3.3.1 A Escolha do Modelo Matemático

Os métodos de fronteira de produção determinística mais utilizados são o modelo paramétrico fronteira estocástica (SF) e o modelo não paramétrico análise envoltória de dados (DEA) (MOREIRA; FONSECA, 2005). No entanto, A SF possui limitações quando a amostra é pequena (amostras menores que 30), pois um número insuficiente de observações por agente não é possível distinguir a distribuição do ruído

da distribuição da produtividade (LISEO; LOPERFIDO, 2006), além depende da especificação funcional da função produção (MOREIRA; FONSECA, 2005).

Dessa forma, neste estudo, optou-se em utilizar com o modelo matemático DEA para obtenção dos índices de desempenho das cooperativas de reciclagem, por: permitir trabalhar com as entradas e saídas sem ter conhecimento prévio; identificar a fronteira de eficiência e as DMUs eficientes que estão sobre essa fronteira e, a partir disso, classifica as outras DMUs menos eficientes; apresentar e projetar um índice de desempenho que reflete a distância entre os DMUs menos eficientes à fronteira de eficiência (COOPER; SEIFORD; TONE, 2007).

O modelo DEA apresenta algumas vantagens e desvantagens (COOPER; SEIFORD; TONE, 2007). As desvantagens: *a priori*, não é possível testar sua rigidez estatística, assim como o erro relativo para estimação da fronteira de eficiência; só são possíveis medidas de eficiência relativas dentro de um conjunto de DMUs homogêneos; não é possível a comparação dos resultados apresentados pelo modelo DEA entre grupos diferentes de DMUs. Vantagens: as *entradas* e *saídas* podem ser mensuradas em diferentes unidades ou escalas; trabalha com insumos e produtos sem conhecimento prévio; identifica a fronteira de eficiência e as DMUs eficientes que estão sobre essa fronteira e, a partir disso, classifica as outras DMUs menos eficientes; identifica e projeta uma medida de eficiência que reflete a distância entre as DMUs menos eficientes à fronteira de eficiência; identifica metas alcançáveis (*targets*) para as unidades sobre avaliação; estima as folgas (*slacks* - uso excessivo de insumos para uma determinada produção ou a subprodução de saídas a partir de um conjunto específico de insumos), que representam as melhorias necessárias para possibilitar que um DMU ineficiente se torne eficiente, melhoria estas que podem ser na forma de um aumento de *saídas* ou diminuição de *entradas*.

Outro fato importante que vale ser mencionado é a diferença entre as análises de regressões estatísticas e o modelo DEA. As análises de regressões estatísticas necessitam de uma função de produção e, por intermédio dessa função, assumem-se hipóteses específicas sobre distribuições de erros, onde as variáveis independentes relacionam-se com as variáveis dependentes. Já o método DEA calcula o índice máximo de desempenho para cada DMU relativa a todas as outras DMUs, tendo como princípio que cada DMU está na fronteira de eficiência ou abaixo dela (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978).

Assim, o modelo DEA tornou-se uma ferramenta amplamente utilizada para medir e avaliar o desempenho das organizações em uma variedade de atividades, por sua capacidade de trabalhar com múltiplas entradas e saídas sem ter que especificar uma relação de produção e sistema de ponderação (HAYNES; DINC, 2005).

Dessa forma, a escolha do modelo DEA como instrumento para a determinação dos índices desempenho das cooperativas de reciclagem em relação às suas AOCR e como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR, deu-se pelos seguintes motivos:

- Pela capacidade do modelo em estimar índices individuais de eficiência produtiva, de forma comparativa, em um conjunto de unidades produtivas (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978);
- Provou ser uma abordagem eficaz na produção de informações detalhadas sobre o desempenho da unidade, tanto em relação à fronteira de eficiência quanto na determinação de unidades eficientes específicas, que são utilizadas como parâmetros de melhoria para as outras unidades (HAWDON, 2003);
- Baseia-se em fatos efetivamente medidos, organiza fronteiras de eficiência a partir disso e não se utiliza de pontos teoricamente projetados (COOPER; SEIFORD; TONE, 2007);
- Seus resultados são apresentados dentro de um quadro real, projetando metas com valores atingíveis, uma vez que aqueles ali apresentados foram, de fato, alcançados por algum elemento da rede que compõe a organização (COOPER; SEIFORD; TONE, 2007);
- Se adapta muito bem à avaliação de organizações sem fins lucrativos (PEÑA, 2008);
- O método DEA possui algumas vantagens sobre os métodos paramétricos tradicionais, como a análise de regressão, pois a análise de regressão calcula a eficiência da unidade organizacional por meio de uma aproximação à média e ao desvio padrão, enquanto o DEA tem enfoque nas observações individuais e otimiza a eficiência de cada unidade, evitando problemas tradicionalmente associados aos modelos de regressão que requerem a especificação das relações funcionais entre o insumo e o produto (GREGOURIOU, 2007);

- Tem sido aplicada em várias situações envolvendo a gestão de resíduos (BENITO; SOLANA; MORENO, 2014; BENITO-LÓPEZ; MORENO-ENGUIX; SOLANA-IBAÑEZ, 2011; CHANG; LIU; YEH, 2013; CHEN, 2010; CHEN et al., 2010; DE JAEGER et al., 2011; GARCÍA-SÁNCHEZ, 2008; HUANG; PAN; KAO, 2011; ICHINOSE; YAMAMOTO; YOSHIDA, 2013; LOZANO; VILLA; ADENSO-DÍAS, 2004; MARQUES; SIMÕES, 2009; MARQUES; CRUZ; CARVALHO, 2012; ROGGE; DE JAEGER, 2012 e 2013; SIMÕES; CARVALHO; MARQUES, 2012; SIMÕES; CRUZ; MARQUES, 2012; WORTHINGTON; DOLLERY, 2001)

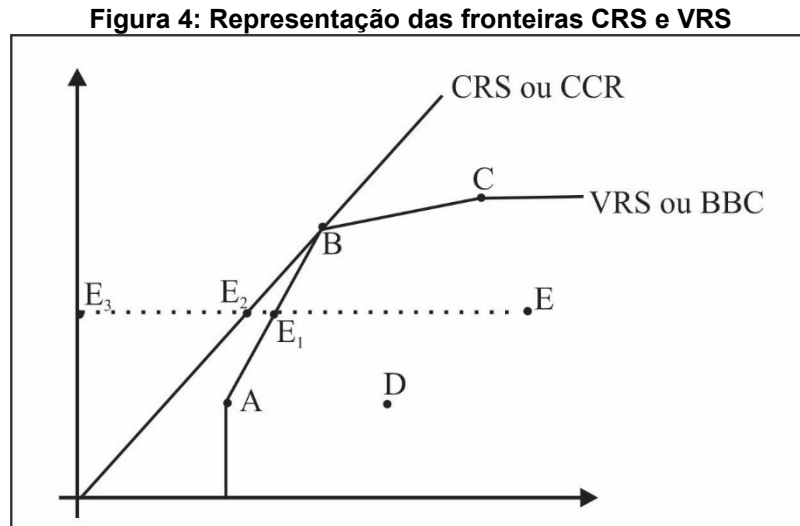
3.3.2 Fundamentos Teóricos do Modelo DEA

A Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* - DEA), também chamada de análises de fronteiras, é uma técnica da programação linear e foi desenvolvida por Charnes; Cooper; Rhodes (1978), baseada no conceito teórico de produção fronteira de Farrell (1957). O método avalia o desempenho de um conjunto de unidades produtivas semelhantes (unidades de tomadas de decisão, amplamente conhecida como DMUs, “*decision making units*”), utiliza diversas variáveis de *entrada* (*input*) para produzir diversas variáveis de *saída* (*output*) e apresenta os índices de desempenho individuais de cada DMU, construindo uma fronteira de eficiência formada pelas DMUs mais eficientes, ou seja, a fronteira é formada pelas DMUs que tiveram a melhor relação entre as *entradas* e as *saídas*. As demais DMUs são obtidas por meio da projeção dessas unidades ineficientes sobre a fronteira de eficiência.

A natureza não paramétrica do modelo DEA permite ao analista trabalhar sem requerer uma suposição *a priori* sobre a exata importância relativa dos pesos das variáveis de entradas e saídas. O modelo DEA assume que as informações sobre a importância relativa dos pesos podem ser obtidas *a posteriori*, a partir das variáveis observadas de forma endógena.

No entanto, os resultados obtidos pelo modelo DEA são sempre de forma comparativa entre as unidades de um conjunto e, caso sejam acrescentadas novas unidades produtivas, os índices de eficiência podem se alterar. Sendo assim, os índices de eficiência deverão ser recalculados, pois, pelo método DEA, esses índices são medidas comparativas entre as unidades avaliadas.

Existem dois modelos clássicos na DEA, Figura 4: o retorno constante de escala (*Constant Returns to Scale* - modelo CRS ou CCR) e o retorno variável de escala (*Variable Returns to Scale* – modelo VRS ou BCC)



Fonte: Cooper; Seiford; Tone (2007)

O **modelo CRS** foi introduzido por Charnes; Cooper; Rhodes (1978). As variações que são realizadas nas *entradas* do sistema produzem variações proporcionais nas *saídas*, ou seja, a fronteira de eficiência é representada por uma reta. O modelo básico CRS da DEA é apresentado a seguir, pelo seguinte modelo de programação linear:

Considere $i=(1, 2, \dots, m)$, $j=(1, 2, \dots, n)$ e $r=(1, 2, \dots, s)$, o objetivo principal é expressado por:

$$\eta_{\eta} = \max e_i^a = \max \sum_{r=1}^s w_{j,r} y_{j,r} \quad (3.3.2.1)$$

Sujeito às restrições:

$$\sum_{r=1}^s w_{j,r} y_{j,r} - \sum_{i=1}^m v_{j,i} x_{j,i} \leq 0 \quad (3.3.2.2)$$

$$\sum_{i=1}^m v_{j,i} x_{j,i} = 1 \quad (3.3.2.3)$$

$$w_{j,r}, v_{j,i} \geq \varepsilon > 0 \quad (3.3.2.4)$$

$$x_{j,i}, y_{j,r} > 0 \quad (3.3.2.5)$$

Onde:

$x_{j,i}$	São as m variáveis de entrada das j DMUs
$y_{j,r}$	São as n variáveis de saída das j DMUs
$v_{j,i}$	Pesos das m variáveis de entrada das j DMUs
$w_{j,r}$	Pesos das n variáveis de saída das j DMUs
e_i^a	Escore de desempenho das j DMUs

A função objetivo e suas restrições, de (3.3.2.1) a (3.3.2.5), são justificadas por considerar que o desempenho seja definido pela sua capacidade de transformar entradas em saídas, como mostrado a seguir:

$$\eta_o = \frac{\sum_{r=1}^s w_{j,r} y_{j,r}}{\sum_{i=1}^m v_{j,i} x_{j,i}} \quad (3.3.2.6)$$

Onde:

$\sum_{r=1}^s w_{j,r} y_{j,r}$ representa o valor das saídas geradas pela unidade j ,

$\sum_{i=1}^m v_{o,i} x_{j,i}$ representa o valor das entradas geradas pela unidade j .

Considerando em (3.3.2.3),

$$\sum_{i=1}^m v_{j,i} x_{j,i} = 1 \quad (3.3.2.7)$$

A função objetivo (3.3.2.1) será a maximização da seguinte expressão:

$$\eta_j = \sum_{r=1}^s w_{j,r} y_{j,r} \quad (3.3.2.8)$$

Cada unidade deverá ter um desempenho/eficiência de no máximo 100%, ou seja,

$$\eta_j = \frac{\sum_{r=1}^s w_{j,r} y_{j,r}}{\sum_{i=1}^m v_{j,i} x_{j,i}} \leq 1 \quad (3.3.2.9)$$

Que, reorganizada (3.3.2.9), transforma-se em uma das restrições (3.3.2.2) da função objetivo (3.3.2.1):

$$\sum_{r=1}^s w_{o,r} y_{j,r} - \sum_{i=1}^m v_{o,i} x_{j,i} \leq 0 \quad (3.3.2.10)$$

No contexto desta pesquisa, (3.3.2.1) refere-se a n cooperativas de reciclagem, m variáveis de entrada $x_{j,i}$, para produzir s variáveis de saídas $y_{k,r}$. O modelo DEA computa n passos, um por cooperativa em cada conjunto de dados; cada cooperativa é indicada uma vez e avaliada em relação a todas as outras cooperativas no conjunto de dados. A referida cooperativa é indicada como “ j ”. Para cada cooperativa o modelo DEA calcula o desempenho global “ e_j^a ” e os pesos das entradas “ v_j^* ” e das saídas “ w_j^* ” ótimas. O valor e_j^a indica o maior desempenho para a cooperativa “ j ”. (3.3.2.2) denota que cada unidade deverá ter um desempenho de no máximo 100%. Para obtenção de (3.3.2.1) é necessário maximizar o numerador de (3.3.2.9), para tanto, deve-se igualar o denominador de (3.3.2.9) a 1 e considerá-lo como restrição, obtendo-se (3.3.2.3). (3.3.2.4) e (3.3.2.5) indicam que todos os dados de entrada, saída, pesos de entrada e pesos de saída devem ser estritamente positivos.

Esse modelo DEA-CCR apresentado é uma modelagem primal conhecida como Modelo dos Multiplicadores, pois os pesos são as variáveis de decisão.

O modelo dual desenvolvido a partir do Modelo dos Multiplicadores é denominado Modelo do Envelope. Seja o processo produtivo com n DMUs como o descrito em (3.3.2.1), considerando orientação a entrada, a j ésima DMU pode-se descrever que (Cooper; Seiford; Tone (2007)):

$$\min \theta_j \quad (3.3.2.11)$$

Sujeito às restrições:

$$\theta_j x_{ij} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \geq 0 \quad \text{Para } i=(1, 2, \dots, m) \text{ e } j=(1, 2, \dots, n) \quad (3.3.2.12)$$

$$-y_{rj} - \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq 0 \quad \text{Para } j=(1, 2, \dots, n) \text{ e } r=(1, 2, \dots, s) \quad (3.3.2.13)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \text{Para } j=(1, 2, \dots, n) \quad (3.3.2.14)$$

A função objetivo θ é tida como um indicador de eficiência da DMU analisada, ou seja, θ é o valor que deve ser multiplicado por todas as *entradas* de forma a reduzi-los e assim obter valores que coloquem a DMU na fronteira eficiente. (3.3.2.12) garante que a redução em cada uma das *entradas* não ultrapasse a fronteira definida pelas DMUs eficientes. (3.3.2.13) garante que a redução das entradas não altere o nível atual das saídas da DMU analisada (MELLO et al., 2005).

A partir da modelagem Dual e dos coeficientes λ_j é possível determinar quais DMUs eficientes podem ser adotadas como *benchmarks* para que as DMUs ineficientes possam alcançar a eficiência (MARIANO; ALMEIDA; REBELATTO, 2006), da seguinte forma: Para $\lambda = 0$ a DMU não será um *benchmarks* para a DMU analisada; Para $\lambda \neq 0$ a DMU será um *benchmarks* para a DMU analisada.

Analogamente ao que foi exposto anteriormente, obtém-se o Modelo do Envelope com orientação a saídas (Cooper; Seiford; Tone (2007)):

$$\max \theta_j \quad (3.3.2.15)$$

Sujeito às restrições:

$$x_{ij} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \geq 0 \quad \text{Para } i=(1, 2, \dots, m) \text{ e } j=(1, 2, \dots, n) \quad (3.3.2.16)$$

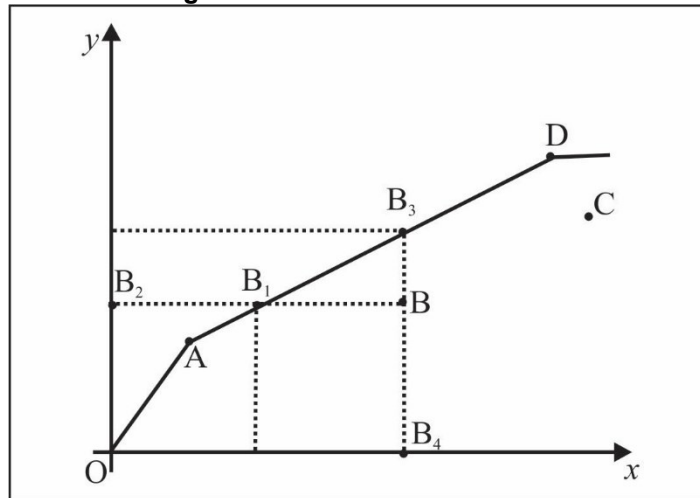
$$-\theta_j y_{rj} - \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq 0 \quad \text{Para } j=(1, 2, \dots, n) \text{ e } r=(1, 2, \dots, s) \quad (3.3.2.17)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \text{Para } j=(1, 2, \dots, n) \quad (3.3.2.18)$$

O **modelo VRS** foi introduzido por Banker; Charnes; Cooper (1984). As variações que são realizadas nas *entradas* do sistema produzem variações não proporcionais nas *saídas*, ou seja, substitui o axioma da proporcionalidade entre *entradas* e *saídas* pelo axioma da convexidade. O modelo VRS permite que DMUs que operam com baixos valores de *entradas* tenham retornos crescentes de escala e que as que operam com altos valores tenham retornos decrescentes de escala. A fronteira de eficiência é representada por segmentos de reta. O modelo CRS substitui o axioma da proporcionalidade entre *entradas* e *saídas* apresentada no modelo CCR, pelo axioma da convexidade. Para obter o modelo básico VRS da DEA, basta adicionar uma restrição $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ nas restrições da função objetivo (3.3.2.11) e (3.3.2.15), e será apresentado em (3.3.2.19) e (3.3.2.25).

A fronteira de eficiência pode ser representada pela curva OAD, Figura 5. Esse tipo de fronteira pressupõe um ambiente com retorno variável de escala (VRS), pois, no retorno constante de escala (CRS), a fronteira seria uma reta que passaria pelos pontos O e A.

Figura 5: Fronteira de eficiência



Fonte: Autoria própria.

Cada conjunto de DMUs, *entradas* ou *saídas* geram uma fronteira de eficiência diferente. Os índices de eficiência são calculados em função da forma de projeção das DMUs ineficientes na fronteira. Nos modelos clássicos, duas formas de projeção são utilizadas: os modelos orientados pela redução das *entradas* (*input-oriented*) e os modelos orientados pela expansão das *saídas* (*output-oriented*).

Os **modelos orientados pela redução das *entradas* (*input-oriented*)** calculam a redução máxima de insumos (*entrada*) para uma mesma produção (*saídas*). Na Figura 5, a projeção de B será em B_1 e o índice de eficiência será a razão entre o segmento $\overline{B_2B}$ e $\overline{B_2B_1}$, ou algebricamente (Modelo VRS) (Banker; Charnes; Cooper (1984)):

$$\min \theta_j \quad (3.3.2.19)$$

Sujeito às restrições:

$$\theta_j x_{ij} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \geq 0 \quad \text{Para } i=(1, 2, \dots, m) \text{ e } j=(1, 2, \dots, n) \quad (3.3.2.20)$$

$$-y_{rj} - \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq 0 \quad \text{Para } j=(1, 2, \dots, n) \text{ e } r=(1, 2, \dots, s) \quad (3.3.2.21)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \text{Para } j=(1, 2, \dots, n) \quad (3.3.2.22)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (3.3.2.23)$$

Onde DMU_0 representa um de n DMUs em avaliação, θ^* representa a eficiência do escore DMU_j , x_{ij} e y_{rj} são a i -ésima *entrada* e r -ésima *saída*,

respectivamente, para o DMU_o. Se $\theta = 1$, é uma solução factível para (3.3.2.19), e o valor ideal para $\theta^* \leq 1$. Se $\theta^* = 1$, o atual nível da *entrada* não pode ser reduzido, indicando que o DMU_j está sobre a fronteira.

Os **modelos orientados pela expansão das saídas (output-oriented)** calculam a expansão máxima de produto (*saída*) para uma mesma utilização de insumo (*entrada*). Na Figura 5, a projeção de B será em B_3 e o índice de eficiência será a razão entre o segmento $\overline{BB_4}$ e $\overline{B_3B_4}$, ou algebricamente (Modelo VRS) (Banker; Charnes; Cooper (1984)):

$$\max \theta_j \quad (3.3.2.24)$$

Sujeito às restrições:

$$x_{ij} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \geq 0 \quad \text{Para } i=(1, 2, \dots, m) \text{ e } j=(1, 2, \dots, n) \quad (3.3.2.25)$$

$$-\theta_j y_{rj} - \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq 0 \quad \text{Para } j=(1, 2, \dots, n) \text{ e } r=(1, 2, \dots, s) \quad (3.3.2.26)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \text{Para } j=(1, 2, \dots, n) \quad (3.3.2.27)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (3.3.2.28)$$

Onde DMU_o representa um de n DMUs em avaliação, θ^* representa a eficiência do score DMU_o, x_{ij} e y_{rj} são a i -ésima *entrada* e r -ésima *saída*, respectivamente, para o DMU_o. Se $\theta = 1$, é uma solução factível para (3.3.2.24), e o valor ideal para $\theta^* \leq 1$. Se $\theta^* = 1$, o atual nível da *saída* não pode ser aumentado, indicando que o DMU_o está sobre a fronteira.

No entanto, a solução da programação linear poderá conter os *slacks* (folgas), que é o uso excessivo de insumos para uma determinada produção ou é a subprodução de *saídas* a partir de um conjunto específico de insumos. Os valores *slacks* de *entrada* e *saída* podem existir nos modelos *input-oriented* e *output-oriented*. Onde s^- e s^+ são os *slacks* de *entrada* e *saída*, respectivamente (Cooper; Seiford; Tone (2007)).

$$s_i^- = x_{ij} - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad (3.3.2.29)$$

$$s_r^+ = \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{rj} - y_{rj} \quad r = 1, 2, \dots, s;$$

O seguinte modelo de programação linear apresenta os possíveis *slacks* não-zeros (exemplo para *input-oriented*):

$$\min \left(\sum_i^m s_i^- + \sum_r^s s_r^+ \right) \quad (3.3.2.29)$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- &\leq \theta^* x_{ij} & i = 1, 2, \dots, m; \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{rj} - s_r^+ &\leq y_{rj} & r = 1, 2, \dots, s; \\ \lambda_j &\geq 0 & j = 1, 2, \dots, n; \end{aligned}$$

De forma geral, o desenvolvimento dos modelos com os tipos de orientações e fronteiras é dado no Quadro 5.

Quadro 5: Modelos de orientações de fronteira

Tipo de fronteira	<i>input-oriented</i>	<i>output-oriented</i>
CRS	$\min \theta - \varepsilon \left(\sum_i^m s_i^- + \sum_r^s s_r^+ \right)$ <p>Sujeito a:</p> $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- \leq \theta x_{ij};$ $i = 1, 2, \dots, m$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{rj} - s_r^+ \leq y_{rj};$ $r = 1, 2, \dots, s$ $\lambda_j \geq 0;$ $j = 1, 2, \dots, n$	$\max \phi - \varepsilon \left(\sum_i^m s_i^- + \sum_r^s s_r^+ \right)$ <p>Sujeito a:</p> $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- \leq x_{ij};$ $i = 1, 2, \dots, m$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{rj} - s_r^+ \leq \phi y_{rj}; \quad r = 1, 2, \dots, s$ $\lambda_j \geq 0;$ $j = 1, 2, \dots, n$
VRS	Adicionar $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$	

Fonte: Cooper; Seiford; Tone (2007)

Cooper; Seiford; Tone (2007) apresentam outras variações do modelo DEA; dentre elas, as mais usadas são o modelo DEA baseado em folgas (*Slack Based Measure – SBM*) e a mensuração da eficiência intertemporal por meio do modelo DEA “Análise de Janelas” (*Window Analysis*).

