



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

Thaianna Elpídio Cardoso

**MODELAGEM DE SISTEMA DINÂMICO PARA APOIO À DECISÃO NO
PLANEJAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS RECICLÁVEIS**

Florianópolis

2019

Thaianna Elpídio Cardoso

**MODELAGEM DE SISTEMA DINÂMICO PARA APOIO À DECISÃO NO
PLANEJAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS RECICLÁVEIS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Armando Borges de Castilhos Junior

Coorientadora: Me. Sara Meireles

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Cardoso, Thaianna Elpídio

MODELAGEM DE SISTEMA DINÂMICO PARA APOIO À DECISÃO NO PLANEJAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS RECICLÁVEIS / Thaianna Elpídio Cardoso ; orientador, Armando Borges de Castilhos Junior, coorientadora, Sara Meireles, 2019. 207 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Engenharia Ambiental. 2. Resíduos Sólidos Recicláveis. 3. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. 4. Modelagem de Sistemas Dinâmicos. 5. Rotas Tecnológicas. I. Borges de Castilhos Junior, Armando. II. Meireles, Sara. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental. IV. Título.

THAIANNA ELPÍDIO CARDOSO

**MODELAGEM DE SISTEMA DINÂMICO PARA APOIO À DECISÃO NO
PLANEJAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS RECICLÁVEIS**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Msc. Mario Ricardo Guadagnin
Universidade do Extremo Sul Catarinense

Prof.^a Dr.^a Mônica Maria Mendes Luna
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Rodrigo de Almeida Mohedano
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Prof.^a. Dra. Maria Eliza Nagel Hassemer
Coordenadora do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental

Prof. Dr. Armando Borges de Castilhos Junior
Orientador

Florianópolis, 22 de março de 2019.

Este trabalho é dedicado às companheiras catadoras e aos
companheiros catadores de materiais recicláveis.

AGRADECIMENTOS

Teço meus agradecimentos recordando com atenção o caminho pessoal percorrido até o presente que contextualiza a construção científica em prol do saneamento.

Por isso, meu reconhecimento aos meus familiares que me deram o suporte amoroso e o incentivo para crescer através do caminho da educação. Em especial as mulheres da minha vida, mãe Tânia e irmã Roberta, a primeira viveu em um mundo em que mulheres não podiam sonhar seus destinos e esteve ao meu lado para que eu pudesse escolher o meu, a segunda é meu exemplo ético e de obstinação. Gratidão ao meu companheiro Vinicius a quem cultivo grande admiração intelectual e pude recorrer incontáveis vezes a sua parceria e acolhida.

Agradeço, também, todos que até aqui me concederam oportunidades de crescimento. Estes são muitos, então de maneira simbólica minha referência ao Dr. Márcio C. Cardoso e aos prof. Daniel J. da Silva e Paulo Belli Filho que se dedicaram a minha formação de engenheira para esta nação. O encontro com estes grandes homens foi um ponto de bifurcação em minha vida, o início da jornada do saneamento como bem comum.

Aos cidadãos desse país que sustentam o ensino, pesquisa e extensão desenvolvidos nas Universidades Públicas, sobretudo através do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, estas páginas são umas das devolutivas ao investimento empregado, que é tão somente uma pequena contribuição de uma construção de décadas.

Ao Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental da UFSC, ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, ao Laboratório de Pesquisa em Resíduos Sólidos, e ao Grupo de Pesquisa Transdisciplinar de Governança de Bens Comuns, na pessoa do Prof. Armando B. de Castilhos Junior, o meu grande carinho por constituírem juntos o nosso lar científico repleto de crescimento e encontros com pesquisadores tão promissores.

Por fim, agradeço todos àqueles que dentro ou fora da academia construíram incansavelmente as bases para que a reciclagem seja um caminho civilizatório possível. Estes avanços não são permanentes, devemos nos manter vigilantes em um compromisso de gerações. Este é o meu compromisso!

“Um outro mundo é possível.

Mas ele está dentro deste.”

Paul Éluard

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo principal modelar sistema dinâmico para apoio à decisão no planejamento de resíduos sólidos urbanos recicláveis secos. Para o alcance do objetivo geral se estabeleceu três objetivos específicos, dos quais: 1) Construir a arquitetura do modelo de sistema dinâmico baseada na rota tecnológica de resíduos sólidos recicláveis secos de SC e nos fluxos de massa destes materiais, de origem pré-consumo e pós-consumo; 2) Modelar sistema dinâmico para resíduos sólidos recicláveis secos de SC; 3) Avaliar a simulação do sistema dinâmico pelo uso do modelo para diferentes cenários de planejamento. Os principais resultados alcançados foram: o diagrama da rota tecnológica de resíduos sólidos recicláveis secos de Santa Catarina, um diagnóstico sobre os resíduos recicláveis secos pós-consumo e pré-consumo de SC, construção do modelo de sistema dinâmico com suas equações e parâmetros adotados, cenários de simulação, a simulação para os diversos cenários em um horizonte de planejamento de 2019 a 2038 com resultados em massas de resíduos recuperadas e encaminhadas para aterro sanitário e uma avaliação das incertezas do modelo. Transversalmente aos resultados, compreendeu-se o processo de construção do modelo como emergência capaz de apoiar à decisão no planejamento dos resíduos sólidos urbanos recicláveis secos e a efetivação dos diversos planos e metas municipais, estaduais e nacionais pelo o que preconiza a Política Nacional de Resíduos Sólidos, na busca pela valorização dos resíduos sólidos recicláveis secos no Brasil com a inclusão socioprodutiva de catadores de materiais recicláveis.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos Recicláveis. Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Rotas Tecnológicas. Cenários. Modelagem de Sistemas Dinâmicos

ABSTRACT

The main objective of this research is to model a dynamic system for decision support in the planning of dry recyclable municipal solid waste. In order to reach the general objective, three specific objectives were established: 1) To build the dynamic system model architecture based on the technological roadmap of dry recyclable solid waste from Santa Catarina state and the mass flows of these materials, from pre-consumer and post-consumption origins; 2) Model dynamic system for dry recyclable solid waste of Santa Catarina state; 3) Evaluate dynamic system simulation by using the model for different planning scenarios. The main results were: the diagram of the technological roadmap of dry recyclable solid waste from Santa Catarina, a diagnosis of post-consumer and pre-consumption dry recyclable waste from Santa Catarina, construction of the dynamic system model with its equations and parameters, simulation scenarios, the simulation for the various scenarios on a planning horizon from 2019 to 2038 with results in masses of waste recovered and sent to landfill and an evaluation of model uncertainties. Crosswise to the results, the process of building the model was understood as an emergency capable of supporting the decision in the planning of dry recyclable solid urban waste and the implementation of various municipal, state and national plans and by what the National Solid Waste Policy advocates, in the search for recovery of dry recyclable solid waste in Brazil with the socio-productive inclusion of waste pickers.

Keywords: Recyclable Solid Waste. Management of Solid Waste. Technological Routes. Scenarios. Modeling of Dynamic Systems

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama da Economia Circular (Diagrama Borboleta).....	34
Figura 2 - Evolução do índice de ocorrência do serviço de coleta seletiva de RDO dos municípios participantes de 2015 a 2017, segundo situação quanto à existência.....	35
Figura 3 - Evolução da massa per capita de resíduos sólidos coletada pelo serviço de coleta seletiva de RDO nos municípios participantes de 2015 a 2017, segundo região geográfica.....	36
Figura 4 - Catadores na recuperação dos materiais recicláveis pós-consumo.....	37
Figura 5 - Rotas tecnológicas para tratamento dos RSU.	43
Figura 6 – Rota tecnológica para resíduos sólidos proposta para cidades com porte menor do que 30.000 habitantes.	44
Figura 7 – Cadeia de papel e celulose.....	45
Figura 8 - Cadeia petroquímica (plásticos).....	46
Figura 9 – Cadeia metalmeccânica.	48
Figura 10 - Cadeia de minerais não metálicos (vidro).....	49
Figura 11 – Indicadores de Resíduos Sólidos para metas do PLANSAB.	53
Figura 12 – Metas Manejo de resíduos sólidos no país e macrorregiões 2010-2033 do PLANSAB.	54
Figura 13 - Visão geral para resolução de problemas complexos.	64
Figura 14- Modelo de simulação desenvolvido por Simonetto e Löbler.....	67
Figura 15 – Diagrama das Etapas de Pesquisa	70
Figura 16 – Esquema explicativo do código dos resíduos.....	75
Figura 17 - Registro fotográfico dos participantes do II ENSULMNCR.	76
Figura 18 - Processo de elaboração do cenário normativo.	82
Figura 19- Regionalização proposta em 2012, pela SDS.	87
Figura 20 – Proporção de indústrias recicladoras por tipo de material.	91
Figura 21 – Indústrias recicladoras identificadas em Santa Catarina.	92
Figura 22- Fluxograma dos resíduos sólidos domiciliares da região da Grande Florianópolis.	93
Figura 23 – Fluxograma genérico da cadeia reversa de pós-consumo na região da Grande Florianópolis.....	93

Figura 24 – Fluxo do Sistema de Logística Reversa e os principais elos para descarte e destinação de embalagens em geral.	94
Figura 25– Diagrama do fluxo dos resíduos da Rota Tecnológica dos Resíduos Recicláveis Secos de SC.....	95
Figura 26 – Espacialização da Indústrias potencialmente geradoras de resíduos de papel em Santa Catarina em números de indústrias.	123
Figura 27- Espacialização da Indústrias potencialmente geradoras de resíduos plásticos em Santa Catarina em números de indústrias.	123
Figura 28 - Espacialização da Indústrias potencialmente geradoras de resíduos de metais em Santa Catarina em números de indústrias.	124
Figura 29- Espacialização da Indústrias potencialmente geradoras de resíduos de vidro em Santa Catarina em números de indústrias.	124
Figura 30 - Localização das organizações participantes da pesquisa por município.	125
Figura 31- Comparação entre Cooperativas e Associações	126
Figura 32 – Produtividade individual.....	137
Figura 33 – Quantidade de resíduos triados.	139
Figura 34– Representação do modelo construído.	146
Figura 35 - Primeira etapa do modelo das gerações pelo incremento populacional e ampliação da cobertura de coleta seletiva.	154
Figura 36 - Resíduos encaminhados para a indústria recicladora e o aterro sanitário, e seus intervenientes.	157

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Universo Amostral da Aplicação dos Questionários às Organizações de Catadores de Materiais Recicláveis, por número de associações.	79
Gráfico 2 - Representatividade das Organizações Amostradas por Mesorregião de Santa Catarina, por número de associações.	79
Gráfico 3 - Tipos de tratamento e respectivas frações para os resíduos sólidos declarados no MTR para tratamento em Santa Catarina: uma média dos anos de 2017 e 2018.	90
Gráfico 4 - Resíduos sólidos recicláveis secos em toneladas, por tipos de materiais e fase do processo geração-transporte-destinação, para os anos de 2016, 2017 e 2018.....	96
Gráfico 5 - Geração de resíduos recicláveis secos em toneladas por origem e tipos de materiais, média dos anos de 2017 e 2018.....	97
Gráfico 6 - Média (2017-2018) dos resíduos sólidos recicláveis gerados em SC em toneladas, pelos tipos de resíduos e as CODAMs.....	98
Gráfico 7 - Média (2017-2018) dos resíduos sólidos recicláveis gerados em SC e Importados, em toneladas, pelos tipos de resíduos e as CODAMs.....	98
Gráfico 8 - Destinação de resíduos recicláveis em toneladas por origem e tipos de materiais, média dos anos de 2017 e 2018.....	99
Gráfico 9 - Média (2017-2018) dos resíduos sólidos recicláveis secos destinados em SC em toneladas, pelos tipos de resíduos e as CODAM's.....	100
Gráfico 10- Tipos de Tratamento e respectivas frações para os resíduos sólidos recicláveis secos destinados para tratamento em Santa Catarina, uma média dos anos de 2017 e 2018.....	100
Gráfico 11 – Geração de Resíduos de Papel por Origem em (t) para os anos de 2016 a 2018.....	101
Gráfico 12 - Geração de resíduos de papel de outros estados em (t) para os anos de 2016 a 2018.....	102
Gráfico 13 – Geração de Resíduos de Papel em (t) por gerador do tipo importação de outros países.....	102
Gráfico 14 – Geração de Resíduos de Papel por CODAM em (t) de 2016 a 2018.	103
Gráfico 15 - Transporte de Resíduos de Papel por CODAM em (t) de 2016 a 2018.	103

Gráfico 16 - Destinação de Resíduos de Papel por CODAM em (t) de 2016 a 2018.	104
Gráfico 17 – Geração de Resíduos de Papéis em toneladas, por categorias de materiais e origem para os anos de 2016 a 2018.....	105
Gráfico 18 - Geração de Resíduos Plásticos por Origem em (t) para os anos de 2016 a 2018.....	105
Gráfico 19 - Geração de resíduos plásticos de outros estados em (t) para os anos de 2016 a 2018.	106
Gráfico 20 - Geração de Resíduos Plásticos por CODAM em (t) de 2016 a 2018..	107
Gráfico 21 - Transporte de Resíduos Plásticos por CODAM em (t) de 2016 a 2018.	107
Gráfico 22 - Destinação de Resíduos Plásticos por CODAM em (t) de 2016 a 2018.	108
Gráfico 23 - Geração de Resíduos Plásticos em toneladas, por categorias de materiais e origem para os anos de 2016 a 2018.....	109
Gráfico 24 - Geração de Resíduos metálicos por Origem em (t) para os anos de 2016 a 2018.	109
Gráfico 25 - Geração de resíduos metálicos de outros estados em (t) para os anos de 2016 a 2018.	110
Gráfico 26 - Geração de resíduos metálicos por CODAM em (t) de 2016 a 2018. .	111
Gráfico 27 - Transporte de resíduos metálicos por CODAM em (t) de 2016 a 2018.	111
Gráfico 28 - Transporte de resíduos metálicos por outros estados em (t) de 2016 a 2018.....	112
Gráfico 29 - Destinação de resíduos metálicos por CODAM em (t) de 2016 a 2018.	112
Gráfico 30 - Geração de resíduos metálicos em (t) por gerador do tipo exportação para outros países.	113
Gráfico 31 - Geração de Resíduos metálicos em toneladas, por categorias de materiais e origem para os anos de 2016 a 2018.....	114
Gráfico 32 - Geração de Resíduos de vidros por Origem em (t) para os anos de 2016 a 2018.....	115

Gráfico 33 - Geração de resíduos de vidros de outros Estados em (t) para os anos de 2016 a 2018.....	115
Gráfico 34 - Geração de resíduos de vidros por CODAM em (t) de 2016 a 2018. .	116
Gráfico 35 - Transporte de resíduos de vidros por CODAM em (t) de 2016 a 2018.	116
Gráfico 36 - Destinação de resíduos metálicos por CODAM em (t) de 2016 a 2018.	117
Gráfico 37 - Geração de Resíduos de vidros em toneladas, por categorias de materiais e origem para os anos de 2016 a 2018.	118
Gráfico 38 – Número de Indústrias Potencialmente Geradoras de Resíduos Recicláveis Secos por tipos de materiais e representatividade.....	119
Gráfico 39 - Porte das Indústrias Geradoras de Resíduos de Papel pelo nº de Funcionários.....	120
Gráfico 40 - Porte das Indústrias Geradoras de Resíduos Plásticos pelo nº de Funcionários.....	120
Gráfico 41 - Porte das Indústrias Geradoras de Resíduos de Metal pelo nº de Funcionários.....	121
Gráfico 42 - Porte das Indústrias Geradoras de Resíduos de Vidro pelo nº de Funcionários.....	121
Gráfico 43 - Número de Indústrias Classificadas pelas Mesorregiões Catarinenses e pelo Tipo de Resíduos Gerados.	122
Gráfico 44 - Número de Indústrias Classificadas pelas CODAMs Catarinenses e pelo Tipo de Resíduos Gerados.	122
Gráfico 45 – Número de trabalhadores por gênero.....	127
Gráfico 46 – Porte das organizações pelo número de trabalhadores associados ou cooperados.	128
Gráfico 47 - Atividades realizadas pelas organizações.	129
Gráfico 48– Principais fornecedores de Resíduos Sólidos Recicláveis às Organizações de Catadoras e Catadores, por nº e percentual de incidência nas respostas.....	130
Gráfico 49 – Nº de organizações pela capacidade de triagem em (t) por mês informada.	131
Gráfico 50 - Intervalos de representação das porcentagens de rejeitos indicadas pelas organizações.....	132

Gráfico 51 - Organizações que relataram apoio, de qualquer tipo, das prefeituras.	133
Gráfico 52 – Tipo de distribuição dos recursos estabelecida pelas organizações. ...	134
Gráfico 53 – Periodicidade da remuneração praticada aos associados e cooperados.	134
Gráfico 54 – Renda média mensal indicada pelas organizações distribuída entre seus associados/cooperados.....	135
Gráfico 55 – Jornada de trabalho realizada pelo nº de organizações.	136
Gráfico 56 – Organizações que indicaram ou não episódios de ociosidade por falta de matéria-prima para o trabalho.....	136
Gráfico 57– Tipos de materiais processados pelo número de organizações que confirmaram o trabalho com o referido material.....	138
Gráfico 58– Exigências indicadas pelas organizações como requisitos para comercialização com compradores, pelo número de organizações que afirmam a ocorrência.	142
Gráfico 59– Menção a tipos de materiais relacionados a dificuldade de comercialização por quantidade de vezes mencionado pelas organizações.....	142
Gráfico 60 – Equipamentos utilizados pelas organizações para realização das atividades, por número de entidades que confirmaram sua utilização.	144
Gráfico 61- Número de organizações que indicaram propriedade dos equipamentos pelo tipo de proprietário.	144
Gráfico 62– Equipamentos de proteção individual e coletivos indicados pelas organizações, pelo número de organizações que apontaram o seu uso.	145
Gráfico 63- Campanhas relacionadas com a saúde do trabalhador, pelo número de organizações que afirmaram a ocorrência.	145
Gráfico 64 - Crescimento da população de Santa Catarina entre 2019 e 2038.	154
Gráfico 65 – Geração de resíduos em toneladas para os cenários modelados nos horizontes curto, médio e longo prazos.	155
Gráfico 66 – Taxa de cobertura de coleta seletiva para os cenários modelados nos horizontes curto, médio e longo prazos.	156
Gráfico 67 – Geração de resíduos em área coberta pela coleta seletiva para os três cenários de 2019 a 2028.	157
Gráfico 68 - Perdas do processo de triagem para os três cenários de 2019 a 2028..	158

Gráfico 69 – Acumulação dos resíduos efetivamente recuperados no período de 2019 a 2038.....	159
Gráfico 70 - Resíduos efetivamente recuperados, por ano, pela indústria recicladora no período de 2019 a 2038.....	160
Gráfico 71 - Acumulação dos resíduos destinados a aterro sanitário no período de 2019 a 2038.....	160
Gráfico 72 - Resíduos destinados a aterro sanitário, por ano, no período de 2019 a 2038.....	161

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Metas para resíduos sólidos nas macrorregiões e no País (em %)	52
Quadro 2 - Diretrizes e estratégias traçadas no PLANRS correlatas aos Resíduos Reutilizáveis e Recicláveis. (continua)	58
Quadro 3 - Meta 3 do PLANRS.	60
Quadro 4 - Meta 6 do PLANRS.	60
Quadro 5 – Objetivos e metas do Plano Estadual de Resíduos Sólidos de 2012.	62
Quadro 6- Projeção da população do Estado nos horizontes de tempo do PERS.	88
Quadro 7 – Atividades econômicas e a participação no valor adicionado bruto em SC.	89
Quadro 8 – Nº de indústrias recicladoras, materiais processados e capacidade instalada, por regionalização de 2012 (continua)	90
Quadro 9 – Indicadores de Taxa de Rejeito da Coleta Seletiva.	132
Quadro 10 - Categorias, subcategorias e outras denominações para o grupo papel.	139
Quadro 11 - Categorias, subcategorias e outras denominações atribuídas pelas organizações do material do tipo plástico.	140
Quadro 12- Categorias, subcategorias e outras denominações atribuídas pelas organizações do material tipo vidro.	140
Quadro 13- Categorias, subcategorias e outras denominações atribuídas pelas organizações do material tipo metal.	141
Quadro 14 – Variáveis e equações utilizadas para modelagem do sistema. (continua)	149
Quadro 15 - Metas de ampliação da coleta seletiva.	151
Quadro 16 - Metas de redução dos recicláveis encaminhados para aterro sanitário.	151
Quadro 17 - Valores atribuídos às principais variáveis do modelo no cenário tendencial.	151
Quadro 18- Valores atribuídos às principais variáveis do modelo no cenário de referência do PERS.	152
Quadro 19 – Valores atribuídos às principais variáveis do modelo no cenário idealístico.	153
Quadro 20 -Síntese dos resultados das simulações do modelo	161

Quadro 21 – Incertezas observadas	163
Quadro 22 -Fluxos de massa nos cenários e demanda futura estimada.....	170

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Alguns indicadores de resíduos sólidos urbanos de municípios catarinenses respondentes do SNIS.....	32
---	----

LISTA DE SIGLAS

ACV	Análise do Ciclo de Vida
AU	Aglomerações Urbanas
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BRACELPA	Associação Brasileira de Celulose e Papel
BRFIESC	Bolsa de Resíduos do Estado de Santa Catarina
CBO	Classificação Brasileira de Ocupações
CDF	Certificado de Destinação Final
CEMPRE	Compromisso Empresarial para a Reciclagem
CEPSH	Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos
CIESC	Centro das Indústrias do Estado de Santa Catarina
CNAE	Código Nacional de Atividade Econômica
CNMP	Conselho Nacional do Ministério Público
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas
CNRC	Centro Nacional de Referência do Catador
CODAM	Coordenadorias de Desenvolvimento Ambiental
COMCAP	Companhias de Melhoramentos da Capital
DMR	Declaração de Movimentação de Resíduos
DMR	Declaração de Movimentação de Resíduos
ENSULMNCR	Encontro Sul-brasileiro de Catadoras e Catadores de Materiais Recicláveis
EPS	Poliestireno Expandido
FATMA	Fundação de Meio Ambiente de Santa Catarina
FECCAT	Federação Catarinense de Catadoras e Catadores de Materiais Recicláveis
FIESC	Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina
GTTs	Grupos de Trabalho Temáticos
IBAM	Instituto Brasileiro de Administração Municipal
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMA-SC	Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada
ISWA	International Solid Waste Association

LARESO	Laboratório de Pesquisa em Resíduos Sólidos
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MNCR	Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis
MTR	Manifesto de Transporte de Resíduos e Rejeitos
ODS	Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PE	Polietileno
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PEBD	Polietileno de Baixa Densidade
PELT-SC	Plano Estadual de Transporte e Logística do Estado de Santa Catarina
PERS	Plano Estadual de Resíduos Sólidos
PERS-SC	Plano Estadual de Resíduos Sólidos
PEV's	Pontos de Entrega Voluntária
PIB	Produto Interno Bruto
PLANRS	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PMRS	Plano Municipal de Resíduos Sólidos
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PP	Polipropileno
PPC	Programa Pró-Catador
PVC	Polivinilcloro
RDO	Resíduos Domiciliares
RIDE	Regiões Integradas de Desenvolvimento Econômico
RM	Regiões Metropolitanas
RPU	Resíduos Públicos
RSRS	Resíduos Sólidos Recicláveis Secos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SAD	Sistemas de Apoio à Decisão
SD	System Dynamics
SDS	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNIS-RS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Resíduos Sólidos
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UML	Unified Modeling Language
UNEP	United Nations Environment Programme
UNESC	Universidade do Extremo Sul Catarinense
UNOCHAPECÓ	Universidade Comunitária da Região de Chapecó
VAB	Valor Adicionado Bruto

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	6
RESUMO	8
ABSTRACT	9
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE GRÁFICOS	12
LISTA DE QUADROS	17
LISTA DE TABELAS	19
LISTA DE SIGLAS	20
SUMÁRIO	23
1 INTRODUÇÃO	26
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	30
2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS RECICLÁVEIS.....	30
2.1.1 Resíduos recicláveis	32
2.1.2 Coleta seletiva	34
2.1.3 Catadores de materiais recicláveis.....	36
2.1.3.1 Portaria do MTE nº 397/2002.....	38
2.1.3.2 Decreto Federal nº 7.405/2010	39
2.1.4 Logística reversa e os acordos setoriais	40
2.1.5 Rotas tecnológicas.....	42
2.1.6 Plano estadual de transporte e logística do estado de santa catarina (PELT-SC) ..	44
2.2 PLANEJAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS RECICLÁVEIS SECOS NO BRASIL E EM SANTA CATARINA	50
2.2.1 Lei federal nº 11.445/2007	50
2.2.2 Plano nacional de saneamento básico (PLANSAB).....	51
2.2.3 Lei federal nº 12.305/2010	54
2.2.4 Planos de resíduos.....	56
2.2.5 Plano nacional de resíduos sólidos	57
2.2.6 Lei estadual nº 14.675/2009	60
2.2.7 Plano estadual de resíduos sólidos (PERS-SC).....	61
2.3 TEORIA DA DECISÃO	63
2.3.1 Cenários.....	64

2.3.2 Sistemas dinâmicos voltados à gestão integrada de resíduos sólidos	66
3 METODOLOGIA	70
3.1 ETAPAS DA PESQUISA.....	70
3.2 ETAPA DIAGNÓSTICO	71
3.2.1 Pesquisa bibliográfica e documental	71
3.2.2 Análise de dados secundários.....	73
3.2.2.1 Banco de Dados do Sistema MTR do IMA-SC	73
3.2.2.2 Banco de Dados do Guia Industrial FIESC	75
3.2.3 Análise de dados primários (Questionários).....	76
3.3 ETAPA ESTRATÉGICA	80
3.3.1 Modelagem do sistema dinâmico	80
3.3.2 Definição dos cenários	82
3.4 ETAPA AVALIATIVA.....	83
3.4.1 Simulação do modelo de sistema dinâmico.....	83
3.4.2 Avaliação das incertezas	83
4 RESULTADOS.....	85
4.1 ETAPA DIAGNÓSTICO	85
4.1.1 Escopo do estudo	85
4.1.2 Diagrama da rota tecnológica de recicláveis secos de Santa Catarina.....	92
4.1.3 Síntese das informações da análise de dados secundários.....	95
4.1.3.1 Síntese das informações do manifesto de transporte de resíduos e rejeitos (MTR) sobre resíduos recicláveis secos.....	95
4.1.3.2 Síntese das informações do guia industrial FIESC sobre indústrias potencialmente geradoras de resíduos recicláveis secos	118
4.1.4 Questionários às organizações de catadoras e catadores de Santa Catarina	125
4.2 ETAPA ESTRATÉGICA	146
4.2.1 Modelo dinâmico para resíduos sólidos urbanos recicláveis secos de Santa Catarina	146
4.2.2 Cenários	150
4.3 ETAPA AVALIATIVA.....	153
4.3.1 Análise da modelagem de sistemas dinâmicos para resíduos recicláveis secos de Santa Catarina.....	153
4.3.2 Avaliação das incertezas	162

5 CONCLUSÕES.....	165
5.1 ETAPA DIAGNÓSTICO	165
5.2 ETAPA ESTRATÉGICA.....	167
5.3 ETAPA AVALIATIVA	168
5.4 INTERRELAÇÕES DOS RESULTADOS.....	169
6 RECOMENDAÇÕES.....	171
REFERÊNCIAS	172
APÊNDICE A – CÓDIGO DOS RESÍDUOS MTR IMA-SC/IBAMA	180
APÊNDICE B – CNAE DAS ATIVIDADES	186
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO SOCIOPRODUTIVO DAS ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS DE SANTA CATARINA	188
ANEXO A – AÇÕES EM TRIAGEM DO ACORDO SETORIAL DE EMBALAGENS EM GERAL	205

1 INTRODUÇÃO

Estudos do Banco Mundial estimam que, no mundo, sejam gerados 2,01 bilhões de toneladas/ano de resíduos sólidos urbanos (RSU) e que, até 2050, esse valor deva alcançar 3,4 bilhões/ano (KAZA et al., 2018). O tema figura na agenda pós-2015 da ONU, que possui 17 objetivos e 169 metas que impulsionam ações globais para os próximos 12 anos. A agenda global dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) indica, em seu objetivo 12, assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis, apontando, na meta 12.5, a redução até 2030 da geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015).

Estudos da *United Nations Environment Programme* (UNEP) e da *International Solid Waste Association* (ISWA) (WILSON et al., 2015) apontam que países de alta renda per capita aumentaram seus índices de reciclagem progressivamente ao longo dos últimos 30 anos, impulsionados, em grande parte, por medidas legislativas e instrumentos econômicos, já nos países com baixa renda per capita, o setor de reciclagem é predominantemente informal e, geralmente, atinge taxas de reciclagem de 20 a 30% para os resíduos sólidos urbanos.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL - MDR, 2019) apontou, em seu Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2017, publicado em 2019, que a coleta total¹ de Resíduos Domiciliares – RDO e Resíduos Públicos – RPU nos municípios do país deva ter alcançado, no ano de 2017, um valor próximo de 60,6 milhões de toneladas, das quais mais da metade (51,09% ou 30,96 milhões de toneladas) foram coletadas em apenas 110 municípios, cuja soma de suas populações resulta em 85,3 milhões de pessoas que vivem em área urbana. Em contrapartida, 29,6 milhões de toneladas de resíduos (48,88% do total) são coletadas por 5.459 municípios brasileiros com população total abaixo de 250 mil habitantes.

Dentro deste mesmo panorama, 35,2% de 3.556 municípios pesquisados apresentaram dados de quantidade de resíduos recicláveis coletados que somam o valor de 1.476.748 t/ano, no entanto, a massa efetivamente recuperada cai para 851.785 t/ano de resíduos recicláveis secos, o que corresponde a 1,40% dos RDO e RPU coletados no país (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL - MDR, 2019).