Os *slacks* são excessos de insumos ou escassez de produtos utilizados por alguma DMU que podem estar numa parte da fronteira não eficiente por causa dessas folgas, ou seja, algumas DMUs podem ser classificadas como eficientes, mas, em razão dos *slacks*, são classificadas como falsos eficientes. Assim, o modelo **DEA baseado em folgas (Slack Based Measure)**, ou simplesmente DEA-SBM, trabalha com esses *slacks* na forma de um único escalar que possui as propriedades: (i) a mensuração é invariante em relação à mensuração de cada item *entrada* e *saída*; e (ii) a mensuração é monótona decrescente em cada slack de *entrada* e *saída*.

A estimação da eficiência de uma DMU_o por meio do DEA-SBM é realizada pelo problema fracionado de programação linear em λ , s^- e s^+ (Cooper; Seiford; Tone (2007)).

$$\min_{\gamma, s^-, s^+} \rho = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{io}}}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{y_{ro}}} \quad (3.3.2.30)$$

Sujeito à

$$x_0 = X\lambda + s^-$$

$$y_0 = Y\lambda - s^+$$

$$\gamma \geq 0, s^- \geq 0, s^+ \geq 0$$

Onde x_{io} , y_{ro} , λ , ρ , s_i^- e s_r^+ são *entradas*, *saídas*, pesos das *entradas* e *saídas*, *vetores de folga*, *slack entrada* e *slack saída*, respectivamente. Esse modelo assume que $X \geq 0$. Se $x_{io} = 0$, então exclui-se o $\frac{s_i^-}{x_{io}} = 0$. Se $y_{ro} \leq 0$, então tem-se um número positivo muito pequeno, de tal modo que $\frac{s_r^+}{y_{ro}}$ assume um papel de penalidade.

O valor $\rho \in [0,1]$ da função objetivo 3.3.2.30 satisfaz as condições (i) e (ii), pois o numerador e o denominador são medidos na mesma unidade para cada expressão da função e o valor da função objetivo decresce após acréscimos em s^- e s^+ ; os outros termos são constantes.

O modelo DEA-SBM definido por meio das estruturas *input-oriented* (SBM-I) é dado por (Cooper; Seiford; Tone (2007)):

$$\rho_I^* = \min_{\gamma, s^-} \left(1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{io}} \right) \quad (3.3.2.31)$$

Sujeito a

$$\begin{aligned}x_0 &= X\lambda + s^- \\y_0 &= Y\lambda \\ \gamma &\geq 0, s^- \geq 0\end{aligned}$$

O modelo DEA-SBM definido por meio das estruturas *output-oriented* (SBM-O) é dado por:

$$\rho_I^* = \min_{\gamma, s^+} \left(\frac{1}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{y_{ro}}} \right) \quad (3.3.2.32)$$

Sujeito a

$$\begin{aligned}x_0 &= X\lambda \\y_0 &= Y\lambda - s^+ \\ \gamma &\geq 0, s^+ \geq 0\end{aligned}$$

A mensuração da eficiência intertemporal de DMUs por meio da metodologia DEA vem sendo objeto de estudo nas últimas décadas. Uma abordagem é a **análise por janelas** (*window analysis*), ou **DEA-window** ou **DEA-W** (KLOPP, 1985). O método *DEA-window* é um método estruturado que associa, em uma única aplicação, os dados de um conjunto de DMUs distribuídos em diversos períodos de tempo, por meio de múltiplas aplicações do DEA, considerando-se as diferentes combinações de período (*windows*).

A *window analysis* consiste na separação dos períodos de tempo analisados em diferentes grupos (*windows*). Assim, o primeiro passo é determinar o tamanho de cada janela e a quantidade de janelas a serem construídas.

Seja n a quantidade de DMUs, k a quantidade de períodos, p o comprimento de cada janela e w o número de janelas, tem-se (COOPER; SEIFORD; TONE, 2007):

$$p = \begin{cases} \frac{k}{2}, & \text{se } k \text{ for par} \\ \frac{k+1}{2}, & \text{se } k \text{ for ímpar} \end{cases} \quad (3.3.2.33)$$

$$w = k - p + 1 \quad (3.3.2.34)$$

Um exemplo hipotético: sejam 7 DMUs, analisadas durante os 12 meses do ano de 2015. O comprimento de cada janela será $p=6$ e o número de janelas será $w = 7$. Dessa forma, serão analisadas as janelas de: (1) janeiro a junho, (2) fevereiro a

julho, (3) março a agosto, (4) abril a setembro, (5) maio a outubro, (6) junho a novembro, (7) julho a dezembro.

Após a construção de todas as janelas, o modelo DEA deve ser aplicado a cada uma das janelas, considerando cada DMU de cada período (que pertence àquela janela) como “diferente”. Nessa abordagem, o resultado final de eficiência de cada DMU deve ser a média das eficiências obtidas em todos os períodos de tempo e em todas as janelas, e o desvio padrão de cada DMU também pode ser calculado para testar a estabilidade da sua eficiência no tempo.

3.3.2.1 Análise envoltória de dados baseado em folgas (DEA-SBM)

Neste estudo, utilizou-se o modelo não radial análise envoltória de dados baseado em Folgas (DEA *slacks-based measure* – DEA-SBM) (TONE, 2001) para a determinação dos índices de desempenho das cooperativas de reciclagem, por ir ao encontro da definição de eficiência técnica de Koopmans (1951), o que não necessariamente ocorre em modelos radiais (RUGGIERO, 2000). O modelo DEA-SBM trabalha diretamente com os *slacks* (excessos de *entradas* ou déficits de *saídas*) e não com a suposição de proporcionalidade entre *entradas* e *saídas* (COOPER; SEIFORD; TONE, 2007).

Pelas características das cooperativas de reciclagem, que visam à inclusão socioprodutiva de catadores, utilizou-se o modelo DEA-SBM com orientação *output*, permitindo uma expansão máxima de produto para uma mesma utilização de insumo.

$$\rho_I^* = \min_{\gamma, s^+} \left(\frac{1}{1 + \frac{1}{S} \sum_{r=1}^S \frac{s_r^+}{y_{r0}}} \right) \quad 3.5.1$$

Sujeito a

$$x_0 = X\lambda$$

$$y_0 = Y\lambda - s^+$$

$$\gamma \geq 0, s^+ \geq 0$$

Onde X , y_{r0} , λ , ρ e s_r^+ são *entradas*, *saídas*, peso das *entradas* e *saídas*, vetores de *folga* e *slack saída*, respectivamente.

3.3.3 Análises Estatísticas

Apesar de não ser possível, por meio de estatística, testar no modelo DEA a rigidez estatística e os erros de estimação da fronteira de eficiência, algumas análises estatísticas contribuem para a realização de interpretações sobre as variáveis estudadas, como: teste de comparação entre amostras, análise gráfica e análise para identificar os efeitos das variáveis sobre a eficiência.

3.3.3.1 Comparação entre amostras

A mensuração da eficiência intertemporal, por meio do método DEA-*windows*, gera um conjunto de índices que reflete o desempenho das DMUs em um determinado período de tempo. A partir desses índices, pode-se verificar a estabilidade das DMUs em relação ao tempo, ou seja, se as suas colocações (*ranks*) se alteram ao passar do tempo.

Caso haja alteração nas colocações das DMUs, Brockett et al. (1998) indicam o teste estatístico Kruskal Wallis, para verificar se essas alterações são significativas ou não. A forma é a seguinte: consideram-se as n populações (DMUs), simultaneamente, sob investigação; testa-se a hipótese nula “de que todos os DMUs têm a mesma ordem de classificação” contra a hipótese alternativa “de que elas não possuem a mesma ordem de classificação”. A aceitação da hipótese nula indica que os DMUs mantêm suas posições relativas de eficiência no decorrer do tempo; já a rejeição da hipótese nula aponta que as diferenças nas posições relativas de eficiência são significativas. Essa análise pode auxiliar em possíveis interpretações à respeito dos efeitos que as *entradas* e as *saídas* exerceram sobre o índice de eficiência.

Seja um conjunto formado por n DMUs e seja C_{ij} a classificação do DMU $_i$ no período k , tem-se:

$$R_j = \sum_{i=1}^n C_{ij}; \quad i = 1 \dots n \text{ e } j = 1 \dots k \quad (3.3.3.1.1)$$

$$H = \frac{12}{k \cdot n \cdot (n \cdot k + 1)} \cdot \frac{(\sum_{j=1}^k R_j)^2}{k} - 3 \cdot (n \cdot k + 1) \quad (3.3.3.1.2)$$

Onde R_j representa a soma das posições que representam a classificação de cada DMU no período j ; H é o índice calculado do Kruskal Wallis; e χ_{k-1}^2 é valor tabelado do Qui-quadrado com $k-1$ graus de liberdade. Se $H < \chi_{k-1}^2$, não se pode rejeitar a hipótese nula.

Caso ocorra a rejeição da hipótese nula, significa que pelo menos um conjunto de DMUs, no período j , apresenta posições de classificação diferente de pelo menos um outro conjunto de DMUs em um outro período. Assim, o teste de Dunn, como apresentado em Dunn (1964), permite determinar quais grupos diferem, através de um procedimento de comparação múltipla.

3.3.3.2 Análise de regressão

Para determinar quais fatores afetam significativamente o desempenho (variável dependente), muitos estudos têm usado como segundo estágio de avaliação do modelo DEA os modelos de regressão mínimos quadrados ordinários (OLS) e Tobit (HOFF, 2007). No entanto, o modelo OLS aplicado aos escores do modelo DEA pode apresentar estimadores inconsistentes, pelo fato de a variável dependente ser limitada e normalmente truncada (GREENE, 2000), os escores apresentados pelo modelo DEA tem valores no intervalo $0 < score \leq 1$ e, normalmente, várias unidades atingem o valor 1, ou seja, é truncado em 1. Assim, o modelo de regressão que apresenta estimadores mais consistentes é a regressão Tobit (ICHINOSE; YAMAMOTO; YOSHIDA, 2013; GARCÍA-SÁNCHEZ, 2008; MARQUES; SIMÕES, 2009; TURNER; WINDLE; DRESNER, 2004; ÇELEN, 2013; NAHRA; MENDEZ; ALEXANDER, 2009; JIA; LIU, 2012), que foi projetado para estimar relações lineares entre as variáveis nos casos em que a variável dependente mostra censura ou truncamento à esquerda ou à direita (TOBIN, 1958)

O modelo de regressão Tobit também é conhecido como Modelo Censurado Padrão Tobit, definido por uma distribuição gama (TOBIN, 1958). O modelo Tobit é apresentado a seguir:

Seja $j = (1, 2, \dots, n)$

Tal que:

$$Y_j^* = \beta' X_j + U_j, \quad Y_j = \max(Y_j^*, 0) \quad \text{e} \quad U_j \sim N(0, \sigma^2) \quad (3.3.3.2.1)$$

Onde β_j é o vetor de parâmetros da regressão (coeficientes); X_j é o vetor de regressores (variáveis independentes); e U_j são os erros do modelo distribuídos conforme $N(0, \sigma^2)$ e condicionados aos X_j .

O modelo de regressão Tobit pode apresentar estimadores inconsistentes dos parâmetros sob heterocedasticidade (DEATON, 1997). Assim, utilizou-se o teste de White para verificar a heterocedasticidade dos dados, expresso por:

$$\hat{w}^2 = \delta_0 + \delta_1 \hat{y} + \delta_2 \hat{y}^2 + \delta_n \hat{y}^{n-1} + e \quad (3.3.3.2.2)$$

Onde $j = (1, 2, \dots, n)$, e é o erro, δ_j são os parâmetros, hipótese nula $H_0 : \delta_2 = \delta_3 = \dots = \delta_n = 0$ (homoscedasticidade) e hipótese alternativa $H_1 : \text{para } \delta_j \neq \delta_1 \text{ e algum } \delta_j \neq 0$ (heterocedasticidade).

3.3.4 Métodos Multicritérios como Ferramenta de Apoio à Tomada de Decisão

Este estudo apresentará, como exemplo, três cenários extremos para testar a robustez do método proposto. Cada cenário representará as preferências de um especialista da área econômica, social e ambiental.

Cada cenário irá gerar um índice integrado de desempenho composto pelos índices de desempenhos obtidos nas quatro dimensões estudadas. Esse índice integrado de desempenho fornecerá um *ranking* de classificação das cooperativas que representará a simulação das preferências de um agente decisor municipal, pois não há consenso nos municípios brasileiros sobre qual secretária municipal supervisiona as cooperativas de reciclagem, por exemplo, em alguns municípios as cooperativas estão sob a supervisão da Secretária Municipal de Meio Ambiente e em outros municípios da Secretária Municipal de Assistência Social.

Dessa, torna-se necessário utilizar os métodos multicritérios como de apoio à tomada de decisão neste estudo, pois a tomada de decisão em cenários permeados pelo desenvolvimento sustentável é uma tarefa complexa, visto que este desenvolvimento deve atender as necessidades do presente, não comprometendo a capacidade das gerações futuras de atenderem suas próprias necessidades. A tomada de decisão deve ser economicamente eficiente, ambientalmente prudente e socialmente desejável (CMMAD, 1988).

Problemas dessa natureza envolvem múltiplos critérios, alternativas e preferências que interferem no processo decisório. Nesse sentido, os métodos multicritérios destacam-se como uma ferramenta para auxiliar na tomada de decisão, considerando a subjetividade inerente no processo decisório, onde existem alternativas pré-determinadas, em sua maioria as preferências são incertas ou há divergência de opiniões entre os decisores (ROY; VANDERPOONTEN, 1996).

A literatura apresenta diversos estudos referentes ao gerenciamento de resíduos sólidos por meio de ferramentas multicritério de tomada de decisão, com foco em aspectos econômicos, sociais e ambientais, como exemplo: Hanan; Burnley; Cooke (2013); Ziout et al. (2013); Carvalho et al. (2011); Nzila et al. (2012); Kontos; Komilis; Halvadakis (2005).

3.3.4.1 *Simple additive weighting (SAW)*

O índice integrado de desempenho das cooperativas será obtido pelo método SAW. O método SAW irá comparar as cooperativas utilizando os índices de desempenho obtidos pelo modelo DEA-SBM em cada uma das quatro dimensões estudadas, com objetivo de fazer uma classificação ascendente das alternativas para uma determinada meta a ser atingida.

O método *Simple Additive Weighting* (SAW) (CHURCHMAN; ACKOFF, 1954), também conhecido como combinação linear ponderada ou método de pontuação, é uma técnica de tomada de decisão multicritérios. O método SAW compara alternativas utilizando um índice de comparação (SAW_j), obtidos por meio de atributos (critérios) e pesos (ponderações), com objetivo de fazer uma classificação ascendente das alternativas para uma determinada meta a ser atingida (YOON; HWANG, 1995).

$$SAW_j = \sum_{j=1}^N w_j \cdot r_{ij} \quad (3.3.4.1)$$

Onde N é o número de critérios, w_j é o peso de cada critério J , r_{ij} é o valor da i -ésima alternativa com seu respectivo j -ésimo critério e SAW_j é o índice de comparação.

Neste estudo, serão quatro critérios representados pelas quatro dimensões estudadas, ou seja, os índices de desempenho das cooperativas de reciclagem em suas AOCR (coleta, produção e comercialização) e os índices de desempenho das

cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR. Os w_j serão os pesos atribuídos pelos especialistas das áreas ambiental, econômica e social em cada uma das quatro dimensões. Os r_{ij} representará o valor do índice de desempenho de cada cooperativa em cada uma das quatro dimensões.

Segundo Batista (2003), o método SAW consiste em três passos: o primeiro é determinar o peso de cada critério (as quatro dimensões estudadas) que pode ser obtido por meio da Análise Hierárquica de Processo (AHP) (AFSHARI; MOJAHED; YUSSUFF, 2010). O segundo passo refere-se à normatização dos dados, para torná-los comparáveis; no entanto, neste estudo não será necessário normatizar os dados, pois os índices de desempenho já estão na mesma escala e variando entre 0 e 1. O terceiro passo diz respeito ao cálculo do índice SAW_j .

Em síntese, uma pontuação de avaliação é calculada para cada alternativa, multiplicando o valor escalado dado à alternativa desse atributo com os pesos de importância relativa diretamente atribuídos pelo tomador de decisão seguido de soma dos produtos para todos os critérios. A vantagem desse método é que é uma transformação linear proporcional dos dados brutos, o que significa que a ordem relativa de magnitude das pontuações padronizadas permanece igual (AFSHARI; MOJAHED; YUSSUFF, 2010).

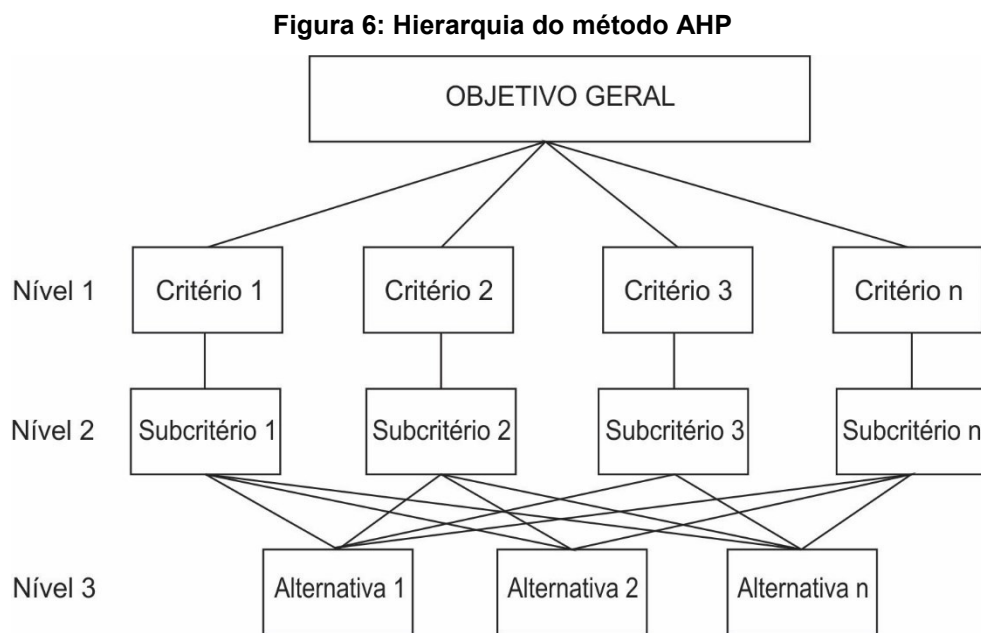
3.3.4.2 Análise hierárquica de processo - *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) é uma ferramenta para o auxílio no processo de tomada de decisão, desenvolvida por SAATY (1977, 1980). Pode ser utilizada na avaliação de critérios objetivos e subjetivos, organizando as variáveis de decisão em sucessíveis níveis de importância, averiguando a inter-relação entre as partes.

O método AHP, segundo Saaty (1980), é fundamentado em três princípios: a construção de hierarquias, estabelecimento de prioridades e consistência lógica das prioridades.

3.3.4.2.1 Construção de hierarquias

Possui o intuito de organizar/simplificar problemas complexos. A hierarquia deve ser construída de modo que os elementos no mesmo nível devem ser relacionados com elementos do próximo nível. De forma geral, é representada por objetivo, fatores de decisão (critérios e subcritérios) relevantes e alternativas de decisão (Figura 6).



Fonte: Autoria própria

Neste estudo serão utilizados apenas os níveis 1 e 2 da estrutura hierárquica, pois o método AHP será aplicado somente para determinar os pesos de cada critério, para utilização posterior do método SAW (AFSHARI; MOJAHED; YUSSUFF, 2010). Os critérios são as dimensões utilizadas para a análise do desempenho das cooperativas de reciclagem em cada uma das AOCR atribuídas às cooperativas (coleta, produção e comercialização) e como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR.

3.3.4.2.2 Estabelecimento de prioridades

O estabelecimento de prioridades tem como objetivo realizar uma síntese dos valores/preferências do agente decisor e determinar de forma objetiva uma medida global para cada uma das alternativas, estabelecendo, assim, a prioridade entre elas.

O agente responsável pela tomada de decisão atribui grau de importância aos fatores (critérios e subcritérios) de decisão em cada um dos níveis de hierarquia. Definindo prioridade das alternativas após a sintetização dos julgamentos.

Para sintetização dos julgamentos, realiza-se avaliação de preferências por meio da comparação par a par de cada elemento dentro do seu nível hierárquico, criando, assim, uma matriz quadrada de decisão. Em seguida, utiliza-se o método do autovalor, para estimar os pesos relativos dos elementos de decisão em um dado nível.

Esse método utiliza, para comparação par a par, uma escala de 1 a 9, ou uma escala correspondente qualitativa, onde 1 corresponde a igual, 3 equivale a moderado, 5 representa forte, 7 equivale a muito forte, 9 representa absoluto e os valores 2, 4, 6 e 8 são valores intermediários (TZENG; HUANG, 2011).

Após a realização das comparações pareadas, os dados são inseridos em uma matriz quadrada A de ordem n é denominada matriz de preferências, para cada conjunto de elementos integrantes do mesmo nível hierárquico, de modo que sejam comparados entre si em relação ao nível imediatamente acima.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

O preenchimento da matriz A é realizado por linhas, onde a diagonal principal é preenchida com o valor 1, representando a comparação de um elemento com ele mesmo. Na linha 1 são inseridas as importâncias que o elemento dessa linha tem em relação a cada elemento de todas as colunas, e assim sucessivamente.

3.3.4.2.3 Consistência lógica das prioridades

A resolução da matriz A resulta no autovetor de prioridades (w), representando a medida de consistência de uma matriz. Sendo que n é o número de

fatores a serem comparados, λ_{max} é o autovalor máximo associado à matriz de preferências e $w_{ij} \in A$, os vetores prioridade.

A partir da matriz de preferências construídas pelo analista, o autovetor de prioridades é estimado por:

$$\hat{A} \cdot \hat{w} = \lambda_{max} \cdot \hat{w} \quad (3.3.5.1)$$

O \hat{A} é a matriz de comparação observada, λ_{max} é o autovalor máximo associado à matriz \hat{A} e \hat{w} seu autovetor correspondente. Dessa forma, \hat{w} é o autovetor estimado correspondente a w .

Quanto menor a diferença entre λ_{max} e o número de fatores, maior será a consistência da matriz de comparação de pares \hat{A} . O índice de consistência (CI) e o quociente de consistência (CQ) são dados, respectivamente, por:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \text{e} \quad CQ = \frac{CI}{CRI} \quad (3.3.5.1)$$

O índice de consistência aleatório (CRI) é apresentado no Quadro 6. Quanto maior o CQ, maior será a consistência. Se $n = 2$, o CQ é nulo; quando $n = 3$, o CQ deve ser inferior a 0,05; quando $n = 4$, o CQ deve ser menor ou igual a 0,09; e, para $n > 4$, $CQ \leq 0,10$, sendo esse o limite aceitável de inconsistência na aplicação do método (LIBERATORE; NYDICK, 1997).

Quadro 6: CRI para matrizes quadradas de ordem n

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CRI	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49	1.51

Fonte: Saaty (1980).

3.3.4.2.4 Estabelecimento de critérios

Os critérios são utilizados como parâmetros de avaliação que permitem a comparação entre o conjunto de alternativas, de acordo com um particular ponto de vista, ou seja, os critérios são ferramentas que permitem a comparação das ações em relação a pontos de vista particulares, modelando as preferências do decisor em um nível global (ROY; BOUYSSOU, 1985).