Entretanto, do total de resíduos gerados no Brasil, estima-se que 13% sejam encaminhados para a reciclagem (SILVA, 2017). O Compromisso Empresarial para a

¹ A taxa de cobertura da coleta domiciliar em relação à população total registrada na pesquisa foi de 91,7%.

Reciclagem (CEMPRE) alega que os dados nacionais não representam os números absolutos de resíduos reciclados no país, pois estes demonstram grande dificuldade de mensuração da cadeia da reciclagem de resíduos pós-consumo, devido, principalmente, ao alto grau de informalidade do mercado, à carência de dados oficiais consistentes e abrangentes, especialmente em nível estadual, e à diversidade de atores envolvidos, como por exemplo, catadores, atacadistas de materiais recicláveis, indústrias recicladoras, prefeituras, empresas de coleta, entre outros (COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM, 2013).

Santa Catarina, segundo o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) (SANTA CATARINA, 2018a), publicado em julho de 2018, apresenta um panorama um pouco mais favorável para geração de RSU. Foi diagnosticada a geração anual em 1.723.115,36 de toneladas, aproximadamente 2,92% da massa total coletada no país, sendo 94,14% derivados de coleta convencional e cerca de 5,86% de coleta seletiva. O PERS indica que 58,89% da população total de SC é atendida por sistemas de coleta seletiva, o que corresponde a 125 municípios, menos da metade dos 295 municípios catarinenses. De acordo com a publicação, a maior dificuldade encontrada nos programas de implantação de reciclagem é a sustentabilidade financeira, que normalmente acontece com o subsídio por parte do poder público (SANTA CATARINA, 2018a).

Um estudo do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) de 2014, apontava para o Brasil que:

Inúmeras fragilidades são verificadas pelos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos, referentes à organização e prestação dos serviços, dentre elas: escassez de recursos humanos, ausência de programas continuados de capacitação técnica, fragmentação das atividades referentes aos resíduos sólidos entre diversos setores (dificultando o controle da gestão); ausência de planejamento e controle de programas, projetos e ações; baixo potencial de captação de recursos financeiros (onerosos e não onerosos) e falta de políticas públicas e leis municipais/estaduais para temas específicos (GRUPO DE RESÍDUOS SÓLIDOS - UFPE, 2014, p.37).

De acordo com o planejamento traçado para os resíduos no país, conforme mostram as ações e metas apresentadas na versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, até 2031, o Brasil deverá reduzir 45% dos resíduos recicláveis secos dispostos em aterro sanitário, enquanto a Região Sul deverá alcançar como meta mínima 60% de redução, texto ainda determina que, no mesmo período, o país inclua e fortaleça a organização de 600 mil catadores de materiais recicláveis (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012b).

O Plano Nacional apresenta, também, uma análise das estimativas de participação dos programas de coleta seletiva formal a partir das informações disponíveis pelo SNIS, indicando que:

[...] a participação dos resíduos recuperados pelos programas de coleta seletiva formais é muito pequena e que a reciclagem no país ainda é mantida pela reciclagem pré-consumo, que ocorre dentro das indústrias, e também pela coleta pós-consumo informal, que devem ser objeto de estudos específicos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012, p.11).

A conjuntura retratada, de forma breve nesta introdução, suscitou a emergência de quatro justificativas cruciais para o desenvolvimento desta pesquisa:

- a) A científica, em que as carências tecnológicas, metodológicas e pedagógicas da reciclagem motivam o desenvolvimento de estratégias científicas que respondam às demandas civilizatórias da atual geração, bem como das gerações futuras;
- b) A normativa, em que os acordos cidadãos, estabelecidos pelas legislações promotoras do desenvolvimento sustentável, requerem a compreensão das constantes evoluções urbanas, sociais, econômicas, culturais e ambientais;
- c) A ambiental, em que a capacidade suporte da biosfera não admite tamanha intensidade da ação antrópica na utilização dos bens naturais e minerais, necessitando-se limitar tais ações para homeostase e o balanço energético negüentrópico;
- d) A social, em que a melhor resposta que podemos obter para a maneira como a sociedade lida com a externalidade negativa da vivência para o consumo é o desenvolvimento de uma cultura local de cuidado, cooperação e sustentabilidade;

Além disso, é possível reconhecer dois axiomas que fundamentam de maneira transversal a investigação.

O primeiro é a compreensão do saneamento básico como um bem comum.

Os bens comuns são "propriedade generalizada", eles pertencem a todos e a ninguém, no sentido de que todos devem ter acesso à essência e ninguém pode reivindicar exclusividade. Eles devem ser administrados com base no princípio da solidariedade. Indisponíveis para o mercado, os bens comuns são, portanto, uma ferramenta essencial de direitos de cidadania, aqueles que pertencem a todos como pessoas, podem realmente ser exercidos (RODOTÁ, online, 2012, tradução nossa).

O segundo, a constatação de que esta pesquisa está diante de um campo de conhecimento que busca a compreensão da interação entre vários níveis da realidade, o espaço

entre as disciplinas e além delas, a transdisciplinaridade. Nicolescu (2000, p.12) discorre que “a transdisciplinaridade se interessa pela dinâmica gerada pela ação de vários níveis de realidade ao mesmo tempo”.

Tais elementos possibilitaram a estruturação da pergunta de pesquisa: Se existem dificuldades, de diversas dimensões, para a reciclagem de resíduos sólidos recicláveis secos (RSRS), é possível elaborar uma modelagem de sistema dinâmico para os RSRS gerados em Santa Catarina a fim de se contribuir no apoio à decisão no planejamento de resíduos sólidos urbanos recicláveis para o alcance do saneamento básico como bem comum?

Deste modo a presente pesquisa objetivou modelar um sistema dinâmico para apoio à decisão no planejamento de resíduos sólidos urbanos recicláveis secos.

Para o alcance do objetivo geral foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- i. Construir a arquitetura do modelo de sistema dinâmico baseada na rota tecnológica de resíduos sólidos recicláveis secos de SC e nos fluxos de massa destes materiais, de origem pré-consumo e pós-consumo;
- ii. Modelar sistema dinâmico para resíduos sólidos recicláveis secos de SC;
- iii. Avaliar a simulação do sistema dinâmico pelo uso do modelo para diferentes cenários de planejamento.

A expectativa desta Dissertação é dar uma contribuição prática para o avanço da governança de bens comuns no país, assumindo o saneamento dos resíduos sólidos recicláveis secos a nível local como um bem comum, assim como construir caminhos civilizatórios para a efetivação dos diversos planos e metas municipais, estaduais e nacionais e para o que preconiza a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a busca pela valorização e pelo aumento do aproveitamento dos resíduos sólidos recicláveis secos no Brasil e a inclusão socioprodutiva de catadores de materiais recicláveis.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Apresentam-se, a seguir, os principais conceitos para estabelecimento do domínio de linguagem no tema resíduos sólidos urbanos recicláveis, do conjunto normativo que estabelece seu planejamento e da área de estudo da Teoria da Decisão. Tais referências compõem a base teórica para modelagem de um sistema dinâmico que sirva de apoio à decisão no planejamento de resíduos sólidos urbanos recicláveis, utilizando como objeto de simulação deste modelo o estado de Santa Catarina.

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS RECICLÁVEIS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) conceitua resíduos sólidos como:

Art. 3º XVI - Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010c).

Toneto Jr., Saiani, Dourado (2014, p. 56) apontam:

Talvez um dos problemas mais urgentes esteja relacionado ao fato de que tanto a geração quanto à disposição inadequada dos resíduos geram efeitos adversos sobre o meio ambiente, a saúde do indivíduo, com impactos diferenciados, quando não exacerbados, sobre a população de baixa renda, particularmente naqueles que sobrevivem da coleta do lixo disposto inadequadamente nos “lixões”. A faceta trágica desse problema permeia o noticiário da grande mídia, povoada de imagens aterradoras de homens e mulheres disputando restos com urubus e cães nesses lixões ainda existentes pelo país (TONETO JR.; SAIANI; DOURADO, p.56, 2014)

O manual técnico do IBAM (MONTEIRO et al., 2001) conceitua o resíduo sólido “[...] como tal somente quando da inexistência de mais alguém para reivindicar uma nova utilização dos elementos então descartados”.

No mesmo sentido, Ramos (2012, p.34) aponta que, o conceito de resíduo está associado a ausência de valores de uso e de demanda. A autora esclarece que a noção de resíduo é relativa quanto ao tempo e ao espaço:

O que para alguns pode ter valor nulo ou negativo, para outros pode ter valor positivo e, conclui que isso permite a reflexão de que os resíduos seriam apenas aqueles elementos não reivindicados pelas pessoas e que, portanto, seriam descartados pela falta de utilidade (RAMOS, p.34, 2012).

Assim sendo, para compreendermos os resíduos sólidos em sua diversidade, utilidade e outras relatividades, um importante conceito é estabelecido na PNRS, que são os rejeitos:

Art. 3º XV – Rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010c).

Compreendendo-se que na composição dos resíduos sólidos urbanos (RSU) há materiais que possuem possibilidade de reaproveitamento, sujeitas a condições específicas, e de rejeitos, é possível perceber no Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos 2017, as condições gerais dos RSU no Brasil:

[...] Relativo às quantidades de resíduos sólidos, o diagnóstico revelou que a massa de resíduos domiciliares e públicos coletados no ano de 2017 foi de 50,8 milhões de toneladas, que perfazem o indicador médio de coleta per capita brasileiro de 0,95 kg/hab./dia. Extrapolando os valores para todo o país, estima-se que foram coletadas 60,6 milhões de toneladas por ano ou 166 mil toneladas por dia de resíduos domiciliares nos municípios brasileiros, o que equivale a 347 kg/hab./ano desses resíduos. Enquanto isso, a massa coletada de resíduos recicláveis foi de apenas 13,7 kg/hab./ano, equivalente a 1,5 milhão de toneladas coletada seletivamente em 2017. Isto significa dizer que, para cada 10 kg de resíduos disponibilizado para a coleta, apenas 400 gramas são coletadas de forma seletiva; fato que conduz à conclusão de que a prática da coleta seletiva no país, embora apresente alguns avanços, ainda se encontra num patamar muito baixo (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL - MDR, p.10, 2019).

Com relação ao quadro da destinação final de resíduos sólidos no País, é notório o contraste entre as regiões. O SNIS-RS apurou que as melhores situações são encontradas nas regiões Sul e Sudeste, principalmente na primeira. Nesta, destaca-se, mais uma vez, o estado de Santa Catarina, cujo resultado acusa que, pelo menos, 82% de seus municípios se utilizam de aterros sanitários, não havendo nenhum registro de lixão dentre os 242 municípios, de um total de 295, que responderam ao SNIS-RS (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL - MDR, 2019).

Tabela 1- Alguns indicadores de resíduos sólidos urbanos de municípios catarinenses respondentes do SNIS.

Faixa Populacional	Nº de municípios de SC	Massa RDO coletada em relação a pop. urbana Kg/hab.dia	Coleta Seletiva Kg/hab.ano	Despesa com RSU R\$/hab.ano
até 30.000 hab	212	0,91	49,39	141,44
de 30.001 até 100.000 hab	28	0,78	14,81	89,89
de 100.001 até 250.00 hab	10	0,84	7,44	98,32
de 250.001 até 1.000.000 hab	3	0,89	14,99	187,85

Fonte: Tabela montada a partir de (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL - MDR, 2019)
 Notas: Valores monetários base ano 2017. Valores constantes da tabela são referentes às médias dos municípios que responderam o questionário do SNIS em resíduos sólidos.

2.1.1 Resíduos recicláveis

Dando sequência a compreensão dos RSU, os resíduos cujas possibilidades de reaproveitamento estão susceptíveis a condições específicas, são denominados resíduos recicláveis. Segundo Monteiro et al. (2001, p. 114), os resíduos domésticos são separados em dois grupos os materiais recicláveis (secos) e orgânicos (úmidos), em que os secos são “compostos por papéis, metais, vidros e plásticos”. Esta distinção ressaltada em 2001 é importante, pois, comumente a expressão resíduo reciclável é utilizada como sinônimo de resíduo reciclável seco, contudo, o conceito de reciclagem é amplo e envolve resíduos de composição orgânica, em que a reciclagem pode ser realizada com processos de degradação biológica, também denominados de resíduos recicláveis úmidos.

Acerca dos resíduos recicláveis secos, o relatório de pesquisa do IPEA (FREITAS; FONSECA, 2012) aponta que, em geral os materiais recuperados pelos catadores são agrupados nas categorias vidro, plástico, metal e papel, mas que isso é uma simplificação analítica do nível de segregação. Os autores prosseguem indicando que:

As pesquisas de campo do Centro Nacional de Referência do Catador (CNRC) identificaram, no dia a dia dos catadores, uma subdivisão que alcança mais de quarenta grupos de materiais separados para a comercialização.(FREITAS; FONSECA, p.23, 2012)

Nos termos da PNRS, Lei Federal nº 12.305/2010, a reciclagem é o “processo de transformação dos resíduos envolvendo a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação destes em insumos ou novos produtos” (BRASIL, 2010c). É mencionado no texto, como o VIII princípio, “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”. No segundo objetivo da Lei, é firmada a priorização do manejo dos resíduos: “não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”.

Rocha e John (2003) (ROCHA; JOHN, 2003) apresentam definições que ajudam a organizar e identificar um nicho de utilização para os resíduos recicláveis, agregando valor e possibilitando a sua comercialização, a saber:

Recuperação: retirada do resíduo do seu circuito tradicional de coleta e tratamento; Valorização: dar um valor comercial a um determinado resíduo; Valorização energética: utilização do poder calorífico dos resíduos; Reciclagem: introduzir o resíduo no seu ciclo de produção em substituição total/parcial de uma matéria-prima; Reciclagem química: valorização sob a forma de produtos químicos; Reemprego: novo emprego de um resíduo para uso análogo ao seu primeiro ciclo de produção; Reutilização: aproveitamento de um resíduo, uma ou mais vezes, num outro ciclo de produção que aquele de onde é originário (ROCHA; JOHN, 2003, p. 74-75).

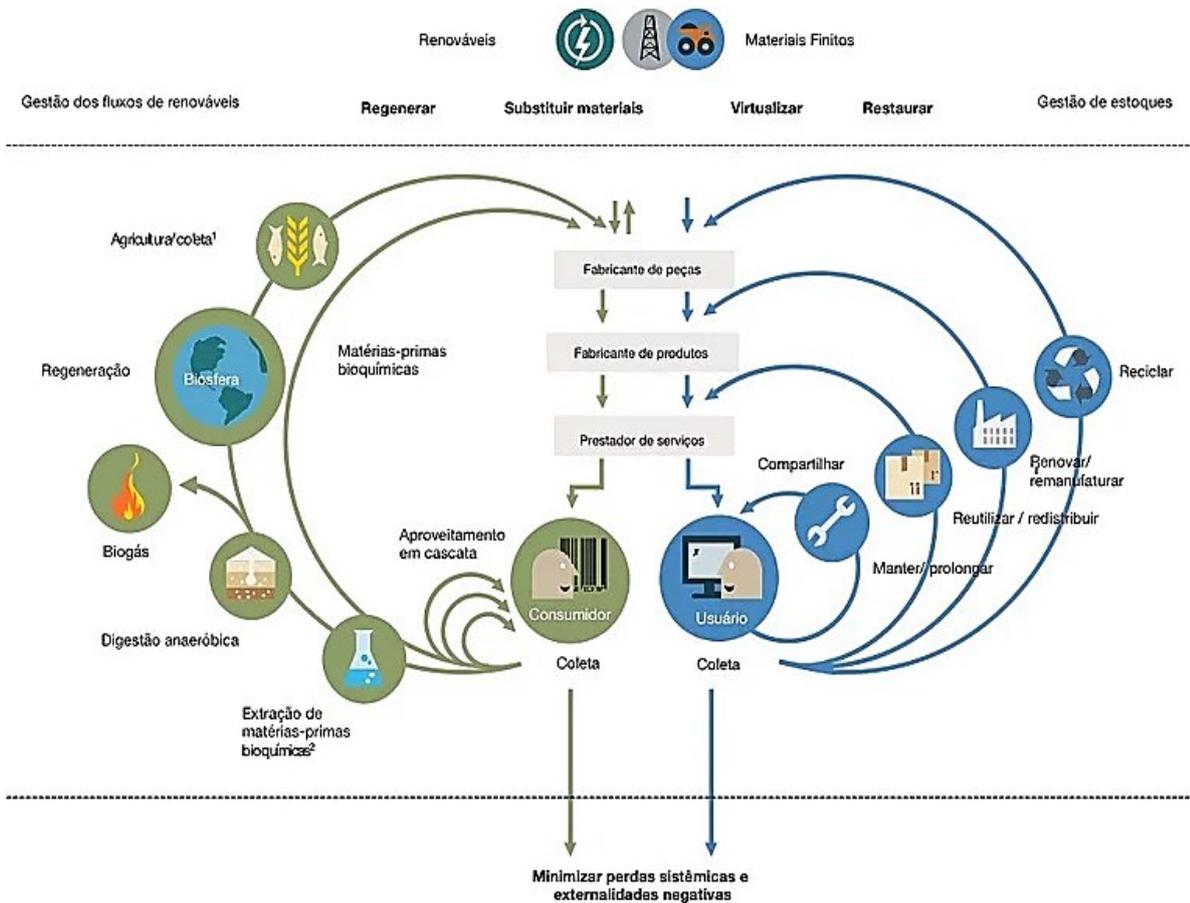
Ellen MacArthur Foundation (2012) apresenta, no diagrama do sistema da economia circular (Figura 1), também conhecido como diagrama borboleta, a ideia de uma economia circular restaurativa e regenerativa por princípio, em que seu objetivo é manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor o tempo todo, distinguindo entre ciclos de materiais técnicos e biológicos.

Por meio de pesquisa realizada em estudos de caso e entrevistas com especialistas, a *Ellen MacArthur Foundation* identificou, amplamente, um conjunto de seis ações que podem ser adotadas, visando à transição para a economia circular: regenerar, compartilhar, otimizar, ciclar, virtualizar e trocar, que de maneiras diferentes, essas ações aumentam a utilização de ativos físicos, prolongam sua vida e promovem a substituição do uso de recursos finitos pelo de fontes renováveis (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012). Cada ação reforça e acelera o desempenho das outras.

Regenerar: Mudar para energia e materiais renováveis; Recuperar, reter e restaurar a saúde dos ecossistemas. Devolver recursos biológicos recuperados à biosfera; Compartilhar: Compartilhar ativos (p. ex.: automóveis, salas, eletrodomésticos); Reutilizar/usar produtos de segunda mão. Prolongar a vida dos produtos por meio de manutenção, projetar visando à durabilidade, possibilidade de atualização, etc; Otimizar: Aumentar o desempenho/eficiência do produto; Remover resíduos na produção e na cadeia de suprimentos; Alavancar big data, automação, sensoriamento e direção remotos; Ciclar: Remanufaturar produtos ou componentes; Reciclar materiais; Usar digestão anaeróbia; Extrair substâncias bioquímicas dos resíduos orgânicos; Virtualizar: Desmaterializar diretamente (p. ex.: livros, CDs, DVDs, viagens); Desmaterializar indiretamente (p. ex.: compras online); Trocar: Substituir materiais não renováveis antigos por outros mais

avançados. Aplicar novas tecnologias (p. ex.: impressão 3D). Optar por novos produtos/serviços (p. ex.: transporte multimodal) (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012, p.10).

Figura 1 - Diagrama da Economia Circular (Diagrama Borboleta).



Fonte: (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012, p.6).

2.1.2 Coleta seletiva

A coleta seletiva é um dos instrumentos fundamentais da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e um passo importante para viabilizar a reciclagem. Reichert (2013) discute a importância desta parte do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos:

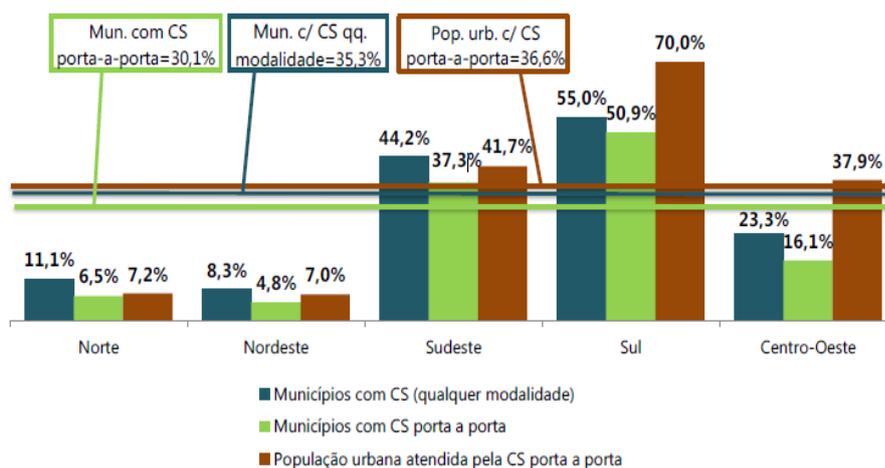
A coletados resíduos urbanos está no centro de um sistema integrado de gerenciamento de resíduos urbanos. A maneira como os resíduos são coletados e segregados determina quais opções de tratamento podem ser utilizadas na sequência, e, de modo particular, se métodos como reciclagem de materiais ou tratamento biológico são econômica e ambientalmente viáveis. A separação na origem e a forma de coleta podem definir se um determinado resíduo terá ou não mercado para a reciclagem (REICHERT, 2013, p.19).

O Grupo de Resíduos Sólidos - UFPE (2014), descreve em relatório que:

No Brasil, os programas de coleta seletiva são geralmente subsidiados pelo poder público e não apresentam sustentabilidade financeira. Assim, além de recursos dos geradores, para que esta sustentabilidade financeira seja atingida, faz-se necessário, no mínimo, o programa apresentar escala de produção, regularidade na entrega (separação) e na coleta e um mercado para aproveitamento desses materiais. Os programas de educação e comunicação social são fundamentais para a continuidade das ações e o controle social indispensável para a duração e a efetividade do sistema de coleta seletiva implantada (GRUPO DE RESÍDUOS SÓLIDOS - UFPE, 2014, p.47).

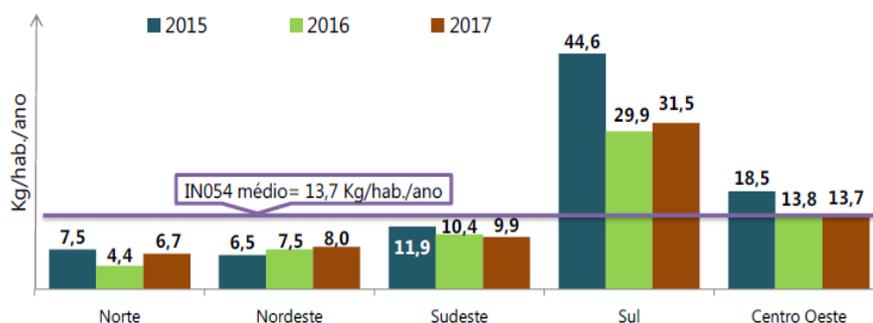
As dificuldades do setor são retratadas nos resultados do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos de 2017 do SNIS-RS, que apontou um pequeno aumento após dois anos consecutivos de queda da quantidade de municípios que dispõem de coleta seletiva, num movimento, portanto, contrário às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos. O relatório apurou que a coleta seletiva é praticada em 1.256 dos 3.556 municípios participantes do diagnóstico, o que representa 35,3% deste universo e 22,5% quando se computa também a parcela restante dos 2.014 municípios brasileiros que não apresentaram informações. Na região Sul, o percentual de população urbana atendida com a coleta seletiva porta a porta chega a 70,0%, praticamente o dobro da média nacional, que fica nos 36,6%, isso equivale a 620.368 toneladas no ano de 2017 e 31,5 Kg/habitante, no mesmo período (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL - MDR, 2019).

Figura 2 - Evolução do índice de ocorrência do serviço de coleta seletiva de RDO dos municípios participantes de 2015 a 2017, segundo situação quanto à existência.



Fonte: (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL - MDR, 2019).

Figura 3 - Evolução da massa per capita de resíduos sólidos coletada pelo serviço de coleta seletiva de RDO nos municípios participantes de 2015 a 2017, segundo região geográfica.



Fonte: (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL - MDR, 2019).

A versão preliminar, de 2012, do Plano Nacional de Resíduos Sólidos analisou as estimativas de participação dos programas de coleta seletiva formal a partir das informações disponibilizadas pelo SNIS. Esta análise já indicava que:

[...] a participação dos resíduos recuperados pelos programas de coleta seletiva formais é muito pequena e que a reciclagem no país ainda é mantida pela reciclagem pré-consumo, também chamada de pós-industrial, que ocorre dentro das indústrias, e também pela coleta pós-consumo informal, sugerindo que elas devem ser objeto de estudos específicos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012b).

2.1.3 Catadores de materiais recicláveis

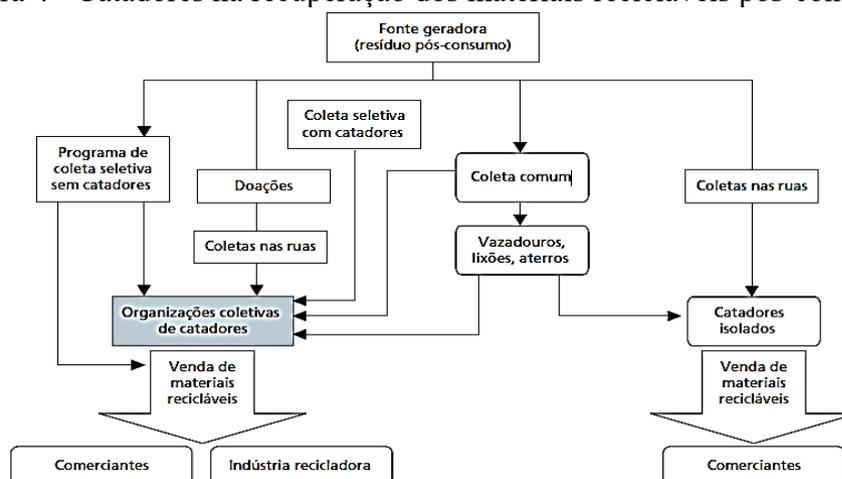
Conforme Ribeiro et. al (2009; apud BESEN, 2011, p.46), a organização social dos catadores em cooperativas ou associações trata-se de um processo que “[...] teve início no final da década de 1980, e tem se consolidado como uma política pública ambiental de coleta seletiva com inclusão social, no contexto da gestão dos serviços urbanos de limpeza urbana”.

Já para Freitas e Fonseca (2012), os catadores de recicláveis atuam na catação e revenda dos materiais recicláveis dos resíduos oriundos do pós-consumo.

A cadeia de comercialização da reciclagem se inicia na recuperação dos materiais recicláveis presentes nos resíduos urbanos. Estes resíduos podem ser gerados como rebarba dos processos produtivos ou pela obsolescência de máquinas e ferramentas, sendo, neste caso, classificados como pós-industriais, ou gerados como descarte do material que sobra do consumo de um bem ou serviço – neste caso, chamados pós-consumo (FREITAS; FONSECA, 2012, p.22).

As posições ocupadas pelos catadores na coleta de recicláveis são apresentadas na Figura 4.

Figura 4 - Catadores na recuperação dos materiais recicláveis pós-consumo.



Fonte:(FREITAS; FONSECA, 2012).

Para Silva et al. (2013), os catadores geralmente são a classe mais frágil em relação à estruturação das ações na reciclagem e ao lucro final de todo o processo, especialmente quando trabalham individualmente.

[...] no caso do trabalho individual, o que se observa é a concentração das funções figura do próprio catador, que é responsável pela coleta, separação, armazenamento e comercialização. Com isso, eles ficam mais vulneráveis à ação de intermediários comerciais – conhecidos popularmente como “atravessadores” – que determinam por imposição o valor a ser pago e as condições exigidas pelo material coletado (SILVA; GOES; ALVAREZ, 2013, p.20).

Por isso, uma questão importante a ser monitorada também é a geração de postos de trabalho para catadores avulsos na coleta seletiva, porém não existe um cadastro nacional de catadores, os municípios em geral não os cadastram, o que dificulta a existência de indicadores para esse monitoramento (BESEN et al., 2017)

Nas palavras de Benvindo (2010), a realização do trabalho coletivo dos catadores traz a possibilidade, dentre outras coisas:

[...] do reconhecimento de si diante de um semelhante, de um outro, de um colega que realiza o trabalho de triagem conjuntamente, que compartilha o mesmo espaço físico para o conjunto de atividades necessárias ao funcionamento do negócio e que, de forma direta, tem poder de influir no resultado financeiro auferido para todos os membros do empreendimento coletivo (BENVINDO, 2010, p.71).

Os catadores em torno de organizações, associações ou cooperativas de materiais recicláveis, contribuem para melhores relações de mercado, maior facilidade em firmar negócios com o poder público e outras esferas da sociedade, além de possibilitar melhorias da valorização profissional, das condições de trabalho e nos processos de reciclagem (SILVA; GOES; ALVAREZ, 2013).

Segundo o Conselho Nacional do Ministério Público (CNMP) a consolidação da PNRS em 2010, surge como “uma medida afirmativa de política pública destinada, também, a enfrentar a discriminação estrutural que sofre o grupo social vulnerável de catadores”(CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO, 2014, p.22-23).

Freitas e Fonseca (2012) alertam para o que chamam de degeneração das Políticas Públicas Sociais colocadas na PNRS, de acordo com os autores, atravessadores, depósitos e ferros-velhos atuam nas etapas de coleta e comercialização de materiais recicláveis, normalmente camuflados em associações e cooperativas legalmente autorizadas, mas que prestam serviços a empreendimentos privados.

Os atravessadores são os agentes que fazem a ponte entre o material disponibilizado pelo catador e o comprador final da matéria-prima gerada na reciclagem.