3.3.4.2.5 Preferências do decisor

Nesta etapa, realiza-se a comparação entre os critérios e os subcritérios em relação ao objetivo principal por meio da votação pareada. Essa comparação é concretizada através da aplicação de um questionário, utilizando escala de 1 a 9 (APÊNDICE C), como mencionado anteriormente, envolvendo a inter-relação entre os critérios e os subcritérios. Essa fase identifica o grau de importância dos critérios e dos subcritérios em relação ao objetivo geral dentro da estrutura hierárquica.

3.3.4.2.6 Análise de sensibilidade

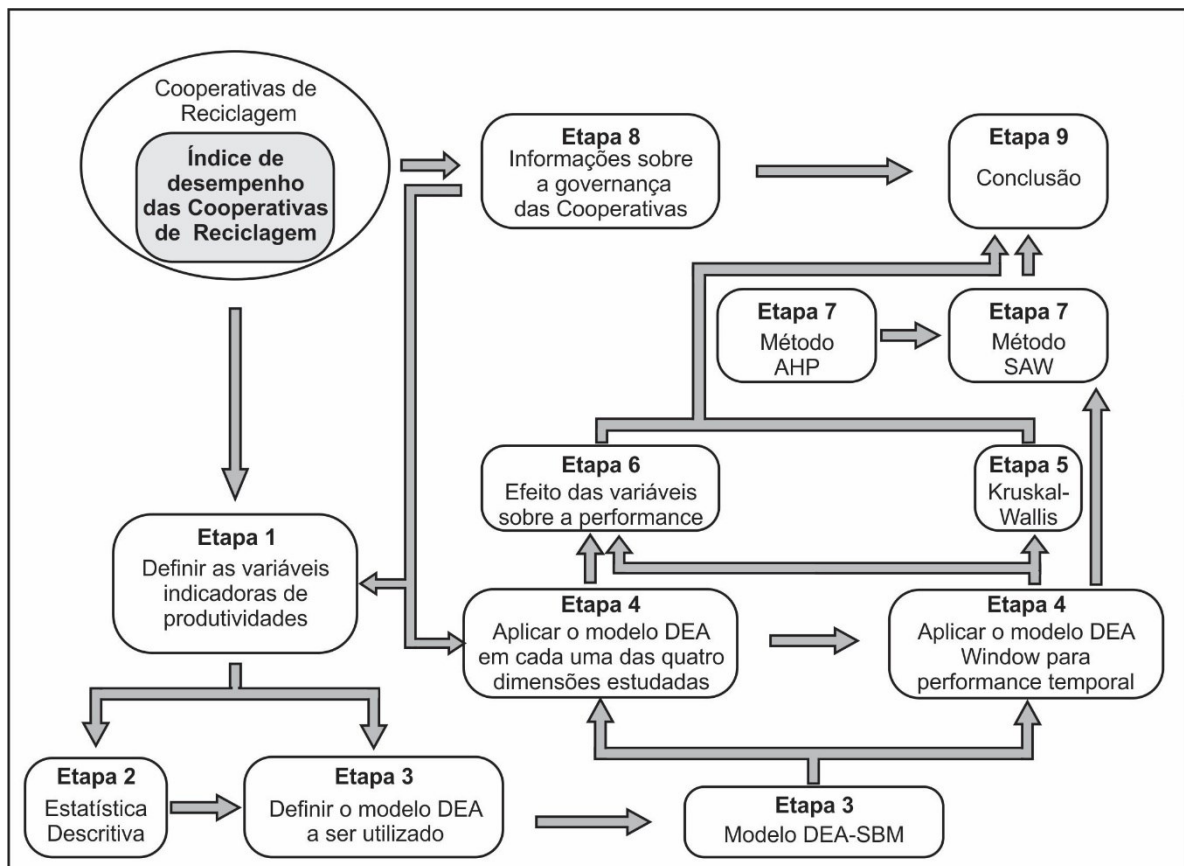
A análise de sensibilidade consiste em verificar o efeito de preferências/pesos atribuídos pelo decisor a critérios e subcritérios na tomada de decisão. Criando-se diferentes cenários, alterando-se ou não as prioridades das alternativas. O principal objetivo da análise de sensibilidade é verificar quais os critérios que mais influenciam o processo de tomada de decisão (SENTHIL; SRIRANGACHARYULU; RAMESH, 2014).

3.4 ESTRUTURA DO MÉTODO PROPOSTO PARA DETERMINAÇÃO DOS ÍNDICES DE DESEMPENHO DAS COOPERATIVAS

Com intuito elucidar a problemática proposta, a estrutura do método proposto para determinar os índices de desempenho das cooperativas foi decomposto em oito etapas, esquematizadas na Figura 7. A primeira etapa consiste na definição dos indicadores (variáveis) de produtividade para determinação dos índices de desempenho em cada uma das quatro dimensões estudadas, ou seja, os índices de desempenho das cooperativas de reciclagem em suas AOCC (coleta, produção e comercialização) e seus índices de desempenho como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR. A segunda etapa corresponde à realização de estatística descritiva para destacar aspectos relevantes das variáveis estudadas. A terceira etapa refere-se à escolha do tipo de modelo DEA a ser aplicado, DEA-SBM e DEA-Window. A aplicação do modelo DEA para obtenção dos índices de desempenho das cooperativas em cada uma das quatro dimensões, corresponde à

quarta etapa. Na etapa cinco, a partir dos índices de desempenho obtidos pelo DEA-*Windows*, é executado o teste de Kruskal Wallis para verificar a estabilidade das DMUs em relação ao tempo. Já a verificação de quais fatores (entradas e saídas) afetam significativamente os índices de desempenho, corresponde a etapa seis. A etapa sete consiste na determinação, por meio do método SAW, de um índice integrado de desempenho a partir dos índices de desempenho das cooperativas em suas AOCR e como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR. A etapa oito corresponde à coleta de informações sobre as cooperativas por meio de dados oficiais (órgãos municipais) e por visitas *in loco*. A etapa nove é composta pela verificação da aderência do método proposto e conclusão.

Figura 7: Estrutura de análise



Fonte: Autoria própria

3.5 COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS

Para aplicação do método proposto, optou-se por trabalhar com um grupo de sete cooperativas de um município do norte do estado do Paraná. As sete

cooperativas são responsáveis pela coleta dos RSUPR em 100% da cidade. No entanto o método pode ser aplicado a qualquer conjunto de cooperativas.

Os dados abrangem os períodos de maio/2015 a dezembro/2015 e foram obtidos junto à Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização de Londrina (CMTU) e por visitas *in loco* às sete cooperativas. Para a obtenção dos índices de desempenho das cooperativas de reciclagem em suas AOGR (coleta, produção e comercialização) e dos índices de desempenho como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR foram utilizados somente dados oficiais fornecidos pela CMTU, pelo fato de as cooperativas não possuírem um arquivo de registro organizado relativo às suas operações. As visitas *in loco* às cooperativas forneceram informações sobre aspectos de governança, estrutura física e equipamentos das cooperativas (APÊNDICE A e APÊNDICE B). Esse procedimento teve o objetivo de suprir a demanda por coleta de documentos, artefatos visíveis e realização de entrevistas junto a pessoas que tenham função chave, direta ou indiretamente, em questões de governança das cooperativas.

Dessa forma, coletaram-se informações não somente acerca das variáveis utilizadas no modelo DEA, mas também informações relacionadas a aspectos de governança das cooperativas, para posterior verificação da aderência do método proposto.

Os *softwares* utilizados para auxiliar na análise dos dados foram *software OSDEA* (versão 2.0), para obtenção dos índices de desempenho (modelo DEA-SBM); o *software EViews* (versão 8.0), para análise de regressão Tobit; o *software BioEstat* (versão 5.3), para determinar os índices de Kruskal Wallis; e a planilha eletrônica *EXCEL* (versão 2016), para a organização dos dados, estatística descritiva, método AHP e método SAW.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DESCRIÇÃO DAS COOPERATIVAS ESTUDADAS

Para exemplificar a aplicação do método, analisaram-se as cooperativas de reciclagem sediadas no município de Londrina, no estado do Paraná (Brasil), cidade com aproximadamente 553.393 habitantes (IBGE, 2010), no ano de 2015. Segundo a Companhia Municipal de Trânsito de Londrina (CMTU), as cooperativas atendem 100% dos domicílios da área urbana, dos distritos, patrimônios e vilas rurais; possuem contrato de prestação de serviço com a prefeitura para a coleta de RSUPR e acordos de coleta com grandes geradores (órgãos públicos e empresas privadas).

O município possui sete cooperativas de reciclagem formada por catadores (neste estudo, denominadas: Coop1, Coop2, ..., Coop7) que realizam a gestão dos RSUPR. O gerenciamento de RSUPR promovido pelas cooperativas inicia-se pela coleta, realizada semanalmente pelo sistema porta a porta, conforme contrato firmado com a CMTU, por um motorista e dois ou três coletores, com caminhões baú ou gaiola⁸. Em seguida ocorre a pré-triagem⁹ e, depois, a triagem, em esteiras ou mesas de triagem¹⁰, onde são separados os materiais de acordo com suas características; em seguida, são prensados¹¹ para agregação de valor, para posterior comercialização. A movimentação dos materiais entre a pré-triagem, triagem, prensagem e armazenagem é feita por catadores denominados “pátio” que, em algumas cooperativas, realizam essa atividade somente de forma manual e, em outras, com paleteiras e empilhadeiras.

Todas as cooperativas possuem programa de controle de pragas (ratos, baratas, moscas etc.), Estatuto Social, Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica, atas de assembleias gerais, diretoria funcionando, recolhimento de impostos, emissão de notas fiscais, licença ambiental, licença sanitária, alvará de prevenção de incêndios e alvará de funcionamento.

⁸ Caminhão com carroceria alongada verticalmente por uma tela de metal.

⁹ A pré-triagem ocorre quando o material coletado é depositado nos CT; é caracterizada pela organização do material a ser encaminhado para as mesas de triagem e pela separação alguns materiais de maior volume, como papelão.

¹⁰ As mesas de triagem são geralmente construídas pelos próprios catadores com “pedaços de madeira” e “restos de materiais”, não possuindo padrão em suas dimensões. Os catadores acondicionam, ao redor das mesas de triagem, sacos plásticos de lixo superiores ou iguais a 60 litros, sacos “big bags” de dimensões iguais ou superiores a 0,90mx0,90mx1,20m, tambores plásticos de formato cilíndrico etc.

¹¹ Local onde o material é compactado em formato de paralelepípedo (com peso normalmente superior a 80 kg), para posteriormente ser encaminhado para a armazenagem, local onde o material é acomodado para comercialização.

As cooperativas relatam algumas dificuldades comuns entre elas, como: (i) problemas de postura corporal para a execução do trabalho pelos catadores na triagem e pelos catadores denominados “pátio”, que manuseiam os “sacos”¹² de materiais já triados, os “big bags” e os fardos prensados; (ii) há problemas de reclamações de compradores pela mistura de materiais (problemas na triagem); (iii) os catadores têm resistência na utilização dos equipamentos de proteção individual (EPIs); (iv) alguns centros de triagem (CT) possuem pouca ventilação, falta de luminosidade e forte odor; (v) muitos dos resíduos triados possuem baixa comercialização, por falta de compradores, compradores que estão distantes (o custo com o frete é maior do que o valor obtido pela comercialização) ou pelo baixo valor comercial do material; (vi) instabilidade no contrato com o órgão público (a cada renovação de contrato, há mudanças significativas na forma de valorização dos materiais e no valor repassado para as cooperativas).

4.1.1 Coop1

Fundada em 2009, possui aproximadamente 162 cooperados. São responsáveis pela sua gestão 8 cooperados (3 diretores, 4 responsáveis por setores administrativos e 1 na recepção e arquivo) e 2 pessoas contratadas (1 administradora e 1 contadora). Responsável pela coleta de 88.199 residências, comercializa aproximadamente 30 tipos diferentes de resíduos. Coleta e comercializa uma média mensal de 427.096 e 348.801 toneladas, respectivamente. Possui 4 centros de triagem (CT), sendo 2 próprios (cedidos pela prefeitura ou por órgãos não governamentais) e 2 alugados. A cooperativa possui 14 prensas (12 próprias e 2 comodato¹³); 1 extrusora de isopor (comodato); 4 balanças informatizadas (próprias); 1 esteira (própria); 2 empilhadeiras (1 própria e 1 comodato); 1 paleteira; 7 caminhões próprios, dos quais 6 são utilizados para coleta (3 caminhões gaiola e 3 caminhões baú) e 1 caminhão é utilizada para transporte de carga.

As atividades administrativas da cooperativa são realizadas por departamentos. Os departamentos são compostos por catadores que receberam treinamento ou pessoas contratadas especializadas, que abrangem os setores de

¹² Os catadores acondicionam, ao redor das mesas de triagem, sacos plásticos de lixo superiores ou iguais a 60 litros, sacos “big bags” de dimensões iguais ou superiores a 0,90mx0,90mx1,20m, tambores plásticos de formato cilíndrico etc.

¹³ Comodato é quando empresas ou intermediários emprestam equipamentos para as cooperativas e, em troca, as cooperativas devem comercializar seus produtos com eles.

vendas, financeiro, produção, recursos humanos, procura de editais de fomento a cooperativas etc. O departamento de vendas, por exemplo, comercializa majoritariamente os produtos da cooperativa com indústrias transformadoras, grande parte de seus clientes são da região de Londrina e o valor obtido pela venda dos produtos é de acordo com o valor de mercado. Para agregar valor aos produtos, a Coop1 possui padronização nos fardos prensados, padronização nas cargas de caminhão, pontualidade nas entregas, faz extrusão do isopor, sem mistura na separação por tipo de resíduo, e qualidade no atendimento ao cliente.

Os cooperados da Coop1 possuem vale-transporte, vale-alimentação, férias remuneradas de 20 dias, 13º salário (de acordo com o fundo de reserva acordado com cada cooperado de forma particular). Cada CT trabalha de forma administrativa parecida; no entanto, os rendimentos dos cooperados são proporcionais ao desempenho de cada CT e de cada catador.

4.1.2 Coop2

Fundada em 2011, possui aproximadamente 58 cooperados. É responsável pela coleta de 31.313 residências. Comercializa aproximadamente 21 tipos diferentes de resíduos. Coleta e comercializa, mensalmente, em média 158.215 e 127.227 toneladas, respectivamente. Possui 2 CT alugados; 4 prensas (1 própria e 3 comodato); 1 balança pequena (própria); 1 empilhadeira (comodato); 1 ônibus alugado por aproximadamente R\$ 5.000,00 mensais para transportar os cooperados; 3 caminhões utilizados na coleta, dos quais 1 caminhão gaiola (próprio) e 2 caminhões (1 baú e 1 gaiola), que são alugados por aproximadamente R\$ 3.000,00 mensais cada.

A gestão de cada CT é realizada de forma independente, somente a coleta é unificada, ou seja, cada CT define a forma de comercialização, clientes, preços de seus produtos, forma de trabalho dos catadores etc. Comercializam majoritariamente com intermediários da região de Londrina e os valores dos produtos comercializados geralmente são abaixo do mercado, por possuírem equipamentos em comodato. Para agregar valor aos produtos, realizam apenas a prensagem dos resíduos em fardos.

4.1.3 Coop3

Fundada em 2012, possui aproximadamente 29 cooperados. É responsável pela coleta de 24.482 residências. Comercializa aproximadamente 19 tipos diferentes de resíduos. Coleta e comercializa, por mês, em média 87.885 e 69.503 toneladas, respectivamente. Possui 3 CT (alugados); 3 prensas (próprias); 1 balança pequena (própria); 1 esteira de triagem (própria); 2 empilhadeiras (próprias); 2 caminhões baú utilizados na coleta, dos quais 1 é próprio e 1 é alugado por aproximadamente R\$ 6.000,00 mensais, incluindo motorista. A cooperativa fornece vale-transporte aos cooperados.

A gestão de cada CT é realizada de forma independente, somente a coleta é unificada, ou seja, cada CT define forma de comercialização, clientes, preços de seus produtos, forma de trabalho dos catadores etc. Comercializam majoritariamente com indústrias da região de Londrina e os valores dos produtos comercializados geralmente são de acordo com o mercado; no entanto, sempre comercializam um produto vinculado a outro, de forma que alguns produtos possam estar com o valor abaixo do mercado. Para agregar valor aos produtos, realizam apenas a prensagem dos resíduos em fardos.

4.1.4 Coop4

Fundada em 2013, possui aproximadamente 39 cooperados. É responsável pela coleta de 18.806 residências. Comercializa aproximadamente 23 tipos diferentes de resíduos. Coleta e comercializa uma média mensal de 137.746 e 110.426 toneladas, respectivamente. Possui 3 CT (alugados); 2 prensas (comodato); 3 caminhões utilizados na coleta, alugados mensalmente por aproximadamente R\$ 4.500,00 cada, incluindo motorista. Não possui balança, empilhadeira ou paleteira. A cooperativa fornece vale-transporte aos cooperados.

A gestão de cada CT é realizada de forma independente, somente a coleta é unificada, ou seja, cada CT define forma de comercialização, clientes, preços de seus produtos, forma de trabalho dos catadores etc. Comercializam majoritariamente com intermediários da região de Londrina e os valores dos produtos comercializados geralmente são abaixo do mercado, por possuírem equipamentos em comodato. A agregação de valor aos produtos se dá apenas pela triagem.

4.1.5 Coop5

Fundada em dezembro de 2013, possui aproximadamente 39 cooperados. É responsável pela coleta de 21.953 residências. Comercializa aproximadamente 14 tipos diferentes de resíduos. Coleta e comercializa, mensalmente, em média 128.629 e 99,092 toneladas, respectivamente. Possui 3 CT (alugados); 4 prensas (2 comodatos e 2 alugadas por aproximadamente R\$ 1.250,00 mensais cada); 1 balança pequena; 1 esteira de triagem própria (financiada); 2 paleteiras (comodato) e, durante o período de pesquisa, a cooperativa trabalhava com 3 caminhões utilizados na coleta, passando para 2 caminhões, alugados mensalmente por aproximadamente R\$ 5.000,00. A cooperativa fornece vale-transporte aos cooperados.

A gestão de cada CT é realizada de forma independente, somente a coleta é unificada, ou seja, cada CT define forma de comercialização, clientes, preços de seus produtos, forma de trabalho dos catadores etc. Comercializam majoritariamente com intermediários da região de Londrina e os valores dos produtos geralmente são abaixo do mercado, por possuírem equipamentos em comodato. A agregação de valor aos produtos se dá apenas pela prensagem dos resíduos em fardos.

4.1.6 Coop6

Fundada em dezembro de 2013, possui aproximadamente 17 cooperados. É responsável pela coleta de 15.517 residências. Comercializa aproximadamente 12 tipos diferentes de resíduos. Coleta e comercializa, por mês, em média 90.132 e 68,547 toneladas, respectivamente. Possui 2 CT (alugados); 1 balança pequena (própria); 1 veículo, modelo Volkswagen Kombi, alugado por aproximadamente R\$ 1.500,00 para transportar os cooperados; e 2 caminhões gaiola alugados por aproximadamente R\$ 6.500,00 mensais cada, utilizados na coleta. Não possui prensa, empilhadeira ou paleteira.

A gestão dos CT é unificada. Comercializam seus produtos majoritariamente com intermediários da região de Londrina e os valores dos produtos comercializados geralmente são abaixo do mercado, por realizarem apenas a separação primária, sem prensar os produtos em fardos.

4.1.7 Coop7

Fundada em 2015, possui aproximadamente 45 cooperados. É responsável pela coleta de 19.723 residências. Comercializa aproximadamente 16 tipos diferentes de resíduos. Coleta e comercializa, mensalmente, em média 192.197 e 150.513 toneladas, respectivamente. Possui 1 CT (alugado); 2 prensas (comodato); 1 balança pequena (própria); 1 empilhadeira (própria); 3 caminhões utilizados na coleta, dos quais 1 caminhão baú e 1 gaiola são próprios e 1 caminhão gaiola é alugado por aproximadamente R\$ 6.500,00 mensais, incluindo motorista. A cooperativa fornece vale-transporte aos cooperados.

A cooperativa comercializa majoritariamente com indústrias da região de Londrina e os valores dos produtos comercializados geralmente são abaixo do mercado, por possuírem equipamentos em comodato. Para agregar valor aos produtos, realizam apenas a prensagem dos resíduos em fardos.

4.2 OS DADOS

Os dados obtidos via CMTU para a determinação dos índices de desempenho abrangem o período de maio a dezembro de 2015 e foram obtidos junto às cooperativas (por visitas *in loco*) e com a CMTU que, dentre outras atribuições, é responsável pela coleta e destinação final dos RSUPR do município de Londrina.

Vale ressaltar que grande parte das cooperativas não possui arquivo de registro organizado relativo às suas operações. Assim, esse estudo usou, para obtenção dos índices de desempenho das cooperativas em suas atividades operacionais na cadeia da reciclagem, dados oficiais fornecidos pela CMTU. A Tabela 3 apresenta os valores médios das variáveis *entradas/saídas* durante o período de pesquisa.

Tabela 3: Estatística descritiva

(Continua)

		Coop1	Coop2	Coop3	Coop4	Coop5	Coop6	Coop7
C_COLET	av	38,00	12,00	8,00	8,00	11,00	4,00	12,00
	sd	0,00	0,00	0,00	0,00	1,85	0,00	0,00
	cv	0,00	0,00	0,00	0,00	16,84	0,00	0,00
P_PROD	av	105,25	40,88	17,50	27,25	24,25	11,00	31,13
	sd	6,45	9,14	1,07	5,70	12,03	3,55	9,82
	cv	6,13	22,36	6,11	20,92	49,62	32,24	31,55
CATADOR	av	162,25	57,88	28,50	39,25	39,25	17,00	45,13
	sd	6,20	8,61	1,01	5,79	11,45	3,33	9,41
	cv	3,82	14,88	3,56	14,75	29,16	19,61	20,85
VEIC	av	7,00	4,00	2,00	2,00	2,75	2,00	3,00
	sd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,00	0,00
	cv	0,00	0,00	0,00	0,00	16,84	0,00	0,00
AREA (km ² / semana)	av	39,10	19,27	12,33	10,05	15,13	3,71	3,86
RESID (semana)	av	88.199,00	31.313,00	24.482,00	18.806,00	21.953,00	15.517,00	19.723,00
COLETA (ton/mês)	av	427,10	158,22	87,89	137,75	128,66	90,13	192,20
	sd	27,73	19,37	11,74	27,22	30,44	9,95	33,26
	cv	6,49	12,24	13,36	19,76	23,66	11,03	17,31
COMERC (ton/mês)	av	348,80	127,23	69,50	110,43	99,91	68,55	150,51
	sd	18,64	19,41	7,57	21,10	23,05	5,47	22,95
	cv	5,34	15,25	10,89	19,10	23,07	7,98	15,25
ITENS	av	30,13	21,50	18,63	23,13	14,38	11,63	15,75
	sd	2,90	3,59	1,51	2,90	2,20	1,41	1,39
	cv	9,63	16,68	8,09	12,54	15,30	12,11	8,82
PAPEL	av	420,00	390,00	410,00	370,00	410,00	380,00	370,00
	sd	0,00	19,00	35,00	13,00	10,00	11,00	15,00
	cv	0,00	4,87	8,54	3,51	2,44	2,89	4,05
PAPELAO (R\$/ton)	av	310,00	250,00	250,00	240,00	250,00	240,00	250,00
	sd	1,00	12,00	24,00	7,00	31,00	0,00	13,00
	cv	0,32	4,80	9,60	2,92	12,40	0,00	5,20
PEAD (R\$/ton)	av	1.350,00	1.250,00	1.070,00	1.220,00	1.180,00	1.240,00	1.250,00
	sd	26,00	40,00	90,00	49,00	32,00	160,00	28,00
	cv	1,93	3,20	8,41	4,02	2,71	12,90	2,24

Tabela3: Estatística descritiva

		(Conclusão)						
		Coop1	Coop2	Coop3	Coop4	Coop5	Coop6	Coop7
PET	av	1230,00	1000,00	1100,00	1010,00	1070,00	1210,00	750,00
	(R\$/ton)							
	sd	130,00	240,00	89,00	87,00	88,00	144,00	117,00
	cv	10,57	24,00	8,09	8,61	8,22	11,90	15,60
PEBD	av	690,00	650,00	590,00	620,00	600,00	680,00	620,00
	(R\$/ton)							
	sd	50,00	94,00	36,00	87,00	81,00	93,00	88,00
	cv	7,25	14,46	6,10	14,03	13,50	13,68	14,19
FAT_COM	av	149.144,39	42.268,72	22.840,18	45.768,79	31.385,46	22.077,00	45.480,87
	(R\$/mês)							
	sd	15.890,14	9.577,10	1.718,67	10.484,03	6.960,50	2.898,45	6.767,81
	cv	10,65	22,66	7,52	22,91	22,18	13,13	14,88
RENDA	av	1.210,83	748,47	816,75	825,57	560,67	1.029,46	998,05
	(R\$/mês)							
	sd	101,87	69,58	50,96	47,63	47,63	151,34	118,79
	cv	8,41	9,30	6,24	5,77	8,49	14,70	11,90
FAT_T	av	334.605,00	117.005,50	62.822,45	106.614,30	81.053,85	58.605,11	61.751,40
	(R\$/mês)							
	sd	20.045,32	17.108,63	4.408,66	20.323,45	20.323,54	3.171,73	7.721,50
	cv	5,99	14,62	7,02	19,06	25,07	5,41	12,50

av=valor médio; sd=desvio padrão; cv=coeficiente de variação (%) (sd*100/av)

Fonte: Autoria própria

O faturamento total das cooperativas (FAT_T) é composto pelo o faturamento total obtido pela comercialização dos materiais e pelo valor repassado pelo município às cooperativas para o pagamento: (1) do aluguel dos centros de triagem (CT) (R\$ 10,00 por m² de área construída); (2) da contribuição previdenciária (com limite de R\$ 143,00 por catador); e (3) pelo serviço prestado na coleta (R\$ 240,00 por tonelada comercializada). A área de abrangência da coleta (AREA) e o número de residências atendidas (RESIDENCE) são repassados para as cooperativas pela CMTU proporcionalmente à quantidade de cooperados de cada cooperativa. Essa subdivisão de área e residências ocorre a cada nova renovação do contrato de prestação de serviço.

De acordo com o coeficiente de variação, a maioria das variáveis não sofreu grandes variações durante os meses de maio a dezembro de 2015, significando que as cooperativas mantêm um “padrão” em suas atividades operacionais na cadeia de reciclagem e conseguem suprir a atual necessidade de coleta do município, mas

isso não significa que as cooperativas trabalham de forma a otimizar seu desempenho em suas AOOCR.

Segundo o IPEA (2010), as cooperativas que coletam e processam acima de 1.800 kg/catador/mês de RSUPR possuem alta eficiência; desse modo, todas as cooperativas de Londrina são consideradas eficientes. No entanto, há cooperativa cuja renda média mensal é de R\$ 560,67 (inferior a um salário mínimo nacional - R\$ 788,00) e com comercialização média de 2. para as outras 618 kg/catador/mês, ou seja, apesar das cooperativas estarem coletando grande quantidade de resíduos, elas estão falhando em algum ponto do processo.

O isolamento, como parte da exclusão social, leva as sociedades de catadores a desenvolverem seus próprios hábitos e valores (WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006). Os catadores têm dificuldades em aceitar influências externas que possam auxiliá-los na melhoria de suas atividades operacionais, para conseqüente melhora no trabalho e na qualidade de vida. Assim, este estudo, a partir do modelo DEA, identificará quais são as cooperativas de referência (*benchmarkin*) dentre as cooperativas estudadas, para que estas, possam servir de referência para as demais. Parte-se do pressuposto que a aceitação de propostas de melhoria por parte das cooperativas será mais eficiente se utilizado o próprio contexto das cooperativas.

Os índices de desempenho apresentados nas Tabelas 8, 10, 12 e 14 foram obtidos pelo modelo DEA-SBM, a partir dos parâmetros conceituais do modelo DEA-W. Em relação ao modelo DEA-W, o comprimento e a quantidade de janelas, nas equações (3.3.2.33) e (3.3.2.34), foram obtidos da seguinte forma: a quantidade de períodos “ $k=8$ ” corresponde a quantidade de meses analisados (maio a dezembro, 8 meses); o comprimento de cada janelas “ $p=4$ ” (cada janela deve conter 4 períodos/meses; a quantidade de janelas “ $w=5$ ” a serem estudadas, ou seja, as janelas de maio-agosto, junho-setembro, julho-outubro, agosto-novembro e setembro-dezembro.

As Tabelas 9, 11, 13 e 15 apresentam: o resultado médio mensal dos índices de desempenho obtidos por meio do DEA-SBM e DEA-W com as janelas de maio-agosto, junho-setembro, julho-outubro, agosto-novembro e setembro-dezembro; o resultado do teste de Kruskal Wallis para averiguar a estabilidade dos índices e o *ranking* dos desempenhos das cooperativas ao longo do tempo; e a regressão de Tobit para determinar os fatores que afetam os índices de desempenho.

4.3 DESEMPENHO DAS COOPERATIVAS

4.3.1 Desempenho na Gestão da Coleta

Os índices de desempenho mensais obtidos pelo DEA-W em cada janela estão representados na Tabela 4, e os índices de desempenho médios mensais estão na Tabela 5 e no Gráfico 1.

Tabela 4: Desempenho mensal (DEA-W) na gestão da coleta

(Continua)

Cooperativas	Meses							
	maio	junho	julho	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Coop1	0.980	0.948	0.999	1.000				
		0.948	0.999	1.000	0.954			
			0.997	0.998	0.952	1.000		
				0.994	0.947	0.995	1.000	
					0.947	0.995	1.000	0.987
Coop2	1.000	0.933	0.895	0.885				
		1.000	0.964	0.955	0.979			
			0.985	0.976	1.000	0.983		
				0.736	0.760	0.743	0.748	
					0.760	0.743	0.748	0.730
Coop3	0.925	0.836	1.000	0.911				
		0.836	1.000	0.911	0.974			
			1.000	0.911	0.974	0.941		
				0.939	1.000	0.968	0.984	
					1.000	0.968	0.984	0.948
Coop4	1.000	0.860	0.854	0.841				
		0.861	0.854	0.841	1.000			
			0.835	0.816	0.943	1.000		
				0.684	0.779	0.812	0.782	
					0.779	0.812	0.782	0.798

Tabela 4: Desempenho mensal (DEA-W) na gestão da coleta

Cooperativas	Meses							
	maio	junho	julho	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Coop5	0.608	0.719	0.638	0.727				
		0.719	0.651	0.727	0.775			
			0.606	0.703	0.774	0.660		
				0.596	0.649	0.564	1.000	
					0.649	0.564	1.000	0.936
Coop6	0.895	0.946	1.000	0.950				
		0.946	1.000	0.950	0.939			
			1.000	0.950	0.939	0.975		
				0.938	0.927	0.964	1.000	
					0.927	0.964	1.000	0.944
Coop7	0.387	0.398	0.452	0.449				
		0.399	0.463	0.460	0.405			
			0.436	0.434	0.400	0.413		
				0.342	0.330	0.335	0.337	
					0.330	0.335	0.337	0.349

Fonte: Autoria própria

O teste de Kruskal Wallis (Tabela 5) indica que as cooperativas não fazem grandes alterações em sua gestão de coleta, pois os índices e os *ranking* dos desempenhos das cooperativas não apresentaram estatisticamente, ao nível de 5%, diferenças significativas, permanecendo estáveis durante o período em estudo. No Gráfico 1 e na Tabela 5, as cooperativas com o melhor e o pior índice de desempenho obtiveram índice de desempenho limitado em 0,947 a 1,000 e 0,330 a 0,463, respectivamente. As cooperativas que apresentaram maiores variações em seus índices de desempenho foram a Coop2, que decresceu constantemente durante o período estudado, e a Coop5, que apresentava baixa dispersão nos períodos de maio a outubro, aumentando significativamente seu desempenho em novembro e dezembro.

Os maiores índices de desempenho, em praticamente todos os meses, foram obtidos pela Coop1, seguida da Coop6 e da Coop3. Por outro lado, a

cooperativa com o pior índice de desempenho foi a Coop7, seguida por Coop5, Coop4 e Coop2.

A Coop1 possui 7 caminhões próprios adquiridos junto a programas governamentais de apoio a cooperativas de reciclagem, sendo 6 utilizados para coleta e 1 para transporte de carga, enquanto as outras cooperativas possuem pelo menos um caminhão alugado, com valor médio mensal de aluguel de R\$ 4.500,00.

Tabela 5: Desempenho médio mensal na gestão da coleta e regressão de Tobit

Meses	Desempenho						
	Coop1	Coop2	Coop3	Coop4	Coop5	Coop6	Coop7
Maio ^{aA}	0.980(3)*	1 (1)	0.925(4)	1(1)	0.608(6)	0.895(5)	0.387(7)
Junho ^{aA}	0.947(2)	0.966(1)	0.835(5)	0.861(4)	0.719(6)	0.946(3)	0.398(7)
Julho ^{aA}	0.999(3)	0.948(4)	1(1)	0.848(6)	0.632(6)	1(1)	0.450(4)
Ago ^{aA}	1(1)	0.888(4)	0.918(3)	0.795(5)	0.688(6)	0.947(2)	0.421(7)
Set ^{aA}	0.950(2)	0.875(5)	0.987(1)	0.875(4)	0.712(6)	0.933(3)	0.366(7)
Out ^{aA}	1(1)	0.823(5)	0.959(3)	0.875(4)	0.596(6)	0.968(2)	0.361(7)
Nov ^{aA}	1(1)	0.748(6)	0.984(4)	0.782(4)	1(1)	1(1)	0.337(7)
Dez ^{aA}	0.987(1)	0.730(6)	0.948(3)	0.798(5)	0.936(3)	0.944(4)	0.349(7)
Média ^{aA}	0.982(1)	0.876(4)	0.951(3)	0.846(5)	0.713(6)	0.958(2)	0.389(7)

Regressão TOBIT

	AREA	C_COLET	RESID	COLETA	VEIC	C
P-valor	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0038	<0.0001	<0.0001
Coeficiente	0.014781	-0.075551	0.00031	0.000000846	-0.08	0.753265

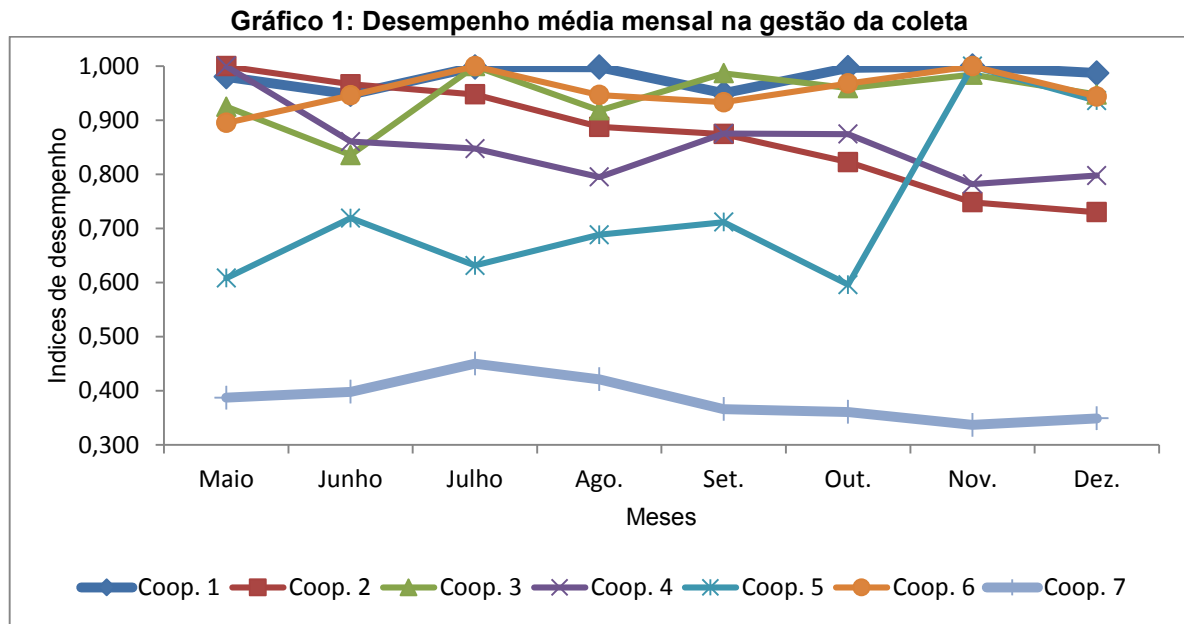
Teste de Kruskal Wallis e a Regressão de Tobit foram realizados com nível de significância de 5%.

* Valores entre parênteses representa o *rank* da cooperativa no referido mês;

^a Letras minúsculas distintas significam que diferiram significativamente em relação aos índices de desempenho (Kruskal Wallis).

^A Letras maiúsculas distintas significam que diferiram significativamente em relação ao *ranking* dos desempenhos (Kruskal Wallis).

Fonte: Autoria própria



Fonte: Autoria própria.

As diferenças entre as cooperativas vão desde a contratação de um serviço até a operacionalização da coleta. A Coop7 aluga um veículo para coleta por R\$ 6.500,00, com capacidade de 1.000 sacos e a Coop6 aluga por R\$ 3.250,00, com capacidade de 700 sacos. No entanto, a Coop6 apresenta maior região de coleta e densidade domiciliar por km². A Coop7, por exemplo, não realiza uma gestão de forma a otimizar os insumos e produtos em relação à Coop1: cada veículo de coleta da Coop7 é responsável por atender, semanalmente, aproximadamente 6.574 domicílios, coletar aproximadamente 14,23 tonelada de RSUPR, abrangendo uma área de 1,287 km²; enquanto cada veículo de coleta da Coop1 atende aproximadamente 12.600 domicílios, coleta 13,55 toneladas RSUPR e abrange uma área de 5,586 km². Cada coletor da Coop7 é responsável por atender, semanalmente, aproximadamente 1.643 residências, ou 3,56 toneladas, e cobrir uma área de 0,321 km²; enquanto a cooperativa Coop1, Cada coletor é responsável por atender semanalmente, 2321 residências, 2,50 toneladas e 1,029 km².

De forma geral, a Coop1 se destaca em relação às demais por conseguir equilibrar a quantidade de pessoas que trabalham na coleta e a quantidade de veículos com a quantidade de RSUPR coletado, área de abrangência e a quantidade de domicílios atendidos. Por exemplo: a Coop6 possui poucos coletores (com carga semanal aproximada por coletor de 5 toneladas e 3.879 domicílios), que não retornam aos CT até conseguirem cumprir a meta diária, trabalhando, assim, mais de 8 horas

diárias. A Coop3 possui uma área de coleta por veículo e coletor muito extensa (6,165 km² por veículo e 1,541 km² por coletor) em relação às demais cooperativas.

Pelo teste de White, os dados se apresentam de forma homocedástica (F-estatistic = 0.939 e p-valor = 0.523, com nível de significância de 0.05). Desse modo, os resultados apresentados pelo modelo de regressão Tobit têm parâmetros consistentes e representaram os efeitos que as *entradas* e as saídas exercem sobre os índices de desempenho das cooperativas em suas atividades operacionais na cadeia da reciclagem.

Segundo a regressão de Tobit, a quantidade de pessoas que trabalham na coleta (C_COLET) e a quantidade de veículos utilizados (VEIC) têm impacto negativo nos índices de desempenho na gestão da coleta. A cada 1% de acréscimo no C_COLET ou VEIC, o índice de desempenho decresce 7,5% e 8%, respectivamente.

A área de abrangência da coleta (AREA), a quantidade de domicílios atendidos (RESID) e a quantidade de RSUPR coletados (COLETA) possuem impacto positivo nos índices de desempenho. A cada 1% de acréscimo na AREA, RESID ou COLETA, o índice de desempenho cresce 14,8%, 0,03% e 0,00008%, respectivamente.

Assim, os índices de desempenho apresentados na Tabela 5 vão ao encontro com a realidade apresentada pelas cooperativas. Sendo que a Coop1 pode servir como opção de *benchmarking* para as outras cooperativas, ou seja, as cooperativas podem utilizar as práticas utilizadas pela Coop1 para aumentarem seus desempenhos na gestão da coleta.

4.3.2 Desempenho na Gestão da Produção

A produção inclui todo o fluxo interno de produção, composto pelas etapas de pré-triagem, triagem, prensagem e armazenagem. A pré-triagem ocorre quando o material coletado é depositado nos CT; é caracterizada pela organização do material a ser encaminhado para as mesas de triagem e pela separação de alguns materiais de maior volume, como papelão. A triagem é realizada em mesas de triagem; é a separação dos materiais por tipo. Geralmente, as mesas de triagem são construídas pelos próprios catadores com “pedaços de madeira” e “restos de materiais”, não possuindo padrão em suas dimensões. Os catadores acondicionam, ao redor das mesas de triagem, sacos plásticos de lixo superiores ou iguais a 60 litros, sacos “big

bags” de dimensões iguais ou superiores a 0,90mx0,90mx1,20m, tambores plásticos de formato cilíndrico etc. Após a triagem o material é encaminhado para a prensagem, onde material é compactado em formato de paralelepípedo (com peso normalmente superior a 80 kg) para, posteriormente, ser encaminhado para a armazenagem, local onde o material é acomodado para comercialização. A movimentação dos materiais entre pré-triagem, triagem, prensagem e armazenagem é feita por catadores denominados “pátio”, que em algumas cooperativas realizam essa atividade somente de forma manual e, em outras, com paleteiras e empilhadeiras.

Os índices de desempenhos mensais obtidos pelo DEA-W em cada janela estão representados na Tabela 6 e os índices de desempenho médios mensais estão na Tabela 7 e no Gráfico 2.

Tabela 6: Desempenho mensal (DEA-W) na gestão da produção

(Continua)

Cooperativas	Meses							
	Maio	Junho	Julho	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Coop1	1.000	1.000	0.948	1.000				
		1.000	0.951	1.000	0.957			
			0.961	1.000	0.987	0.977		
				1.000	0.987	0.977	1.000	
					1.000	0.986	1.000	1.000
Coop2	0.977	1.000	0.904	0.959				
		1.000	0.904	0.959	0.936			
			0.937	0.996	0.971	0.955		
				0.996	0.971	0.955	0.959	
					0.983	0.967	0.969	0.944
Coop3	0.976	0.971	0.889	0.939				
		0.971	0.890	0.940	0.933			
			0.944	0.980	0.979	0.962		
				0.980	0.979	0.962	0.966	
					0.992	0.977	0.981	0.968

Tabela 6: Desempenho mensal (DEA-W) na gestão da produção

Cooperativas	Meses							(Conclusão)
	Maio	Junho	Julho	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Coop4	1.000	1.000	0.912	0.955				
		1.000	0.912	0.956	0.933			
			0.947	1.000	0.967	0.985		
				1.000	0.967	0.985	0.950	
					0.977	0.997	0.962	0.976
Coop5	0.960	1.000	0.866	0.930				
		1.000	0.866	0.930	0.905			
			0.898	0.965	0.935	0.973		
				0.965	0.935	0.973	0.997	
					0.947	0.978	0.998	0.948
Coop6	0.965	0.998	0.844	0.900				
		0.999	0.844	0.901	0.922			
			1.000	0.997	0.998	1.000		
				1.000	0.998	1.000	0.951	
					1.000	1.000	0.953	0.922
Coop7	0.975	1.000	0.961	1.000				
		1.000	0.961	1.000	0.923			
			0.963	0.997	0.977	1.000		
				0.997	0.977	1.000	0.985	
					0.982	1.000	0.989	0.977

Fonte: Autoria própria

Os índices de desempenho, na Tabela 7, mantiveram-se relativamente estáveis, ao nível de 5% de significância estatística, (teste de Kruskal Wallis), só apresentando uma discrepância no mês de julho. Já os *ranking* dos desempenhos das cooperativas permaneceram estáveis durante o período em estudo, indicando que as cooperativas não fazem alterações significativas em seu fluxo produtivo.

Tabela 7: Desempenho mensal da gestão na produção e regressão de TOBIT

Meses	Desempenho						
	Coop1	Coop2	Coop3	Coop4	Coop5	Coop6	Coop7
Maio ^{aA}	1(1)*	0.977(3)	0.976(4)	1(1)	0.960(7)	0.964(6)	0.975(5)
Junho ^{aA}	1(1)	1(1)	0.971(7)	1(1)	1(1)	0.998(6)	1(1)
Julho ^{bcA}	0.953(2)	0.915(4)	0.908(5)	0.924(3)	0.877(7)	0.896(6)	0.962(1)
Ago ^{acA}	1(1)	0.977(4)	0.960(5)	0.978(3)	0.948(7)	0.950(6)	0.999(2)
Set ^{acA}	0.983(1)	0.965(4)	0.971(3)	0.961(6)	0.937(7)	0.979(2)	0.965(5)
Out ^{aA}	0.980(4)	0.959(7)	0.967(6)	0.989(3)	0.975(5)	1(1)	1(1)
Nov ^{acA}	1(1)	0.964(5)	0.973(4)	0.956(6)	0.997(20)	0.952(7)	0.987(3)
Dez ^{acA}	1(1)	0.944(6)	0.968(4)	0.976(3)	0.948(5)	0.922(7)	0.977(2)
Média ^{acA}	0.987(1)	0.962(4)	0.959(6)	0.969(3)	0.948(7)	0.960(5)	0.983(2)

Regressão de TOBIT					
	P_PROD	COLETA	ITENS	COMERC	C
P-valor	<0.0001	<0.0001	0.7483	<0.0001	<0.0001
Coeficiente	-1.91E-03	-2.47E-06	2.13E-04	3.71E-06	0.949288

Teste de Kruskal Wallis e a Regressão de Tobit foram realizados com nível de significância de 5%.