A comercialização é sempre um elo com pouca governança por parte dos catadores, uma vez que a escala de produção é um dos entraves para seus empreendimentos comercializarem diretamente à indústria recicladora, evitando a intermediação que restringe suas margens de ganho na venda de seus produtos e impede o acesso a melhores mercados(SILVA; GOES; ALVAREZ, 2013, p.23).

Em resumo, os intermediários, compram os materiais recicláveis dos catadores por preço baixo e depois vendem a um valor comercial bem mais elevado, no entanto, são responsáveis por ganho de escala e regularidade de entrega de matéria prima reciclada para a indústria.

2.1.3.1 Portaria do MTE nº 397/2002

A Portaria nº 397/2002 do Ministério do Trabalho e Emprego aprova a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO). Desde então, a atividade dos profissionais catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis é reconhecida. Nessa classificação, a descrição sumária das atividades dos catadores se apresenta como:

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 (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 2002).

Os autores Medeiros e Macêdo (2006) interpretam o fato de os catadores constarem da CBO como indicativo do resgate da dignidade desses trabalhadores, inserindo-os no âmbito das políticas públicas.

A inclusão desses catadores ocorre de forma perversa e concluem inferindo que o catador de materiais recicláveis é incluído ao ter um trabalho, mas excluído pelo tipo de trabalho que realiza: trabalho precário, realizado em condições inadequadas, com alto grau de periculosidade e insalubridade, sem reconhecimento social, com riscos muitas vezes irreversíveis à saúde, com a ausência total de garantias trabalhistas (MEDEIROS; MACÊDO, 2006, p.66).

2.1.3.2 Decreto Federal nº 7.405/2010

O Programa Pró-Catador (PPC) foi instituído pelo Decreto número 7.405 em dezembro de 2010. Além de instituir o Programa, também instituiu o Comitê Interministerial para Inclusão Social e Econômica dos Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis, substituindo o antigo Comitê Interministerial da Inclusão Social de Catadores de Lixo, criado pelo Decreto de 11 de setembro de 2003.

No art. 1º do Decreto nº 7.405, fica exposta sua finalidade:

Fica instituído o Programa Pró-Catador, com 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).

Dentre os vários objetivos do Programa Pró-Catador, destacam-se os incisos a seguir, do art. 2º da Lei:

- I - Capacitação, formação e assessoria técnica;
- II - Incubação de cooperativas e de empreendimentos sociais solidários que atuem na reciclagem;
- III - Pesquisas e estudos para subsidiar ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- IV - Aquisição de equipamentos, máquinas e veículos voltados para a coleta seletiva, reutilização, beneficiamento, tratamento e reciclagem pelas cooperativas e associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- V - Implantação e adaptação de infraestrutura física de cooperativas e associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- VI - Organização e apoio a redes de comercialização e cadeias produtivas integradas por cooperativas e associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis;
- VII - Fortalecimento da participação do catador de materiais reutilizáveis e recicláveis nas cadeias de reciclagem. (BRASIL, 2010b).

Knoll (2014) enfatiza, em sua pesquisa, que o programa Pró-Catador inclui, na sua política, por meio do art. 3º, estudos envolvendo a participação de órgãos do governo, com possível ajuda de universidades:

Art. 3º O Programa Pró-Catador poderá ser realizado em cooperação com órgãos ou entidades da administração pública federal e órgãos e entidades dos Estados, Distrito Federal e Municípios que a ele aderirem. (BRASIL, 2010b).

Para Jacobi (2002, p.447) “as transformações na dinâmica de gestão e o fortalecimento de práticas que tornam legítima a participação cidadina estão, direta ou indiretamente, associadas à necessidade de imprimir, também, maior eficiência à ação governamental”.

As transformações político-institucionais e a ampliação de canais de representatividade dos setores organizados para atuarem com os órgãos públicos, como conquista dos movimentos organizados da sociedade civil, mostram a potencialidade de construção de sujeitos sociais identificados por objetivos comuns na transformação da gestão da coisa pública, associada à construção de uma nova institucionalidade. (JACOBI, 2002, p.447).

2.1.4 Logística reversa e os acordos setoriais

Diante de todo o sistema, já estabelecido, de coleta formal e informal dos resíduos sólidos passíveis de reciclagem, há, ainda, todo um sistema a ser estabelecido de coleta e restituição desses materiais ao setor produtivo, a chamada logística reversa.

De acordo com o artigo 3º, inciso 12, da PNRS:

XII - logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010c).

Para operacionalizar a Logística Reversa, a Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece três diferentes instrumentos: o Regulamento, o Acordo Setorial e o Termo de Compromisso, definindo, em seu art. 3º:

I - acordo setorial: ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto (BRASIL, 2010c).

Aos acordos setoriais são exigidos consulta pública e estudos de viabilidade, entre outras prerrogativas. Devem ter abrangência nacional e a participação de todos os atores envolvidos.

Para estudar e buscar soluções de modelagem e governança, para cada uma das cadeias de produtos escolhidas como prioritárias pelo Comitê Orientador, foram criados cinco Grupos de Trabalho Temáticos (GTTs): Embalagens plásticas de óleos lubrificantes; Lâmpadas

fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; Embalagens em geral; Produtos eletroeletrônicos e seus componentes; e Resíduos de medicamentos e suas embalagens (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2018).

O objeto do Acordo Setorial de Embalagens é a implementação, a estruturação, o incremento e a operacionalização do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral, que compõem a fração seca dos resíduos sólidos urbanos ou equiparáveis (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015), que são os materiais de interesse nesta pesquisa.

De acordo com o Comitê Técnico da Coalizão Embalagens (2017), na publicação o 1º Relatório de Desempenho do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral de 2017, as embalagens que compõem a fração seca podem ser compostas pelos grupos de materiais (i) papel e papelão; (ii) plástico; (iii) metais (alumínio e aço), (v) vidro; e pelo subgrupo (i.i) embalagens cartonadas longa vida. Da abrangência da primeira fase do Acordo Setorial:

As ações e metas relacionadas à implementação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens pelas empresas da Coalizão, na Fase 1, têm como prioridade as Cidades Sede da Copa do Mundo de Futebol de 2014, as Cidades Sede que são as cidades e respectivas regiões metropolitanas priorizadas pelo Edital de Chamamento MMA no 02/2012, sendo: Belo Horizonte, Brasília, Cuiabá, Curitiba, Fortaleza, Manaus, Natal, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador e São Paulo; também inclui a composição de municípios definidos como Aglomerações Urbanas (AU), Regiões Metropolitanas (RM) e Regiões Integradas de Desenvolvimento Econômico (RIDE) (COMITÊ TÉCNICO DA COALIZÃO EMBALAGENS, 2017, p.21) .

Inicialmente, previa-se o início de sua execução durante a Copa do Mundo de 2014, ocorrida no Brasil. Entretanto, sua publicação só ocorreu em novembro de 2015. Segundo o documento firmado pelas partes (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015), o Acordo Setorial de Embalagens em Geral está dividido em duas fases de ação, Fase 1 e Fase 2, e a previsão de conclusão do Acordo Setorial era o fim do ano de 2018. A partir dos resultados obtidos por meio da implementação da Fase 1, as empresas pretendem utilizar a experiência para traçar estratégias de implementação das ações do Sistema de Logística Reversa em nível nacional na Fase 2 (COMITÊ TÉCNICO DA COALIZÃO EMBALAGENS, 2017).

Os art. 30º e 32º do Decreto Federal nº 7.404/10, detalha quando da aplicação do Regulamento e dos Termos de Compromisso para a Logística Reversa:

Art. 30º. Sem prejuízo do disposto na Subseção I, a logística reversa poderá ser implantada diretamente por regulamento, veiculado por decreto editado pelo Poder Executivo.

Art.32º O Poder Público poderá celebrar termos de compromisso com os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes referidos no art. 18, visando o estabelecimento de sistema de logística reversa:

I - nas hipóteses em que não houver, em uma mesma área de abrangência, acordo setorial ou regulamento específico, consoante estabelecido neste Decreto; ou

II - para a fixação de compromissos e metas mais exigentes que o previsto em acordo setorial ou regulamento (BRASIL, 2010a).

O volume II do panorama dos resíduos sólidos de SC, pertencente ao PERS (SANTA CATARINA, 2018b) e (BRASIL, 2010a), esclarecem que os Termos de Compromisso não são definidos explicitamente em norma, mas referidos como possibilidade na inexistência de acordo setorial para o produto, ou para estabelecimento de compromissos mais rígidos, devendo ser homologados pelo órgão ambiental competente. Nesses casos, uma ou outra parte pode firmar um Termo de Compromisso individualmente, sendo que o instrumento pode ter abrangência estadual (Art. 32, Decreto nº 7.404/2010), facultando aos estados sua avaliação técnica e econômica (SANTA CATARINA, 2018b, p.174).

2.1.5 Rotas tecnológicas

Segundo Filho (2007), as rotas ou mapas tecnológicos (*technology roadmaps*) fazem parte das ferramentas que emergiram, nos últimos anos, visando a explorar a dinâmica das tecnologias emergentes nas indústrias, em um horizonte de longo prazo e, especialmente, desenvolver, implementar e executar mapas estratégicos de modo a alinhar a estratégia de empresas as suas capacidades tecnológicas

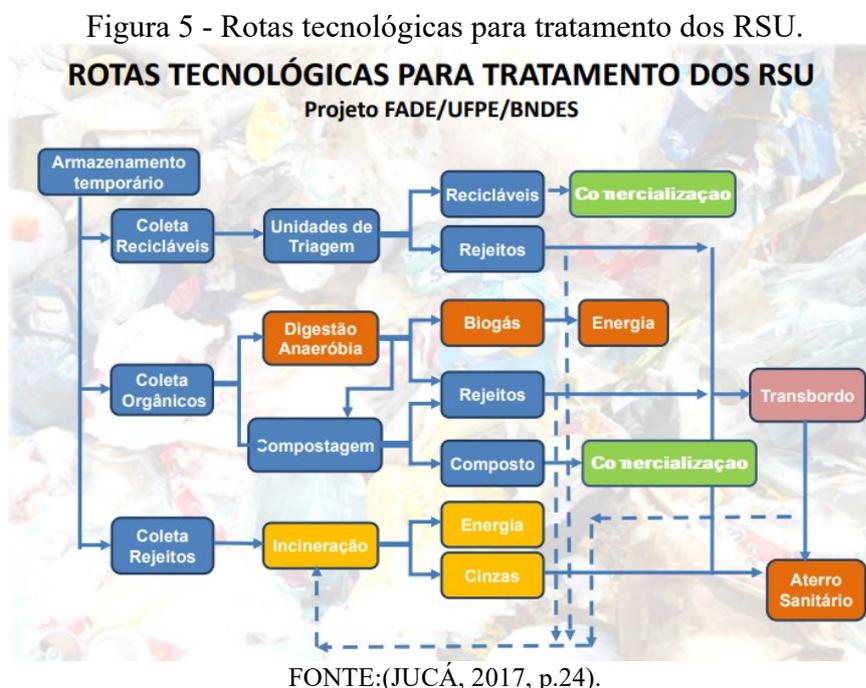
Colvero (2014) afirma que, no Brasil, existem muitas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos, sendo o aterro sanitário o mais utilizado. “A união de duas ou mais tecnologias para a destinação dos RSU forma a chamada rota tecnológica”(COLVERO, 2014, p.29).

Define-se uma rota tecnológica como o conjunto de processos, tecnologias e fluxos dos resíduos desde a sua geração até a sua disposição final, envolvendo circuitos de coleta de resíduos de forma indiferenciada e diferenciada e contemplando tecnologias de tratamento dos resíduos com ou sem valorização energética. Desse modo, a rota tecnológica tem início, necessariamente, com a geração e encerra com a disposição final em aterro sanitário, podendo haver, entre as etapas, uma ou mais formas ou tecnologias de tratamento (GRUPO DE RESÍDUOS SÓLIDOS - UFPE, 2014, p.148).

De acordo com Lima (2014, apud.INSTITUTO NENUCA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – INSEA, 2014, online) “As rotas unem os elos que vão do projeto dos produtos, passando pelo consumo e chegando no descarte final nos aterros.” O autor complementa: “o lixo é capaz de criar problemas de ordem social, econômica e

ambiental.” e conclui que a solução é a “coerência com o desenvolvimento socioambiental, na opção pela reciclagem dos resíduos – a rota tecnológica mais sustentável”

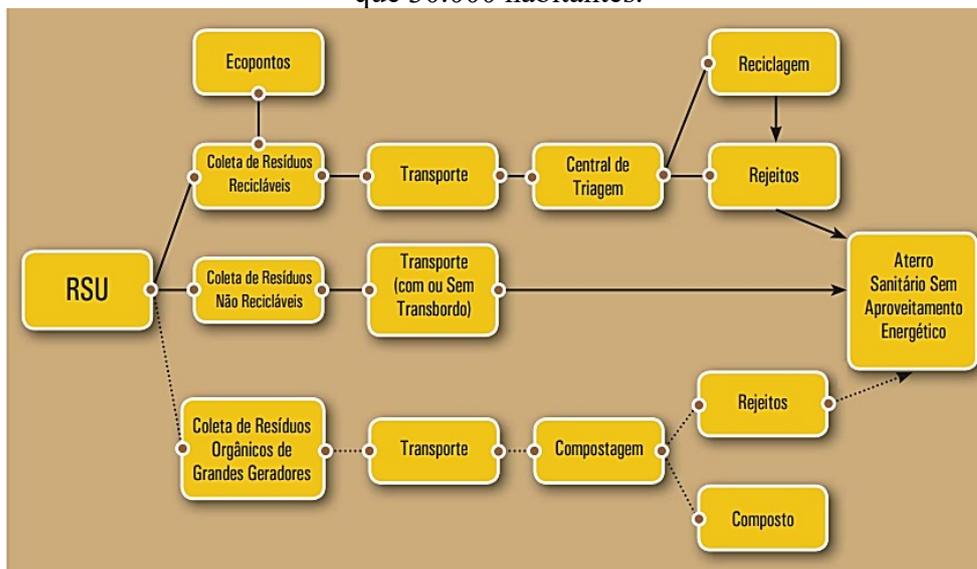
A Figura 5 traz um esquema das rotas tecnológicas para o tratamento dos RSU.



Sobre a adoção e seleção de rotas tecnológicas O Grupo de Resíduos Sólidos - UFPE (2014) discute:

A definição de rotas tecnológicas para a gestão de resíduos sólidos e, conseqüentemente, das tecnologias adotadas, é uma atribuição do gestor público municipal. A PNRS prevê uma ação articulada entre as diferentes esferas públicas e entre estas e o setor privado, visando estabelecer formas de cooperação técnica e financeira de forma a garantir uma gestão integrada dos resíduos. A capacidade financeira e operacional dos municípios aparece, portanto, como decisiva para a implantação de determinadas rotas. O tamanho da população a ser atendida pelas tecnologias pode, em algumas situações, ser considerada como um indicador dessa capacidade. Soluções indicadas para grandes municípios, por exemplo, podem divergir daquelas idealizadas para pequenos e médios municípios; ou ainda, tecnologias inviáveis para pequenos municípios podem ser viabilizadas a partir da adoção de soluções associadas (GRUPO DE RESÍDUOS SÓLIDOS - UFPE, 2014, p.148).

Figura 6 – Rota tecnológica para resíduos sólidos proposta para cidades com porte menor do que 30.000 habitantes.



Fonte: (GRUPO DE RESÍDUOS SÓLIDOS - UFPE, 2014, , p. 151).

Embora as experiências brasileiras no desenvolvimento de sistemas integrados sejam ainda incipientes, inúmeros projetos têm surgido, principalmente na implantação de programas de coleta seletiva, reaproveitamento de materiais e compostagem, além da implantação gradativa dos aterros sanitários como forma de disposição final (REICHERT, 2013, p.12).

Reichert (2013) reconhece, ainda, que o problema está nestas iniciativas, que mesmo que louváveis e incentiváveis, necessitam de articulação ou integração para obterem melhores desempenhos econômico e ambiental.

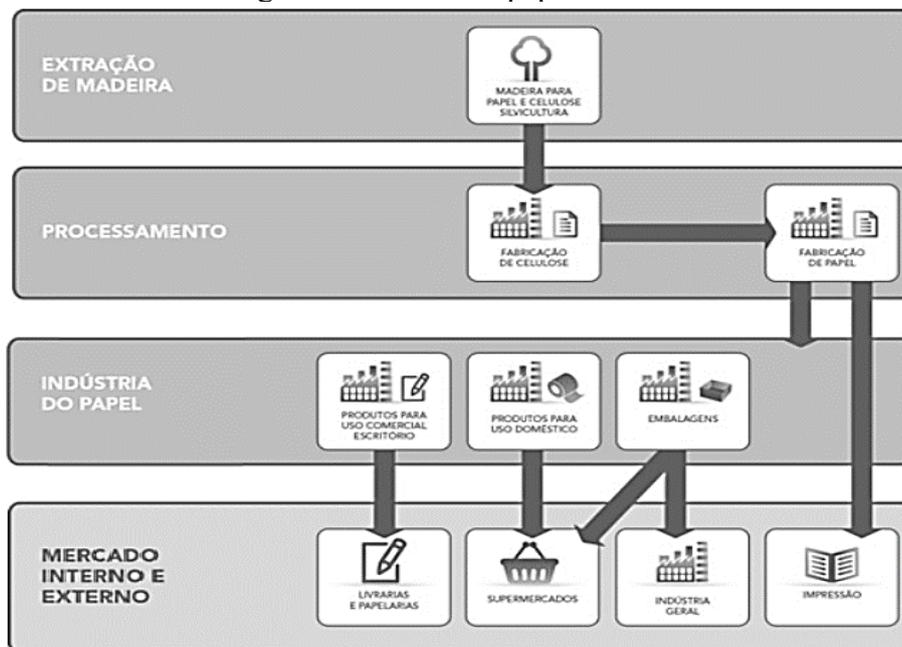
2.1.6 Plano estadual de transporte e logística do estado de santa catarina (PELT-SC)

Os conceitos de logística reversa e rotas tecnológicas suscitam a necessidade de buscar soluções que construam a viabilidade de fluxos de retorno dos resíduos sólidos ao processo produtivo, considerando, regionalidades e os portes das cidades brasileiras. O Plano Estadual de Transporte e Logística do Estado de Santa Catarina (PELT-SC), 2013, apresenta, em detalhes, as trocas de mercadorias - insumos, produtos em processo ou produtos acabados - entre os agentes econômicos dos vários elos das cadeias, os volumes, origens e destinos das mercadorias (SANTA CATARINA, 2013). Além de dar um panorama sobre o uso da rede viária e de terminais, apresentando um diagnóstico sobre o tema.

A identificação destes fluxos de distribuição de mercadorias permite a visualização de polos de geração de resíduos pós-industriais e seus potenciais sistemas logística reversa. Além disso, expõe uma lacuna acerca do que acontece nos fluxos de retorno desta infraestrutura

organizada. A fim de se compreender os fluxos produtivos, elencou-se as cadeias produtivas de materiais que, quando descartados, podem ser caracterizados como resíduos sólidos recicláveis secos, são elas: papel e celulose, petroquímica (plásticos), metalmeccânica (metais) e a de minerais não metálicos (vidro).

Figura 7 – Cadeia de papel e celulose.



Fonte: (SANTA CATARINA, 2013, p.36).

A cadeia de papel e celulose indica um primeiro processamento industrial na fabricação da celulose para fabricação do papel. Os produtos da indústria do papel são: produtos para uso comercial de escritório e produtos para uso doméstico e embalagens. Sendo assim, tem-se a geração industrial advinda do processamento e como subproduto das diversas indústrias do papel. Após o encaminhamento aos mercados interno e externo, considera-se resíduo pós-consumo e tratado como RSU.

As empresas que exploram a atividade de silvicultura no Estado estão, em sua maioria, na região de Lages, Rio Negrinho, Caçador e Santa Cecília. Muitas destas são integradas verticalmente, sendo também fabricantes de papel e celulose e responsáveis pelo manejo de florestas em diversos municípios dos estados de Santa Catarina e Paraná. As grandes e médias empresas de base florestal detêm mais de 2/3 das áreas florestadas do Estado. Observa-se uma concentração da produção de papel e celulose no Estado. (SANTA CATARINA, 2013, p.36).

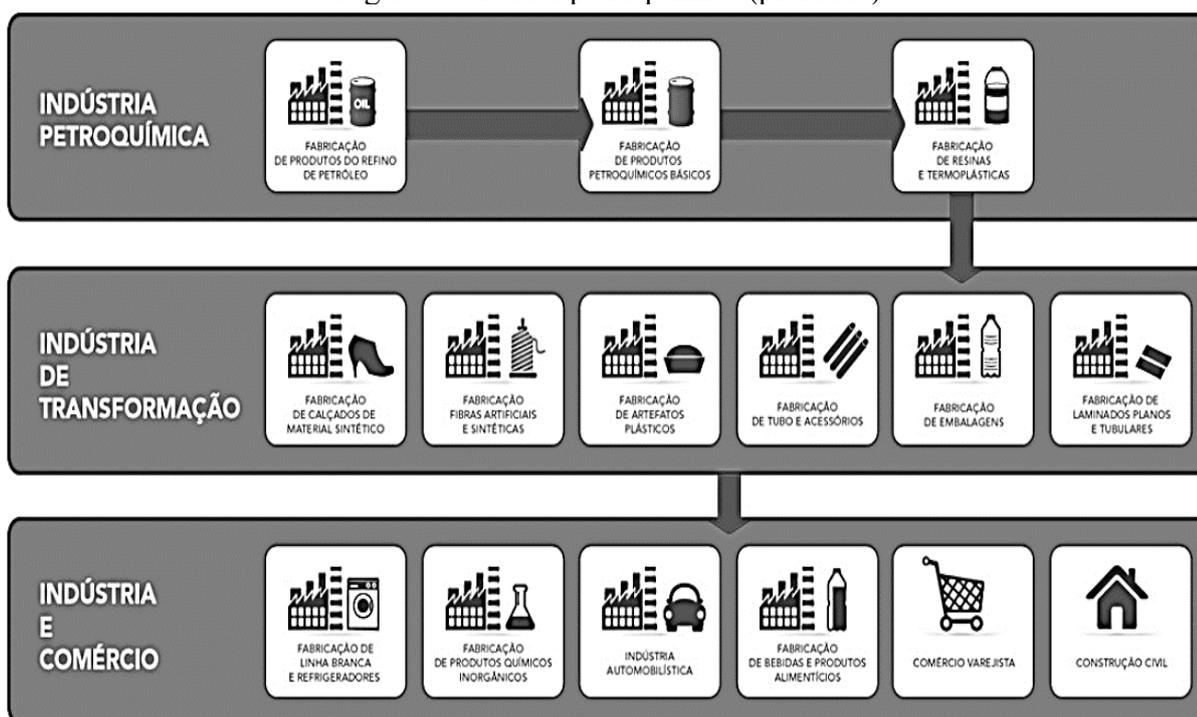
Segundo a BRACELPA, em 2010 a taxa de recuperação do papel no Brasil era de 45% e se mantinha estável nos últimos 10 anos.

Para ser considerado reciclado, o papel deve conter pelo menos 50% de fibras recuperadas (pós-consumo ou pré-consumo) e, no mínimo, 25% de material

pós-consumo (aquele que chegou até o consumidor, foi utilizado e, então, recuperado) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL - BRACELPA, 2010, p. 26),

Guadagnin e Naspolini Jr. (2014) expõem que há perda de resistência ao longo do ciclo de uso do papel, descarte e recuperação. Pode-se minimizar essa perda de resistência ao se adicionar material celulósico de fibra longa, que é o caso do papel Kraft (GUADAGNIN; NASPOLINI JR., 2014)

Figura 8 - Cadeia petroquímica (plásticos)



Fonte: (SANTA CATARINA 2013, p.49).

De acordo com o PELT-SC, pode-se distinguir três estágios ou gerações industriais na cadeia da atividade petroquímica: (i) indústrias de 1ª geração, que fornecem os produtos petroquímicos básicos, tais como eteno, buteno, propeno, butadieno, benzeno e paraxileno; (ii) indústrias de 2ª geração, que transformam os petroquímicos básicos nos chamados petroquímicos finais, como polietileno (PE), polipropileno (PP), polivinilcloro (PVC), poliésteres, óxido de etileno etc.; (iii) indústrias de 3ª geração, em que produtos finais são quimicamente modificados ou conformados em produtos de consumo (SANTA CATARINA, 2013).

As empresas da 1ª geração estão localizadas nos quatro polos petroquímicos - São Paulo, Bahia, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro. Próximas a estas empresas estão as de 2ª geração. O estado de Santa Catarina não conta com grandes empresas de 2ª geração. As resinas produzidas pelas empresas de 2ª geração, e adquiridas pela indústria de transformados plásticos, geram

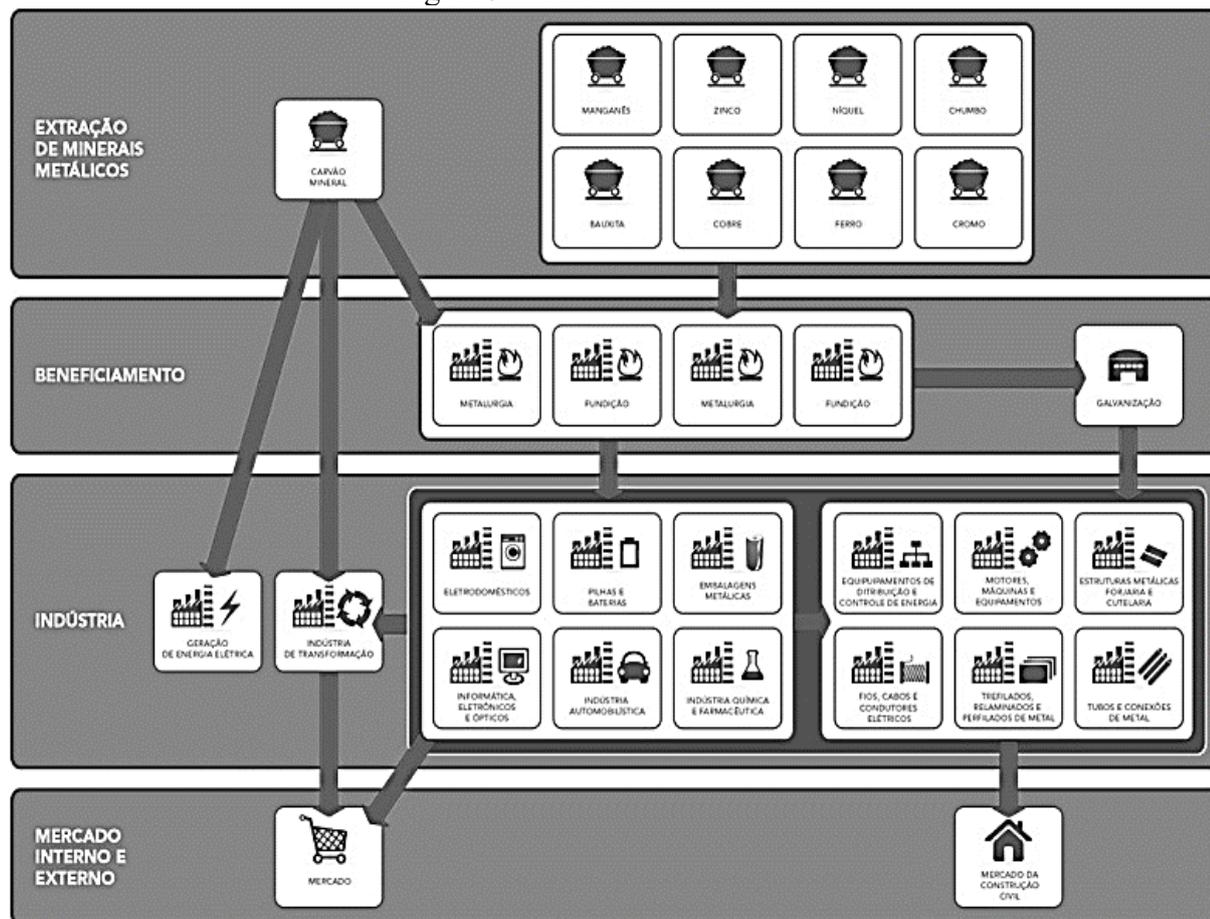
produtos diversos, através dos processos de extrusão, injeção, sopro, termoformagem e rotomoldagem, numa grande diversidade de artefatos de diferentes cores, formatos e finalidades, que atendem aos mais diversos setores da economia, tais como: setores agrícola, alimentício, automobilístico, cosméticos, construção civil, eletroeletrônico, farmacêutico, higiene e limpeza, médico-hospitalar. A indústria do plástico é o setor que movimenta a maior quantidade de produtos fabricados com materiais petroquímicos. Diferentemente das atividades de 1ª e 2ª geração petroquímica, há um grande número de empresas de 3ª geração no Estado de Santa Catarina, inclusive algumas que se destacam no cenário nacional. Estas empresas transformadoras de plásticos estão concentradas na região de Joinville e Criciúma. (SANTA CATARINA, 2013, p.49).

Muitos são os usos para os plásticos reciclados. Segundo o Instituto Sócio-ambiental dos Plásticos (2013):

30% do PET reciclado no Brasil é direcionado principalmente para a indústria têxtil. O EPS reciclado é amplamente utilizado na construção civil, principalmente em lajes, telhas isolantes e preenchimento de pisos. O PEAD é direcionado principalmente para embalagens de limpeza doméstica, industriais, descartáveis (sacolas), assim como utilidades domésticas. O PVC reciclado é direcionado principalmente a aplicações da construção civil (INSTITUTO SÓCIO-AMBIENTAL DOS PLÁSTICOS - PLASTIVIDA, 2013, p.16).

Sobre a cadeia metalmeccânica apresentada na sequência, observa-se, de forma semelhante, a tendência da geração de resíduos como subprodutos de beneficiamento e da transformação industrial nas múltiplas indústrias que segmentam o setor. Os dois principais destinos do setor são o mercado e a construção civil.

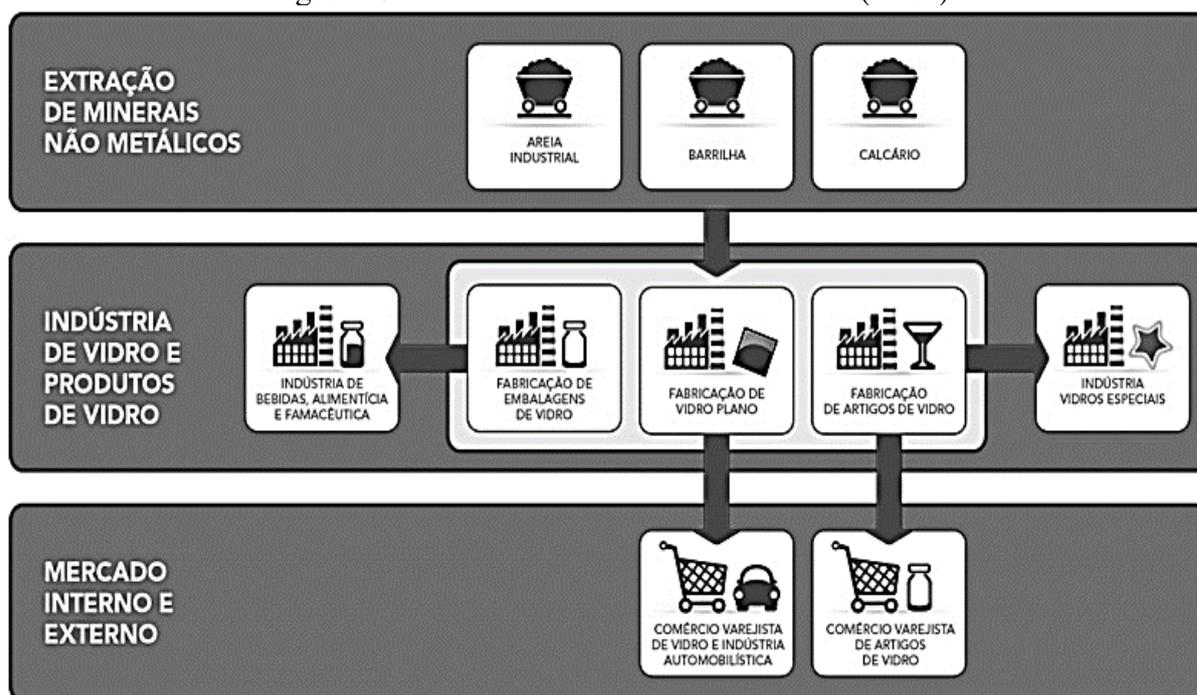
Figura 9 – Cadeia metalmeccânica.



Fonte: SANTA CATARINA (2013).

As atividades desse complexo, [...], incluem as seguintes divisões consideradas na classificação CNAE: metalurgia; fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos; fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos; fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos; fabricação de máquinas e equipamentos; fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias; fabricação de outros equipamentos de transporte. [...] Os fluxos da cadeia metalmeccânica constituem, em grande parte, fluxos de passagem e observa-se uma clara concentração destes na região leste do estado, em especial em torno do município de Joinville. (SANTA CATARINA, 2013, p.40-41).

Figura 10 - Cadeia de minerais não metálicos (vidro).



Fonte: SANTA CATARINA (2013).

Uma das principais constatações, do PELT-SC, sobre a cadeia do vidro, sob o ponto de vista dos resíduos sólidos, é sobre a extração da matéria-prima: “os materiais utilizados na fabricação desses vários produtos provêm, em grande parte, do próprio estado de Santa Catarina” (SANTA CATARINA, 2013, p.43). Este, aliás, é um dos fatores determinantes para a instalação das indústrias no Estado, pois dado o baixo valor unitário das matérias-primas, o transporte destes insumos a longas distâncias não é economicamente viável.

O segmento industrial do vidro é um consumidor importante de matérias-primas minerais não metálicas. O vidro tem características específicas, como resistência e propriedades mecânicas, térmicas, óticas e acústicas, que possibilitam incontáveis aplicações nas mais variadas indústrias. Os vidros são geralmente classificados em quatro grandes áreas: embalagens, planos, técnicos (ou especiais) e domésticos. [...] as embalagens de vidro, em importância de consumo, são utilizadas no setor de bebidas, em frascos e garrafas, principalmente para cervejas; no setor de alimentos e, por último, na embalagem de produtos não alimentícios (farmacêuticos e cosméticos). Os vidros planos são fabricados em chapas, utilizados, principalmente, pela construção civil, seguida pela indústria automobilística, moveleira, e decorações de interiores, principalmente espelhos. Os vidros especiais (técnicos) no Brasil compreendem as lãs e fibras de vidro (para isolamento e indústria têxtil), os tijolos e blocos de vidro, os isoladores elétricos de vidro, as ampolas para garrafas térmicas, os bulbos de lâmpadas, os vidros para tubo de imagem e as ampolas farmacêuticas para medicamentos. Por fim, os vidros domésticos são aqueles usados em utensílios como louças de mesa, copos, xícaras, e objetos de decoração como vasos. (SANTA CATARINA, 2013, p.44 e p.45).

Zevzikovas (2008) expõe que os vidros devem chegar às vidrarias isentos de impurezas, como pedras, plásticos e metais. Devido a presença de produtos diferentes dos usados em embalagem na sua composição original, nem todo vidro pode ser reciclado.

Entre os recicláveis estão recipientes em geral, copos, garrafas de vários tamanhos e embalagens de molhos. Entre os que não podem ser reciclados, estão vidros planos, espelhos, lâmpadas, tubos de TV, cerâmica e porcelana. (ZEVZIKOVAS, 2008, p.25).

2.2 PLANEJAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS RECICLÁVEIS SECOS NO BRASIL E EM SANTA CATARINA

O conjunto normativo na área de resíduos sólidos reúne uma série de marcos regulatórios de estímulo ao planejamento. Resgata-se, nos tópicos seguintes, diversos conceitos e instrumentos presentes nas leis Federais e Catarinenses no contexto dos resíduos recicláveis secos.

2.2.1 Lei federal nº 11.445/2007

A Lei nº 11.445/2007 estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, constando, em seus princípios fundamentais, o manejo dos resíduos sólidos realizados de forma adequada à saúde pública e à proteção do meio ambiente. Uma vez disposto seu fundamento, reafirma, ainda, em seu art. 7º as atividades que o compõem:

Art. 7º Para os efeitos desta Lei, o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos é composto pelas seguintes atividades:

- I - De coleta, transbordo e transporte dos resíduos relacionados;
- II - De triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos;
- III - De varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos e outros eventuais serviços pertinentes à limpeza pública urbana (BRASIL, 2007).

Observa-se que não há referência, especificamente, a atividade de coleta seletiva, no entanto, faz menção a atividade de triagem dos resíduos para fins de reuso ou reciclagem.

Sobre o quesito da sustentabilidade financeira, esta lei contempla o tema em seu art. 29º:

Art. 29. Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços:

[...] II - de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos: taxas ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades. (BRASIL, 2007).

Por fim, apresenta no art. 35º as considerações sobre a cobrança de taxas e tarifas, que devem levar em conta, além da adequada destinação dos resíduos coletados:

- I - o nível de renda da população da área atendida;
- II - as características dos lotes urbanos e as áreas que podem ser neles edificadas;
- III - o peso ou o volume médio coletado por habitante ou por domicílio. (BRASIL, 2007).

2.2.2 Plano nacional de saneamento básico (PLANSAB)

O PLANSAB, publicado em 2014, com horizonte de validade de 20 anos e revisão a cada 4 anos, é o plano em vigor com o conjunto de metas e ações que contemplam as questões de universalização dos serviços de saneamento básico: abastecimento de água, cobertura de sistemas de esgotamento sanitário, gerenciamento dos resíduos sólidos e manejo das águas pluviais.

Sobre os resíduos sólidos, o documento enfatiza algumas questões cruciais para clareza da questão, dentre elas a titularidade dos serviços:

No rol dos agentes governamentais, o município é o titular inequívoco dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e não paira sobre esta afirmação nenhum indício de dúvida. Entretanto, pela própria complexidade deste campo, faz-se fundamental a implementação de ações que visem ao fortalecimento da capacidade institucional do poder local, o que abrange, inclusive, a possibilidade de solucionar este quadro mediante iniciativas de gestão associada por meio de consórcios públicos, experiências que começam a compor o cenário nacional e a contar com algum tipo de apoio do Governo Federal. Vale salientar que a elaboração do Plano Municipal de Resíduos Sólidos (PMRS), nos termos dos artigos 18 e 19 da Lei 12.305/10, é condição para os municípios terem acesso a recursos da União destinados a empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade [...] (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2014, p.29),

O texto supracitado sugere a gestão associada, por meio de consórcios públicos, como alternativas conjuntas para soluções compartilhadas. Além disso, condiciona ao planejamento a possibilidade de obtenção de recursos federais para empreendimentos e serviços relacionados ao RSU.

As metas de curto, médio e longo prazo - 2018, 2023 e 2033 - estabelecidas no PLANSAB foram definidas a partir da evolução histórica e da situação dos indicadores para o ano de elaboração, com base na análise situacional do déficit. Nesse processo, foram elaborados

23 indicadores, contemplando os quatro componentes do saneamento básico, além de aspectos de gestão, 5 deles relativos aos resíduos sólidos, conforme detalhado no quadro a seguir:

Quadro 1- Metas para resíduos sólidos nas macrorregiões e no País (em %).

INDICADOR	ANO	BRASIL	N	NE	SE	S	CO
R1. % de domicílios urbanos atendidos por coleta direta de resíduos sólidos ⁽¹⁾	2010	90	84	80	93	96	92
	2018	94	90	88	99	99	95
	2023	97	94	93	100	100	97
	2033	100	100	100	100	100	100
R2. % de domicílios rurais atendidos por coleta direta e indireta de resíduos sólidos	2010	27	14	19	41	46	19
	2018	42	28	33	58	62	37
	2023	51	37	42	69	71	49
	2033	70	55	60	92	91	72
R3. % de municípios com presença de lixão/vazadouro de resíduos sólidos	2008	51	86	89	19	16	73
	2018	0	0	0	0	0	0
	2023	0	0	0	0	0	0
	2033	0	0	0	0	0	0
R4. % de municípios com coleta seletiva de RSD	2008	18	5	5	25	38	7
	2018	28	12	14	36	48	15
	2023	33	15	18	42	53	19
	2033	43	22	28	53	63	27
R5. % de municípios que cobram taxa de resíduos sólidos	2008	11	9	5	15	15	12
	2018	39	30	26	49	49	34
	2023	52	40	36	66	66	45
	2033	80	61	56	100	100	67

Fonte: BRASIL (2013). Nota: Adaptado pela autora.

Nota-se que o indicador que detalha a coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares propôs que 48% dos municípios da região sul fossem atendidos por sistemas dessa natureza em 2018 e que esse número aumentasse para 63% dos municípios em 2033.

Em 2019, foi realizada a primeira revisão do documento que possui como 6ª diretriz “Buscar a universalização da limpeza urbana e da coleta de resíduos sólidos e promover o manejo, a destinação e a disposição final ambientalmente adequados” (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2019, p.19). O texto estabelece critérios de definição de atendimento adequado e de déficit de acesso à limpeza urbana e manejos dos resíduos sólidos:

Atendimento Adequado: Coleta direta ou indireta com frequência mínima de uma vez por semana e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos;

Atendimento precário: Coleta direta ou indireta: - com frequência que não seja de, pelo menos, uma vez por semana; - com destinação final ambientalmente inadequada dos resíduos (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2019, p.23).

Figura 11 – Indicadores de Resíduos Sólidos para metas do PLANSAB.

Indicador	Fonte da formulação	Formulação
R1	Censo	Número de domicílios urbanos e rurais atendidos por coleta direta ou indireta de resíduos sólidos urbanos ⁽²⁾ / Total de domicílios
R2	Censo	Número de domicílios urbanos atendidos por coleta direta ou indireta de resíduos sólidos urbanos ⁽²⁾ / Total de domicílios urbanos
R3	Censo	Número de domicílios rurais atendidos por coleta direta ou indireta de resíduos sólidos urbanos ⁽²⁾ / Total de domicílios rurais
R4	SNIS	Número de municípios com disposição final de resíduos sólidos urbanos ⁽²⁾ em aterro controlado, lixão ou vazadouro / Total de municípios
R5	SNIS	Número de municípios com coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares secos / Total de municípios
R6	SNIS	Número de municípios que cobram pelo serviço de manejo de resíduos sólidos urbanos ⁽²⁾ / Total de municípios
R7	SNIS	Massa de resíduos sólidos cuja disposição é feita em aterro controlado, lixão ou vazadouro / Total da massa de resíduos sólidos dispostos em aterro sanitário, aterro controlado, lixão ou vazadouro
R8	SNIS	Massa de resíduos sólidos orgânicos encaminhados para tratamento (compostagem e biodigestão) / Total da massa de resíduos sólidos coletada

Fonte: Ministério do Desenvolvimento Regional (2019). Nota: Adaptado pela autora.

Em que pese as metas traçadas para a região sul do país, a meta R5, que vai de 38% em 2010 a 63% em 2033 da “% municípios com coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares secos” e a meta R6, que vai de 15% em 2010 a 100% em 2033 da “% de municípios que cobram pelo serviço de manejo de resíduos sólidos urbanos” são os que possuem efeitos no planejamento de resíduos sólidos recicláveis secos. Visto que, a formulação do cálculo do indicador R7 “% da massa de resíduos sólidos com disposição ambientalmente adequada” não contempla a destinação ambientalmente adequada em seu cálculo.

Figura 12 – Metas Manejo de resíduos sólidos no país e macrorregiões 2010-2033 do PLANSAB.

Indicador	Fonte	Ano	BRASIL	N	NE	SE	S	CO
R1. % de domicílios urbanos e rurais atendidos por coleta direta ou indireta de resíduos sólidos	Censo	2010	87,4	74,3	75,0	95,0	91,6	89,7
	Censo ⁽¹⁾	2017	89,6	76,2	79,4	95,8	94,6	92,2
	Metas do Plansab	2023	90,6	78,5	82,0	97,4	95,8	93,6
		2033	95,4	88,1	89,4	99,4	98,7	96,9
R2. % de domicílios urbanos atendidos por coleta direta ou indireta de resíduos sólidos	Censo	2010	97,4	93,6	93,7	98,8	99,3	98,4
	Censo ⁽¹⁾	2017	97,9	94,6	95,2	98,9	99,5	98,9
	Metas do Plansab	2023	98,7	96,6	97,0	100,0	100,0	100,0
		2033	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
R3. % de domicílios rurais atendidos por coleta direta ou indireta de resíduos sólidos	Censo	2010	26,9	13,8	18,7	40,5	46,0	18,9
	Censo ⁽¹⁾	2017	32,8	12,0	28,7	45,5	59,7	24,1
	Metas do Plansab	2023	46,8	28,1	40,4	62,9	71,4	42,1
		2033	70,0	55,0	60,0	92,0	91,0	72,0
R4. % de municípios com disposição final ambientalmente inadequado de resíduos sólidos	PNSB	2008	51,0	86,0	89,0	19,0	16,0	73,0
	SNIS ⁽²⁾	2016	59,3	88,9	87,8	45,9	13,8	85,0
	Metas do Plansab	2023	34,8	56,6	57,9	24,4	6,9	55,9
		2033	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
R5. % de municípios com coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares secos	PNSB	2008	18,0	5,0	5,0	25,0	38,0	7,0
	SNIS	2017	35,3	11,1	8,3	44,2	55,0	23,3
	Metas do Plansab	2023	37,2	12,5	16,1	46,8	56,6	24,5
		2033	43,0	22,0	28,0	53,0	63,0	27,0
R6. % de municípios que cobram pelo serviço de manejo de resíduos sólidos urbanos	PNSB	2008	11,0	9,0	5,0	15,0	15,0	12,0
	SNIS	2017	46,3	17,1	8,6	50,3	84,8	26,4
	Metas do Plansab	2023	58,8	34,7	26,7	68,9	89,6	41,2
		2033	80,0	61,0	56,0	100,0	100,0	67,0
R7. % da massa de resíduos sólidos com disposição final ambientalmente inadequada	SNIS	2014	33,7	70,9	45,0	16,8	12,3	61,6
	SNIS	2017	24,8	56,9	40,6	11,6	6,5	48,1
	Metas do Plansab	2023	18,3	29,8	27,6	8,8	4,5	35,7
		2033	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
R8. % de desvio de resíduos sólidos orgânicos da disposição final	SNIS	2017	0,48	0,01	0,28	0,49	0,62	1,20
	Metas do Plansab	2023	2,8	1,9	1,8	3,3	3,3	3,4
		2033	10,4	7,2	6,9	12,3	12,3	12,9

(1) Metas R1, R2 e R3: valores obtidos a partir dos dados do Censo 2010, combinados com as variações anuais da PNAD.

(2) Valores obtidos por meio do SNIS e SNIR 2016.

Fonte: (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2019). Nota: Adaptado pela autora.

2.2.3 Lei federal nº 12.305/2010

Instituída em agosto de 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) Lei Federal nº 12.305, reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.

Entre os objetivos traçados e as premissas da Lei, tem-se a gestão integrada de resíduos sólidos; a regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; a extinção de lixões; o recebimento exclusivo de rejeitos pelos aterros; a garantia da universalização dos serviços; a inserção de catadores de materiais recicláveis no processo de coleta seletiva e logística reversa; o estabelecimento de prioridades na gestão dos resíduos sólidos, sendo elas a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2019, p.114)

Esta lei baseada na prevenção e precaução invoca o conceito do poluidor-pagador e do protetor-recebedor como estratégia legal para mudança cultural. Resgata os conceitos de visão sistêmica e do desenvolvimento sustentável, dotados de complexidade pelas diversas dimensões que abrangem. Ainda, apresenta o indicador ecoeficiência, além da eficiência financeira e da qualidade, para contratação de produtos e serviços. Baliza a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, atribuindo deveres - ao poder público e à sociedade - e não apenas conjecturando a participação voluntária. Além disso, reafirma o valor econômico e social dos materiais recicláveis, distinguindo-os inteiramente dos rejeitos.

Os conceitos de gestão integrada e gerenciamento, também são nesta lei definidos, que os diferencia em seu artigo 3º:

X - Gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei.

XI - Gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010c).

Philippi Júnior et. al (2012 apud MEIRELES, 2015) interpretam que a PNRS, ao definir o conceito de gestão integrada, incorporou dimensões mais amplas à gestão de resíduos sólidos, além do simples aspecto operacional, quais sejam:

i) dimensão política, que permite tratar dos acordos necessários e superação de conflitos de interesses; ii) dimensão econômica, que favorece as soluções para resíduos e a implantação de instrumentos econômicos que estimulem posturas saudáveis por parte dos atores sociais; iii) dimensão ambiental, que aponta para a essência da gestão de resíduos, que é a minimização dos impactos ambientais; iv) dimensão cultural, que considera os hábitos e valores das comunidades locais na definição de métodos e procedimentos para o gerenciamento de resíduos e; por fim, v) dimensão social, que reforça a necessidade de controle social (Philippi Júnior et. al., 2012 apud MEIRELES, 2015, p.35).

Em 2011, quando lançada a versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANRS), a distinção entre os conceitos foi reforçada no texto e, salientada a inter-relação entre ambos. Portanto, a gestão pode ser entendida como a fixação das diretrizes e metas para realização dos serviços de limpeza urbana, observando questões ambientais, econômicas, técnicas, sociais e legais em cada fase do manejo dos resíduos sólidos.

Ao abordar o assunto, o Grupo de Resíduos Sólidos - UFPE, em relatório para o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) de 2014, afirma que:

De forma geral, no Brasil, a Gestão dos RSU tem sido proposta em esferas maiores, como pelos estados ou Governo Federal, apesar de existirem algumas propostas municipais. O gerenciamento dos RSU tem uma abrangência mais específica (local), ficando a cargo das municipalidades. O gerenciamento dos RSU constitui responsabilidade da administração municipal e envolve uma sequência de atividades que auxiliam na melhoria do sistema de limpeza urbana, abrangendo a redução, reutilização e reciclagem (3 R); o acondicionamento; a coleta e o transporte dos resíduos; a limpeza dos logradouros; o tratamento (compostagem, reciclagem, digestão anaeróbia, incineração, etc.) e a disposição final (aterros sanitários) (GRUPO DE RESÍDUOS SÓLIDOS - UFPE, 2014, p.21).

Essa constatação é de extrema relevância, pois, no âmbito local, o gerenciamento disjuncto do planejamento pode resultar em dificuldades enfrentadas pela coletividade e pelo poder público local em trazer para a realidade diretrizes e metas estabelecidas por outras esferas.

O Decreto nº 7.404/2010, regulamentador da PNRS, menciona em seu art. 9º § 1º:

Art. 9º § 1º A implantação do sistema de coleta seletiva é instrumento essencial para se atingir a meta de disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, conforme disposto no art. 54 da Lei nº 12.305, de 2010 (BRASIL, 2010a)

Além disso, o decreto orienta aos planos municipais simplificados de gestão integrada, o estabelecimento de metas de coleta seletiva e reciclagem dos resíduos. O artigo 8º da PNRS apresenta seus instrumentos, de forma que o primeiro deles trata dos Planos de Resíduos Sólidos, tamanha sua importância estratégica para efetividade da questão no panorama brasileiro.

2.2.4 Planos de resíduos

A PNRS dedica o Capítulo II ao esclarecimento do que são os planos de resíduos sólidos e suas diversas modalidades. A lei apresenta, para um deles, seu conteúdo mínimo, responsáveis, e estabelece a obrigatoriedade de sua formulação por todos os estados e municípios do país:

I - o Plano Nacional de Resíduos Sólidos;

- II - os planos estaduais de resíduos sólidos;
- III - os planos microrregionais de resíduos sólidos e os planos de resíduos sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas;
- IV - os planos intermunicipais de resíduos sólidos;
- V - os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos;
- VI - os planos de gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010c).

O Ministério do Meio Ambiente (2012) indica que “o processo de construção dos Planos de Gestão de Resíduos Sólidos deverá levar a mudanças de hábitos e de comportamento da sociedade como um todo” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012a, p.31) .

“O diálogo tem papel estratégico neste processo, e é mais eficiente se acontece com grupos organizados e entidades representativas dos setores econômicos e sociais de cada comunidade ou região” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012a, p.31). Além disso, a divulgação dos dados sobre os resíduos é, também, fator de mobilização e controle da sociedade sobre os serviços públicos, neste sentido o texto complementa que quando todos têm acesso às informações sobre o assunto se sentem estimulados a participar e opinar (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012^a).

2.2.5 Plano nacional de resíduos sólidos

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANRS) é um dos instrumentos mais importantes da Política Nacional, na medida em que identifica os problemas dos diversos tipos de resíduos gerados, as alternativas de gestão e gerenciamento passíveis de implementação, indicando planos de metas, programas e ações para mudanças positivas sobre o quadro atual (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012b). No entanto, desde 2012, aguarda aprovação dos ministérios para ser regulamentado com força de Decreto-Lei, e seu conteúdo conta com: 1) Diagnóstico da situação dos resíduos sólidos no Brasil; 2) Cenarização; 3) Educação ambiental; 4) Diretrizes e estratégias; 5) Metas; 6) Programas e ações de resíduos sólidos; e 7) Participação e controle social na implementação e no acompanhamento do PLANRS.

No tocante à redução dos resíduos sólidos urbanos secos dispostos em aterros sanitários e à inclusão de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, o documento apresenta, também, diretrizes e estratégias em seu capítulo 4.

Versa, ainda, sobre a contribuição na emancipação das organizações de catadores, sobre a promoção da criação de novas cooperativas e associações e sobre a promoção da articulação em rede das cooperativas e associações de catadores de materiais reutilizáveis e

recicláveis, dentre outras estratégias (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012b). Entre suas diretrizes e estratégias, destacam-se as apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Diretrizes e estratégias traçadas no PLANRS correlatas aos Resíduos Reutilizáveis e Recicláveis. (continua)

Item	Diretriz	Estratégias
Redução da Geração de Resíduos Sólidos Urbanos	Reduzir a atual geração per capita de resíduos sólidos urbanos, para o patamar de 2008 (equivalente a uma taxa média nacional de 1,1 kg/habitante/dia), buscando sua contínua redução, levando em consideração a média de geração per capita de cada região do país e as especificidades locais.	<ul style="list-style-type: none"> - Consolidar a Agenda Ambiental na Administração Pública - A3P como marco referencial de responsabilidade socioambiental nas atividades administrativas das três esferas de governo, incluindo as administrações direta e indireta. - Promover a inserção de critérios ambientais nas licitações públicas, com prioridade nas aquisições de produtos que possam ser reutilizáveis; - Desenvolver programas de conscientização no uso de materiais e recursos dentro dos órgãos governamentais, visando à gestão adequada dos resíduos gerados e à melhoria da qualidade de vida no ambiente de trabalho; - Incentivar a reutilização e reciclagem no País, tanto por parte do consumidor como por parte dos setores público e privado (que tem como atividade principal a Classificação Nacional de Atividades Econômicas, CNAE para recuperação de materiais), promovendo ações compatíveis com os princípios da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, incentivando a separação de resíduos orgânicos compostáveis, recicláveis e rejeitos, com implantação de polos regionais para o reaproveitamento e a reciclagem de materiais e inclusão social dos catadores.
Redução dos Resíduos Sólidos Urbanos Secos dispostos em aterros sanitários e Inclusão de Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis	Qualificação e fortalecimento da organização para a inclusão socioeconômica de, no mínimo, 600 mil catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis organizados em cooperativas e outras formas associativas, por meio da criação	<ul style="list-style-type: none"> - Implantar a coleta seletiva com a participação de cooperativas e outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, como prestadores de serviços, devidamente contratadas pelas administrações públicas municipais e desenvolvidas em parceria com os atores da sociedade civil com o devido pagamento aos catadores pela coleta, pela triagem e pelo destino final adequado na cadeia de reciclagem; - Implantar medidas que incentivem o desenvolvimento tecnológico para a reutilização e reciclagem dos diversos materiais que compõem os RSU e sua

	<p>de linhas de financiamento, incluindo a construção e difusão de conhecimento entre seus membros, com apoio de outros programas sociais para os seus familiares.</p>	<p>aplicabilidade em produtos novos, passíveis de reciclagem e com o uso de materiais reciclados, mantendo-se as principais propriedades do produto original;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contribuir com a emancipação das organizações de catadores, promovendo o fortalecimento das cooperativas, associações e redes, incrementando sua eficiência e sustentabilidade, principalmente no manejo e na comercialização dos resíduos, e também nos processos de aproveitamento e reciclagem; - Promover a criação de novas cooperativas e associações de catadores, priorizando a mobilização para a inclusão de catadores informais nos cadastros de governo e ações para a regularização das entidades existentes; - Promover a articulação em rede das cooperativas e associações de catadores. - Induzir o encaminhamento prioritário dos resíduos recicláveis secos para cooperativas e/ou associações de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis; - Promover a gestão do conhecimento e estudos em produção sustentável com ações que visem a desenvolver uma concepção inovadora de produtos, serviços e soluções que considerem a eficiência econômica e ecológica para o aumento da vida útil de produtos; - Ampliar o uso da Análise do Ciclo de Vida (ACV) dos produtos e embalagens como ferramenta para melhorar o desempenho ambiental, sistematizando as informações dos vários materiais produzidos no mercado; - Desenvolver e valorizar tecnologias sociais e inclusão produtiva para o avanço e fortalecimento das associações e cooperativas dos catadores no ciclo dos materiais recicláveis, por meio do pagamento dos serviços ambientais; e - Inserir a educação ambiental no projeto político pedagógico das escolas em todo o país, como medida para reduzir a geração de resíduos sólidos, incluindo as instituições de educação superior.
--	--	--

Fonte: Elaborado a partir de PLANRS (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012b).

O PLANRS apresenta, por região, as metas de redução de recicláveis secos dispostos em aterro, chegando a 60% até 2031 para o sul do Brasil, e a inclusão e o fortalecimento da organização de catadores, chegando a 147.000 catadores até 2031 para o sul do país.

Quadro 3 - Meta 3 do PLANRS.

Redução dos resíduos recicláveis secos dispostos em aterro, com base na caracterização nacional em 2013 (%)

Meta	Região	Plano de Metas				
Redução dos resíduos recicláveis secos dispostos em aterro, com base na caracterização nacional em 2013	Brasil	2015	2019	2023	2027	2031
		22	28	34	40	45
	Região Norte	10	13	15	17	20
	Região Nordeste	12	16	19	22	25
	Região Sul	43	50	53	58	60
	Região Sudeste	30	37	42	45	50
	Região Centro-oeste	13	15	18	21	25

Fonte: PLANRS (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012b).

Quadro 4 - Meta 6 do PLANRS.

**Meta 6 Catadores
Inclusão e fortalecimento da organização de 600.000(*) catadores**

Meta	Região	Plano de Metas				
Inclusão e fortalecimento da organização de 600.000 catadores	Brasil	2015	2019	2023	2027	2031
		280.000	390.000	440.000	500.000	600.000
	Região Norte	7.745	10.764	12.144	13.800	16.560
	Região Nordeste	63.160	87.984	99.264	112.800	135.360
	Região Sul	68.602	95.550	107.800	122.500	147.000
	Região Sudeste	109.564	152.607	172.172	195.650	234.780
	Região Centro-oeste	30.929	43.095	48.620	55.250	66.300

Fonte: PLANRS (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2012b).