* Valores entre parênteses representa o rank da cooperativa no referido mês;

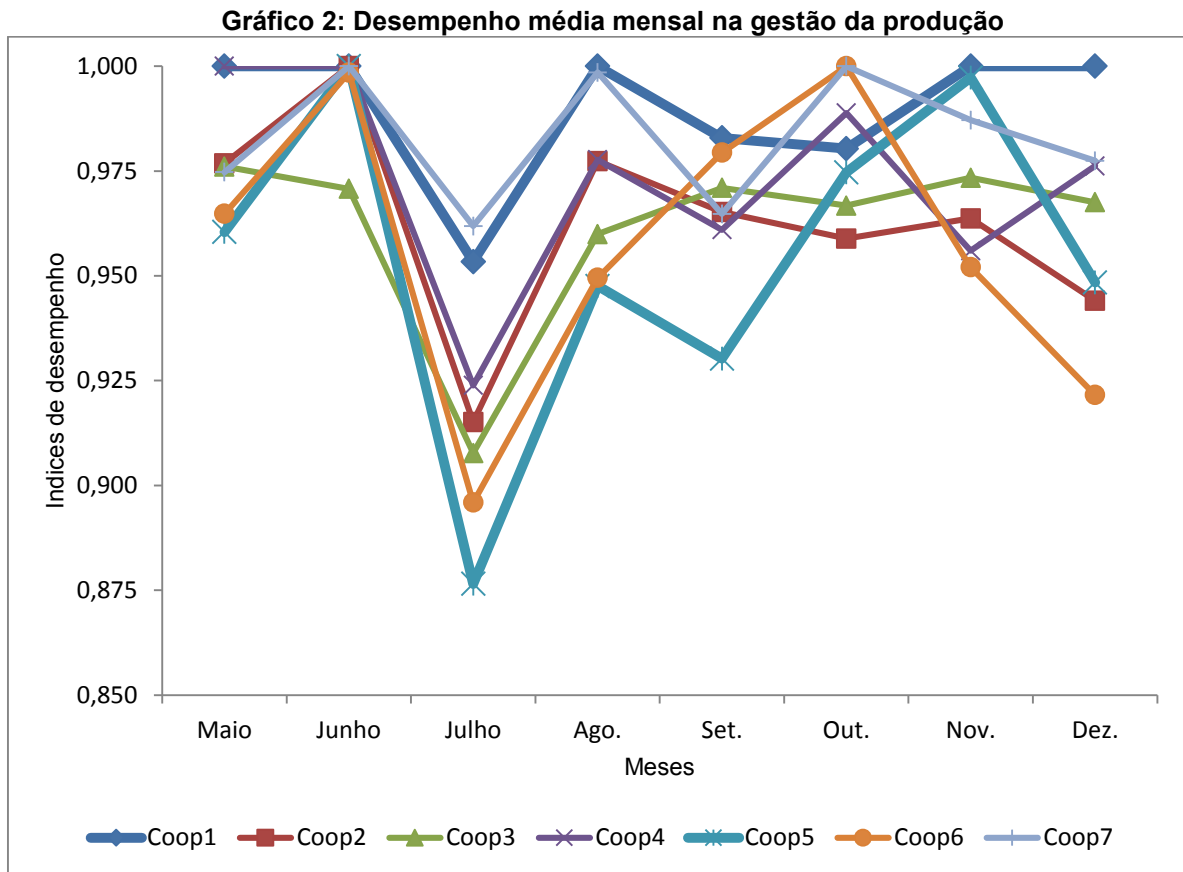
^a Letras minúsculas distintas significam que diferiram significativamente em relação aos índices de desempenho (Kruskal Wallis).

^A Letras maiúsculas distintas significam que diferiram significativamente ao *ranking* dos desempenhos (Kruskal Wallis).

Fonte: Autoria própria

Dentre os índices de desempenho avaliados neste trabalho, os índices de desempenho na gestão da produção apresentaram menor amplitude e dispersão, variando entre 0,877 e 1,000 (Gráfico 2), indicando que as cooperativas realizam suas atividades internas de produção de forma similar.

Os maiores índices de desempenho, em praticamente todos os meses, foram obtidos pela Coop1, seguida das cooperativas Coop7, Coop4, Coop2, Coop6, Coop3 e Coop5. Assim como na coleta, a Coop1 se destaca em relação às demais no desempenho na gestão da produção. A Coop1 encaminha para comercialização uma quantidade superior a 61%, 52%, 47%, 38%, 29% e 23% de tipos diferentes de resíduos (ITENS), em relação as Coop6, Coop5, Coop7, Coop3, Coop2 e Coop4, respectivamente; indicando que a Coop1 possui maior qualidade na triagem, menor taxa de rejeitos e envia menos resíduos para aterros sanitários. Muitas cooperativas descartam resíduos que possuem potencial reciclável pelo baixo preço de comercialização, pela dificuldade em comercializar o resíduo, pela ausência ou longa distância do comprador.



Fonte: Autoria própria.

Segundo o teste de Tobit, Tabela7, (teste de White, F-estatistic = 1.575 e p-valor = 0.1288), a quantidade de resíduos comercializados (COMERC) apresenta impacto positivo nos índices de desempenho e a quantidade de pessoas que trabalham na produção (P_PROD) e a quantidade de RSUPR coletados (COLETA) têm impacto negativo nos índices de desempenho. Aumentar em 1% a COMERC e reduzir em 1% P_PROD e COLETA geraria um aumento de nos índices de desempenho de 0,000371%, 0,191% e 0,000247%, respectivamente, significando que as cooperativas estão subutilizando seus insumos na geração de produtos, ou seja, as cooperativas poderiam produzir mais com os mesmos insumos utilizados.

Assim, os índices de desempenho apresentados na Tabela 7 vão ao encontro com a realidade apresentada pelas cooperativas. Sendo que a Coop1 pode servir como opção de *benchmarking* para as outras cooperativas, ou seja, as cooperativas podem utilizar as práticas utilizadas pela Coop1 para aumentarem seus desempenhos na gestão da produção.

4.3.3 Desempenho na Gestão da Comercialização

Os índices de desempenho mensais obtidos pelo DEA-W em cada janela estão representados na Tabela 8 e os índices de desempenho médios mensais estão na Tabela 9 e no Gráfico 3.

Tabela 8: Desempenho mensal (DEA-W) da gestão na comercialização (Continua)

Cooperativas	Meses							
	Maio	Junho	Julho	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Coop1	0.905	0.821	1.000	0.912				
		0.821	1.000	0.912	0.828			
			1.000	0.912	0.828	0.963		
				0.994	0.972	1.000	1.000	
					0.972	1.000	1.000	1.000
Coop2	0.688	0.696	0.647	0.686				
		0.696	0.647	0.686	0.597			
			0.647	0.686	0.597	0.610		
				0.782	0.717	0.704	0.653	
					0.717	0.704	0.653	0.643
Coop3	0.640	0.732	0.600	0.684				
		0.732	0.600	0.684	0.602			
			0.600	0.684	0.602	0.614		
				0.779	0.687	0.699	0.694	
					0.687	0.699	0.694	0.650
Coop4	0.681	0.770	0.791	0.741				
		0.770	0.791	0.741	0.877			
			0.791	0.741	0.877	0.877		
				0.845	1.000	1.000	0.899	
					1.000	1.000	0.899	0.924

Tabela 8: Desempenho mensal (DEA-W) da gestão na comercialização
(Conclusão)

Cooperativas	Meses							
	Maio	Junho	Julho	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Coop5	0.665	0.713	0.665	0.713				
		0.713	0.665	0.713	0.507			
			0.665	0.713	0.507	0.560		
				0.825	0.604	0.654	0.684	
					0.604	0.654	0.684	0.554
Coop6	0.758	0.675	0.614	0.548				
		0.675	0.614	0.548	0.626			
			0.614	0.548	0.626	0.597		
				0.628	0.718	0.696	0.723	
					0.718	0.696	0.723	0.579
Coop7	0.828	0.642	0.586	0.611				
		0.642	0.586	0.611	0.481			
			0.586	0.611	0.481	0.503		
				0.734	0.571	0.603	0.677	
					0.571	0.603	0.677	0.616

Fonte: Autoria própria

Os índices de desempenho e os *ranking* dos desempenhos das cooperativas (teste de Kruskal Wallis), Tabela 9, permaneceram estatisticamente estáveis, ao nível de 5% de significância, durante o período em estudo, indicando que as cooperativas não fazem alterações significativas em suas práticas de gestão para comercialização dos materiais.

Tabela 9: Desempenho mensal da gestão na comercialização e regressão de TOBIT

Meses	Desempenho						
	Coop1	Coop2	Coop3	Coop4	Coop5	Coop6	Coop7
Maio ^{aA}	0.905(1)*	0.688(4)	0.640(7)	0.681(5)	0.665(6)	0.758(3)	0.828(2)
Junho ^{aA}	0.821(1)	0.696(5)	0.732(3)	0.770(2)	0.713(4)	0.675(6)	0.642(7)
Julho ^{aA}	1(1)	0.647(4)	0.600(6)	0.791(2)	0.665(3)	0.614(5)	0.586(7)
Ago ^{aA}	0.933(1)	0.710(4)	0.708(5)	0.767(2)	0.741(3)	0.568(7)	0.641(6)
Set ^{aA}	0.900(2)	0.657(4)	0.645(5)	0.939(1)	0.556(6)	0.672(3)	0.526(7)
Out ^{aA}	0.988(1)	0.673(3)	0.671(4)	0.959(2)	0.623(6)	0.663(5)	0.569(7)
Nov ^{aA}	1(1)	0.653(7)	0.694(4)	0.899(2)	0.684(5)	0.723(3)	0.677(6)
Dez ^{aA}	1(1)	0.643(4)	0.650(3)	0.924(2)	0.554(6)	0.579(7)	0.616(5)
Média ^{aA}	0.942(1)	0.673(3)	0.668(4)	0.851(2)	0.653(5)	0.646(6)	0.611(7)

Regressão de TOBIT *

	ITENS	FAT_COM	PAPEL	PAPELAO	PEAD	PET	PEBD	COMERC	C
P-valor	0.3882	<0.0001	0.0777	0.902	0.8077	0.3392	0.1937	<0.0001	<0.0001
Coefficiente	0.002	7.74E-06	-0.685	-0.008	0.022	-0.098	-0.176	-2.51E-06	1.109

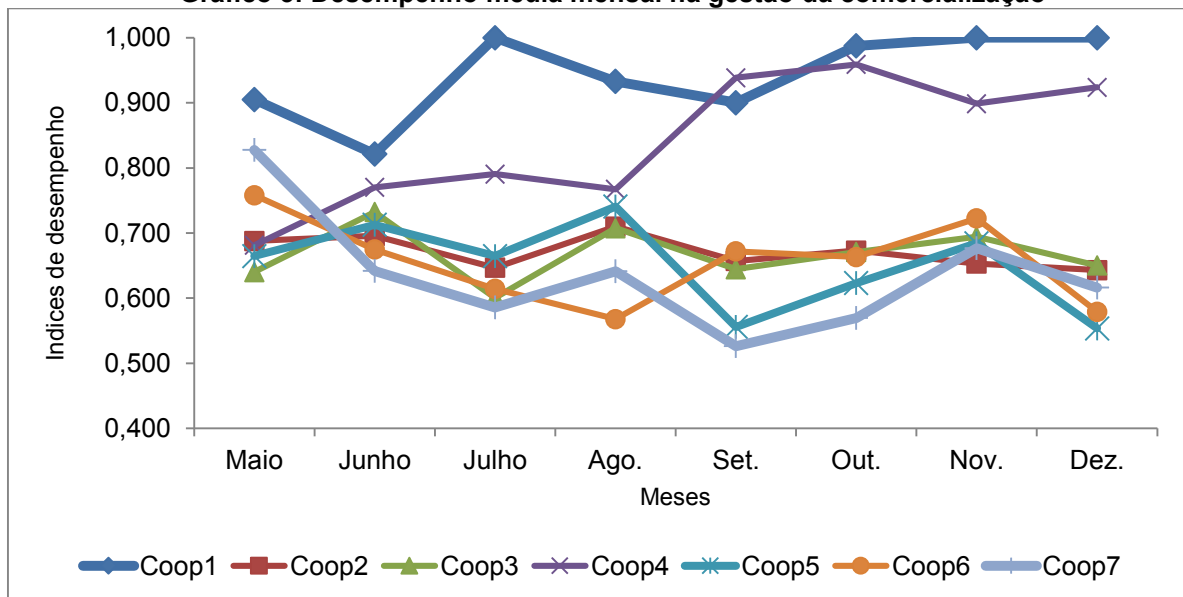
Teste de Kruskal Wallis e a Regressão de Tobit foram realizados com nível de significância de 5%.

* Valores entre parênteses representa o rank da cooperativa no referido mês;

^a Letras minúsculas distintas significam que diferiram significativamente em relação aos índices de desempenho (Kruskal Wallis).

^A Letras maiúsculas distintas significam que diferiram significativamente em relação ao *ranking* dos desempenhos (Kruskal Wallis).

Fonte: Autoria própria

Gráfico 3: Desempenho média mensal na gestão da comercialização

Fonte: Autoria própria.

A Coop1 apresentou os melhores índices de desempenho em praticamente todos os meses e, comparativamente a Coop1, as demais cooperativas apresentaram índices de desempenho muito baixo. A cooperativa com a pior índice de desempenho foi a Coop7, seguida das cooperativas Coop6, Coop5, Coop3, Coop2 e Coop4. Com exceção da Coop1 (Gráfico 3 e Tabela 8), que se destacou durante todo o período de estudo, e a Coop4, que apresentou melhora a partir do mês de setembro, as cooperativas obtiveram índices de desempenho muito similares, com pouca dispersão, variando entre 0,481 e 0,828.

Os baixos índices de desempenho podem ser explicados pelo fato de as cooperativas estarem presas à comercialização com intermediários ou determinadas empresas. Muitas cooperativas trabalham com o empréstimo de equipamentos (prensa, balança, paleteiras, empilhadeiras etc.) por comodato, que é quando empresas ou intermediários emprestam equipamentos para as cooperativas e em troca as cooperativas devem comercializar seus produtos com eles. Para exemplificação, o valor de mercado por tonelada do PET, em maio/2015, era de R\$ 1.350,00, e a Coop2 comercializou por R\$ 880,00 por estar presa a empresas que lhe emprestaram equipamentos por comodato. Esse é um fato comum entre todas as cooperativas estudadas, com exceção da Coop1, que é a única cooperativa que possui todos os equipamentos e consegue comercializar seus produtos com o valor de mercado.

Segundo a análise de regressão de Tobit, Tabela 9, (teste de White, F-estatistic = 1.457 e p-valor = 0.1352), a quantidade de resíduos comercializados (COMERC) e o faturamento total obtido pela comercialização dos resíduos (FAT_COM) possuem impacto negativo e positivo nos índices de desempenho, respectivamente. A cada 1% de acréscimo no COMERC e redução de 1% no FAT_COM produziria um aumento de nos índices de desempenho de 0,000774%, e 0,000251%, respectivamente, indicando que, pela quantidade comercializada, os faturamentos das cooperativas poderiam ser superior ao atual.

Assim, os índices de desempenho apresentados na Tabela 9 vão ao encontro com a realidade apresentada pelas cooperativas. Sendo que a Coop1 pode servir como opção de *benchmarking* para as outras cooperativas, ou seja, as cooperativas podem utilizar as práticas utilizadas pela Coop1 para aumentarem seus desempenhos na gestão da comercialização.

4.3.4 Desempenho das Cooperativas como um Instrumento de Inclusão Social, Geração de Renda e Redução de RSUPR

Os índices de desempenho mensais obtidos pelo DEA-W em cada janela estão representados na Tabela 10 e os índices de desempenho médios mensais estão na Tabela 11 e no Gráfico 4.

Tabela 10: Desempenho mensal (DEA-W) das cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR (Continuação)

Cooperativas	Meses							
	Maio	Junho	Julho	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Coop1	1.000	1.000	1.000	1.000				
		1.000	1.000	1.000	0.894			
			1.000	1.000	0.908	0.902		
				1.000	1.000	1.000	1.000	
					1.000	1.000	1.000	1.000
Coop2	1.000	1.000	0.612	0.722				
		1.000	0.616	0.816	0.653			
			0.705	1.000	0.808	0.744		
				1.000	0.808	0.756	0.697	
					0.922	0.775	0.756	0.801
Coop3	0.899	1.000	0.729	0.855				
		1.000	0.756	0.912	0.816			
			0.804	1.000	0.907	0.901		
				1.000	0.907	0.901	0.848	
					1.000	0.950	0.898	0.963

Tabela 10: Desempenho mensal (DEA-W) das cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR
(Continuação)

Cooperativas	Meses							
	Maio	Junho	Julho	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Coop4	1.000	1.000	0.854	0.871				
		1.000	0.863	0.914	1.000			
			0.968	1.000	1.000	1.000		
				1.000	1.000	1.000	0.950	
					1.000	1.000	0.929	1.000
Coop5	0.602	1.000	0.572	0.689				
		1.000	0.580	0.696	0.692			
			0.622	0.828	0.707	0.782		
				0.828	0.718	0.792	1.000	
					0.717	0.792	1.000	0.821
Coop6	1.000	1.000	1.000	0.912				
		1.000	1.000	0.912	0.966			
			1.000	1.000	1.000	1.000		
				1.000	1.000	1.000	0.986	
					1.000	1.000	0.985	0.875
Coop7	0.852	1.000	0.980	1.000				
		1.000	0.980	1.000	0.802			
			0.979	1.000	0.827	1.000		
				1.000	0.827	1.000	1.000	
					0.829	1.000	1.000	1.000

Fonte: Autoria própria

Tabela 11: Desempenho mensal das cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR, e regressão de TOBIT

Meses	Desempenho						
	Coop1	Coop2	Coop3	Coop4	Coop5	Coop6	Coop7
Maio ^{aA*}	1(1)*	1(1)	0.899(5)	1(1)	0.602(7)	1(1)	0.852(6)
Junho ^{aA*}	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)
Julho ^{aA*}	1(1)	0.644(6)	0.763(5)	0.895(4)	0.591(7)	1(1)	0.980(3)
Ago ^{aA*}	1(1)	0.885(6)	0.942(5)	0.946(4)	0.761(7)	0.956(3)	1(1)
Set ^{aA*}	0.950(3)	0.798(6)	0.907(4)	1(1)	0.708(7)	0.991(2)	0.821(5)
Out ^{aA*}	0.967(4)	0.7582(7)	0.917(5)	1(1)	0.789(6)	1(1)	1(1)
Nov ^{aA*}	1(1)	0.727(7)	0.873(6)	0.9395(5)	1(1)	0.986(4)	1(1)
Dez ^{aA*}	1(1)	0.801(7)	0.963(4)	1(1)	0.821(6)	0.875(5)	1(1)
Média ^{aA*}	0.985(1)	0.809(6)	0.902(5)	0.967(3)	0.772(7)	0.982(2)	0.954(4)

Regressão de TOBIT *

	CATADOR	ITENS	FAT_T	RESID	RENDA	COLETA	COMERC	C
P-valor	0.0281	0.406	0.0494	0.7514	0.0329	0.0016	0.0003	<0.0001
Coeficiente	-4.51E-03	-0.00305	3.62E-07	-8.86E-07	0.00011	-6.69E-06	1.03E-05	0.840

Teste de Kruskal Wallis e a Regressão de Tobit foram realizados com nível de significância de 5%.

* Valores entre parênteses representa o rank da cooperativa no referido mês;

^a Letras minúsculas distintas significam que diferiram significativamente em relação aos índices de desempenho (Kruskal Wallis).

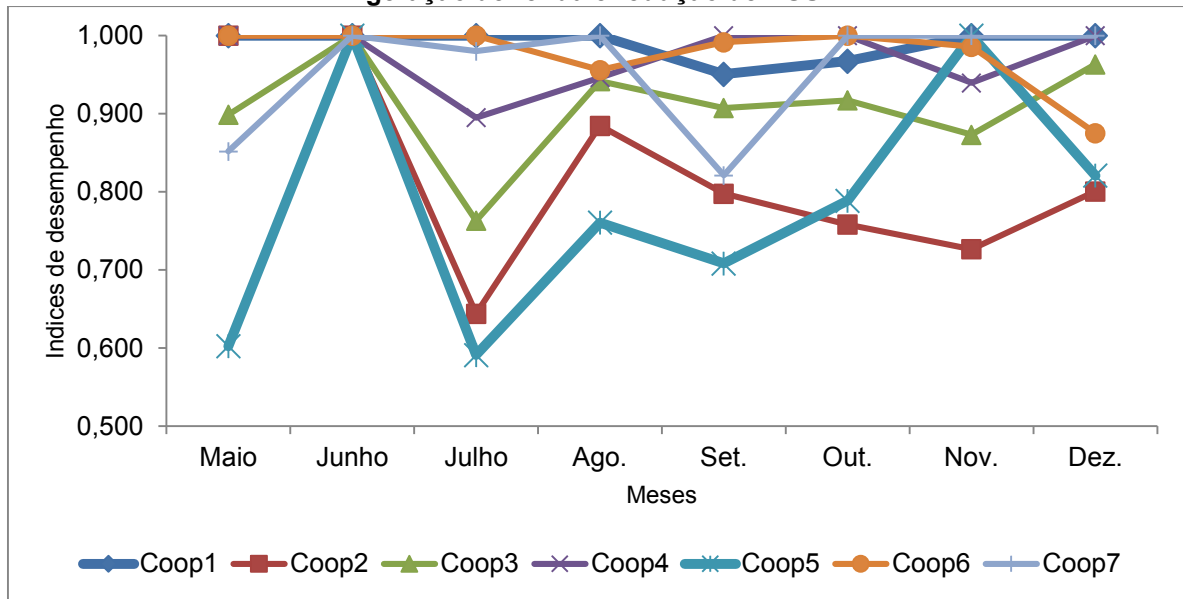
^A Letras maiúsculas distintas significam que diferiram significativamente em relação ao *ranking* dos desempenhos (Kruskal Wallis).

Fonte: Autoria própria

Os índices e o *ranking* dos desempenhos das cooperativas (teste de Kruskal Wallis), Tabela 11, permaneceram estatisticamente estáveis, ao nível de 5% de significância, durante o período em estudo, indicando que as cooperativas não fazem alterações significativas na gestão de suas atividades operacionais na cadeia de reciclagem.

A Coop1 apresentou os melhores índices de desempenho em praticamente todos os meses, seguida das cooperativas Coop6, Coop4 e Coop7. A cooperativa com o pior índice de desempenho foi a Coop5, seguida de Coop2 e Coop3. As Coop1 e Coop6 (Gráfico 4 e Tabela 10) apresentaram as menores dispersões nos índices de desempenho; já as Coop5 e Coop2 obtiveram os maiores índices de dispersão.

Gráfico 4: Desempenho mensal das cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR



Fonte: Autoria própria.

A Coop1 foi a cooperativa que melhor conseguiu transformar seus insumos em produtos. Apesar de ter o menor de volume de material coletado (COLETA), 2,632 ton/catador/mês, de material comercializado (COMERC), 2,150 ton/catador/mês, e não possuir o maior faturamento total (FAT_T) por catador (CATADOR), R\$ 2.062,28 catador/mês, ela conseguiu manter a maior renda média mensal dos catadores (RENDA). Além disso, a Coop1 possui a maior quantidade diferente de tipos de produtos comercializados, gerando menos rejeitos e, conseqüentemente, encaminhando menos resíduos aos aterros sanitários.

Por outro lado, várias cooperativas apresentam falhas em sua gestão. Exemplificando: a Coop6 possui o maior volume de material coletado (COLETA), 5,302 ton/catador/mês, comercializado (COMERC), 4,032 ton/catador/mês e faturamento mensal total (FAT_T) por catador de R\$ 3.447,36, mas ela não conseguiu transformar isso em uma renda média (RENDA) para os catadores superior à Coop1. As Coop5 e Coop2 não conseguem obter uma renda média (RENDA) igual ao salário mínimo nacional (R\$ 788,00), apesar de terem maior COLETA, COMERC e FAT_T por catador do que a Coop1.

A análise de regressão de Tobit, tabela 11, (teste de White, F-estatistic = 1.912 e p-valor = 0.063) aponta que a quantidade de resíduos coletados (COLETA) e o total de cooperados (CATADOR) possuem impacto negativo nos índices de desempenho. Reduzindo em 1% a COLETA e CATADOR, proporcionaria um

acréscimo de 0,451% e 0,00103% nos índices de desempenho, respectivamente, ou seja, as cooperativas estão subutilizando seu potencial de coleta e mão de obra.

Já o faturamento total (FAT_T), a renda média mensal (RENDA) e a quantidade de resíduos comercializados (COMERC) têm impacto positivo nos índices de desempenho. Aumentando em 1% o FAT_T, RENDA e COMERC, geraria um aumento de 0,0000362%, 0,01% e 0,00103%, respectivamente.

Assim, os índices de desempenho apresentados na Tabela 5 vão ao encontro com a realidade apresentada pelas cooperativas. Sendo que a Coop1 pode servir como opção de *benchmarking* para as outras cooperativas, ou seja, as cooperativas podem utilizar as práticas utilizadas pela Coop1 para aumentarem seus desempenhos como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR.

4.4 ÍNDICE INTEGRADO DE DESEMPENHO

Este estudo apresentará, como exemplo, três cenários extremos. Cada cenário representará as preferências de um especialista da área econômica, social e ambiental. Cada cenário irá gerar um índice integrado de desempenho composto pelos índices de desempenhos obtidos nas quatro dimensões estudadas. Esse índice integrado de desempenho fornecerá um *ranking* de classificação das cooperativas que levará em consideração as preferências de um agente decisor municipal (simulação de um agente decisor municipal), pois não há consenso nos municípios brasileiros sobre qual secretária municipal supervisiona as cooperativas de reciclagem, por exemplo, em alguns municípios as cooperativas estão sob a supervisão da Secretária Municipal de Meio Ambiente e em outros municípios da Secretária Municipal de Assistência Social.

Para determinar esse índice integrado de desempenho das cooperativas em suas AOCR e como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR, utilizou-se o método SAW. O método SAW irá comparar as cooperativas utilizando os índices de desempenho obtidos pelo modelo DEA-SBM e DEA-W em cada uma das quatro dimensões estudadas, com o objetivo de fazer uma classificação ascendente das alternativas para uma determinada meta a ser atingida.

Para a obtenção dos pesos de cada critério (as quatro dimensões estudadas – gestão da coleta, gestão da produção, gestão da comercialização e as cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR) utilizou-se a Análise Hierárquica de Processo (AHP) (AFSHARI; MOJAHED; YUSSUFF, 2010).

Cada cenário é representado por um especialista das áreas econômica, social e ambiental. A especialista da área econômica é a gestora dos RSU do município; da área ambiental é uma especialista em tratamento de resíduos sólidos; e o especialista da área social é um ex-consultor/coordenador nacional (em 2012 e 2013) do Programa Cataforte, com profundo conhecimento em sustentabilidade e cooperativismo.

4.4.1 Cenário 1: Dimensão Econômica

A especialista da área econômica entrevistada é gestora dos RSUPR do município onde as cooperativas estão sediadas. A especialista estabeleceu as prioridades dos critérios a fim de obter a relevância de cada dimensão em relação ao objetivo principal (Tabela 12).

Tabela 12: Matriz de comparação pareada dos critérios do Especialista da área econômica

Critérios	Gestão da coleta	Gestão da produção	Gestão da comercialização	Instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR
Gestão da coleta	1	7	7	8
Gestão da produção	1/7	1	4	1
Gestão da comercialização	1/7	1/4	1	1/4
Instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR	1/8	1	4	1

Fonte: Autoria própria

A especialista atribuiu maior grau de importância à gestão da coleta. Segundo a especialista, todas as áreas são consideradas de suma importância e estão inter-relacionadas; no entanto, a coleta dos RSUPR realizada pelas cooperativas recebe destaque por ser o primeiro estágio da coleta seletiva, pois, quando o RSUPR é coletado, há uma chance maior de ele não ir para o aterro sanitário. Caso os RSUPR

fossem coletados pelo sistema formal de coleta de RSU, todos os resíduos iriam para o aterro sanitário.

Segundo as preferências da especialista consultada, os pesos obtidos pelo método AHP correspondem a 0,683, 0,133, 0,051 e 0,133 para gestão da coleta, gestão da produção, gestão da comercialização e as cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR, respectivamente. O índice de consistência foi de 0,09, indicando que a especialista foi consistente nas suas atribuições de preferências para a tomada de decisão.

O resultado do índice integrado de desempenho das cooperativas em suas AOCR e como instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR está apresentado na Tabela 13. Vale lembrar que o índice obtido pelo método SAW é a somatória dos produtos dos pesos dos critérios (método AHP) pelos índices de desempenho de cada cooperativa (equação 3.3.4.1).

Tabela 13: Matriz de comparação pareada dos critérios do Especialista da área econômica

Cooperativas	Índice de desempenho				
	Coleta	Produção	Comerc.	Instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR	Método SAW
Coop1	0,982(1)	0,987(1)	0,942(1)	0,985(1)	0,981(1)
Coop2	0,876(4)	0,962(4)	0,673(3)	0,809(6)	0,868(5)
Coop3	0,951(3)	0,959(6)	0,668(4)	0,902(5)	0,931(3)
Coop4	0,846(5)	0,969(3)	0,851(2)	0,967(3)	0,879(4)
Coop5	0,713(6)	0,948(7)	0,653(5)	0,772(7)	0,749(6)
Coop6	0,958(2)	0,960(5)	0,646(6)	0,982(2)	0,946(2)
Coop7	0,389(7)	0,983(2)	0,611(7)	0,954(4)	0,554(7)

Fonte: Autoria própria

Segundo o método SAW e levando em consideração as preferências da especialista, a cooperativa com maior índice de desempenho é a Coop1, seguida das cooperativas Coop6, Coop3, Coop4, Coop2, Coop5 e Coop7.

A ordem de classificação está relacionada com as preferências atribuídas pela especialista da área econômica. A especialista atribuiu maior peso a gestão da coleta (0,683), assim, aumentam (diminuem) as chances das cooperativas que obtiveram os maiores (menores) índices de desempenho na coleta, tenham maiores (menores) índice integrado de desempenho.

Exemplificando, a Coop7 obteve índice de desempenho na gestão da coleta, na gestão da produção, na gestão da comercialização e como instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR de 0,389, 0,983, 0,611 e 0,954, respectivamente. No entanto, índice integrado de desempenho da Coop7 foi de 0,554. Resultado este, que sofreu grande influência das atribuições das preferências da especialista da área econômica, pois o baixo índice de desempenho na gestão da produção (0,389) contribuiu, de forma expressiva, para o baixo índice integrado de desempenho.

4.4.2 Cenário 2: Dimensão Ambiental

A especialista da área ambiental é docente e pesquisadora na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, na área de tratamento de resíduos. A especialista estabeleceu as prioridades dos critérios a fim de obter a relevância de cada dimensão em relação ao objetivo principal (Tabela 14).

Tabela 14: Matriz de comparação pareada dos critérios do Especialista da área econômica

Critérios	Gestão da coleta	Gestão da produção	Gestão da comercialização	Instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR
Gestão da coleta	1	4	1	7
Gestão da produção	1/4	1	1	5
Gestão da comercialização	1	1	1	5
Instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR	1/7	1/5	1/5	1

Fonte: Autoria própria

Segundo a especialista, todas as áreas são consideradas de grande importância e estão ligadas entre si. Entretanto, a coleta dos RSUPR, a produção e a comercialização dos materiais recebem um destaque especial. A gestão da coleta por ser o primeiro estágio da coleta seletiva, quando os RSUPR são retirados do meio ambiente; a gestão da produção por representar a qualidade do trabalho de triagem das cooperativas, na qual a maior quantidade de itens triados significa que menos

itens irão para rejeito; e a gestão da comercialização por representar efetivamente a quantidade de RSUPR que não voltam ao meio ambiente como rejeito.

Dessa forma, a especialista atribuiu maior grau de importância a gestão da coleta, seguidos da gestão da comercialização e da gestão da produção. Segundo as preferências da especialista consultada, os pesos obtidos pelo método AHP correspondem a 0,457, 0,205, 0,287 e 0,051 para gestão da coleta, gestão da produção, gestão da comercialização e as cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR, respectivamente. O índice de consistência foi de 0,08, indicando que a especialista foi consistente nas suas atribuições de preferências para a tomada de decisão.

O resultado do índice integrado de desempenho das cooperativas em suas AOQR e como instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR foi obtido pelo método SAW (equação 3.3.4.1) e está apresentado na Tabela 15.

Tabela 15: Matriz de comparação pareada dos critérios do Especialista da área ambiental

Cooperativas	Coleta	Produção	Comerc.	Índice de desempenho	
				Instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR	Método SAW
Coop1	0,982(1)	0,987(1)	0,942(1)	0,985(1)	0,972(1)
Coop2	0,876(4)	0,962(4)	0,673(3)	0,809(6)	0,832(5)
Coop3	0,951(3)	0,959(6)	0,668(4)	0,902(5)	0,869(4)
Coop4	0,846(5)	0,969(3)	0,851(2)	0,967(3)	0,879(2)
Coop5	0,713(6)	0,948(7)	0,653(5)	0,772(7)	0,747(6)
Coop6	0,958(2)	0,960(5)	0,646(6)	0,982(2)	0,870(3)
Coop7	0,389(7)	0,983(2)	0,611(7)	0,954(4)	0,603(7)

Fonte: Autoria própria

Segundo o método SAW e levando em consideração as preferências da especialista da área ambiental, a cooperativa com maior índice de desempenho é a Coop1, seguida das cooperativas Coop4, Coop6, Coop3, Coop2, Coop5 e Coop7.

A ordem de classificação está relacionada com as preferências atribuídas pela especialista da área econômica. A especialista atribuiu maior peso a gestão da coleta (0,457), seguidas da gestão da comercialização (0,287) e da gestão da produção (0,205). Já as cooperativas como instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR (0,051) adquiriu o menor peso atribuído pela especialista. Assim,

aumentam (diminuem) as chances das cooperativas que obtiveram os maiores (menores) índices de desempenho na coleta, comercialização e produção, nessa ordem, de terem os maiores (menores) índice integrado de desempenho.

Exemplificando, a Coop7 obteve índices de desempenho na gestão da coleta, na gestão da produção, na gestão da comercialização e como instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR de 0,389, 0,983, 0,611 e 0,954, respectivamente. No entanto, índice integrado de desempenho da Coop7 foi de 0,603. Mesmo a Coop7 tendo índice de desempenho das cooperativas como instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR de 0,954, esse índice representou apenas 0,049 ($0,051 \times 0,954$) do valor do índice integrado de desempenho. Já o índice de desempenho na gestão da coleta (0,389) representou 0,178 ($0,457 \times 0,389$) do valor do índice integrado de desempenho. Assim, a preferência da especialista da área ambiental interfere expressivamente no índice integrado de desempenho.

4.4.3 Cenário 3: Dimensão Social

O especialista da área social é um ex-consultor/coordenador nacional (em 2012 e 2013) do programa Cataforte, com profundo conhecimento em sustentabilidade e cooperativismo. O especialista estabeleceu as prioridades dos critérios a fim de obter a relevância de cada dimensão em relação ao objetivo principal (Tabela 16).

Tabela 16: Matriz de comparação pareada dos critérios do Especialista da área econômica

Critérios	Gestão da coleta	Gestão da produção	Gestão da comercialização	Instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR
Gestão da coleta	1	4	1/5	1/8
Gestão da produção	1/4	1	1/7	1/9
Gestão da comercialização	5	7	1	1/3
Instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR	8	9	3	1

Fonte: Autoria própria

O especialista atribuiu maior grau de importância às cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR, seguido da

gestão da comercialização. Segundo o especialista, todas as dimensões estão inter-relacionadas e são importantes, mas, como um dos objetivos da PNRS é a gestão de resíduos sólidos com a inclusão socioproductiva dos catadores, é fundamental que sejam inseridos no sistema o maior número possível de catadores e com uma renda digna. Para que isso ocorra, é necessário que a gestão na comercialização seja o mais eficiente possível, isto é, os catadores devem comercializar seus produtos com preços de mercado, evitando ao máximo os intermediários.

Segundo as preferências do especialista consultado, os pesos obtidos pelo método AHP correspondem a 0,089, 0,039, 0,282 e 0,589 para gestão da coleta, gestão da produção, gestão da comercialização e as cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR, respectivamente. O índice de consistência foi de 0,09, indicando que o especialista foi consistente nas suas atribuições de preferências para a tomada de decisão.

O resultado do índice integrado de desempenho das cooperativas em suas AOQR, apresentado na Tabela 17, foram obtidos pelo método SAW (equação 2.4.1).

Tabela 17: Matriz de comparação pareada dos critérios do Especialista da área social

Cooperativas	Índice de desempenho				Método SAW
	Coleta	Produção	Comerc.	Instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR	
Coop1	0,982(1)	0,987(1)	0,942(1)	0,985(1)	0,972(1)
Coop2	0,876(4)	0,962(4)	0,673(3)	0,809(6)	0,782(6)
Coop3	0,951(3)	0,959(6)	0,668(4)	0,902(5)	0,842(4)
Coop4	0,846(5)	0,969(3)	0,851(2)	0,967(3)	0,923(2)
Coop5	0,713(6)	0,948(7)	0,653(5)	0,772(7)	0,739(7)
Coop6	0,958(2)	0,960(5)	0,646(6)	0,982(2)	0,883(3)
Coop7	0,389(7)	0,983(2)	0,611(7)	0,954(4)	0,807(5)

Fonte: Autoria própria

Segundo o método SAW e levando em consideração as preferências do especialista, a cooperativa com maior índice de desempenho é a Coop1, seguida das cooperativas Coop4, Coop6, Coop3, Coop7, Coop2 e Coop5.

A ordem de classificação está relacionada com as preferências atribuídas pelo especialista da área social. A especialista atribuiu maior peso às cooperativas como um Instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR (0,589), seguido do peso atribuído a gestão da comercialização (0,282), da gestão da coleta (0,089) e da gestão da produção (0,039). Assim, aumentam (diminuem) as chances das cooperativas que obtiveram os maiores (menores) índices de desempenho das cooperativas como um Instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR, tenham maiores (menores) índice integrado de desempenho.

Exemplificando, a Coop7 obteve índice de desempenho na gestão da coleta, na gestão da produção, na gestão da comercialização e como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR de 0,389, 0,983, 0,611 e 0,954, respectivamente. O índice integrado de desempenho da Coop7 foi de 0,807. Mesmo a Coop7 tendo baixo índice de desempenho na gestão da coleta, este afetou apenas em 0,034 ($0,089 \times 0,389$) no valor do índice integrado de desempenho. Já o desempenho das cooperativa como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR contribuiu, 0,562 ($0,589 \times 0,954$), com a maior parte do valor gerado no índice integral de desempenho. Assim, a preferência da especialista da área ambiental interfere expressivamente no índice integrado de desempenho que, neste cenário, a coop7 obteve melhor classificação em relação aos demais cenários.

4.5 SÍNTESE

As cooperativas apresentam estabilidade nos índices de desempenho nas dimensões estudadas, teste de Kruskal Wallis, demonstrando que as cooperativas não fazem grandes alterações em suas práticas de gestão e que os catadores têm dificuldades em aceitar auxílio externo para melhoria em suas atividades operacionais, corroborando o fato de que os catadores tendem a desenvolver seus próprios hábitos e valores (WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006).

Apesar de, atualmente, todas as cooperativas atenderem as necessidades de coleta do município, algumas delas não otimizam seus insumos em produtos de forma eficiente e, caso seja explorado todo o potencial oferecido pelo município no campo da reciclagem, poderão surgir problemas no futuro. Segundo a CMTU, o município gerou, em 2015, 143.347.967 toneladas de resíduos urbanos e as cooperativas

coletaram aproximadamente 25% do potencial de RSUPR gerados¹⁴ pelo município, perfazendo um total de 11.304.341 toneladas.

Dessa forma, o índice integrado de desempenho das cooperativas, obtido por meio de três cenários (econômico, ambiental e social), apresentado na Tabela 18, fornece subsídios para uma análise mais detalhada dos resultados.

Tabela 18: Índice integrado de desempenho das cooperativas

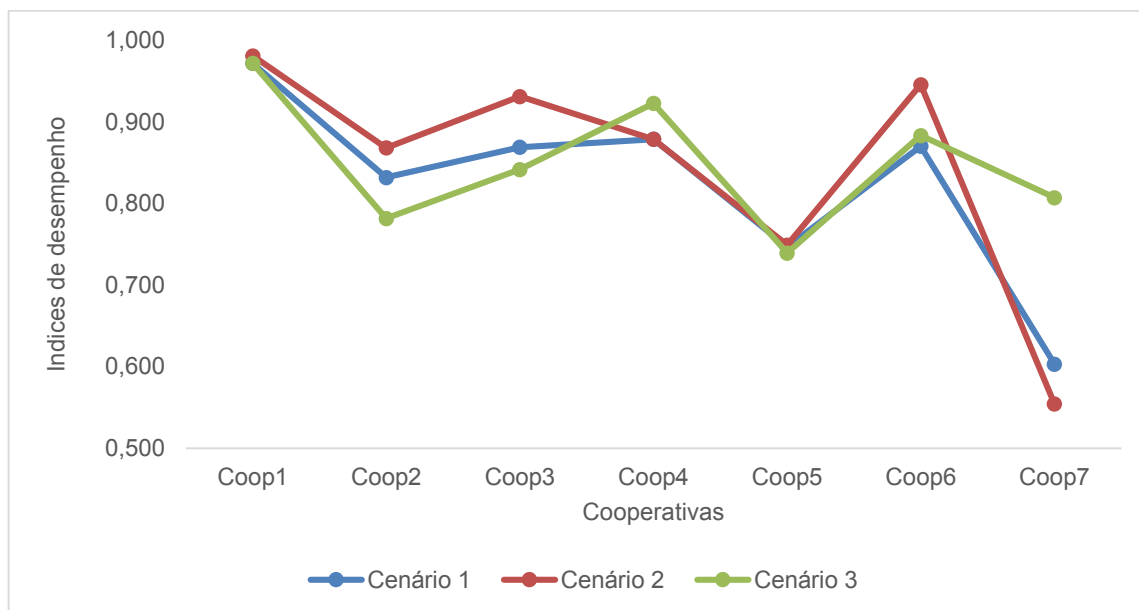
Cooperativas	Cenários						CV (%)*
	Cenário 1: econômico		Cenário 2: ambiental		Cenário 3: social		
	Índice	Ranking	Índice	Ranking	Índice	Ranking	
Coop1	0,981	1	0,972	1	0,972	1	0,55
Coop2	0,868	5	0,832	5	0,782	6	5,24
Coop3	0,931	3	0,869	4	0,842	4	5,21
Coop4	0,879	4	0,879	2	0,923	2	2,83
Coop5	0,749	6	0,747	6	0,739	7	0,69
Coop6	0,946	2	0,870	3	0,883	3	4,48
Coop7	0,554	7	0,603	7	0,807	5	20,46

*Coeficiente de variação (CV) = desvio padrão / média aritmética

Fonte: Autoria própria

A variabilidade (coeficiente de variação) dos índices integrados de desempenho das cooperativas (Tabela 18) em relação aos cenários estudados foi muito baixa para a Coop1 (0,55%) e a Coop5 (0,69%), e muito alto para a Coop7 (20,46%), representando que os índices integrados de desempenho das cooperativas Coop1 e Coop5 não foram afetados pelas preferências dos especialistas e os índices integrados de desempenho da Coop7 foram afetados significativamente pelas preferências dos especialistas.

¹⁴ Há, no Brasil, uma estimativa de que 31,9% dos resíduos urbanos gerados é composto por RSUPR (IPEA, 2012).

Gráfico 5: índices integrados de desempenho das cooperativas

Fonte: Autoria própria

Realizando uma comparação nos três cenários estudados (Tabela 18 e Gráfico 5), as cooperativas Coop1, Coop2, Coop3, Coop5 e Coop6 obtiveram melhor índice integrado de desempenho no cenário 1, em relação aos outros cenários, onde o especialista atribuiu maior preferência à gestão da coleta. As Coop4 e Coop7 obtiveram melhor índice integrado de desempenho no cenário 3, em relação aos outros cenários, no qual o especialista atribuiu maior preferência às cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR. Nenhuma cooperativa obteve maior índice integrado de desempenho no cenário 2 em relação aos outros cenários, em que havia uma maior preferência, em ordem descendente, na gestão da coleta, na comercialização e na produção.

A Coop1 obteve o maior índice integrado de desempenho nos três cenários, cujo menor e maior índice de desempenho foi no cenário 1 (0,981) e nos cenários 2 e 3 foi de 0,972. Resultado esperado, visto que a Coop1 possui o maior índice de desempenho em todas as dimensões estudadas.

Por outro lado, as demais cooperativas apresentaram variabilidade nos índices integrados de desempenho nos cenários analisados, indicando que as preferências de um decisor alteram os índices e o *ranking* de performance das cooperativas. Exemplificando: a Coop4 obteve a quarta colocação no *ranking* de desempenho no cenário 1 e a segunda colocação nos cenários 2 e 3; a Coop7 alcançou a quinta colocação no cenário 3 e a última colocação nos cenários 1 e 2.

De forma geral, a eficiência ou a ineficiência das cooperativas podem ser explicitadas pelas suas distintas práticas de gestão, que vão desde a separação das atividades por departamentos até a incorporação de todas as atividades administrativas pelo presidente da cooperativa, ou seja, as cooperativas estudadas possuem distintos níveis de desempenho e organização em suas atividades operacionais na cadeia da reciclagem, seguindo as tendências nacional e mundial (IPEA, 2010; TIRADO-SOTO; ZAMBERLAN, 2013).

As atividades administrativas da Coop1 são realizadas por departamentos, onde os integrantes da diretoria possuem participação ativa. Os departamentos são compostos por catadores que receberam treinamento ou pessoas contratadas, que abrangem o setor de vendas, financeiro, produção, recursos humanos, procura de editais de fomento a cooperativas etc.; por outro lado, nas demais cooperativas, apesar de existir uma diretoria, o presidente da cooperativa ou o responsável pelo CT assume todas as funções administrativas.

Todas as cooperativas possuem mais de um CT, com exceção da Coop7. Nas Coop2, Coop3, Coop4 e Coop5, cada CT tem autonomia gerencial independente, ou seja, é como se existissem várias cooperativas dentro de uma, onde cada CT possui um gerente (o CT sede é gerenciado pelo presidente). Por esse motivo, em uma mesma cooperativa, há distinção em cada CT no fluxo de material, *layout*, formas de triagem, padrão do prédio utilizado como CT, nas rendas dos catadores, na qualidade de triagem, na seleção de compradores, nos preços obtidos pela comercialização etc. Na Coop6, o presidente assume todas as funções administrativas de seus dois CT. Todas as ações a serem executadas na Coop1 são decididas em reunião departamental e todos os seus CT seguem o mesmo padrão de produção.

Vários CT possuem problemas estruturais, ocasionando reclamações dos cooperados quanto alta temperatura e o odor. Os CT são barracões de no mínimo 450 m², cobertura de zinco, pelo menos 6 metros de altura e sem forro. Situação agravada nas Coop2, Coop3, Coop4, Coop5 e Coop6 que, em pelo menos um CT possui apenas uma ou duas portas frontais, sem janelas. As cooperativas que possuem os CT mais adequados são Coop1 e Coop7.