2.2.6 Lei estadual nº 14.675/2009

Institui o Código Estadual do Meio Ambiente, define princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos de proteção e melhoria da qualidade ambiental no estado de Santa Catarina. Destacam-se no art. 257º:

Art. 257º. São objetivos da Política Estadual de Resíduos sólidos:

I - disciplinar o gerenciamento dos resíduos;

II - estimular a implantação, em todos os municípios catarinenses, dos serviços de gerenciamento de resíduos sólidos;

III - estimular a criação de linhas de crédito para auxiliar os municípios na elaboração de projetos e implantação de sistemas de tratamento e disposição final de resíduos sólidos licenciáveis pelo Órgão Estadual de Meio Ambiente;

e

IV - incentivar a cooperação entre as empresas, Estado e municípios na adoção de soluções conjuntas para a gestão dos resíduos sólidos (SANTA CATARINA, 2009).

Esta Lei apresenta, ainda, nas artigos 259º e 260º questões de suma importância a gestão integrada e ao gerenciamento dos RSU:

Art. 259º. O gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos deve ser efetuado pelos municípios, preferencialmente de forma integrada.

§ 1º A execução dos serviços a cargo da esfera municipal, em todas as etapas ou parcialmente, pode ser feita direta ou indiretamente através de consórcios intermunicipais ou da iniciativa privada.

§ 2º A concessão de serviços de responsabilidade do Poder Público à iniciativa privada não exonera a sua responsabilidade pela gestão.

Art. 260º. Constituem serviços públicos de caráter essencial à organização municipal, o gerenciamento, o acondicionamento, o armazenamento, a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos domiciliares.

Parágrafo único. Visando à minimização de resíduos com disposição final no solo, devem os municípios adotar programas de coleta seletiva, estabelecendo metas graduais de crescimento e de mercado (SANTA CATARINA, 2009).

O código catarinense, atrela os programas de coleta seletiva a metas de crescimento e de mercado, considerando, assim, seu caráter interdependente.

2.2.7 Plano estadual de resíduos sólidos (PERS-SC)

O PERS-SC, publicado em julho de 2018, é a principal referência sobre a questão dos resíduos sólidos em Santa Catarina.

Nele, são apresentadas a situação atual dos resíduos sólidos gerados nas diversas regiões do estado de Santa Catarina e as suas caracterizações socioeconômica e ambiental, bem como a identificação de áreas degradadas em razão de disposição inadequada de resíduos sólidos, a avaliação da capacidade instalada e o potencial das indústrias de reciclagem, a situação dos consórcios públicos intermunicipais de gestão integrada de resíduos sólidos, e a relação das áreas e unidades de destinação final de resíduos sólidos em funcionamento. Além disso, apresenta programas, metas e ações oriundas de discussões com diversos segmentos da sociedade.

Antes de apresentar as principais contribuições do PERS-SC de relevância para este trabalho, resgata-se o conjunto de objetivos e metas, elaborados em 2012, compondo a primeira tentativa do governo do Estado em constituir um planejamento para o tema, conforme pode ser visualizado no quadro abaixo:

Quadro 5 – Objetivos e metas do Plano Estadual de Resíduos Sólidos de 2012.

Setor	Objetivo	Metas
Redução da Geração de Resíduos Sólidos Urbanos Secos Dispostos em Aterros Sanitários e Inclusão de Catadores	Redução dos Resíduos Recicláveis Secos Dispostos em Aterro, com Base na Caracterização Nacional de 2012	- Imediata Até 3 Anos: Redução de 70% dos resíduos recicláveis secos dispostos em aterros sanitários, com base na caracterização nacional em 2012
	Inclusão e Fortalecimento da Organização de 35 mil Catadores	- Imediata Até 3 Anos: Inclusão e fortalecimento da organização de 15 mil e 600 catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis - Curto Prazo 4 A 9 Anos: Inclusão e fortalecimento da organização de 19 mil e 400 catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis

Fonte: (SANTA CATARINA, 2012). Nota: Adaptado pela autora.

Percebe-se que as metas apresentadas não foram alcançadas e representam uma visão de futuro audaciosa, diante do esforço e investimento que deveria ser empreendido para seu alcance no tempo pretendido, sendo esta reflexão um exercício de grande aprendizado para o planejamento dos resíduos sólidos em SC.

A publicação mais recente, de 2018, apresentou uma atualização da gravimetria resultante por município e por região de gestão integrada de RS, e uma nova configuração da composição gravimétrica para o estado de Santa Catarina foi revelada: 42,12% de fração orgânica; 39,87% de recicláveis; e 18,01% referente aos rejeitos, sendo que a quantidade total de RSU coletada é da ordem de 1.723.115,36 ton/ano, das quais 94,14% derivados da coleta convencional e 5,86% da seletiva (SANTA CATARINA, 2018a).

Além disso, a publicação do PERS-SC de (2018) constata uma grande dificuldade de mensuração da cadeia da reciclagem de resíduos pós-consumo, devido, principalmente, ao alto

grau de informalidade do mercado, à carência de dados oficiais consistentes e abrangentes, especialmente em nível estadual, e à diversidade de atores envolvidos, tais como catadores, atacadistas de materiais recicláveis, indústrias recicladoras, prefeituras, empresas de coleta, entre outros (SANTA CATARINA, 2018a). Porém, elaborou-se, de maneira inédita, um panorama das indústrias recicladoras existentes por região integrada de resíduos sólidos.

Tais questões serão discutidas com maior detalhamento nos capítulos de discussão dos resultados, no que concerne à pesquisa bibliográfica e documental.

2.3 TEORIA DA DECISÃO

Problemas complexos de tomada de decisão, nos quais vários critérios podem tornar-se necessários para uma escolha final, são comuns em uma infinidade de áreas. Dessa forma, “[...] o desenvolvimento e a aplicação de metodologias que permitem ao decisor ponderar com eficiência os diferentes critérios usados na tomada de decisão são recursos que vêm facilitando a escolha do decisor” (Gomes et al., 2004, apud REIS; LÖBLER, 2012, p.399).

Várias características do domínio do problema de planejamento e gerenciamento de um sistema integrado de resíduos sólidos urbanos fazem com que o assunto seja apropriado para análise em sistema de apoio à decisão, em especial devido à complexidade e às incertezas envolvidas. O campo de estudo da decisão proporciona discussões mais aprofundadas, desde as maneiras para a melhor compreensão dos problemas até os diversos métodos e ferramentas para a tomada de decisão mais assertiva.

O processo de decisão em um ambiente complexo normalmente envolve dados imprecisos e/ou incompletos, múltiplos critérios e vários agentes de decisão etc. (GOMES; MOREIRA, 1998, p.117).

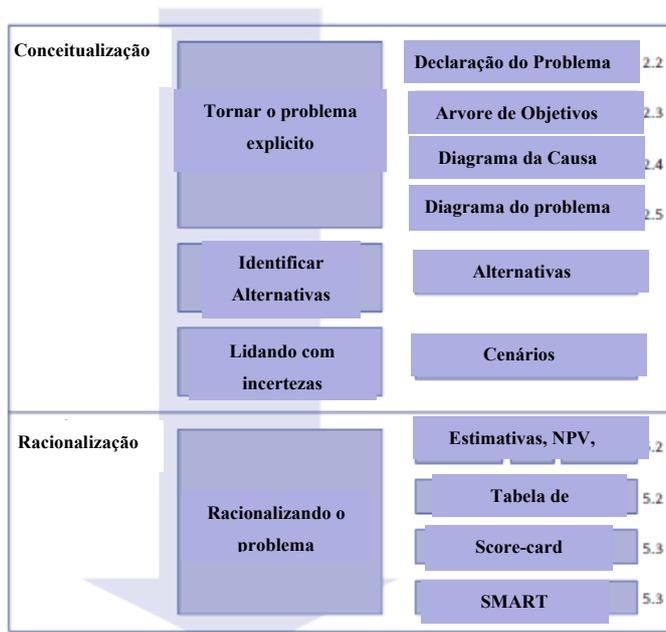
Na medida em que se analisa um problema com mais detalhes, maior é a probabilidade de a solução escolhida ser a mais adequada (DETONI, 1996). A autora continua explicando que, quanto mais acuradas as análises, mais onerosas serão:

Portanto, torna-se importante identificar o nível de precisão adequado, isto é, até que ponto a consideração de novas informações pode adicionar valor à decisão. É importante também identificar o valor de uma decisão tomada de forma clara, susceptível de ser examinada posteriormente. À medida que o contexto decisório se torna mais claro, mais fácil se torna a análise do problema, e mais valor as decisões terão, caso se considere um processo onde decisões semelhantes continuarão a ser tomadas. (DETONI, 1996, p.26).

Os sistemas de apoio à decisão utilizam banco de dados, apreciações do tomador da decisão e um processo de modelagem para apoiar a tomada de decisões (O’BRIEN, 2006).

Na publicação “Resolvendo Problemas Complexos”, Haan e Heer (2012) apresentam um guia para estudos desta natureza. Além de mostrarem a relevância da solução de problemas complexos, ilustram métodos para tornar o problema explícito aos olhos do investigador, bem como exploram maneiras de se encontrar diferentes alternativas para a tomada de decisão e como lidar com a incerteza sobre o futuro. Além disso, fornecem técnicas para a comparação de efeitos das diferentes alternativas.

Figura 13 - Visão geral para resolução de problemas complexos.



Fonte: Hann e Heer (2012). Nota: Tradução nossa.

De acordo com Lachtermacher (2017), existem duas opções básicas quando os gestores estão diante de uma tomada de decisão dentre uma série de alternativas conflitantes e concorrentes, onde a primeira é utilizar a intuição e experiência gerencial, e a outra é realizar um processo de modelagem da situação para simular diversos cenários e compreender melhor o problema.

2.3.1 Cenários

Segundo o Buarque (2003), em Metodologia e Técnicas de Construção de Cenários Globais e Regionais, a elaboração de cenários é uma atividade relativamente recente no Brasil. À exceção de algumas referências isoladas e acadêmicas, a técnica de cenários começa a ser efetivamente utilizada no Brasil na segunda metade da década de 1980 pelas empresas estatais

que operam em segmentos de longo prazo de maturação, e que, portanto, precisam tomar decisões de longo prazo.

A construção de cenários lida, normalmente, com sistemas altamente complexos – sistemas não-lineares – e dinâmicos, que convivem com contínuas mudanças estruturais e com elevado grau de incerteza sobre os caminhos dessas mudanças. Normalmente esses cenários devem lidar com realidades nas quais os resultados de uma mudança original não são proporcionais às causas, também múltiplas e diversificadas. Os sistemas complexos caracterizam-se por processos de retroalimentação que estabelecem condições de auto-organização e de mudança (BUARQUE, 2003, p.18).

As mudanças dos sistemas tendem a apresentar determinados padrões que decorrem do sistema de auto-organização e de autorregulação. Assim, tal sistema combina o padrão – forma, ordem, qualidade – e a estrutura – substância, matéria, quantidade – condicionando mudança e regularidade, de modo que possa passar por contínuas alterações estruturais enquanto preserva o padrão de organização, precisamente aquele que define a orientação e os ritmos da evolução no tempo. (CAPRA, 1995)

Os cenários apresentam uma descrição dos futuros alternativos em certo horizonte de tempo previamente escolhido, mas devem conter também uma explicação do caminho que vai da realidade presente aos diversos futuros. Esse caminho é denominado de trajetória e indica, de forma lógica e tecnicamente fundamentada, o processo em que a realidade pode evoluir ao vencer as inércias estruturais e ao permitir o amadurecimento dos condicionantes e das incertezas centrais (BUARQUE, 2003, p.40).

Existem métodos para a construção de diversos tipos de cenários, segundo o IPEA (2013), a exemplo do método indutivo e dedutivo, processo geral de trabalho, e o abordado nesta pesquisa, o normativo:

O cenário normativo (desejado) é uma descrição da realidade futura e compõe um determinado jogo de hipóteses plausíveis e consistentes que converge, fortemente, para os desejos da sociedade em relação ao seu futuro. (IPEA, 2013, p.35).

De acordo com Reichert (2013, p.44), “os estudos de cenários recorrem a um conjunto de técnicas e processos de sistematização e organização das informações e hipóteses”.

No caso específico de construção e seleção de cenários de sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos recicláveis secos, devem ser consideradas as diferentes opções de coleta e tecnologias de reciclagem para cada um dos materiais constituintes do fluxo de resíduos (como papéis, vidro, plásticos e metais) (REICHERT, 2013, p.44).

2.3.2 Sistemas dinâmicos voltados à gestão integrada de resíduos sólidos

Oliveira Netto e Melo (2006) apresentam, dentre os métodos mais utilizados em pesquisas, o método sistêmico, em que a modificação de qualquer um dos elementos componentes do sistema gera uma modificação de todos os outros, considera o fenômeno como um todo estruturado que deve ser analisado respeitando essa estrutura, para então construir modelos que expliquem os fatos observados e, assim, prever de que modo reagirá o modelo, em caso de modificação de um de seus elementos

Segundo Druzdzel e Flynn (2002, p.12, tradução nossa), “sistemas são ferramentas poderosas de integração de métodos científicos no auxílio de decisões complexas, com técnicas desenvolvidas na ciência da informação”. Para esses autores, os Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) não substituem os seres humanos, mas aumentam a sua capacidade limitada para lidar com problemas complexos (DRUZDZEL; FLYNN, 2002).

Algumas abordagens têm destacado a aplicação dos sistemas dinâmicos na área de pesquisa operacional e modelagem computacional de sistemas aplicados à gestão integrada de resíduos sólidos.

A utilização de técnicas quantitativas na gestão de resíduos sólidos surge como uma alternativa viável para o tratamento da complexidade inerente ao processo, pois, por meio do uso dessas ferramentas, pode-se representar uma situação do mundo real, estudar seu comportamento e tomar decisões com base nas conclusões extraídas (SIMONETTO; LÖBLER, 2014, p.213).

Os autores pontuam, ainda, que a utilização destas técnicas tem o objetivo de agregar qualidade ao processo decisório, uma vez que muitas das decisões de planejamento são tomadas baseadas somente na experiência dos gestores (SIMONETTO; LÖBLER, 2014).

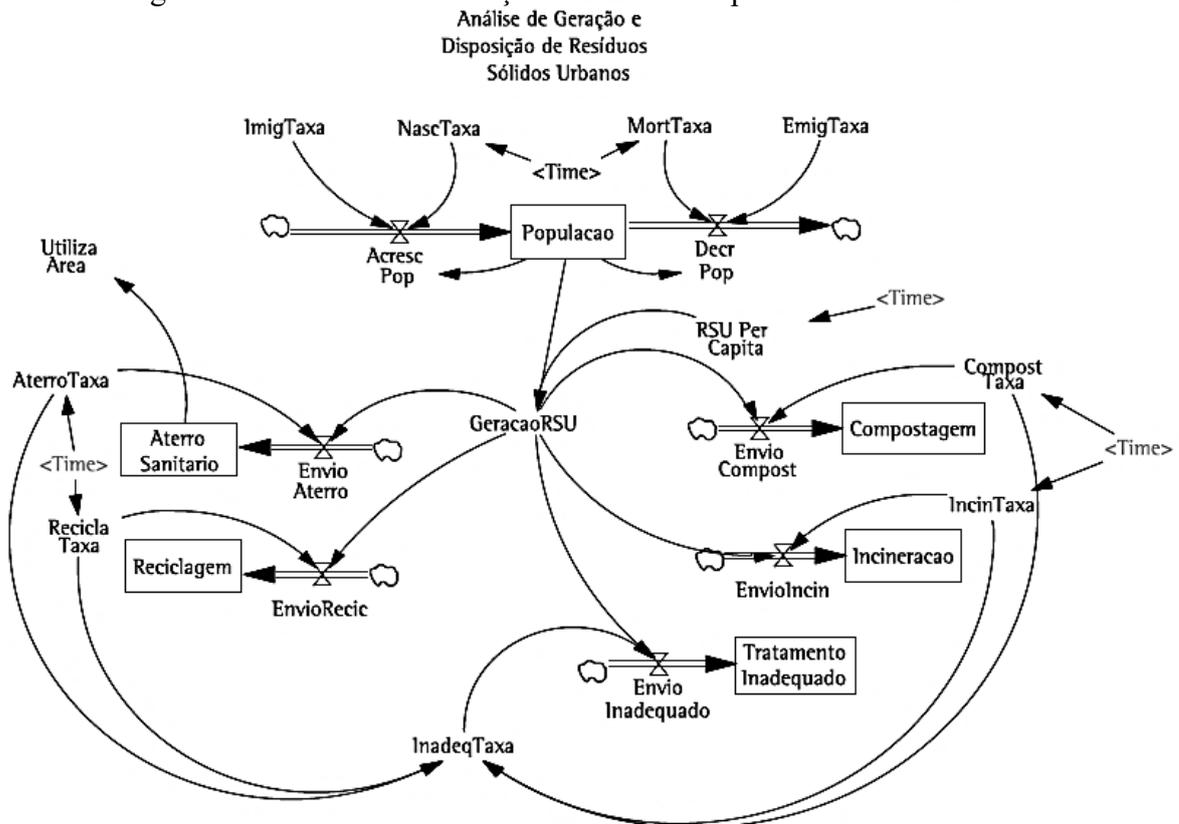
A abordagem utilizada por Simonetto e Löbler (2014) enfatiza que tais decisões poderão envolver a construção de novos aterros sanitários, a busca da elevação da taxa de reciclagem e compostagem, por meio de campanhas de conscientização da população, bem como outras análises e observações de interesse dos gestores, desde que sejam passíveis de execução no modelo de simulação.

Para o desenvolvimento do modelo, de Simonetto e Löbler, utilizou-se variáveis como crescimento populacional, quantidade média de resíduos gerada por habitante e taxas absorvidas por tipo de disposição final e, a partir dessas, o sistema foi capaz de estimar a quantidade de RSU a ser enviada para cada tipo de destino final. Na construção do experimento, foram utilizados dados e taxas reais de um município do Rio Grande do Sul. Para tal, foram gerados três cenários a serem simulados no modelo: (a) cenário atual com variação atual das

taxas; (b) cenário atual sem variação das taxas (estáticas); e (c) cenário futuro ideal, o qual é baseado em taxas da Holanda.

O cenário denominado ideal futuro foi superior aos outros dois em quase todos os aspectos, porém na variável referente à estimativa de quantidade de resíduos gerada pela população, o cenário atual sem variação de taxas (taxas estáticas) foi melhor. Tal resultado deve-se ao fato de apesar de a Holanda possuir processos avançados de recuperação e reutilização de RSU, sua geração per capita de resíduo é bastante alta, tendo por base a do município simulado (SIMONETTO; LÖBLER, 2014, p.222-223).

Figura 14- Modelo de simulação desenvolvido por Simonetto e Löbler.



Fonte: (SIMONETTO; LÖBLER, 2014)

Na pesquisa, Reciclagem Municipal: Um Modelo de Sistema Dinâmico, de Venkat (2005) estudou o comportamento de crescimento e saturação da porcentagem de resíduos sólidos urbanos reciclados que, segundo o pesquisador, forma um padrão clássico de curva S, crescendo exponencialmente no início e se estabilizando.

A hipótese do pesquisador é de que podemos estar entrando em um período em que a geração dos RSU continua a aumentar sem um aumento correspondente na porcentagem de resíduos reciclados (VENKAT, 2005, p.2, tradução nossa). Para compreender esse fenômeno, a modelagem computacional foi utilizada, explorando diversos mecanismos que podem aumentar potencialmente a porcentagem de resíduos reciclados e reduzir o crescimento dos

resíduos depositados em aterros. O objetivo foi obter discernimento sobre os fatores que poderiam influenciar o comportamento de reciclagem de uma população e como esse comportamento pode ser modificado (VENKAT, 2005). O modelo utilizado foi o Vensim (VENTANA SYSTEMS, online) e as principais variáveis de interesse foram: massa anual de resíduos sólidos urbanos em toneladas, porcentagem de RSU reciclado e massa anual de resíduos sólidos aterrados em toneladas.

Na abordagem de Venkat (2005) foram modelados sete cenários incrementais. O resultado cumulativo de todas as ações políticas e sociais modeladas poderia ter produzido uma diferença dramática se elas tivessem sido implementadas. Por exemplo, a massa anual de resíduos sólidos aterrados subiria para 459 milhões de toneladas em um cenário de reciclagem usual (Cenário 1) e cairia para cerca de 95 milhões de toneladas quando todas as ações políticas e sociais fossem combinadas (Cenário 7). A tendência foi clara - aumentos percentuais de reciclagem (de 33% para mais de 70%) e redução de geração de resíduos anuais (de 272 milhões de toneladas para cerca de 100 milhões de toneladas) para o último ano de modelagem.

Ainda, de acordo com a pesquisa de Venkat, realizada nos Estados Unidos, a estabilização da reciclagem acontece devido a várias razões:

- 1) Dificuldade para ordenar ou separar mais resíduo reciclável;
- 2) Dificuldade para limpar e preparar mais materiais recicláveis - reduz a quantidade captada ou resulta em alguma parte dos materiais “reciclados” que são realmente aterrados após a coleta devido à contaminação;
- 3) Muitas empresas de lixo coletam apenas certos tipos de recicláveis, provavelmente devido a algumas limitações tecnológicas, por exemplo, no condado de Washington os únicos plásticos aceitos são aqueles em forma de garrafa, mesmo que outros produtos plásticos (como recipientes de iogurte) sejam feitos com o mesmo tipo de plástico;
- 4) Alguns produtos/embalagens são feitos com vários materiais (como combinações de plástico e metal ou plástico e vidro) e não são adequados para reciclagem;
- 5) O custo do lixo aterrado não é alto o suficiente para forçar mais a reciclagem;
- 6) O mercado de materiais reciclados é limitado;
- 7) Se o custo do aterro fosse aumentado significativamente por meio de impostos ambientais (independentemente do espaço disponível máximo), a reciclagem seria muito mais atraente. Os clientes achariam mais barato reciclar do que jogar fora;
- 8) Se o custo das matérias-primas virgens aumentasse significativamente por meio de impostos ambientais, então, novamente, a reciclagem seria muito mais atraente economicamente. As empresas de resíduos poderiam até pagar seus clientes para reciclar;
- 9) Alavancas políticas mais eficazes para aumentar a reciclagem;
- 10) Exigir que produtos e embalagens sejam mais fáceis de desmontar e reciclar, por meio de tecnologias de fabricação aprimoradas;
- 11) Requisitos de limpeza e classificação menos rigorosos, por meio de tecnologias de reciclagem aprimoradas;
- 12) Também é provável que a ação de cidadãos ambientalmente conscientes (incluindo aqueles caracterizados como “Recicladores” na pesquisa) poderia trazer mudanças que a ação governamental sozinha não pode. Em particular, há potencial para poderosos laços de *feedback* (positivos)

de reforço quando os cidadãos comuns se tornam agentes de mudança na base. Por exemplo, isso pode incluir a conversão ativa de não-recicladores em recicladores, pressionar os fabricantes a produzir produtos e embalagens favoráveis à reciclagem e trabalhar em prol de uma sociedade que crie menos lixo em primeiro lugar. (VENKAT, 2005, p.4-5, tradução nossa).

Giannis et al. (2017) avaliaram diferentes cenários pela simulação de modelo de sistema dinâmico em Cingapura. O objetivo do estudo foi desenvolver um modelo de gestão de resíduos que incorporasse a complexidade da geração de resíduos sólidos, taxa de reciclagem, capacidade do único aterro do país (aterro Semakau), tratamento de resíduos por incineração e custo de descarte. Novamente o software Vensim foi utilizado para a projeção do diagrama de sistema dinâmico (GIANNIS et al., 2017).

O modelo foi validado para identificar as principais relações entre desenvolvimento socioeconômico e desperdício em Cingapura. Muitos parâmetros foram considerados, como população, tamanho da família, desperdício total inicial (ano de referência), eliminação de resíduos, composição dos resíduos sólidos, fatores socioeconômicos, como o produto interno bruto (PIB) e meta de controle, incineração, capacidade de aterro, reciclagem e taxas de coleta. Os resultados indicam que:

Espera-se que a geração de resíduos aumente principalmente por fatores socioeconômicos. A capacidade de aterro existente que, espera-se ser utilizado até o ano 2038-2040, dependendo no cenário.

Os dados da simulação indicam que a reciclagem do total de resíduos gerados é mais benéfica que apenas a reciclagem dos resíduos orgânicos, identificado como o mais baixo percentual de reciclagem no país.

O cenário com alta taxa de crescimento e alta taxa de reciclagem é recomendado para facilitar capacidade de aterro. Além disso, estratégias para reutilização de resíduos como cinzas do processo de incineração como recuperação de solos poderia aumentar significativamente a capacidade do aterro. (Giannis et al,2017, p.8).

Observa-se, portanto, a modelagem de sistemas como uma possibilidade de inserção – pelo gestor - dos parâmetros de cenário futuro, tido como ideal o que proporciona flexibilidade para utilização do modelo na busca do cumprimento das metas de resíduos sólidos nacionais, estaduais, municipais, e até mesmo, corporativas.

3 METODOLOGIA

Para a construção da metodologia, adaptou-se a proposta de Haan e Heer (2012) da visão geral para resolução de problemas complexos. As etapas metodológicas descritas neste capítulo buscam alcançar os objetivos específicos traçados no escopo da pesquisa, conforme pode ser visualizado na Figura 15.

Figura 15 – Diagrama das Etapas de Pesquisa



Fonte: Própria autora.

3.1 ETAPAS DA PESQUISA

Reconhecendo a rota tecnológica de resíduos sólidos recicláveis secos como um sistema, em que os fenômenos e os elementos que o compõem interagem entre si, observa-se a possibilidade da elaboração de modelos dessa realidade para simulação de ações de planejamento, em que interações diferenciadas possam trazer resultados alternativos para a realidade atual.

Assim, são descritas, a seguir, as etapas utilizadas para a compreensão da rota tecnológica de resíduos sólidos recicláveis secos de SC, a concepção de um modelo de simulação, e por fim, a simulação de cenários de planejamento.

Categorizou-se a metodologia em três etapas, a primeira de diagnóstico, que busca tornar o problema explícito, a segunda estratégica, que busca lidar com as incertezas e a terceira avaliativa que tem como objetivo racionalizar o problema.

1) Etapa Diagnóstico, que contempla os métodos:

- a. Pesquisa bibliográfica e documental;
- b. Análise de dados secundários: do banco de dados do IMA-SC e FIESC;
- e

- c. Análise de dados primários: Aplicação de questionário às organizações de Catadoras e Catadores de SC.
- 2) Etapa Estratégica, que contempla os métodos:
- a. Caracterização da rota tecnológica de recicláveis secos de Santa Catarina;
 - b. Modelagem de sistema dinâmico; e
 - c. Definição dos Cenários;
- 3) Etapa Avaliativa, que contempla:
- a. Simulação do modelo de sistema dinâmico;
 - b. Avaliação das incertezas

3.2 ETAPA DIAGNÓSTICO

A etapa diagnóstica, que objetivou tornar o problema explícito, demandou o maior tempo de pesquisa, revelando, conforme se observa nos resultados, um maior enfoque da pesquisa exploratória descritiva. Para composição desta etapa foram trabalhados de forma progressiva, a pesquisa bibliográfica documental, a análise de dados de fontes secundárias e, por fim, a análise de dados primários. Ao fim da etapa, tem-se maior clareza do problema de planejamento a ser modelado, a arquitetura básica do problema de sistema dinâmico e alguns parâmetros iniciais.

3.2.1 Pesquisa bibliográfica e documental

Adotou-se como fonte do estudo documental: 1) Documentos do Poder Público Estadual e Federal; 2) Publicações de Organizações da Sociedade Civil; 3) Legislações brasileira e catarinense sobre resíduos sólidos e reciclagem dos resíduos sólidos secos; e 4) Estudo da literatura com busca por palavras-chave conforme o universo da pesquisa em periódicos revisados por pares.

Os resultados esperados desta etapa foram: A) a determinação do escopo do estudo, momento em que se estabeleceram os limites (geográficos e conceituais) da abrangência da pesquisa; e B) a concepção de diagrama representativo da rota tecnológica de resíduos recicláveis secos.

Explorou-se, portanto, aspectos físicos do território catarinense, apresentando as suas características territoriais para compreensão das dinâmicas relacionadas ao segundo aspecto, o de geração dos resíduos sólidos recicláveis.

É importante ressaltar que se optou por um aprofundamento no conhecimento das atividades produtivas, ou seja, na geração dos resíduos recicláveis secos de origem industrial além da origem urbana, pois a fundamentação teórica revelou uma necessidade de estudos que buscassem a compreensão da reciclagem pré-consumo e pós-consumo informal como chave para uma visão mais clara da reciclagem.

Sobre a rota tecnológica da reciclagem, buscou-se localizar as principais informações, tendo-se o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) como referência mais atual sobre o tema.

Para o resultado B, utilizou-se o aplicativo Lucidchart, uma plataforma online para a criação de diagramas usada para visualizar processos e mapeá-los (LUCIDCHART, [s.d.]). Os mapas de processos mostram uma série de eventos que produzem um resultado final. Ele mostra quem e o que está envolvido em um processo e pode ser usado em qualquer empresa ou organização, revelando áreas em que um determinado processo deve ser melhorado.

Para a construção destes mapas é usual a utilização da UML – *Unified Modeling Language* ou Linguagem de Modelagem Unificada – linguagem visual utilizada para modelar softwares baseados no paradigma de orientação a objetos (GUEDES, 2011).

É uma linguagem de modelagem de propósito geral que pode ser aplicada a todos os domínios de aplicação. Essa linguagem tornou-se, nos últimos anos, a linguagem-padrão de modelagem adotada internacionalmente pela indústria de engenharia de software. Deve ficar bem claro, porém, que a UML não é uma linguagem de programação, e sim uma linguagem de modelagem, uma notação, cujo objetivo é auxiliar os engenheiros de software a definirem as características do sistema, tais como seus requisitos, seu comportamento, sua estrutura lógica, a dinâmica de seus processos e até mesmo suas necessidades físicas em relação ao equipamento sobre o qual o sistema deverá ser implantado. Tais características podem ser definidas por meio da UML antes do software começar a ser realmente desenvolvido (GUEDES, 2011, p.19).