A Coop1 possui maior quantidade de itens diferentes vendidos e, por consequência, envia a menor quantidade de rejeitos aos aterros sanitários. As cooperativas possuem dificuldades em comercializar muitos tipos RSUPR pelo baixo valor comercial (ou o frete é maior que o valor obtido pela comercialização), pela

dificuldade em encontrar um comprador ou pelo baixo volume de resíduo. Dessa forma, muitos resíduos que possuem potencial reciclável são enviados aos aterros sanitários como rejeitos.

O preço obtido pela comercialização de um mesmo resíduo é distinto entre as cooperativas. A Coop1 é a única cooperativa que possui todos os equipamentos necessários para o desenvolvimento da atividade, como mesas e esteira de triagem, balanças, prensas, empilhadeiras, paleteiras etc. Alguns equipamentos foram obtidos por investimento próprio, mas a maioria foi obtida por editais de fomento a cooperativas de reciclagem junto ao governo federal e empresas privadas (a Coop1 possui um departamento que opera apenas com editais de fomento a cooperativas de reciclagem). Fato importante, pois a Coop1 não é obrigada a comercializar seus produtos com empresas específicas, podendo negociar e comercializar pelo melhor valor. As demais cooperativas possuem alguns equipamentos em comodato (como: paleteiras, balanças, prensas, empilhadeiras etc.) e são obrigadas a comercializar seus produtos com empresas ou atravessadores específicos, tendo que vender seus produtos abaixo do valor de mercado, corroborando Paul et al. (2012), por exemplo: o valor de mercado por tonelada do PET, em maio/2015, era de R\$ 1.350,00, e a Coop2 comercializou por R\$ 880,00.

Outro problema na comercialização é a mistura de materiais na triagem e na prensagem, ocasionando reclamação dos compradores, ao ponto de algumas empresas não comercializarem com algumas cooperativas. Algumas não padronizam o setor de triagem, onde cada catador organiza sua mesa de triar, mas não a mantém sempre da mesma forma. Já na prensagem, acabam sendo misturados resíduos que são visualmente parecidos.

A Coop1 se destaca, também (Tabela 3), pelo fato de possuir, por cooperado, uma das menores quantidade de RSUPR coletados e comercializados, e mesmo assim, possui um dos maiores faturamentos pela comercialização dos materiais e o maior rendimento médio, indicando que ela possui melhor desempenho na comercialização e no controle de despesas, por exemplo: (1) com exceção da Coop1, as cooperativas pagam altos aluguéis para os CT, e em locais distantes, e não conseguem quitar os aluguéis somente com os repasses da prefeitura; (2) algumas cooperativas, como a Coop5, alugam a máquina de prensar por R\$ 1.500,00 por mês, sendo que o valor de um equipamento novo é de aproximadamente R\$ 25.000,00; (3)

com exceção a Coop1, alugam os caminhões para coleta com valores muito distintos, com o valor mensal variando entre R\$ 3.250,00 e R\$ 6.500,00.

De acordo com o exposto, os índices de desempenho retratam a realidade das cooperativas de reciclagem em relação às suas atividades operacionais na cadeia de reciclagem. A Coop1 se destacou em todos os índices de desempenho, servindo como uma opção de *benchmarking* para as outras cooperativas. Práticas organizacionais, forma de coleta e processamento dos resíduos, formas de angariar recursos financeiros, planejamento orçamentário, método de vendas, controle de gastos, dentre outras ações usadas nessa cooperativa, podem ser utilizadas como modelo de referência às outras cooperativas.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho é pioneiro no estudo sobre desempenho de cooperativas de reciclagem na gestão de RSUPR com inclusão socioproductiva de catadores no sistema de coleta seletiva de um município e pode ser utilizado por países em estágio de desenvolvimento. Apresentou-se um método para analisar os índices de desempenho das cooperativas de reciclagem em suas AOCR e como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR. Para tanto, na escolha das variáveis de entrada e de saída, levou-se em consideração aspectos sociais, econômicos e ambientais, que priorizam a inclusão social, a geração/aumento de renda do catador e a formação da sua identidade como cidadão. No entanto, em países que apresentarem situações mais específicas referentes aos RSUPR, este método pode ser expandido para considerar características locais, com inclusão ou exclusão de variáveis. Aspectos de estrutura de governança, construção e consolidação política das cooperativas não são aqui retratados, são apontados como temas para futuros trabalhos.

Para unificar os índices de desempenho das quatro dimensões analisadas, propôs-se um índice integrado de desempenho. Esse índice integrado de desempenho leva em consideração as preferências de um agente decisor, em três cenários extremos. Cada cenário representou as preferências de um especialista da área econômica, social e ambiental, com o intuito de gerar um *ranking* de classificação das cooperativas. O índice integrado de desempenho representa, em cada cenário, uma simulação das preferências de um agente decisor municipal, pois não há consenso nos municípios brasileiros sobre qual secretária municipal supervisiona as cooperativas de reciclagem, por exemplo, em alguns municípios as cooperativas estão sob a supervisão da Secretária Municipal de Meio Ambiente e em outros municípios da Secretária Municipal de Assistência Social. Os resultados indicam que as preferências de um agente decisor interfere no índice integrado de desempenho das cooperativas.

A maioria das pesquisas a respeito do desempenho no gerenciamento de RSU tem se concentrado somente na coleta e na reciclagem (CHEN, 2010) de resíduos específicos, como componentes eletrônicos, enquanto este estudo analisou mais detalhadamente a coleta e a destinação dos RSUPR com inclusão socioproductiva de catadores no sistema formal de coleta. Analisou, ainda, o

desempenho das cooperativas de reciclagem como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR, que, além de gerar oportunidades no mercado de trabalho a indivíduos socialmente excluídos, também oportuniza aos municípios um serviço de qualidade na coleta seletiva e no tratamento dos RSUPR.

Essa avaliação de desempenho é necessária, pois, apesar de muitas cooperativas estarem fundamentadas na economia solidária (GUTBERLET, 2015), elas encontram-se inseridas em uma economia capitalista, de forma que o aumento em seus desempenhos é fundamental para a sua sobrevivência e para a melhoria da qualidade de vida dos seus cooperados. Este estudo não incentiva a concorrência entre as cooperativas, mas evidencia aquelas mais eficientes, a fim de que possam servir de *benchmarking* para as outras e, conseqüentemente, contribuir para o aumento de seus índices de desempenho.

A aderência do método proposto foi demonstrada pela análise dos índices de desempenho em gestão da coleta, produção e comercialização e, também, como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR, em conjunto com os dados obtidos junto às cooperativas e ao órgão público responsável pela gestão da coleta seletiva do município.

É importante reconhecer que a gestão eficiente das cooperativas em suas AOCR é elemento essencial para a eficácia da gestão dos RSU em muitas cidades de países em desenvolvimento (SANDHU; BURTON; DEDEKORKUT-HOWES, 2017; WILSON; VELIS; CHEESEMAN, 2006; MEDINA, 2000; PAUL et al., 2012; ASSIM; BATOOL; CHAUDHRY, 2012). Os resultados também indicam a necessidade de manutenção e o aumento de ações públicas integradas às cooperativas de catadores, visando o maior controle nas operações de coleta, produção e comercialização dos RSUPR, com conseqüente melhora do desempenho das cooperativas em suas AOCR.

Dessa forma, este estudo proporciona uma visão geral do desempenho das cooperativas de reciclagem em suas AOCR e dos aspectos que tornam o desempenho das cooperativas (in)eficientes, possibilitando ao poder público (federal, estadual e municipal) realizar ações direcionadas à gestão de RSUPR com inclusão socioprodutiva de catadores. De igual modo, este estudo poderá contribuir com as cooperativas no sentido de auxiliá-las na melhoria dos processos contidos na cadeia da reciclagem.

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004**: resíduos sólidos-classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014**. 2014. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm. 2014. Acesso em: 15 jan. 2016.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2013**. 2013. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm. 2013. Acesso em 15 jan. 2016.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2012**. 2012. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm. 2012. Acesso em: 15 jan. 2016.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2011**. 2011. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm. 2011. Acesso em: 15 de janeiro de 2016.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2010**. 2010. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm. 2010. Acesso em: 15 jan. 2016.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2009**. 2009. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm. 2009. Acesso em: 15 jan. 2016.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2008**. 2008. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm. 2008. Acesso em: 15 jan. 2016.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2007**. 2007. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/panorama_edicoes.cfm. 2007. Acesso em: 15 jan. 2016.

AFNOR, Associação Francesa de Normalização. **Documentação**. Bibliotecas Boletim França (BBF), 1987, n. 4, 1987. Disponível on-line: <http://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-1987-04-0386-001>. Acesso em: 20 jul. 2017.

AGARWAL, A. et al. Municipal solid waste recycling and associated markets in Delhi, India. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 44, n. 1, p. 73-90, 2005.

AGUIAR, A. **As parcerias em programas de coleta seletiva de resíduos sólidos domésticos**. 1999. 242 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999.

AFSHARI, A.; MOJAHED, M.; YUSSUFF, R. M. Simple Additive Weighting approach to Personnel Selection problem. **International Journal of Innovation, Management and Technology**, v. 1, n. 5, p. 511-515, 2010.

ASSIM, M.; BATOOL, S. A.; CHAUDHRY, M. N. Scavengers and their role in the recycling of waste in Southwestern Lahore. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 58, p. 152-162, 2012.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092. 1984.

BATISTA, M. C. M. **Otimização de acesso em um sistema de integração de dados através do uso de caching e materialização de dados**. 2003. 128f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 2003.

BENITO, B.; SOLANA, J.; MORENO, M-R. Explaining efficiency in municipal services providers. **Journal of Productivity Analysis**, v. 42, p. 225-239, 2014.

BENITO-LÓPEZ, B.; MORENO-ENGUIX, M. R.; SOLANA-IBÁÑEZ, I. Determinants of efficiency in the provision of municipal street-cleaning and refuse collection services. **Waste Management**, v. 31, n. 6, p. 1099-1108, 2011.

BRASIL. Senado Federal. Projeto de Lei do Senado n.º 425/2014. **Prorroga o prazo para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos de que trata o art. 54 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. 2014. Disponível em: <http://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/119536>. Acesso em: 14 mai. 2015.

BRASIL. Lei no 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil.** Poder Executivo, Brasília, DF, 03 de agosto de 2010. 2010a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 14 mai. 2015.

BRASIL. Decreto nº 7,405, de 23 de dezembro de 2010. **Programa Pró-Catador.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 23 de dezembro de 2010. 2010b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7405.htm. Acesso em: 14 mai. 2015.

BRASIL. Secretaria Geral da Presidência da República. **Programa Cataforte: Negócios Sustentáveis em redes Solidárias.** 2009. Disponível em: <http://www.secretariadegoverno.gov.br/iniciativas/pro-catador/cataforte>. Acesso em: 14 mai. 2015.

BRASIL, Presidência da República – Casa Civil. **Lei n.º 11.445**, de 05 de janeiro de 2007. Política Nacional de Saneamento Básico. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 14 mai. 2015.

BRINGHENTI, J. R.; ZANDONADE, E.; GÜNTHER, W. M. R. Selection and validation of indicators for programs selective collection evaluation with social inclusion. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, n. 11, p. 876-884, 2011.

BROCKETT, P. L.; GOLANY, B.; LI, S. Analysis of Intertemporal Efficiency Trends Using Rank Statistics With an Application Evaluating the Macro Economic Performance of OECD Nations. **Journal of Productivity Analysis**, v. 11, p 169-182, 1998.

CAMPOS, H. K. T. Recycling in Brazil: Challenges and prospects. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 85, p. 130-138, 2014.

CARVALHO, J. R. M; et al. Metodologia para Avaliar a Sustentabilidade Ambiental de Municípios Utilizando Análise Multicritério. **REUNIR: Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, v. 1, n. 1, p. 18-34, 2011.

CBO, Classificação Brasileira de Ocupações. Ministério do Trabalho e Emprego. **Trabalhadores da coleta e seleção de material reciclável.** 2016. Disponível em: <http://www.mtebo.gov.br/cbsite/pages/pesquisas/BuscaPorTituloResultado.jsf>. Acesso em: 20 mar. 2016.

CMMAD, Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.

ÇELEN, A. Efficiency and productivity (TFP) of the Turkish electricity distribution companies: An application of two-stage (DEA&Tobit) analysis. **Energy Policy**, v. 63, p. 300-310, 2013.

CEMPRE, Compromisso Empresarial para Reciclagem. Pesquisa CICLOSOFT. **O contexto histórico, a evolução e as perspectivas do mercado de resíduos recicláveis no Brasil**. 2013. Disponível em: <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/artigos>. Acesso em: 20 mar. 2016.

CHANG, D-S.; LIU, W.; YEH, L-T. Incorporating the learning effect into data envelopment analysis to measure MSW recycling performance. **European Journal of Operational Research**, v. 229, p. 496-504, 2013.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; Rhodes, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429-44, 1978.

CHEN, C-C. A performance evaluation of MSW management practice in Taiwan. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 54, n. 12, p. 1353-1361, 2010.

CHEN, H-W. et al. Environmental performance evaluation of large-scale municipal solid waste incinerators using data envelopment analysis. **Waste Management**, v. 30, n. 7, p. 1371-1381, 2010.

CHURCHMAN, C. W.; ACKOFF, R. L. An approximate measure of value. **Operations Research Society of America**, v. 2, n. 2, p. 172-187, 1954.

COELHO, T. M.; CASTRO, R.; GOBBO JR, J. A. PET containers in Brazil: Opportunities and challenges of a logistics model for post-consumer waste recycling. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 55, n. 3, p. 291-299, 2011.

COELLI, T. et al. **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**. Springer, 2ª edição, New York, USA: 2005.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. W.; TONE, K. **Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software**. Springer, 2ª edição, New York, USA: 2007.

DAMGHANI, A. et al. Municipal solid waste management in Tehran: current practices, opportunities and challenges. **Waste Management**, v. 28, n. 5, p. 929-934, 2008.

DEATON, A. **The analysis of household surveys: a microeconomic approach to development policy**. Baltimore, USA: Johns Hopkins, Md. 1997.

DEMAJOROVIC, J. Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos: as novas prioridades. **Revista de Administração de Empresas, São Paulo**, v. 35, n. 3, p. 88-93, 1995.

DEMAJOROVIC, J. RATHSAM, A. A.; BESEN, G. R. Os desafios da gestão compartilhada de resíduos sólidos face à lógica de mercado. In: JACOBI, P.; FERREIRA, L. (Org.). **Diálogos em ambiente e sociedade no Brasil**. São Paulo: ANNPAS, Annablume, 2006.

DUNN, O. J. Multiple comparisons using rank sums. **Technometrics**, v. 6, n. 3, p. 241-52, 1964

ENGKVIST, I-L. et al. Joint investigation of working conditions, environmental and system performance at recycling centers – Development of instruments and their usage. **Applied Ergonomics**, v. 41, n. 3, p. 336-346, 2010.

ESPINOZA, P. T. et al. Organización Panamericana de la Salud. **Regional Assessment Report Services Municipal Waste Management in Latin America and Caribbean**. 2010.

<https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/3286/2010%20Regional%20Evaluation%20on%20Urban%20Solid%20Waste%20Management%20in%20Latin%20America%20and%20the%20Caribbean.pdf?sequence=1>. Acesso em: 14 mai. 2015).

EZEAH, C.; FAZAKERLEY, J. A.; ROBERTS, C. L. Emerging trends in informal sector recycling in developing and transition countries. **Waste Management**, v. 33, n. 11, p. 2509-2519, 2013.

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society, Series A; CXX, Part 3**, p. 253–290, 1957.

- FIDELIS, R.; FERREIRA, M. A.; COLMENERO, J. C. Selecting a location to install a plastic processing center: Network of recycling cooperatives. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 103, p. 1-8, 2015.
- FU, H-Z.; LI, Z-S.; WANG, R-H. Estimating municipal solid waste generation by different activities and various resident groups in five provinces of China. **Waste Management**, v. 41, p. 3-11, 2015.
- GARCÍA-SÁNCHEZ, I. M. The performance of Spanish solid waste collection. **Waste Management & Research**, v. 26, n. 4, p. 327-336, 2008.
- GREENE, W. H. **Econometric analysis**. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2000.
- GREGOURIOU, G. N. Optimization of the largest US mutual funds using data envelopment analysis. **Journal of Asset Management**, v. 6, n. 6, p. 445-455, 2007.
- GUTBERLET, J. Cooperative urban mining in Brazil: Collective practices in selective household waste collection and recycling. **Waste Management**, v. 45, p. 22-31, 2015.
- GUTBERLET, J. Empowering collective recycling initiatives: video documentation and action research with a recycling co-op in Brazil. **Resource, Conservation and Recycling**, v. 52, n. 4, p. 659-670, 2008.
- HANAN, B.; BURNLEY, S.; COOKE, D. A multi-criteria decision analysis assessment of waste paper management options. **Waste Management**, v. 33, n. 3, p. 566-573, 2013.
- HAWDON, D. Efficiency, performance and regulation of the international gas industry-a bootstrap DEA approach. **Energy Policy**, v. 31, n. 11, p. 1167-1178, 2003.
- HAYNES, K. E.; DINC, M. Data Envelopment Analysis (DEA). **Encyclopedia of Social Measurement**, v. 1, p. 609-616, 2005.
- HOFF, A. Second stage DEA: Comparison of approaches for modeling the DEA score. **European Journal of Operational Research**, v. 181, n. 1, p. 425-435, 2007.

HUANG, Y-T.; PAN, T-C.; KAO, J-J. Performance assessment for municipal solid waste collection in Taiwan. **Journal of Environmental Management**, v. 92, n. 4, p. 1277-1283, 2011.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 1998/2000/2008**. 2009. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 20 mar. 2014.

ICHINOSE, D.; YAMAMOTO, M.; YOSHIDA, Y. Productive efficiency of public and private solid waste logistics and its implications for waste management policy. **IATSS Research**, v. 36, n. 2, p. 98-105, 2013.

IMAM, A. et al. Solid waste management in Abuja, Nigeria. **Waste Management**, v. 28, n. 2, p. 468-472, 2008.

IMF, International Monetary Fund. **World economic outlook : a survey by the staff of the International Monetary Fund. Washington, DC : International Monetary Fund, 1980**. October, 2016. Disponível em: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/02/weodata/index.aspx>. Acesso em: 20 mar. 2017.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Situação social das catadoras e catadores de material reciclável e reutilizável**. 2013. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/situacao_social/131219_relatorio_situacaosocial_mat_reciclavel_brasil.pdf. Acesso em: 28 dez. 2015.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnósticos dos resíduos sólidos Urbanos**, 2012. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf. Acesso em: 28 dez. 2015.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos catadores de resíduos sólidos**. 2011. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=15435. Acesso em: 28 dez. 2015.

IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos**. 2010. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/100514_relatsau.pdf. Acesso em: 28 dez. 2015.

JABBOUR, A. B. L. S. et al. Brazil's new national policy on solid waste: challenges and opportunities. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 16, n. 1, p. 7-9, 2014.

JABBOUR, C. J. C.; JABBOUR, A. B. L. S. Latin America: research opportunities on management for sustainable development. **Latin American Journal of Management for Sustainable Development**, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2014.

JAYAMAHA, A.; MULA, J. M. Models: identifying the efficacy of techniques for financial institutions in developing countries. **Journal of Emerging Trends in Economics and Management Sciences**, v. 2, n. 5, p. 454-460, 2011.

DE JAEGER, S. et al. Wasteful waste-reducing policies? The impact of waste reduction policy instruments on collection and processing costs of municipal solid waste. **Waste Management**, v. 31, n. 7, p. 1429-1440, 2011.

JIA, Y. P.; LIU, R. Z. Study of the Energy and Environmental Efficiency of the Chinese economy based on a DEA Model. **Procedia Environmental Sciences**, v. 13, p. 2256-2263, 2012.

KING, M.F.; GUTBERLET, J. Contribution of cooperative sector recycling to greenhouse gas emissions reduction: A case study of Ribeirão Pires, Brazil. **Waste Management**, v. 33, n. 12, 2771-2780. 2013.

KLOPP, G. **The Analysis of the efficiency of production system with multiple inputs and outputs**. University of Illinois at Chicago/Industrial and Systems Engineering College, 1985.

KONTOS, D.; KOMILIS, D. P.; HALVADAKIS, C. P. Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology. **Waste Management**, v. 25, n. 8, 818-832, 2005.

KOOPMANS, TJALLING CHARLES. **Activity analysis of production and allocation: proceedings of a conference**. John Wiley and Sons, New York. 1951.

LEITE, P. R. Canais de Distribuição Reversos. **Revista Tecnológica**, São Paulo, março, 1998.

LIBERATORE, M. J.; NYDICK, R. L. Group decision making in higher education using the analytic hierarchy process. **Research in Higher Education**, v. 38, n. 5, p. 593-614, 1997.

LISEO, B.; LOPERFIDO, N. Default Bayesian analysis of the skew-normal distribution. **Journal of Statistical Planning and Inference**, v. 136, n. 2, p. 373-389, 2006.

LOZANO, S.; VILLA, G.; ADENSO-DÍAS, B. Centralised target setting for regional recycling operations using DEA. **Omega**, v. 32, n. 2, p. 101-110, 2004.

MAGERA, M. **Os empresários do lixo: um paradoxo da modernidade**. Campinas, SP: Ed. Átomo, 2003.

MARIANO, E. B.; ALMEIDA, M. R.; REBELATTO, D. A. N. Peculiaridades da análise por envoltória de dados. In. **XII SIMPEP**, Bauru, 2006.

MARQUES, R. C.; CRUZ, N.F.; CARVALHO, P. Assessing and exploring (in)efficiency in Portuguese recycling systems using non-parametric methods. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 67, p. 34-43, 2012.

MARQUES, R. C.; SIMÕES, P. Incentive regulation and performance measurement of the Portuguese solid waste management services. **Waste Management & Research**, v. 27, n. 2, p. 188-196, 2009.

MATTER, A.; DIETSCHI, M.; ZURBRÜGG, C. Improving the informal recycling sector through segregation of waste in the household: The case of Dhaka Bangladesh. **Habitat International**, v. 38, p. 150-156, 2013.

MEDINA, M. Scavenger cooperatives in Asia and Latin America. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 31, n. 1, p. 51-69, 2000.

MELLO, J. C. C. B. S.; et al. Curso de análise de envoltória de dados. In. **XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Gramado, 2005.

MITCHELL, C. L. Altered landscapes, altered livelihoods: The shifting experience of informal waste collecting during Hanoi's urban transition. **Geoforum**, v. 39, n. 6, p.2019-2029, 2008.

MNCR - Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis. **Ciclo da cadeia produtiva de reciclagem**. 2008. Disponível em: <http://www.mncr.org.br/biblioteca/formacao-e-conjuntura/ciclo-da-cadeia-produtiva-de-reciclagem>. Acesso em: 15 ago. 2017.

MNCR - Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis. **Estatuto da Cooperativa dos Catadores de Materiais Recicláveis: Modelo**. 2014. Disponível em: http://www.mncr.org.br/box_2/instrumentos-juridicos/modelos-de-estatutos/modelo-de-estatuto-de-cooperativa-de-atadores/at_download/file. Acesso em: 14 mai. 2015.

MOREIRA, A. R. B., FONSECA, T. C. R. **Comparando Medidas de Produtividade: DEA, Fronteira de produção Estocástica**. Instituto de pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Texto para discussão nº 1069. 2005.

NAHRA, T.; MENDEZ, V.; ALEXANDER, J. A. Employing super-efficiency analysis as an alternative to DEA: An application in outpatient substance abuse treatment. **European Journal of Operational Research**, v. 196, n. 3, p. 1097-1106, 2009.

NZILA, C. et al. Multi criteria sustainability assessment of biogas production in Kenya. **Applied Energy**, v. 93, p. 496-506, 2012.