Os principais elementos do mapeamento de processos incluem ações, etapas de atividades, pontos de decisão, funções, entradas/saídas, pessoas envolvidas, medições de processos e tempo necessário. Símbolos básicos são usados em um mapa de processo para descrever elementos-chave do processo. Cada elemento do processo é representado por um símbolo específico, como uma seta, círculo, losango, caixa, oval ou retângulo.

3.2.2 Análise de dados secundários

Para se aprofundar na investigação da contribuição do setor industrial, geração de resíduos recicláveis secos de origem pré-consumo, suas relações e seu impacto na rota tecnológica de recicláveis de Santa Catarina. Foram identificados dois bancos de dados cujas informações são importantes indicadores para a questão dos recicláveis: o Banco de Dados do Sistema do Manifesto de Transporte de Resíduos e Rejeitos (MTR) do Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA-SC) e o Banco de Dados do Guia Industrial da Federação das Indústrias de Santa Catarina (FIESC).

3.2.2.1 Banco de Dados do Sistema MTR do IMA-SC

O MTR foi estabelecido por meio da Lei 15.251/2010 (alterada pela Lei Estadual nº 15.442, de 17 de janeiro de 2011). Esta lei determina que toda vez que um resíduo for movimentado para seu destino final, ou armazenador temporário, a carga deve ser acompanhada pelo Manifesto de Transporte de Resíduos e Rejeitos (MTR). O documento, obrigatório, é emitido e preenchido pelo gerador do resíduo, que deverá, já no momento do preenchimento, indicar o transportador e o destinador daquele resíduo. A emissão do MTR é legalmente exigida no estado de SC desde 2010. No entanto, desde novembro de 2015, conforme Portaria FATMA nº 162/2015 (que complementa a Portaria FATMA nº 242/2014), só são aceitos pela fiscalização e pelas empresas de destinação final os MTRs emitidos pelo Sistema MTR do IMA-SC.

A obrigatoriedade não é somente para empresas em SC licenciadas pelo IMA-SC ou outro órgão licenciador, mas para qualquer empresa que gere resíduos ou rejeitos instalada em SC ou fora do estado e que deseja fazer a destinação final destes resíduos e rejeitos em destinadores licenciados e localizados em SC. A falta de documentação é punida com a retenção do veículo e da carga até a sua regularização, como indica o parágrafo 5º do Art. 2º da Lei Estadual nº 15.251/2010:

Art. 2º O transporte externo dos resíduos sólidos, com exceção dos mencionados no caput do art. 1º, deve, obrigatoriamente, ser acompanhado pelo documento Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR, de acordo com os procedimentos estabelecidos pela legislação e regulamentação, e conforme o Anexo I desta Lei. (...) § 5º No caso de serem constatadas inconsistência ou irregularidades no documento MTR, ou nos resíduos transportados, o veículo e sua carga devem ficar retidos até que seja regularizada a documentação (SANTA CATARINA, 2010).

No mesmo sistema, os destinadores de resíduos podem emitir o Certificado de Destinação Final (CDF) para resíduos devidamente destinados. Todos os usuários devem preencher, semestralmente, a Declaração de Movimentação de Resíduos (DMR), que consolida as informações prestadas ao órgão ambiental.

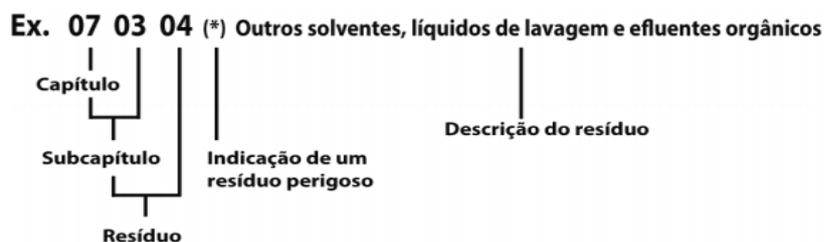
O Gerador de outro estado deve se cadastrar no sistema para poder emitir o MTR do resíduo ou rejeito que será transportado para um destinador em SC. Também é obrigatório o uso do sistema para as empresas localizadas em SC que gerem resíduos ou rejeitos e que serão destinados em outros estados da federação. No entanto, o MTR não se aplica a resíduos coletados por prefeitura - resíduos similares a urbanos - e que sejam dispostos em aterros sanitários municipais, o que evidencia a característica preponderante desse conjunto de dados como de natureza industrial ou de atividades econômicas.

Para a utilização dos dados contidos no MTR do IMA-SC foi estabelecido um acordo de cooperação científico entre o IMA-SC e o Laboratório de Pesquisa em Resíduos Sólidos (LARESO-UFSC), em que foram disponibilizados login e senha para acesso aos dados do sistema, além de apoio técnico para capacitação no seu uso e compreensão das informações.

O período de coleta de dados se deu no mês de janeiro de 2019, utilizando os anos de 2016, 2017 e 2018 como período amostral para análise dos dados. Tal escolha se deu em virtude da obrigatoriedade da utilização do sistema MTR do IMA-SC determinada em novembro de 2015, o que compromete a utilização da amostra do ano de 2015. Sobre a amostra de 2016, tem-se como ressalva o fato de este período ter sido tratado como um período de adaptação ao uso do sistema e, em virtude disso, é possível que haja algumas inconsistências. Portanto, para efeito de cálculos médios foram utilizadas as amostras de 2017 e 2018 por sua confiabilidade.

A escolha da amostra foi direcionada aos resíduos que representam o universo desta pesquisa, ou seja, os passíveis de reciclagem categorizados em resíduos de Papéis, Plásticos, Metais e Vidros. Para seleção destes materiais, fez-se necessário elencá-los na lista do Código Brasileiro de Resíduos Sólidos, cujo código faz sua identificação conforme Figura 16.

Figura 16 – Esquema explicativo do código dos resíduos.



Fonte: (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS, 2012).

A partir desta informação, elaborou-se o quadro dos resíduos elencados para análise de dados (APÊNDICE A). O quadro foi validado pelos especialistas do IMA-SC e do LARESO-UFSC, que os consideraram como os resíduos da Lista Brasileira de Resíduos mais representativos para amostrar os resíduos recicláveis secos do sistema MTR.

Diante destas informações, foi possível a realização de uma série de análises sobre a massa de resíduos gerados, transportados e destinados em Santa Catarina, também segmentados nas regiões abrangidas pelas Coordenadorias de Desenvolvimento Ambiental (CODAM) do IMA-SC e sobre os tipos de tratamento empregados, bem como a existência de fluxos externos de materiais para destinação em solo catarinense ou de resíduos catarinenses sendo encaminhados para destinação fora do território estadual.

3.2.2.2 Banco de Dados do Guia Industrial FIESC

A Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina (FIESC), fundada em 1950, é importante instituição representante da indústria catarinense. A FIESC mantém e administra, por meio do Centro das Indústrias do Estado de Santa Catarina (CIESC), uma importante fonte de pesquisa para compreensão do setor industrial de SC, o Guia Industrial FIESC. Este banco de dados possui informações detalhadas e atualizadas de mais de 10 mil indústrias de SC e de 17 mil fornecedores (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE SANTA CATARINA, online).

Para sua consulta, que é de acesso restrito aos seus assinantes, é disponibilizado acesso às informações por meio de diversos filtros de pesquisa: razão social, nome fantasia, endereço, CNAE principal, CNAE secundário, CNPJ, data da abertura, e-mail, telefone, site, porte, importadora ou exportadora, multinacional, produtos, matéria-prima, segmento e opção tributária.

Para a utilização dos dados contidos no MTR do IMA-SC foi estabelecido um acordo de cooperação científico entre a Federação das Indústrias de Santa Catarina e o Laboratório de

Pesquisa em Resíduos Sólidos (LARESO-UFSC), em que foram disponibilizados login e senha para acesso aos dados do sistema, além de apoio técnico para uso do sistema e compreensão das informações, que se deu por meio da Câmara de Meio Ambiente e Sustentabilidade da instituição.

O período de coleta de dados se deu nos meses de dezembro de 2018 e janeiro de 2019, não sendo possível se determinar o período de alimentação dos dados do sistema ou validade da amostra. Os dados foram categorizados pelas mesorregiões de Santa Catarina e pelos CNAES primários de suas atividades (APÊNDICE B), partindo-se para uma análise dos potenciais resíduos gerados por estas indústrias, sua espacialização em Santa Catarina e seus diferentes portes.

3.2.3 Análise de dados primários (Questionários)

Em agosto de 2018, deu-se a aproximação com o presidente da Federação Catarinense de Catadoras e Catadores de Materiais Recicláveis (FECCAT) para contribuição a esta pesquisa que se desenvolvia. Na ocasião foi manifestado pelo referido presidente o anseio em se estabelecer uma parceria na realização da segunda edição do Encontro Sul-brasileiro de Catadoras e Catadores de Materiais Recicláveis, que teve sua primeira edição em Curitiba-PR em 2010. No evento, são trabalhados diversos temas para o fortalecimento das catadoras e catadores de materiais recicláveis dos três estados do sul do Brasil.

O II ENSULMNCR, com o tema “Coleta Seletiva Solidária: Nenhum Direito a Menos”, aconteceu durante o período de 3 dias, 31 de outubro e 1 e 2 de novembro de 2018, nas dependências da Universidade Federal de Santa Catarina, onde se localiza o auditório do Espaço Físico Interdisciplinar.

Figura 17 - Registro fotográfico dos participantes do II ENSULMNCR.



Fonte: Acervo LARESO.

A contribuição para realização deste evento se mostrou uma etapa muito importante na pesquisa, pela qual foi possível o estreitamento de relações com estes profissionais que possuem influência na rota tecnológica de resíduos recicláveis secos e, sobretudo, foi possível definir conjuntamente as estratégias de colaboração da classe na pesquisa científica que, por fim, ficou definido como público participantes da aplicação de questionário.

Segundo Gray (2009), questionários são um método de pesquisa amplamente utilizado para a coleta de dados primários compostos por perguntas objetivas e padronizadas, que podem ser abertas e formuladas de tal maneira para receberem respostas de aprofundamento ou respostas específicas. O autor ainda discorre sobre diversas formas de aplicação de questionário, podendo o pesquisador acompanhar ou não o participante. Dentre as formas de aplicação de questionário relatadas por Gray (2009), estão: a resposta ao questionário por escrito, por plataforma eletrônica, por entrevista pessoal e por entrevista por telefone.

A formulação do questionário e sua aplicação devem ser elaborados de maneira a trazer confiabilidade nos dados coletados. Para isso, o respondente do questionário deve conseguir interpretar a pergunta da maneira pretendida pelo pesquisador, responder as informações que o pesquisador solicitou e o pesquisador interpretar a resposta como o respondente pretendeu que ela fosse interpretada (GRAY, 2009, p.139).

O questionário foi elaborado com base nas pesquisas desenvolvidas por Besen et al. (2017), em que questões gerais das organizações e da atuação, das condições de trabalho e de produtividade das catadoras e dos catadores de materiais recicláveis são levantadas.

Após a elaboração inicial do questionário, foi realizado pré-teste com aplicação oral com o presidente da FECCAT, que indicou diversas modificações ao questionário para uma melhor compreensão dos participantes. Em seguida, ele foi para validação final com os pesquisadores do LARESO e pesquisadores da UNESC, universidade que possuiu histórico de pesquisa na área. Para esta pesquisa foram utilizadas tanto perguntas abertas para respostas específicas quanto perguntas fechadas, e o questionário se encontra disponível no APÊNDICE C.

Assim sendo, a população respondente do questionário é formada por catadoras e catadores de materiais recicláveis do estado de Santa Catarina, preferencialmente pelas lideranças presidentes das organizações.

A amostragem definida para responder o questionário foi do tipo não-probabilística por acessibilidade que, segundo Gil (2008), consiste em selecionar uma amostra da população que seja acessível. Neste caso, os indivíduos convidados a responder a pesquisa são

selecionados por estarem prontamente disponíveis e não por serem selecionados por meio de um critério estatístico.

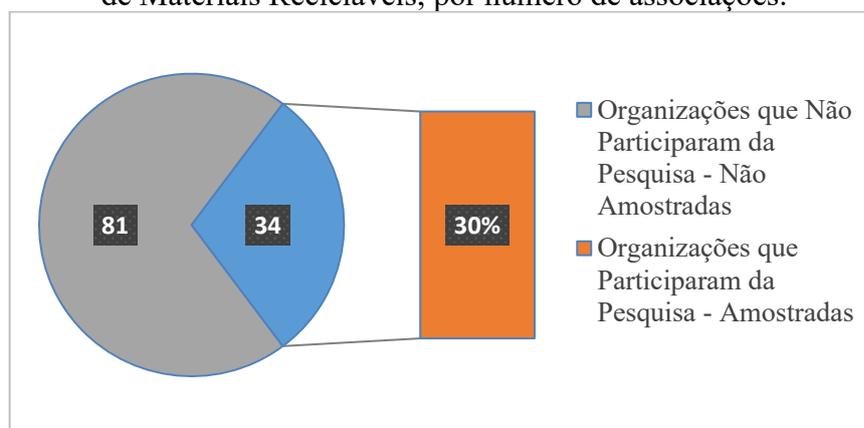
A prospecção destes participantes foi realizada por pesquisa nos bancos de dados SNIS, PERS-SC e lista de presença do II ENSULMNCR, bem como pela contribuição com informações fornecidas pela FECCAT, COMCAP, UNOCHAPECÓ e UNESC. Ainda, de forma adicional, a cada aplicação do questionário foi inserida ao final a possibilidade de indicação de novos participantes pelos próprios participantes da pesquisa, técnica identificada como “snowball” ou “bola de neve”, embora esta opção tenha impactado pouco no tamanho da amostra.

Foram identificadas 125 organizações de catadoras e catadores de materiais recicláveis cujos contatos telefônicos foram fornecidos pela FECCAT ou em busca pela internet e nas prefeituras municipais. Alguns contatos não foram obtidos, outros já não correspondiam mais ao número telefônico apresentado e outras chamadas não foram atendidas. É importante salientar que a liderança da FECCAT encaminhou mensagem nas redes de contato entre os catadores alertando as associações do possível contato dos pesquisadores da UFSC e da parceria entre FECCAT e UFSC. Em virtude disso, foi estabelecido um acordo de cooperação científico entre a FECCAT e o Laboratório de Pesquisa em Resíduos Sólidos (LARESO-UFSC), garantindo-se o sigilo das informações e o compartilhamento dos resultados da pesquisa entre as entidades.

Deu-se prioridade de estudo às entidades organizadas em associações e cooperativas, por questões de nível estrutural e capacidade de mobilização com os movimentos da classe, bem como à dificuldade de contato e obtenção de informação de grupos de trabalhos informais ou trabalhadores individuais, embora se saiba que o trabalho destes é extremamente representativo do ponto de vista de beneficiamento dos materiais encaminhados a reciclagem.

No Gráfico 1 é possível visualizar o universo amostral e sua representatividade diante das organizações prospectadas. Amostrou-se 30% das organizações, o que correspondeu a 34 questionários aplicados.

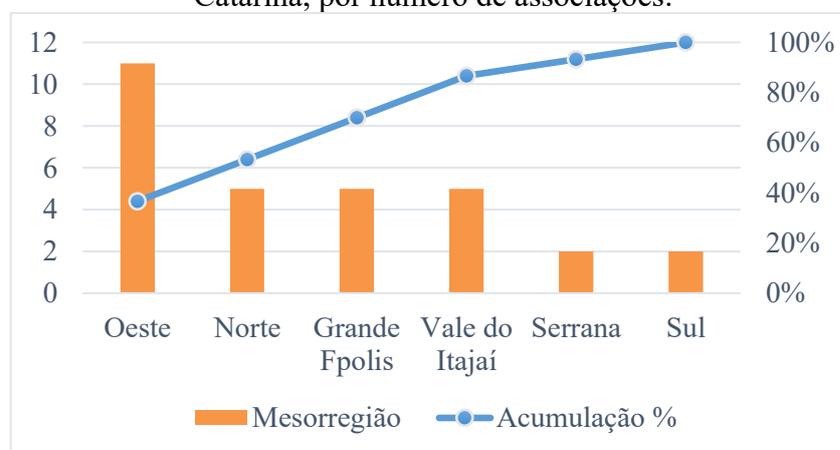
Gráfico 1 - Universo Amostral da Aplicação dos Questionários às Organizações de Catadores de Materiais Recicláveis, por número de associações.



Fonte: Própria autora.

Do Gráfico 2, consta a representatividade da amostra por mesorregião de Santa Catarina, verificando-se uma maior participação de organizações do Oeste de Santa Catarina, que representam 36,67% da amostra. A ocorrência se deu por uma maior adesão de participação destas organizações.

Gráfico 2 - Representatividade das Organizações Amostradas por Mesorregião de Santa Catarina, por número de associações.



Fonte: Própria autora.

Esta etapa da pesquisa também foi avaliada e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Universidade Federal de Santa Catarina, sob o número 3.169.172/2019, respeitando-se a Resolução nº 466/12 do CNS, que regulamenta as diretrizes e normas para a realização de pesquisas envolvendo seres humanos, a fim de assegurar os direitos e deveres dos participantes da pesquisa, da comunidade científica e do Estado.

Todos os sujeitos tiveram suas identidades mantidas em sigilo. O processo de Consentimento Livre e Esclarecido foi contemplado neste estudo, em que todos os participantes foram orientados quanto aos objetivos e procedimentos do estudo, forma de participação,

importância do estudo, garantia de respeito e sigilo das informações, da disponibilidade dos dados e informações pessoais, bem como da liberdade de participação e desistência ao longo de qualquer fase do processo sem haver prejuízo para si. A participação foi de caráter voluntário, sendo que os envolvidos não obtiveram qualquer forma de remuneração.

Tão logo, entrou-se em contato por telefone e por aplicativo de mensagem instantânea para convidar os possíveis entrevistados para participação na pesquisa e, mediante a sua aceitação, foi iniciada a aplicação do questionário. Julgando esta pesquisa como sendo socialmente relevante e assegurando não haver nenhum tipo de conflito de interesses entre pesquisadores e participantes da pesquisa, firmou-se o compromisso de divulgar e publicar os resultados deste estudo, resguardando, sob todos os aspectos, os sujeitos envolvidos. De igual forma, os pesquisadores comprometem-se a divulgar os resultados diretamente em conjunto com a FECCAT, conforme solicitado.

As 56 questões foram subdivididas em dados da organização como: identificação, requisitos legais, serviços prestados, condições de trabalho, estrutura física e produtividade. A plataforma escolhida para apoiar foi a *Survio.com*, software de pesquisa para criação e análise de resposta de forma gratuita. No entanto, foi as respostas foram exportadas para o aplicativo do Microsoft Office® para office 365 MSO versão 1902, para a análise das informações e confecção dos gráficos.

3.3 ETAPA ESTRATÉGICA

O objetivo específico da segunda etapa, a estratégica, é buscar lidar com as incertezas apresentadas na etapa anterior. Diante do diagnóstico apresentado, da arquitetura base do sistema dinâmico e do problema a ser racionalizado, as estratégias e ferramentas foram adotadas para racionalização do problema.

3.3.1 Modelagem do sistema dinâmico

A implementação computacional da solução utilizou o simulador Vensim (VENTANA SYSTEMS, online]) da área de *System Dynamics* (SD). O Vensim permite o estudo do comportamento dos sistemas ao longo do tempo de maneira a possibilitar a avaliação das consequências das decisões tomadas (VENTANA SYSTEMS, online).

O modelo SD apresenta uma visão do sistema, nesta abordagem construído especificamente para tratar de resíduos recicláveis secos e testar as diversas relações da rota

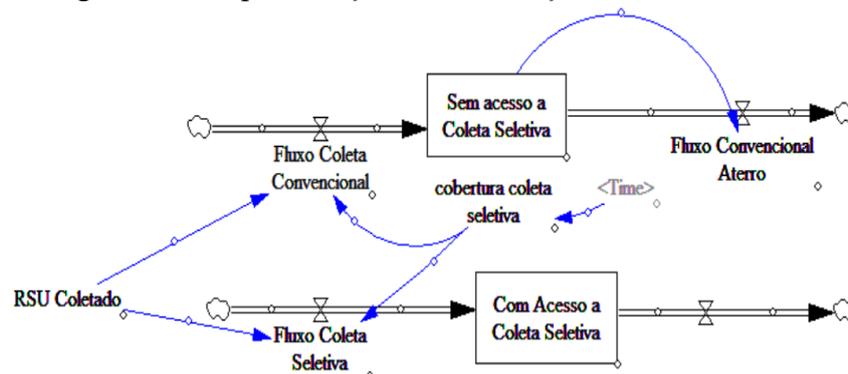
tecnológica de resíduos sólidos recicláveis secos de Santa Catarina e o seu impacto no balanço de massa dos resíduos gerados no estado.

Para a construção, levou-se em consideração as seguintes convenções:

- Variáveis que calculam massa de resíduos são representadas por caixas e os nomes das variáveis seguem o padrão da primeira letra de cada palavra em maiúscula;
- Variáveis e constantes de auxílio ao cálculo são representadas com textos em minúsculo no modelo;
- Setas de cor preta com linhas duplas do modelo representam fluxo de massa;
- Setas de cor azul do modelo representam relação e/ou influência entre variáveis;
- Variáveis com texto em cinza e com o sinal de “<” e “>” indicam variáveis que estão definidas em outro local do modelo e que precisam ser representadas em região do modelo distante da definição original da variável.

A Figura a seguir exemplifica esta representação.

Figura 11 – Representação das convenções utilizadas no modelo.



Fonte: Própria autora.

Na ilustração acima, a variável “RSU Coletado” se relaciona com os fluxos de “Coleta Convencional” e “Coleta Seletiva” e estes são relacionados pela variável “cobertura coleta seletiva”. Descrevendo-se de maneira simplificada, o “RSU Coletado” alimenta dois fluxos que se distinguem pela variável “Cobertura Coleta Seletiva” e estes fluxos são acumulados nas variáveis “Sem acesso a Coleta Seletiva” e “Com Acesso a Coleta Seletiva”.

Utilizando-se dessa convenção mencionada acima, o modelo deste trabalho foi construído com o objetivo de se obter os dados referentes à massa total de resíduos sólidos recicláveis secos coletados, qual a fração desta massa que está sendo encaminhada para a

triagem, quanto está sendo encaminhado para o aterro sanitário, quanto está sendo perdido no processo de triagem por ineficiência do processo e quanto está sendo efetivamente recuperada.

3.3.2 Definição dos cenários

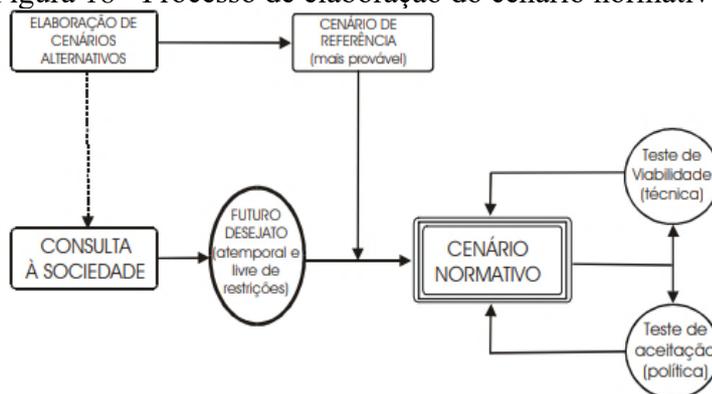
“Existem duas formas de elaboração do futuro desejado: a mais simples se resume na identificação de um parâmetro desejável, expresso ou não por indicadores representativos do futuro” (BUARQUE, 2003, p.35). Como o caso da meta para o sul do Brasil para redução da disposição de resíduos recicláveis secos em aterros, de 60% até 2031.

O segundo método de definição do futuro desejado é a consulta à sociedade diretamente interessada no assunto, a partir da qual se procura gerar uma visão coletiva e convergente dos interesses dos atores sociais. A mesma publicação pondera que tal processo, muito mais próximo da visão da sociedade, causa um grande efeito didático na mobilização e no estímulo a sua fantasia e as suas aspirações futuras num horizonte de longo prazo, liberando-se, na medida do possível, das restrições de curto prazo (BUARQUE, 2003, p.36).

O processo básico consiste em definir, de um lado, o futuro desejado e, de outro, os cenários alternativos ou o cenário de referência (com sua trajetória) de cuja relação surge o cenário normativo.

Como mostra a Figura 18, a elaboração dos cenários alternativos pode ocorrer ao mesmo tempo em que se realiza a consulta à sociedade sobre suas expectativas futuras, chamadas de futuro desejado.

Figura 18 - Processo de elaboração do cenário normativo.



Fonte: (BUARQUE, 2003).

O método do cenário normativo foi adotado para a construção dos cenários e das metas do PERS-SC, refletindo, assim, a vontade de parcela da população de Santa Catarina.

Em virtude disso, a pesquisa identifica e prospecta os parâmetros, tendo como principal fonte os cenários do PERS-SC, dos quais constam o cenário de referência e os cenários normativos de curto, médio e longo prazos para SC. Informações que não estavam contidas

neste plano foram prospectadas de outras fontes, ou, ainda, assumidas com base nos dados primários desta pesquisa.

3.4 ETAPA AVALIATIVA

A terceira e última etapa da pesquisa é a avaliativa, ela tem como objetivo racionalizar o problema, ou seja, sintetizar as informações obtidas com a simulação do modelo e apresentar os aspectos de incertezas inerentes à modelagem. Portanto, avaliam-se: 1) A resposta da modelagem frente ao problema de planejamento; 2) Elementos do sistema que conferem graus de incerteza a simulação.

3.4.1 Simulação do modelo de sistema dinâmico

Para a avaliação dos dados, as informações geradas pelo software VENSIM foram exportadas para o aplicativo do Microsoft Office® para office 365 MSO versão 1902. A linguagem permite uma fácil portabilidade dos dados de saída do modelo e o aplicativo Microsoft Excel® fornece suporte para elaboração de gráficos de diversos layouts, conforme a melhor escolha de apresentação dos dados elencada pelo usuário do aplicativo.

A simulação levou em consideração balanços de massa conforme os cenários propostos na etapa estratégica.

Foram trabalhados três aspectos principais, a massa de resíduos gerados com a projeção populacional do ano de 2019 até 2038, o equivalente desta massa em resíduos sólidos recicláveis secos e a projeção desses resíduos que terão como disposição final os aterros sanitários de Santa Catarina.

Para a apresentação das informações, tanto as descritas em texto como as apresentadas em quadro síntese, optou-se por dispor do resultado para o primeiro ano, 2019, e o ano final de planejamento, 2018.

3.4.2 Avaliação das incertezas

Para a avaliação das incertezas inerentes ao modelo, foram realizadas análises das informações inseridas na modelagem do sistema dinâmico. A síntese das incertezas, foi subdividida em incertezas secundárias e primárias.

A incertezas secundárias tem origem nas incertezas que possuem como origem, questões amostrais e outras que sejam de domínio de ente externo a pesquisa, as incertezas

primárias têm origem as informações obtidas nesta pesquisa e elementos da própria elaboração do modelo.

4 RESULTADOS

4.1 ETAPA DIAGNÓSTICO

4.1.1 Escopo do estudo

Santa Catarina (SC) é localizada na Região Sul do Brasil e é composta por 295 municípios. Com uma área total de 95.737,954 Km², representa 1,12% do território brasileiro. Faz fronteira ao norte com o estado do Paraná, ao sul com o estado do Rio Grande do Sul, a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com a Argentina. Possui aproximadamente 560 km de costa litorânea, onde se localiza Florianópolis, a capital (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2019).

O atlas de Santa Catarina (1991), apresenta, brevemente, informações sobre aspectos físicos do território Estadual. As temperaturas médias do mês mais frio estão abaixo de 18°C e acima de 3°C. Por isso, o território catarinense se enquadra nos climas do Grupo C - Mesotérmico. Pertence ao tipo úmido (f), sem estação seca definida, pois não há índices pluviométricos inferiores a 60mm mensais. Dentro deste tipo é ainda possível distinguir, graças ao fator altitude, dois subtipos: de verão quente (a), encontrado no litoral e no Oeste, onde as temperaturas médias de verão são mais elevadas; e de verão fresco (b), nas zonas mais elevadas do planalto. Portanto, segundo Köppen, predominam no estado os climas Cfa - com verão quente e Cfu - com verão fresco (SANTA CATARINA, 1991).

As três principais unidades topográficas são: as Planícies Costeiras, as menores altitudes de SC, as Serras Litorâneas, com morros com mais de 800m, e o Planalto Ocidental, maior ocorrência no Estado.

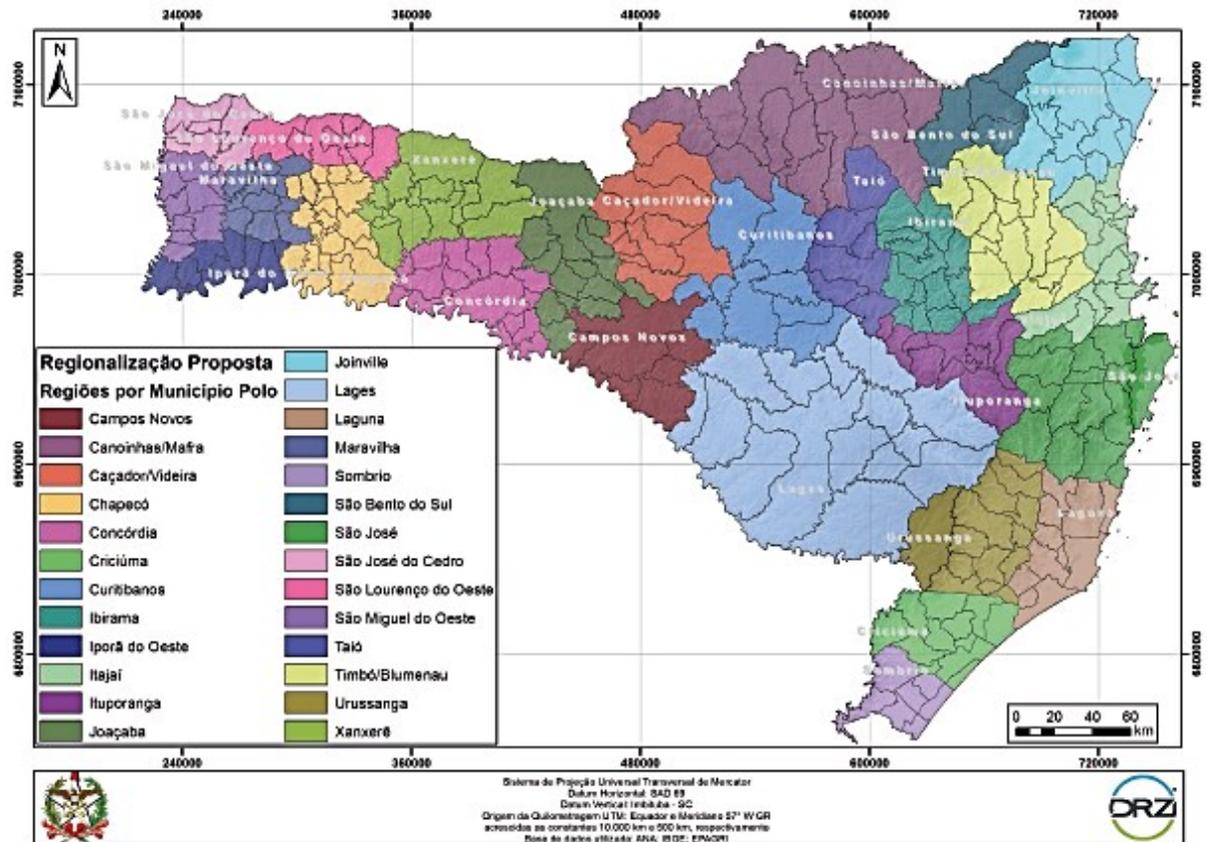
Segundo o IBGE (1990), a organização espacial de Santa Catarina pode ser compreendida por diferentes estruturas espaciais resultantes da dinâmica da sociedade sobre um suporte territorial. Diante disso, as unidades da Federação foram tomadas como universo de análise e, por divisões sucessivas por meio de processo analítico, foram identificadas as mesorregiões dos estados, cujas denominações para Santa Catarina são: Oeste, Norte, Serrana, Vale do Itajaí, Grande Florianópolis e Sul, conforme **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

O Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Santa Catarina (2017), apresenta uma síntese do processo evolutivo do território catarinense, que ocorreu de maneira lenta.

No século XVII, os vicentistas iniciaram o processo de povoamento do litoral catarinense; no século XVIII, os paulistas expandiram-se pelo planalto, e ainda, naquele mesmo século, o governo português enviou várias levas de colonos para o litoral; no século XIX, a imigração europeia acelerou o povoamento do território catarinense; no século XX, houve uma nova expansão das antigas colônias de imigrantes europeus, inclusive oriundas do Rio Grande do Sul. Ao longo da história, as diferentes formas e políticas de governo conduziram a maneira como as leis que criavam os municípios deveriam ser estabelecidas. Da mesma forma, à medida que o processo industrial começa a ser instalado no Brasil e em Santa Catarina, determinadas áreas se desenvolveram de acordo com as condições favoráveis proporcionadas pelo processo imigratório e pelo relevo. As diferenças regionais de Santa Catarina são provenientes de existência de uma dual compartimentação fisiográfica, dirigindo o povoamento e consolidando distintas formações socioespaciais. Ou seja, a forma de ocupação acabou configurando áreas com predomínio de pequenas propriedades, localizadas na área costeira, no interior dos vales da Vertente Atlântica e do Oeste catarinense, e áreas com domínio de grandes propriedades na porção leste do Planalto. Assim, nas áreas de pequena produção mercantil, com maior densidade demográfica, verifica-se a proliferação de pequenos municípios e nas áreas dos latifúndios agropastoris a presença de municípios com áreas territoriais maiores (SANTA CATARINA, 2018a, p.46).

Já em 2012, a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS) elaborou o Estudo da Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado de Santa Catarina. Assim, foram formados 26 arranjos envolvendo todos os municípios do estado. Com estes arranjos de base, propunha-se a gestão integrada dos resíduos sólidos de Santa Catarina, funcionando como âncora para a formação de consórcios intermunicipais, conforme ilustrado na Figura 19.

Figura 19- Regionalização proposta em 2012, pela SDS.



Fonte: (SANTA CATARINA, 2012, p.21).

Segundo o último Censo Demográfico do IBGE (2010), a população do estado de Santa Catarina contava em 2010 com 6.248.436 habitantes, sendo 5.247.913 residentes na área urbana e 1.000.523 residentes na área rural. A população total estimada pelo IBGE em 2018 foi de 7.075.494 habitantes.

O PERS (2017), baseado na metodologia de projeção populacional adotada no Plano Diretor para a Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos do Estado de Santa Catarina”, elaborado em 2014, projetou a população para o estado nos horizontes de tempo do PERS.

Quadro 6- Projeção da população do Estado nos horizontes de tempo do PERS.

HORIZONTE	ANO	POPULAÇÃO (Hab.)
Curto Prazo	2019	7.133.926
	2022	7.404.511
Médio Prazo	2023	7.486.923
	2030	7.957.602
Longo Prazo	2031	8.012.828
	2038	8.350.830

Fonte: (SANTA CATARINA, 2018a, p.199).

Além disso, o PERS discute brevemente o potencial econômico de SC no contexto da regionalização proposta em 2012:

Nas regiões de gestão integrada de resíduos sólidos localizadas no Oeste, Meio Oeste e Extremo Oeste do Estado, tais como as regiões de Chapecó e Concórdia, destaca-se a agroindústria. Na região sul do estado, onde estão localizadas as regiões de gestão integrada de resíduos sólidos de Laguna, Criciúma, Urussanga e Sombrio, destaque para o complexo cerâmico, mineral, químico e de confecções de artigos do vestuário. No Planalto Catarinense situa-se o complexo madeireiro, papel e celulose, abrangendo as regiões de gestão integrada de resíduos sólidos de Lages e Canoinhas/Mafra. No Vale do Itajaí destaque para o complexo têxtil, especialmente na região de gestão integrada de resíduos sólidos de Timbó/Blumenau. Ao Norte do Estado está localizado o complexo eletro-metalmecânico e um importante polo moveleiro, distribuídos predominantemente nas regiões de gestão integrada de resíduos sólidos de Joinville e São Bento do Sul. Por fim, Santa Catarina apresenta um complexo tecnológico distribuído em três importantes polos: na capital Florianópolis (região de gestão integrada de resíduos sólidos de São José), e também nas cidades de Blumenau e Joinville (SANTA CATARINA, 2018a, p.62-63).

O desempenho econômico de SC, discutido na publicação Santa Catarina em Dados da FIESC (2017), indica que a composição do Valor Adicionado Bruto (VAB) - que resulta da diferença entre o valor da produção e o valor do consumo intermediário, originando excedentes - de Santa Catarina se destaca entre as demais Unidades da Federação pelo peso do setor industrial. O estado é o 3º com maior participação da indústria no VAB, perdendo apenas para Espírito Santo e Amazonas. Considerando apenas a indústria de transformação, Santa Catarina passa para o segundo lugar, com participação de 22,2% no VAB total, ficando atrás apenas do Amazonas (23%) (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE SANTA CATARINA, 2017b).

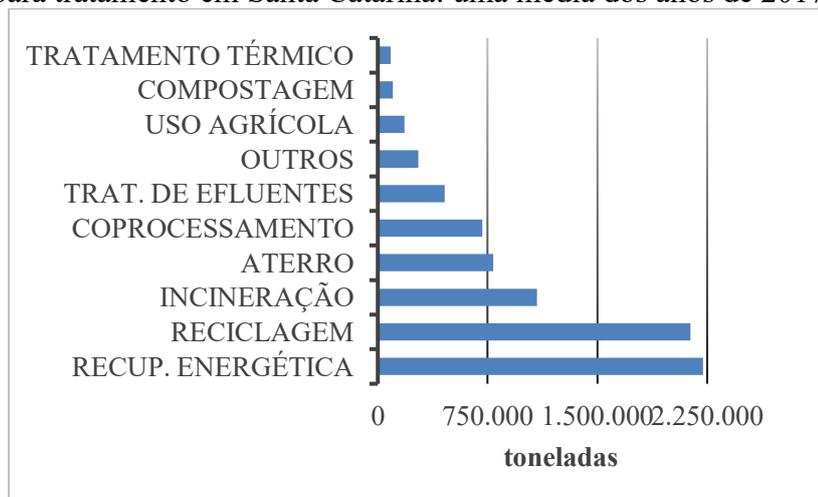
Quadro 7 – Atividades econômicas e a participação no valor adicionado bruto em SC.

Atividades econômicas	Participação no valor adicionado bruto (%)				
	2010	2011	2012	2013	2014
Agropecuária	6,9	6,1	5,5	6,7	6,2
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	3,4	2,8	2,6	3,5	3,1
Pecuária, inclusive apoio à pecuária	2,3	2,1	2,0	2,2	2,2
Produção florestal, pesca e aquicultura	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0
Indústria	32,7	33,7	32,3	30,8	30,3
Indústrias extrativas	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
Indústrias de transformação	22,3	23,6	22,7	21,9	22,2
Eleticidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	2,8	2,9	2,3	2,3	2,1
Construção	7,1	6,8	6,9	6,2	5,7
Serviços	60,5	60,2	62,2	62,5	63,5
Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas	15,3	15,3	16,1	15,1	16,0
Transporte, armazenagem e correios	4,0	4,0	4,3	4,5	4,3
Alojamento e alimentação	1,7	2,0	2,5	2,2	1,9
Informação e comunicação	2,4	2,4	2,4	2,2	2,6
Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	3,2	3,2	3,4	3,3	3,5
Atividades imobiliárias	9,5	9,6	9,0	10,1	10,2
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	6,1	5,7	6,1	6,2	6,0
Administração, educação, saúde, pesquisa e desenvolvimento públicos, defesa e seguridade social	12,9	12,8	12,8	13,4	12,9
Educação e saúde privadas	2,6	2,6	3,0	3,0	3,1
Artes, cultura, esporte e recreação e outros serviços	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9
Serviços domésticos	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9

Fonte: (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE SANTA CATARINA, 2017b).

O Sistema de Movimentação e Transporte de Resíduos e Rejeitos de Santa Catarina - MTR identifica massas, origens e destinos de resíduos com fluxos em SC. A seguir é apresentado o gráfico que considerou as massas de resíduos para seus tipos de tratamentos, efetuando uma média dos meses para os anos de 2017 e 2018, que identifica as principais formas de tratamento adotadas em SC da totalidade de resíduos relatados no MTR. É importante ressaltar que, dos dados retratados pelo MTR, não é escopo a declaração dos resíduos sólidos urbanos movimentados pelas prefeituras. Nesta avaliação pode-se constatar a declaração de movimentação de 671.311,34 toneladas de resíduos de diversas características. A reciclagem é apresentada como o segundo tratamento mais relevante (26,39% da massa de resíduos), antecedido pela recuperação energética.

Gráfico 3 - Tipos de tratamento e respectivas frações para os resíduos sólidos declarados no MTR para tratamento em Santa Catarina: uma média dos anos de 2017 e 2018.



Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Sobre a indústria da reciclagem, o PERS-SC apresentou, com as informações que foram possíveis de serem obtidas, um panorama de acordo com a regionalização de 2012 das indústrias recicladoras existentes. De mão dessas informações é apresentado o quadro a seguir:

Quadro 8 – N° de indústrias recicladoras, materiais processados e capacidade instalada, por regionalização de 2012 (continua)

Região	N° de Indústrias	Materiais	Capacidade Instalada
Caçador/Videira	36	Predominante Plásticos	100,99 ton/dia
Campos Novos	4	Plásticos, papéis e papelões	2,32 ton/dia
Canoinhas/Mafra	6	Papel, metal e embalagem multicamada	6,0 ton/dia
Chapecó	11	Predominante Plásticos	48 ton/dia
Concórdia	7	Plásticos, papéis, metais, tubos dentais e embalagens multicamada	9,21 ton/dia
Criciúma	29	Predominante Plásticos	33,11 ton/dia
Ibirama	5	Predominante Plásticos	4 ton/dia
Iporã do Oeste	1	Plástico, papel, papelão, metal e embalagens multicamada	s/i
Itajaí	15	Predominante Plásticos	20,45 ton/dia
Ituporanga	2	Predominante Papéis e papelões	s/i
Joaçaba	7	Predominante Plásticos	15,22 ton/dia
Joinville	22	Predominante Plásticos	33,00 ton/dia
Lages	6	Plástico, papel, papelão, vidro e metal	28,06 ton/dia
Maravilha	2	Predominante Plásticos e tecidos	0,2 ton/dia

Região	Nº de Indústrias	Materiais	Capacidade Instalada
São Bento do Sul	1	Papel	s/i
São José	10	Predominante Plásticos	45 ton/dia
São Lourenço do Oeste	2	Plásticos, papéis e embalagens multicamada	6,67 ton/dia
Sombio	2	Plásticos	0,45 ton/dia
Taió	1	Papelão	s/i
Timbó/Blumenau	34	Predominante Plásticos	1,77 ton/dia
Urussanga	36	Predominante Plásticos	49,95 ton/dia
Xanxerê	14	Predominante Plásticos	31,5 ton/dia
Total	253 indústrias	Predominante Plásticos	435,9 ton/dia

Fonte: (SANTA CATARINA, 2018b). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Figura 20 – Proporção de indústrias recicladoras por tipo de material.

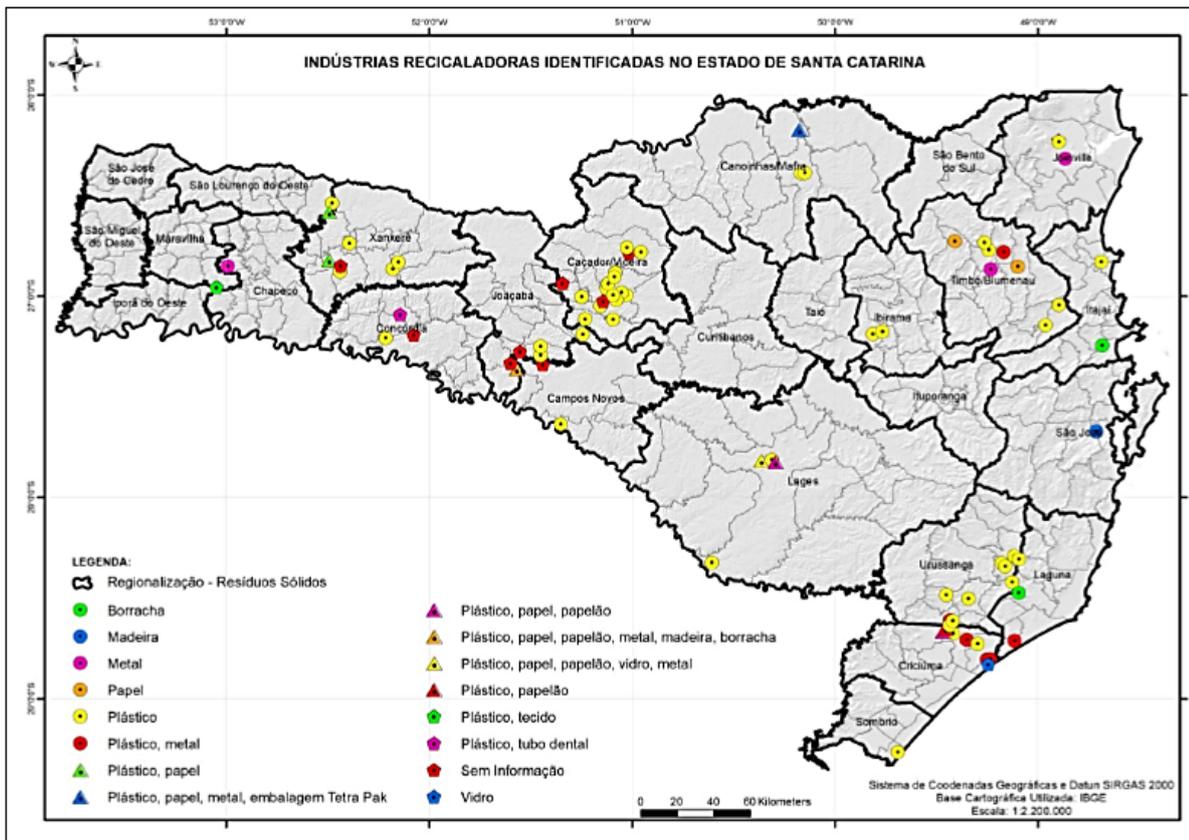


Fonte: (SANTA CATARINA, 2018c, p.193).

Constatou-se, a partir desse levantamento, a existência de pelo menos 253 indústrias recicladoras e uma capacidade instalada de aproximadamente 435,9 toneladas de resíduos por dia em Santa Catarina, com um predomínio de processamento de resíduos plásticos.

A seguir é apresentada a espacialização dessas indústrias no território catarinense por tipo de material processado. Nota-se a escassez dessas indústrias na região da grande Florianópolis e a sua forte polarização na região de Caçador e Joaçaba, podendo evidenciar uma característica de regiões recuperadoras de resíduos sólidos.

Figura 21 – Indústrias recicladoras identificadas em Santa Catarina.



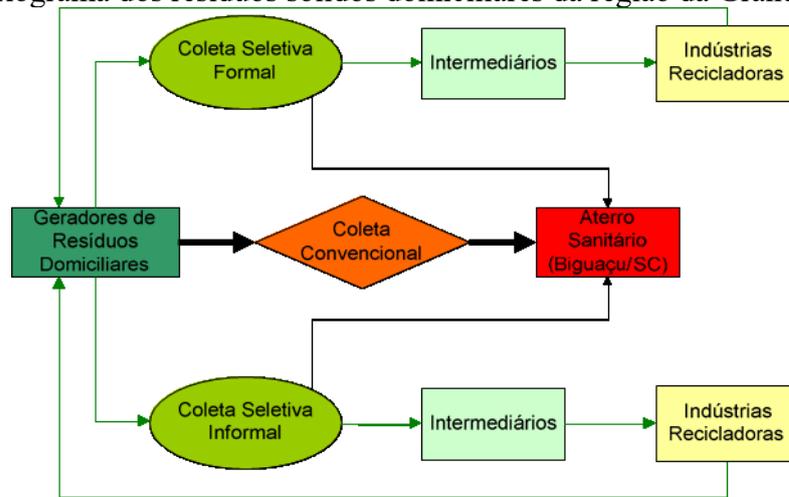
Fonte: (SANTA CATARINA, 2018c, p.195).

4.1.2 Diagrama da rota tecnológica de recicláveis secos de Santa Catarina

Para a compreensão da Rota Tecnológica da Reciclagem em Santa Catarina, a primeira consideração a se fazer é sobre as tecnologias que a definem.

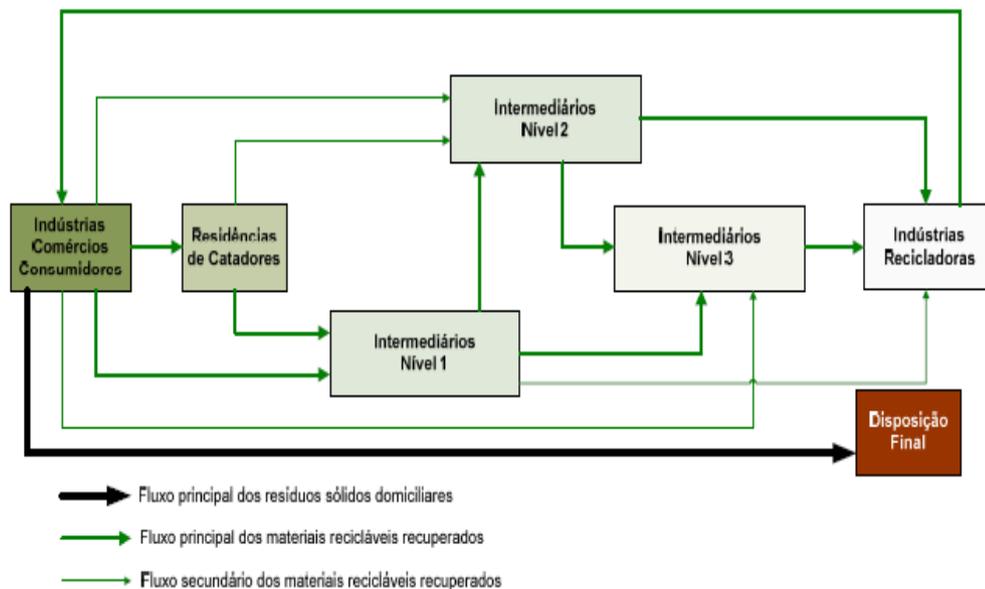
Aquino (2017) apresenta, em sua pesquisa, uma arquitetura da rota da reciclagem que acontecia na grande Florianópolis em 2007. Os fluxogramas apresentados a seguir serviram de inspiração inicial para a construção da rota proposta por este trabalho. Nele, evidencia-se a presença de intermediários e das indústrias recicladoras, e que interagem de maneira que podem ser classificados de diversos níveis. É preciso compreender que indústrias recicladoras não possuem a mesma função da indústria da transformação e por isso foram consideradas personagens diferenciados no modelo proposto.

Figura 22- Fluxograma dos resíduos sólidos domiciliares da região da Grande Florianópolis.



Fonte: (AQUINO, 2007, p.69)

Figura 23 – Fluxograma genérico da cadeia reversa de pós-consumo na região da Grande Florianópolis.



Fonte: (AQUINO,2007, p.105)

Outro elemento originário da revisão de dados documentais, que contribuiu para a construção do modelo, foi o fluxo do sistema de logística reversa do Acordo Setorial de Embalagens em Geral. Ele envolve algumas etapas sequenciais, distinguidas em seis principais tópicos: separação, descarte, transporte, triagem, classificação e destinação final. A realização de cada uma destas etapas é responsabilidade de atores específicos (consumidores, cooperativas e associações de catadores, prefeituras, e empresas responsáveis pela coleta e as empresas recicladoras), devendo ser monitorada pela União ao longo de todo o processo. Vale notar que o fluxo apresentado, pelos integrantes da rota setorial de embalagens, tendência a compreensão

da responsabilidade de geração apenas aos consumidores pois não representa na geração aos fabricantes dos produtos.

Figura 24 – Fluxo do Sistema de Logística Reversa e os principais elos para descarte e destinação de embalagens em geral.



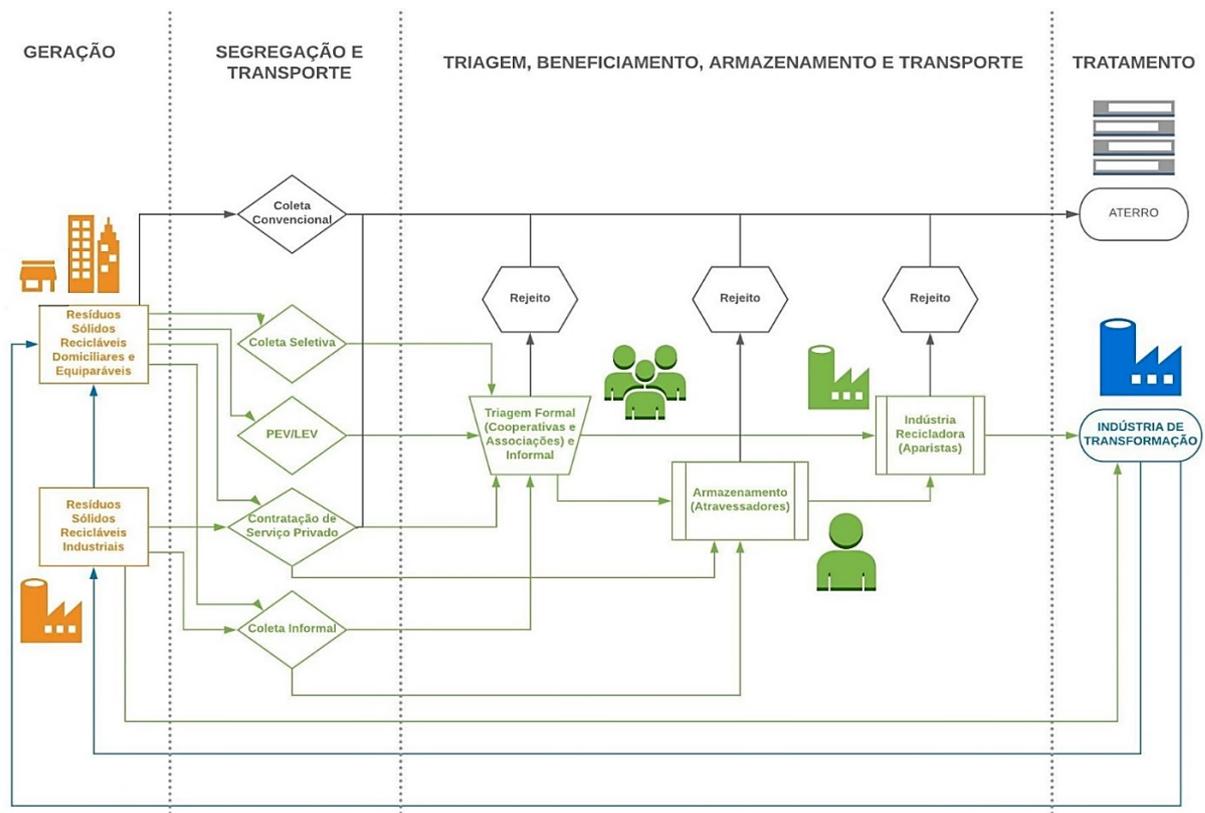
Fonte: (COMITÊ TÉCNICO DA COALIZÃO EMBALAGENS, 2017).

Descreve-se, portanto, a concepção da rota tecnológica de resíduos sólidos recicláveis secos no contexto desta pesquisa e com o intuito de subsidiar a concepção da modelo de sistema dinâmico de resíduos sólidos recicláveis secos de SC. As principais características da rota proposta são o detalhamento das etapas do gerenciamento dos resíduos no topo da figura e a diferenciação das duas principais vias de geração de resíduos recicláveis secos, pós e pré-consumo. Nota-se, também, as diferentes formas de segregação, e no que tange à triagem, que é feita de múltiplas formas, tem-se como destino a comercialização para intermediários, que por sua vez relacionam-se com a indústria recicladora que, por fim, encaminha os materiais recicláveis para sua efetiva recuperação. Nas etapas pré-tratamento, foram adicionados indicadores de perdas no processo, indicadas como rejeito. Além disso, achou-se pertinente relacioná-los representando um fluxo circular, quando a indústria de transformação utiliza como matéria-prima o material reciclado e, após a transformação, o encaminha para os consumidores, ainda que esse fluxo de retorno possa ser considerado indireto sem o compromisso efetivo do setor produtivo. Outra questão diferenciada apresentada na rota desta pesquisa é o fluxo de massa de resíduos entre indústrias, uma prática identificada pelo BRFIESC - Bolsa de Resíduos do Estado de Santa Catarina, iniciativa da Federação das Indústrias de Santa Catarina – FIESC.

A indústria de transformação, em suas múltiplas tecnologias, e os aterros sanitários são as tecnologias que caracterizam a rota tecnológica da reciclagem., embora o aterro sanitário

seja uma alternativa de disposição final que, a título de convenção do modelo, será tratado como tecnologia de tratamento e que faz estoque desses materiais, ou seja, quando não há o tratamento mais indicado, tecnologia disponível e viabilidade econômica esses materiais invariavelmente seguem para os aterros. A indústria de transformação atua com o tratamento final do material. Mesmo o material passando por indústrias recicladoras que processam os diversos materiais, as que dão, efetivamente o tratamento, são as indústrias que o utilizam para dar origem a novo material, que são as indústrias de transformação. Elas são de diversos tipos e, a fim de simplificar a compreensão do modelo, irá se convencionar a existência uma indústria genérica de transformação, que absorve todos os tipos de materiais recicláveis secos para a recuperação.

Figura 25– Diagrama do fluxo dos resíduos da Rota Tecnológica dos Resíduos Recicláveis Secos de SC.



Fonte: Própria autora.

4.1.3 Síntese das informações da análise de dados secundários

4.1.3.1 Síntese das informações do manifesto de transporte de resíduos e rejeitos (MTR) sobre resíduos recicláveis secos

O sistema MTR possibilitou algumas considerações gerais sobre os tipos de materiais selecionados de acordo com sua pertinência aos materiais que compõem os resíduos sólidos

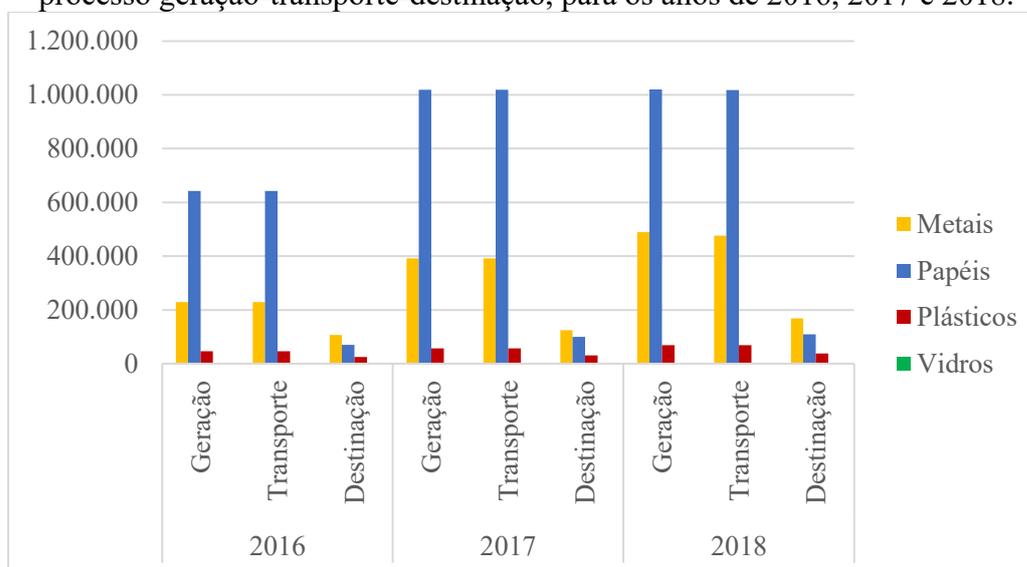
recicláveis secos, em que constam no APENDICE A. As considerações serão apresentadas por tipos de materiais.