OGUNTOYINBO, O. O. Informal waste management system in Nigeria and barriers to an inclusive modern waste management system: A review. **Public Health**, v. 126, n. 5, p. 441-447, 2012.

OLIVEIRA, R. M. M. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos: o programa de coleta seletiva da região metropolitana de Belém-PA**. 2012. 113f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano) - Universidade da Amazônia, Belém, 2012.

OTENG-ABABIO, M.; ARGUELLO, J. E. M.; GABBAY, O. Solid waste management in African cities: Sorting the facts from the fads in Accra, Ghana. **Habitat International**, v. 39, p. 96-104, 2013.

PAUL, J. G. et al. Integration of the informal sector into municipal solid waste management in the Philippines – What does it need? **Waste Management**, v. 32, n. 11, p. 2018-2028, 2012.

PEÑA, C. R. Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método análise envoltória de dados (DEA). **Revista de Administração Contemporânea**, v. 12, n. 1, p. 83-106, 2008.

POKHAREL, S.; MUTHA, A. Perspectives in reverse logistics: a review. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 53, n. 4, p. 175-182, 2009.

RAVI, V.; SHANKAR R. Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 72, n. 8, p. 1011–1029. 2005

RIBEIRO, L. M. et al. **Coleta seletiva com inclusão social: cooperativismo e sustentabilidade**. São Paulo: Annablume, 2009.

ROGGE. N.; DE JAEGER, S. Measuring and explaining the cost efficiency of municipal solid waste collection and processing services. **Omega**, v. 41, n. 4, p. 653-664, 2013.

ROGGE, N.; DE JAEGER, S. Evaluating the efficiency of municipalities in collecting and processing municipal solid waste: A shared input DEA-model. **Waste Management**, v. 32, n. 10, p. 1968-1978, 2012.

ROVIRIEGO, L. F. V. **Proposta de uma Metodologia para a avaliação de Sistemas de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Domiciliares**. 2005. 192f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos-SP, 2005.

ROY, B.; BOUYSSOU, D., **Méthodologie multicritère d'aide à la décision**, Economica, Paris, 1985.

ROY, B.; VANDERPOOTEN, D. The European School of MCDA: Emergence, Basic Features and Current Works. **Journal of Multicriteria Decision Analysis**, v. 5, n. 1, p. 22-38, 1996.

RUGGIERO, J. Measuring technical efficiency. **European Journal of Operational Research**, v. 121, n. 1, p. 138-150, 2000.

SAATY, T. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v. 15, n. 3, 234–281, 1977.

SAATY, T. **The Analytic Hierarchy Process**. New York: McGraw-Hill, 1980.

SANTOS, M. C. L. et al. Frames de ação coletiva: uma análise da organização do MNCR. *In*: SCHERER-WARREN, Ilse; LUCHMANN, Lígia H. H. **Movimentos sociais e participação**. Florianópolis: Editora UFSC, 2011.

SANDHU, K.; BURTON, P.; DEDEKORKUT-HOWES, A. Between hype and veracity; privatization of municipal solid waste management and its impacts on the informal waste sector. **Waste Management**, v. 59, p. 545-556, 2017.

SASAKI, S.; ARAKI, T. Estimating the possible range of recycling rates achieved by dump waste pickers: The case of Bantar Gebang in Indonesia. **Waste Management & Research**, v. 32, n. 6, p. 51-57, 2014.

SCHEINBERG, A. et al. Economic Aspects of the Informal Sector in Solid Waste Management. Eschborn: GTZ (German Technical Cooperation). Main Report, october 2010b.

SCHONBERGER, R. J.; KNOD, E. M. J. **Operations Management: serving the customer**. 4ª edição. Texas: Business Publications Inc, 1988.

SENTHIL, S.; SRIRANGACHARYULU, B.; RAMESH, A. A robust hybrid multi-criterial decision making methodology for contractor evaluation and selection in third-party reverse logistics. **Expert Systems with Applications**, v.41, p. 50-58, 2014.

SILVA, E. L. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4ª edição, Florianópolis: UFSC, 2005.

SIMÕES, P.; CARVALHO, P.; MARQUES, R. C. Performance assessment of refuse collection services using robust efficiency Measures. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 67, p.56-66, 2012.

SIMÕES, O.; CRUZ, N. F.; MARQUES, R. C. The performance of private partners in the waste sector. **Journal of Cleaner Production**. v.29-30, p. 214-221, 2012.

SIMONEIT, B. R. T.; MEDEIROS, P. M.; DIDYK, B. M. Combustion products of plastics as indicators for refuse burning in the atmosphere. **Environmental Science & Technology**, v. 39, n. 18, p. 6961–6970, 2005.

SOUZA, M. T. S.; PAULA, M. B.; SOUZA-PINTO, H. O papel das cooperativas de reciclagem nos canais reversos pós-consumo. **REA: Revista de Administração de Empresas**, v. 52, n. 2, p. 246-262, 2012.

SPIES S.; SCHEINBERG A. **Key insights on recycling in low-and middle-income countries, from the GTZ/CWG (2007) informal-sector study - UN Habitat. Solid Waste Management in the World's Cities**. London: UN Hum. Settl. Programme. 2010.

TIRADO-SOTO, M. M.; ZAMBERLAN, F. L. Networks of recyclable materialwaste-picker's cooperatives: an alternative for the solid waste management in the city of Rio de Janeiro. **Waste Management**, v. 33, n. 4, 1004–1012. 2013.

TOBIN, J. Estimation of relationship for limited dependent variables. **Econometrica** v. 26, n. 1, p. 24–36, 1958.

TONE, K. A slack-based measure of efficiency in data envelopment analysis. **European Journal of Operation Reseach**, v. 130, n. 3, p. 498-509, 2001.

TURNER, H.; WINDLE, R.; DRESNER, M. North American containerport productivity: 1984–1997. **Transportation Research Part E**, v. 40, n. 4, p. 339-356, 2004.

TZENG, G.H.; HUANG, J.J. **Multiple attribute decision making: methods and applications**. New York: CRC Press. Taylor & Francis Group, 2011.

US EPA. **Resource conservation challenge - A year of progress**. EPA. EPA530-R-04-001, February 2004. Disponível em: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P100048Q.PDF?Dockey=P100048Q.PDF>. Acesso em: 15 jan. 2017.

VARIAN, H. R. **Microeconomic Analysis**. 3rd ed. New York and London: W. W. Norton, 1992.

VELIS, C. A. et al. An analytical framework and tool (*'InteRa'*) for integrating the informal recycling sector in waste and resource management systems in developing countries. **Waste Management & Research**, v. 30, n. 9, p. 43-66, 2012.

WAITE, R. **Household waste recycling**. London: Earthscan Publications, 1995.

WILSON, D. C. et al. Building recycling rates through the informal sector. **Waste Management**, v. 29, n. 2, p. 629-635, 2009.

WILSON, D. C.; VELIS, C.; CHEESEMAN, C. Role of informal sector recycling in waste management in developing countries. **Habitat International**, v. 30, n. 4, p. 797-808, 2006.

WEHENPOHL, G. et al. Economical impact of the informal sector in solid waste management in developing countries. **In: 11th International Waste Management and Landfill Symposium**, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, 1-5 October, 2007. Padua: CISA, Environmental Sanitary Engineering Centre, 2007.

WORTHINGTON, A.; DOLLERY, B. E. Measuring Efficiency in Local Government: An Analysis of New South Wales Municipalities' Domestic Waste Management Function. **Policy Studies Journal**, v. 29, n. 2, p. 232-249, 2001.

ISWA, International Solid Waste Association, 2012. **Globalization and Waste Management**. Disponível em:

https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjPivubr4vVAhXGI5AKHaWeCasQFggsMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.iswa.org%2Findex.php%3FeID%3Dtx_iswaknowledgebase_download%26documentUid%3D2550&usg=AFQjCNH1U6SW-aufnGTt9Rs_l4yQWPXgUw

Acesso em: 15 Jan. 2017.

YANG G. Urban waste recycling in Taiwan. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 13, n. 1, p.15–26, 1995.

YOON, K. P.; HWANG, C. **Multiple attribute decision making: an introduction**. 1 edição, Thousand Oaks: Sage Publications. 1995.

ZANIN, M.; MANCINI, S. D. **Resíduos Plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia**. São Carlos: Edusfcar, 2004.

ZENG, X. et al. Solving e-waste problem using an integrated mobile recycling plant. **Journal of Cleaner Production**, v. 90, p. 55-59, 2015.

ZIOU, A. et al. Multi-criteria decision support for sustainability assessment of manufacturing system reuse. **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**, v. 6, n. 1, p. 59-69, 2013.

ZIKMUND, W. G.; STANTON, W. T. Recycling solid wastes: a channels of distributions Problem. **Journal of Marketing**, v. 3, n.35, p. 34-39, 1971.

APÊNDICE A - Questionário semiestruturado para entrevista *in loco* as cooperativas

Termo de esclarecimento

A Cooperativa está sendo convidada a participar do estudo sobre a gestão de resíduos urbanos com potencial reciclável realizado pelas Cooperativas de Reciclagem. Com isso a cooperativa poderá contribuir para avanços significativos na gestão dos resíduos sólidos e melhoria das cooperativas para aumento na geração de renda e qualidade de vida dos cooperados.

Queremos informar que o caráter ético desta pesquisa assegura a preservação da identidade das pessoas participantes e da cooperativa.

Uma das metas para a realização deste estudo é o comprometimento do pesquisador (a) em possibilitar, aos participantes, um retorno dos resultados da pesquisa. Solicitamos ainda a permissão para a divulgação desses resultados e suas respectivas conclusões, em forma de pesquisa, preservando sigilo e ética, conforme termo de consentimento livre que será assinado pelo participante.

Agradecemos vossa compreensão e colaboração no processo de desenvolvimento deste estudo.

Atenciosamente,

.....
Prof. Ms. Reginaldo Fidelis
Docente da UTFPR, Câmpus Londrina

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu _____ portador do RG. Nº _____, função na cooperativa: _____ aceito participar da pesquisa intitulada “desempenho das cooperativas na gestão dos resíduos sólidos urbanos com potencial reciclável” desenvolvido pelo acadêmico/ pesquisador Reginaldo Fidelis e permito que obtenha informações via questionário, fotografia e filmagem da cooperativa. Tenho conhecimento sobre a pesquisa e seus procedimentos metodológicos.

Autorizo que o material e informações obtidas possam ser publicados em aulas, seminários, congressos, tese, palestras ou periódicos científicos. Porém, não deve ser identificado por nome do respondente ou da cooperativa (sem prévia autorização) em qualquer uma das vias de publicação ou uso.

O questionário, fotografias e filmagens ficarão sob a propriedade do pesquisador pertinente ao estudo e, sob a guarda dos mesmos.

Londrina,de de 2016

Nome completo do pesquisado

Cooperativa

COLETA

C1 – Tipos de veículos utilizados na coleta (transbordo):

(quantidade de caminhões, se são próprios ou alugador, valor do caminhão ou do aluguel, capacidade em kg ou em sacos)

C2 – Como é realizada a coleta? (Periodicidade)

C3 – Como a cooperativa procede quando algum motorista, coletor ou ajudante falta?

C4 – Como a cooperativa procede quando há reclamações sobre a coleta?

C5 – A cooperativa realiza coleta de grandes geradores? (Citar alguns)

C6 – Há controle de custos de manutenção dos caminhões? Há controle da quilometragem rodada pelos caminhões?

C7 – Quais são as principais dificuldades da cooperativa na realização da coleta?

C8 – Quais são as principais qualidades da cooperativa na coleta?

C9 – Outras considerações sobre a coleta

PRODUÇÃO

P1 – Qual a quantidade de barracões/entrepostos (centros de triagem-CT)?

(quantidade de CTs próprio, alugado (valor do aluguel?) ou comodato(em troca do que?); localização dos CTs; área total e útil dos CTs; a forma de trabalho (gerenciamento) de cada CT)

P2 - Quantidade de prensas e balanças?

As prensas e balanças são próprias, alugadas (valor do aluguel) ou comodato (em troca do que?); Capacidade das prensas e balanças; custo de manutenção (responsabilidade da cooperativa ou quem cedeu a prensa?).

P3 – Quantidade de esteiras? Quantas pessoas trabalham na esteira? A esteira é própria, alugada (valor do aluguel?) ou comodato (em troca do que?)?

P4 – Houve dificuldades para implantar o trabalho com esteira (como foi a aceitabilidade da esteira entre os catadores)?

P5 – A esteira realmente aumenta a capacidade de material triados pela cooperativa (aumenta a produtividade)?

P6 – A cooperativa possui empilhadeira ou paleteira? A esteira ou paleteira é própria, alugada (valor do aluguel?) ou comodato (em troca do que?)?

P7 – Como é organizado a posição de cada tipo de material que é triado nas mesas de triagem? Há padronização? Quem organiza? Porque?

P8 – Há problemas referentes às mesas de triagem (reclamações dos catadores que trabalham nas mesas de triagem)?

P9 – Há problemas de mistura de materiais pós triagem?

P10 – Como é à adaptação dos cooperados ao trabalho nas mesas e esteiras de triagem?

P11 – Como foi à adaptação dos cooperados ao uso de IPIs?

P12 – Quais os principais motivos de falta ao trabalho (como: saúde, faltas sem justificativas, etc.)?

P13 – Há pessoas com limitação física? Quantidade.

P14 – Há pessoas com limitação intelectual? Quantidade.

P15 – Qual a capacidade de triagem diária da cooperativa?

P16 – Quais são as principais dificuldades da cooperativa na produção? (mistura de materiais, faltas ao trabalho, problemas de saúde etc.)

P17 – Quais as principais qualidades da cooperativa na produção?

P18 – Representação do fluxo de material

COMERCIALIZAÇÃO

C1 – Quem são os principais clientes da cooperativa (intermediários, indústrias, etc.)? qual a proporção de vendas?

C2 – Qual o prazo médio de recebimento pela venda dos materiais?

C3 - Onde estão localizados (cidades) os compradores dos materiais?

C4 – Quem é responsável pelo transporte do material vendido?
(frete → intermediários, indústrias, etc.)

C5 – Como funciona a venda dos materiais (como é feita a negociação)?

C6 – Quem é o responsável pela comercialização?
(recebeu treinamento; a quanto tempo faz isso; o que leva em consideração ao trabalhar com um determinado comprador)

C7 – Há comunicação com outras cooperativas em relação a comercialização?
(se há cooperação entre as cooperativas; se elas trocam informações)

C8 – Quais são as principais dificuldades da cooperativa na comercialização?

C9 – Quais as principais qualidades da cooperativa na comercialização?

C10 – Outras informações relevantes

GERAL

G1.1 – Os centros de triagem trabalham de forma independente (comercializam separado; distribuição dos valores aos cooperados; governança etc.)

G1 - Como é realizada a distribuição dos valores aos cooperados?

(ex.: paga-se as despesas e o restante é destinado para pagamento de cooperados ou há um caixa para investimento)

G2 – A cooperativa possui fundo de reserva ?

G3 – Quais os principais motivos pelas faltas no trabalho?

G4 – Quais os problemas de saúde mais frequentes?

G5 – Há quantos membros na diretoria? Eles são atuantes? Receberam treinamento para as funções?

G6 – Quando a cooperativa foi fundada?

G7 – A cooperativa possui parcerias? (empresas, condomínios, prefeitura, estado etc.)

G8 – Quais projetos a cooperativa foi contemplada (projetos de fomento às cooperativas)?

G9 – Quais requisitos de regularização que a cooperativa possui?

() Estatuto Social

() Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica- CNPJ

() Registro na OCE (Organização das Cooperativas do Estado)

() Atas de Assembleias gerais

() Diretoria funcionando,

() Recolhimento de impostos,

() Recolhimento de Fundos obrigatórios (FAT – 5% e Fundo de Reserva - 10%),

() Livros em dia,

() Emissão de notas fiscais,

- () Balanço anual
- () Filiada ao Movimento Nacional
- () Licença ambiental
- () Licença sanitária
- () Licença do Corpo de Bombeiro (Alvará de Prevenção Contra Incêndios)
- () Alvará de funcionamento

G10 – A cooperativa oferece cursos de capacitação? Quais?

G11 – O que a cooperativa faz para agregar valor aos produtos comercializados?

G12 – Quais são os serviços adicionais que a cooperativa oferece aos cooperados (vale transporte, alimentação, férias, 13º salário etc.)?

G13 – A cooperativa tem um programa de limpeza, controle de animais e insetos (ratos, baratas, moscas etc.)?

G14 – A infraestrutura da cooperativa é adequada para exercer a atividade (ventilação, odor, barulho, iluminação etc.)

G15 – Quais são os maiores custos das cooperativas (em ordem decrescente)?

G16 – Quais são as principais dificuldades da cooperativa?

G16 – Quais as principais qualidades da cooperativa?

APÊNDICE B - Planilha para preenchimento pelas Cooperativas com informações mensais sobre a Coleta, Produção, Comercialização e informações gerais

Planilha para preenchimento pelas Cooperativas com informações mensais sobre a Coleta, Produção, Comercialização e informações gerais

Coleta (transbordo)	Maio/15	Junho/15	Julho/15	Agosto/15	Setembro/15	Outubro/15
1 – Tipos de veículos utilizados na coleta (transbordo): () Caminhões, quantidade: () Kombi, quantidade: () outro_____, quantidade () outro_____, quantidade	_____	_____	_____	_____	_____	_____
2 – Número de residências atendidas:						
3 – Número de pessoas que trabalham na coleta (coletores + motorista + ajudantes):						
4 – Quantidade de material coletado:						
5 – Distância média mensal percorrida pelo caminhão:						
6 – Custo do transporte (combustível+manutenção do caminhão (oficinas, trocas de óleo, pneus, seguros, etc.)):						
7 – Quantas vezes por semana é realizada a coleta:						

CONTINUAÇÃO: Coleta (transbordo)	Novembro/15	Dezembro/15	Janeiro/2016	Fevereiro/2016	Março/2016	Abril/2016
1 – Tipos de veículos utilizados na coleta (transbordo): () Caminhões, quantidade: () Kombi, quantidade: () outro_____, quantidade () outro_____, quantidade	_____	_____	_____	_____	_____	_____
2 – Número de residências atendidas:						
3 – Número de pessoas que trabalham na coleta (coletores + motorista + ajudantes):						
4 – Quantidade de material coletado:						
5 – Distância média mensal percorrida pelo caminhão:						
6 – Custo do transporte (combustível+manutenção do caminhão (oficinas, trocas de óleo, pneus, seguros, etc.)):						
7 – Quantas vezes por semana é realizada a coleta:						

PRODUÇÃO (triagem+prensa+alimentação de material+etc.)	Maio/15	Junho/15	Julho/15	Agosto/15	Setembro/15	Outubro/15
8 - Quantidade de cooperados que trabalham na produção (triagem+prensa+alimentação de material+ etc.):						
9 – Custos operacionais (água+luz+gastos com EPIs)						
10 – Valor investido com prensas+mesas ou esteiras de triagem+instalações elétricas+ etc.						
11 – Quantidade de material destinado para comercialização:						

CONTINUAÇÃO: Produção (triagem+prensa+alimentação de material+etc.)	Novembro/15	Dezembro/15	Janeiro/2016	Fevereiro/2016	Março/2016	Abril/2016
8 - Quantidade de cooperados que trabalham na produção (triagem+prensa+alimentação de material+ etc.):						
9 – Custos operacionais (água+luz+gastos com EPIs)						
10 – Valor investido com prensas+mesas ou esteiras de triagem+instalações elétricas+ etc.						
11 – Quantidade de material destinado para comercialização:						

COMERCIALIZAÇÃO	Maio/15	Junho/15	Julho/15	Agosto/15	Setembro/15	Outubro/15
12 – Quais os 5 principais produtos comercializados: 1º _____, valor recebido por quilo 2º _____, valor recebido por quilo 3º _____, valor recebido por quilo 4º _____, valor recebido por quilo 5º _____, valor recebido por quilo						
13 - Faturamento total recebido pela venda dos materiais (R\$).						
14 - Quantidade de material comercializado (kg)						

CONTINUAÇÃO: Comercialização	Novembro/15	Dezembro/15	Janeiro/2016	Fevereiro/2016	Março/2016	Abril/2016
12 – Quais os 5 principais produtos comercializados: 1º _____, valor recebido por quilo 2º _____, valor recebido por quilo 3º _____, valor recebido por quilo 4º _____, valor recebido por quilo 5º _____, valor recebido por quilo						
13 - Faturamento total recebido pela venda dos materiais (R\$).						
14 - Quantidade de material comercializado (kg)						

INFORMAÇÕES GERAIS	Maio/15	Junho/15	Julho/15	Agosto/15	Setembro/15	Outubro/15
15 - Tempo de existência da cooperativa						
16 - Número total de cooperados						
17 - Renda média dos catadores						
18 - Investimento total realizado pela cooperativa (prensas+esteiras ou mesas de triagem+caminhões +etc.)						

CONTINUAÇÃO: Informações gerais	Novembro/15	Dezembro/15	Janeiro/2016	Fevereiro/2016	Março/2016	Abril/2016
15 - Tempo de existência da cooperativa						
16 - Número total de cooperados						
17 - Renda média dos catadores						
18 - Investimento total realizado pela cooperativa (prensas+esteiras ou mesas de triagem+caminhões +etc.)						

APÊNDICE C – Preferencias dos especialistas

O presente questionário tem como objetivo construir os pesos de cada critério para a utilização posterior do método SAW. Os critérios são as dimensões utilizadas para a análise do desempenho das cooperativas de reciclagem em cada uma de suas atividades operacionais na cadeia da reciclagem e como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de resíduos sólidos urbanos com potencial reciclável (RSUPR), ou seja, as dimensões são: gestão da coleta, gestão da produção, gestão da comercialização e as cooperativas como um modelo de política pública de gestão dos RSUPR.

Para responder ao questionário, deverá ser marcado em cada linha o grau de importância de um item em relação ao outro. Para isso, deverá ser utilizada a pontuação de acordo com a escala a seguir.

1	Igual importância	Os dois elementos possuem igual importância para a decisão.
3	Importância moderada	Um elemento possui importância moderada em relação ao outro.
5	Importância forte	Um elemento possui grande importância em relação ao outro.
7	Importância muito forte	Um elemento possui importância muito forte em relação ao outro
9	Importância Absoluta	Um elemento é absolutamente mais importante que o outro.
2,4,6,8	Valores intermediários	Valores intermediários

Fonte: Adaptado Saaty (2001)

Critérios	Descrição do critério
Gestão da coleta	Corresponde ao serviço prestado pelas cooperativas para o município na coleta dos RSUPR.
Gestão da Produção	Corresponde ao processamento dos materiais realizados pelas cooperativas nas etapas de armazenamento, classificação/triagem dos resíduos por tipo de material e prensagem dos materiais (fluxo interno);
Gestão da Comercialização	Corresponde as práticas de comercialização dos materiais processados pelas cooperativas.
As cooperativas como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR	Corresponde a inclusão socioproductiva do catador na gestão dos RSUPR, geração de renda e na redução de resíduos sólidos urbanos com potencial reciclável

Fonte: Autoria própria

Em relação aos critérios apresentados acima, compare as seguintes alternativas:

Gestão da coleta	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gestão da produção

Gestão da coleta	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gestão da comercialização

Gestão da coleta	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR

Gestão da produção	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gestão da comercialização

Gestão da produção	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR

Gestão da comercialização	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Como um instrumento de inclusão social, geração de renda e redução de RSUPR

Explique os motivos que o(a) levou a atribuir essas preferências