Cabe a explicação de algumas ressalvas, a primeira é de que as declarações de destinação, em alguns casos, não correspondem às massas de resíduos informadas pelos geradores e transportadores, evidenciando, assim, alguma incerteza nos dados que se apresentarão de destinação final e de tratamento e, possivelmente, apontando para uma deficiência dos destinadores da consolidação da etapa final do sistema MTR, das emissões de Certificações de Destinação Final (CDF) e, por consequência, da emissão semestral da Declaração de Movimentação de Resíduos, o DMR.

De forma geral, é possível se verificar o crescimento na geração dos resíduos a cada ano e conclui-se que nos três anos analisados o resíduo de natureza reciclável que apresentou as maiores quantidades em massa foi aquele proveniente de papéis, superando o valor de 1 milhão de toneladas nos anos de 2017 e 2018. Em contrapartida, os resíduos de vidros representam valores muito pequenos, chegando à marca das 2 mil toneladas em 2018.

A média geral de geração de resíduos recicláveis secos dos anos de 2017 e 2018 foi de 1,53 milhões de toneladas, de transporte foi de 1,52 milhões de toneladas e, de destinação, de 286 mil toneladas declaradas.

Gráfico 4 - Resíduos sólidos recicláveis secos em toneladas, por tipos de materiais e fase do processo geração-transporte-destinação, para os anos de 2016, 2017 e 2018.

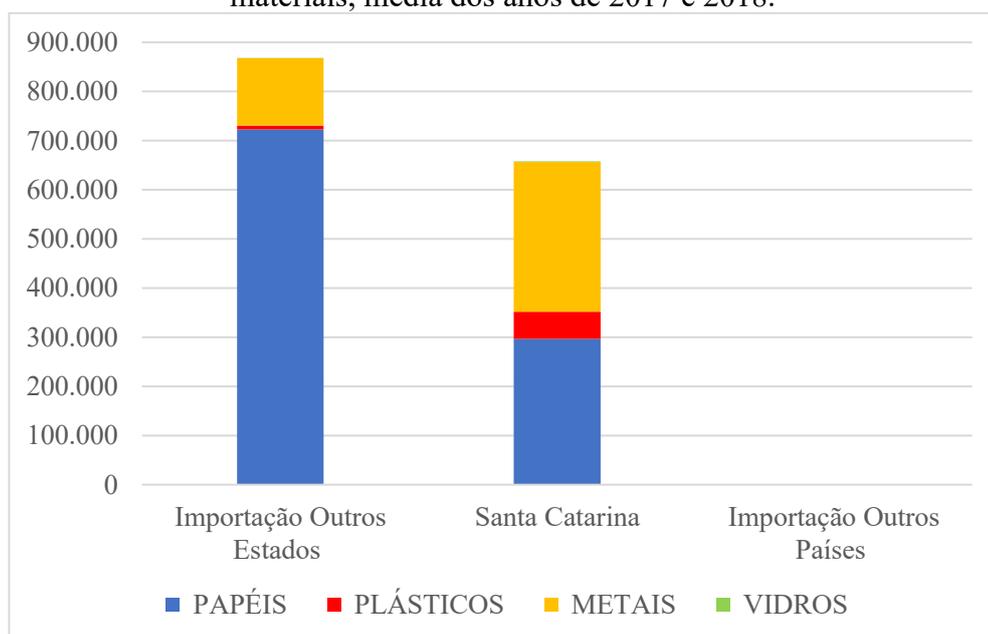


Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Ao observar a origem destes materiais, compreende-se melhor a contribuição externa, de outros estados, para as massas de resíduos sólidos recicláveis gerados e que possuem como destino o território de Santa Catarina. A contribuição de outros estados supera a média

Catarinense, sendo, para os anos de 2017 e 2018, de 800 mil toneladas, enquanto Santa Catarina ultrapassou a geração média de 600 mil toneladas. Este fator explica a maior contribuição dos resíduos de papéis na geração média total de resíduos recicláveis, pois grande parte da massa contabilizada destes materiais não é gerada em SC. Exclusivamente para este material, verificou-se a importação de outros países, ainda que timidamente chegando a uma média de 54 toneladas de resíduos de papéis importados para o estado nos anos de 2017 e 2018.

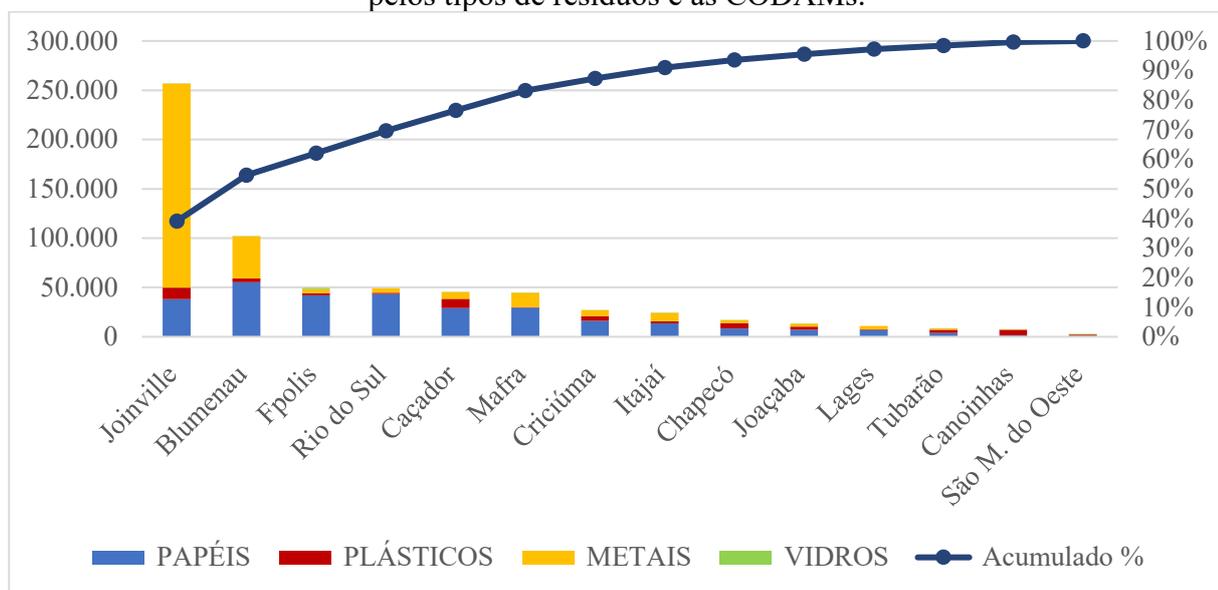
Gráfico 5 - Geração de resíduos recicláveis secos em toneladas por origem e tipos de materiais, média dos anos de 2017 e 2018.



Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Observando-se com mais detalhes a geração dos resíduos de Santa Catarina, é possível perceber uma maior massa de resíduos de metais, seguida dos resíduos de papéis. O sistema permitiu verificar a distribuição dessas gerações por CODAM's, evidenciando notadamente a CODAM de Joinville que, com aproximadamente 40% dos resíduos gerados, superou a marca de 250 mil toneladas, sobretudo pelos resíduos de metais.

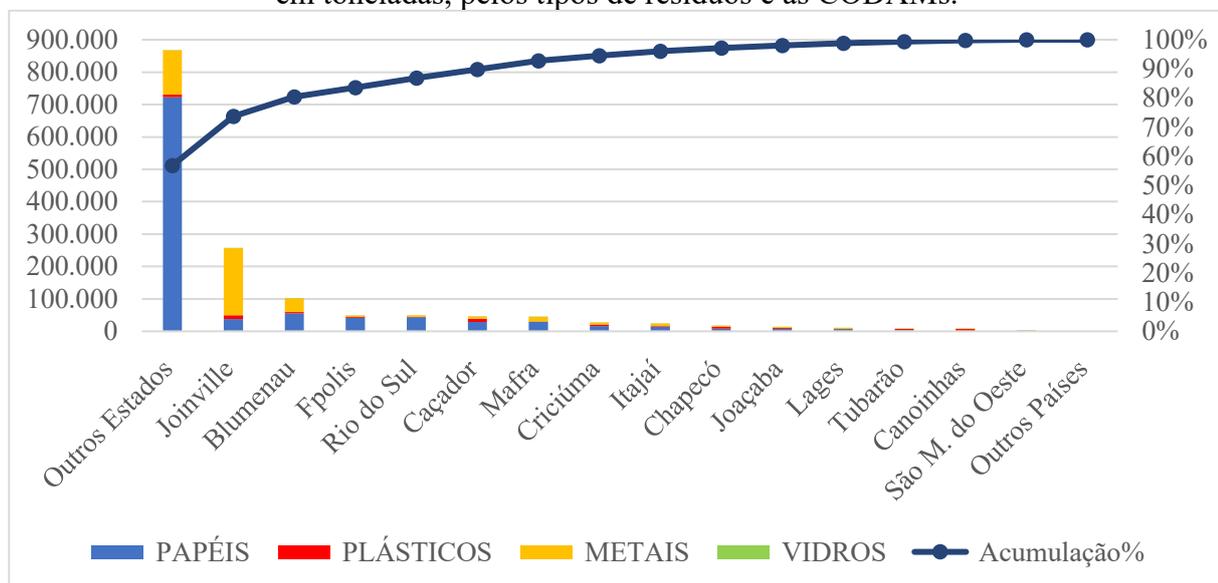
Gráfico 6 - Média (2017-2018) dos resíduos sólidos recicláveis gerados em SC em toneladas, pelos tipos de resíduos e as CODAMs.



Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Uma vez inseridos os valores representativos das massas de resíduos importadas de outros estados para SC, é possível se observar com clareza a robustez da contribuição desses geradores que representam a fração de 56,87% dos resíduos totais destinados para SC.

Gráfico 7 - Média (2017-2018) dos resíduos sólidos recicláveis gerados em SC e Importados, em toneladas, pelos tipos de resíduos e as CODAMs.

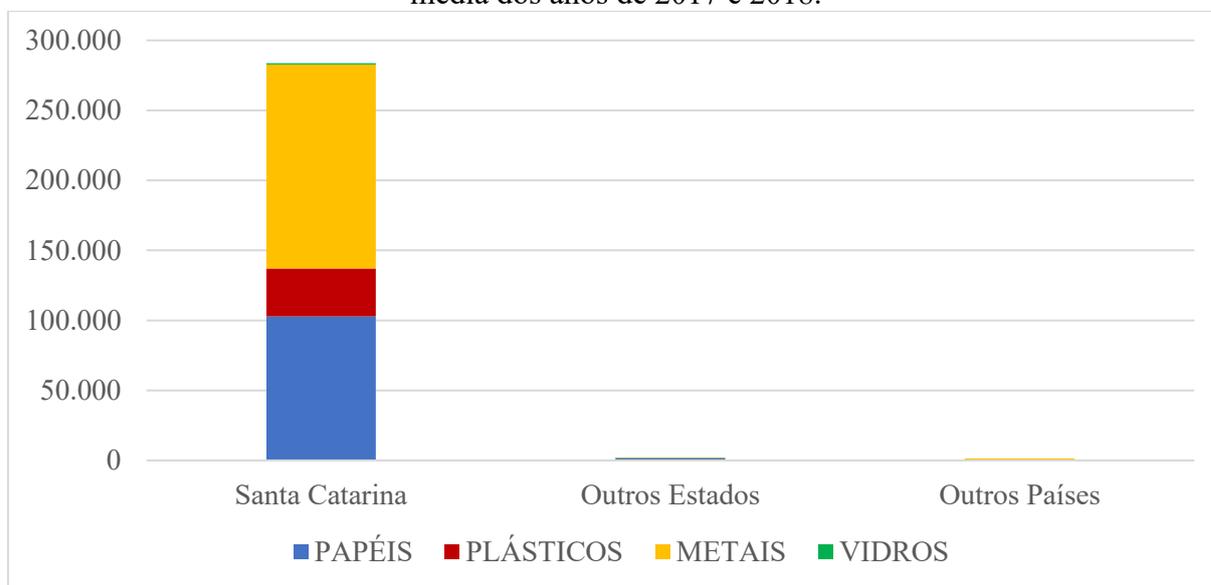


Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Sobre a destinação dos resíduos em Santa Catarina, apresentam-se resultados diferentes dos que foram mostrados em relação ao incremento de origem externa. Podem ser consideradas irrelevantes, em relação à massa de resíduos destinada SC, as contribuições do

tipo exportação, tanto para outros estados quanto para outros países. Nota-se, no entanto, que a exportação para outros estados é caracterizada pelo fluxo de resíduos de papéis e para outros países de resíduos de metais.

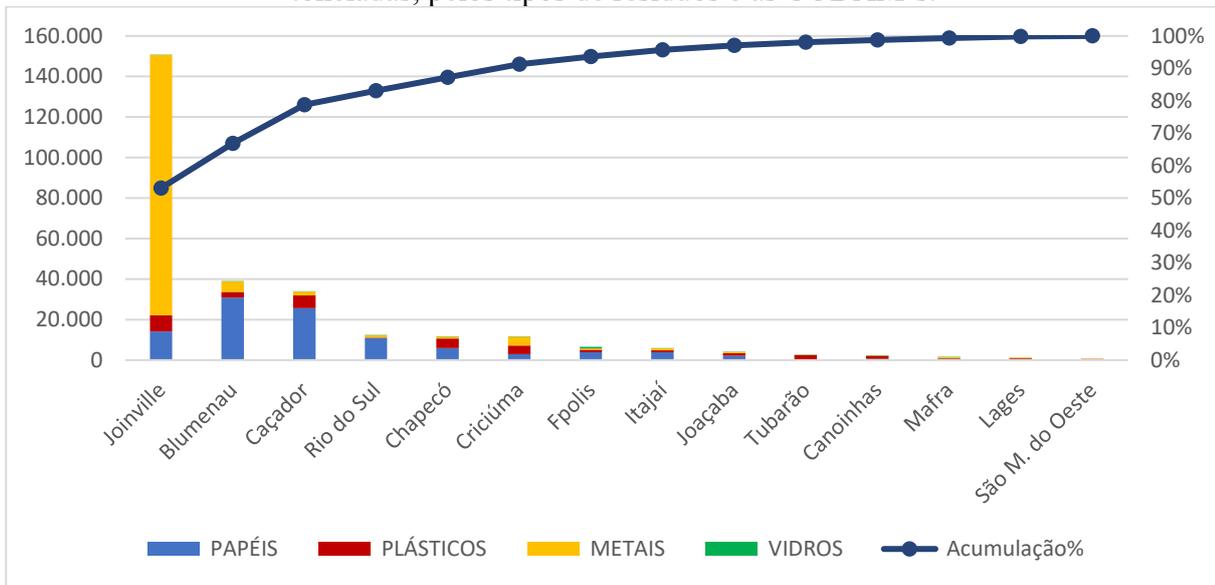
Gráfico 8 - Destinação de resíduos recicláveis em toneladas por origem e tipos de materiais, média dos anos de 2017 e 2018.



Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Observando-se com mais detalhes a destinação dos resíduos de Santa Catarina, é possível perceber uma maior massa de resíduos de metais, seguida dos resíduos de papéis, assemelhando-se ao que foi visualizado anteriormente em geração. O sistema permitiu verificar a distribuição dessas destinações por CODAM's, evidenciando, novamente, a CODAM de Joinville, que destinou 53,08% dos resíduos em SC, superando a marca de 150 mil toneladas, sobretudo, pelos resíduos de metais. Outro fato a ser notado é que a CODAM de Florianópolis figura entre os três maiores geradores de resíduos em SC, mas no quesito destinador é considerado na sétima posição. Já as CODAM's de Rio do Sul, Caçador e Chapecó, respectivamente 5^a, 6^a e 10^a posições na geração, assumem as posições 3^a, 4^a e 5^a na destinação de resíduos recicláveis, podendo indicar um possível fluxo de resíduos para destinação nessas regiões.

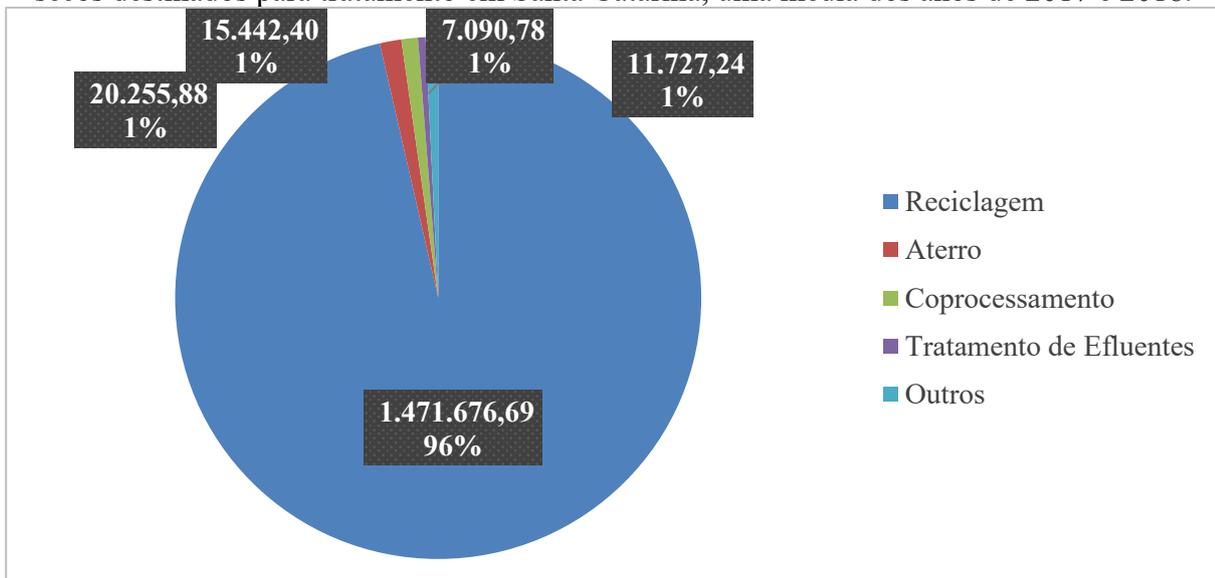
Gráfico 9 - Média (2017-2018) dos resíduos sólidos recicláveis secos destinados em SC em toneladas, pelos tipos de resíduos e as CODAM's.



Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Na sequência, apresenta-se o gráfico representativo dos tipos de tratamentos apenas para os resíduos amostrados como recicláveis secos, objeto deste estudo, configurando que 96% das massas desses resíduos são encaminhadas a reciclagem entre as tecnologias de tratamentos apresentados para estes resíduos.

Gráfico 10- Tipos de Tratamento e respectivas frações para os resíduos sólidos recicláveis secos destinados para tratamento em Santa Catarina, uma média dos anos de 2017 e 2018.

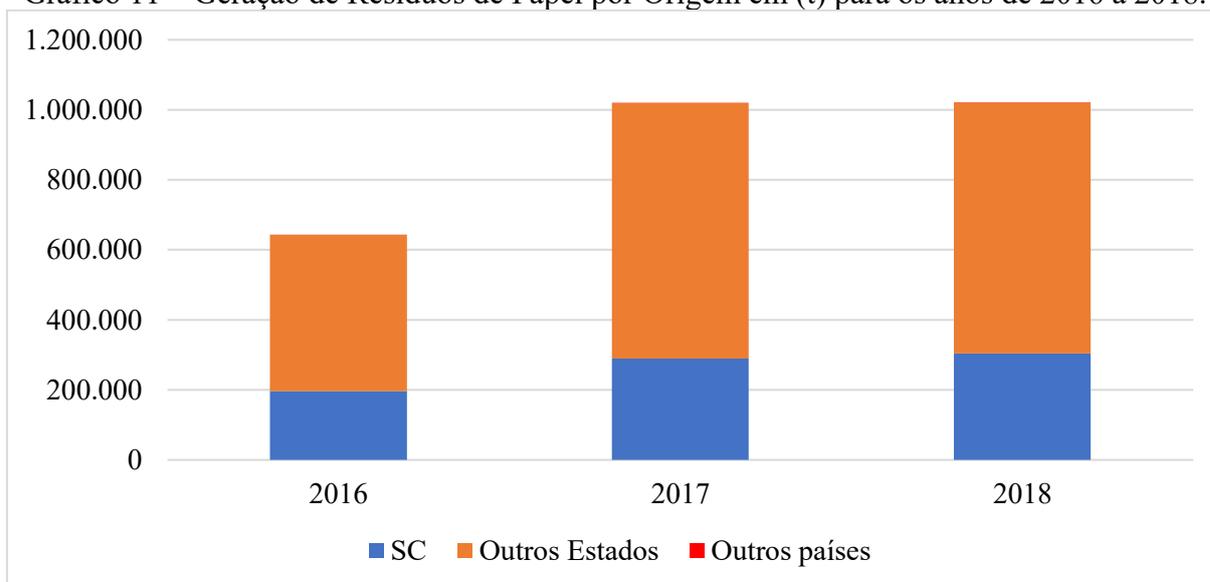


Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Resíduos de Papéis

Os resíduos de papéis, material de maior contribuição em massa de resíduos a serem tratados em SC, de acordo com o sistema MTR, ultrapassaram o montante de 1 milhão de toneladas de resíduo nos dados apresentados. Além disso, apresentaram ligeiro acréscimo de geração entre os anos de 2017 e 2018.

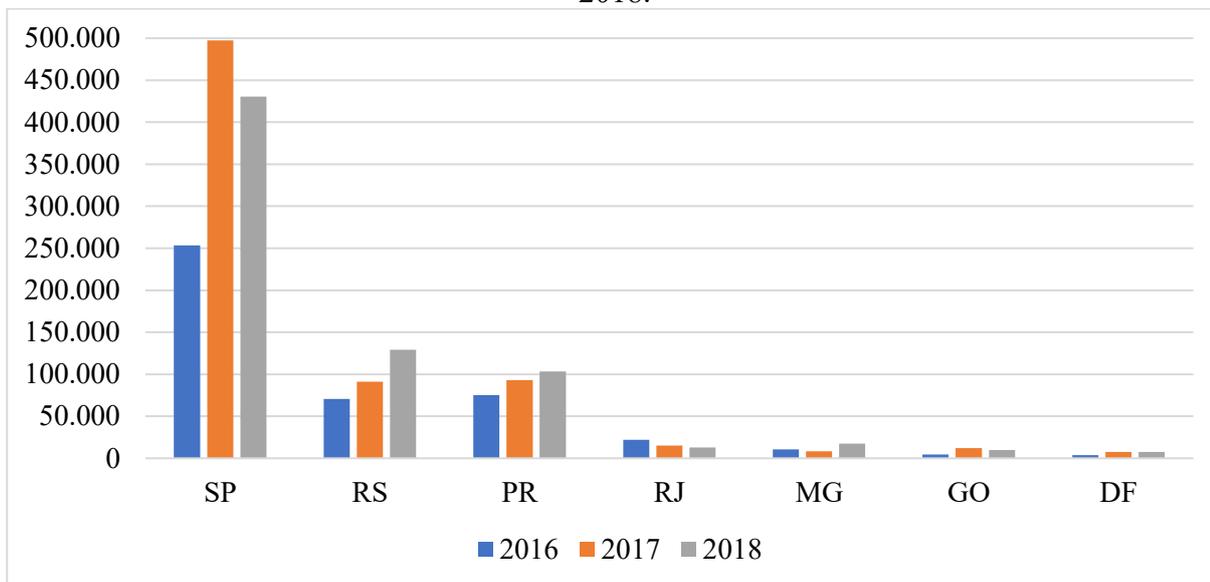
Gráfico 11 – Geração de Resíduos de Papel por Origem em (t) para os anos de 2016 a 2018.



Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Uma vez que o incremento de geração é significativo, investigou-se os estados que contribuem para este cenário. Acerca dos estados que mais encaminham resíduos recicláveis de papéis para destinação em Santa Catarina, protagonizam os estados de São Paulo, do Rio Grande do Sul e do Paraná. Porém, os mais distantes, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal, Tocantins, Mato Grosso do Sul, Ceará, Mato Grosso, Amazonas, Rondônia, Pará e Pernambuco, contribuem de forma menos significativa.

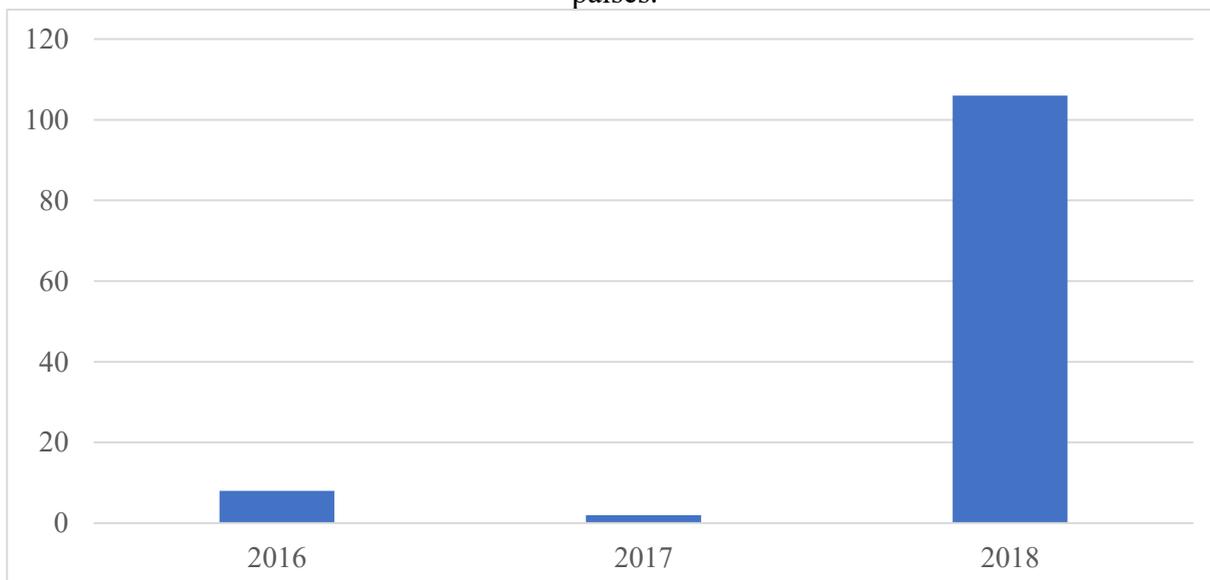
Gráfico 12 - Geração de resíduos de papel de outros estados em (t) para os anos de 2016 a 2018.



Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Embora não represente, em massa, valores tão significativos, apresenta-se a massa de resíduos de papéis importados de outros países para Santa Catarina. O notável deste gráfico é o fato de os resíduos de papel serem, dentre os resíduos pesquisados, os únicos a apresentarem a importação de outros países como origem de geração.

Gráfico 13 – Geração de Resíduos de Papel em (t) por gerador do tipo importação de outros países.

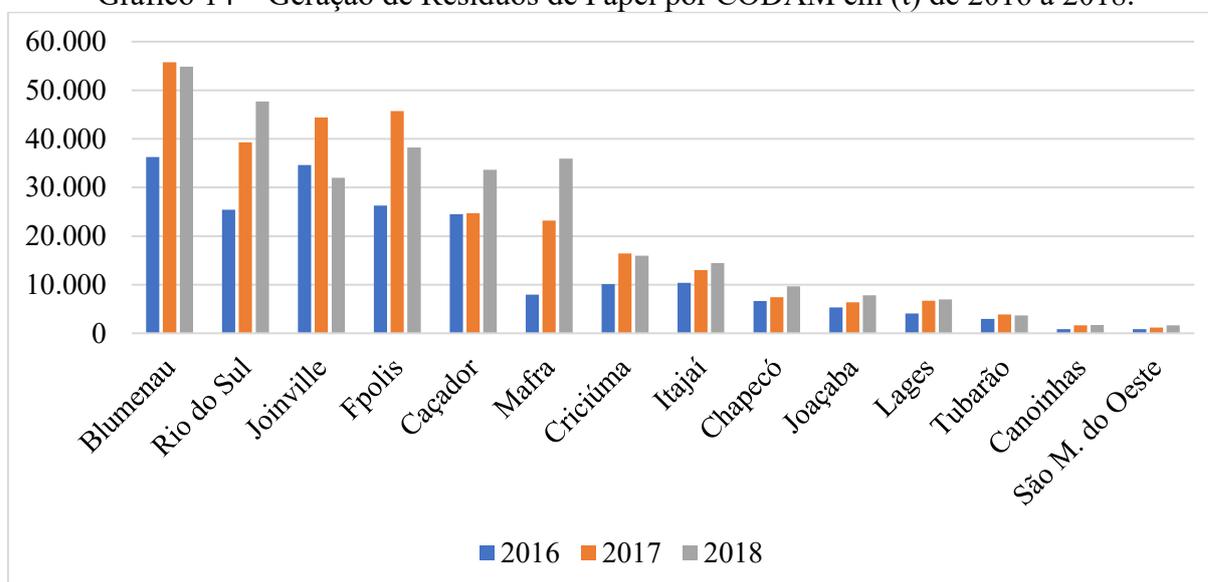


Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Apresenta-se, em sequência, os gráficos de geradores, transportadores e destinadores de resíduos de papel recicláveis secos. Esta análise busca compreender os fluxos destes

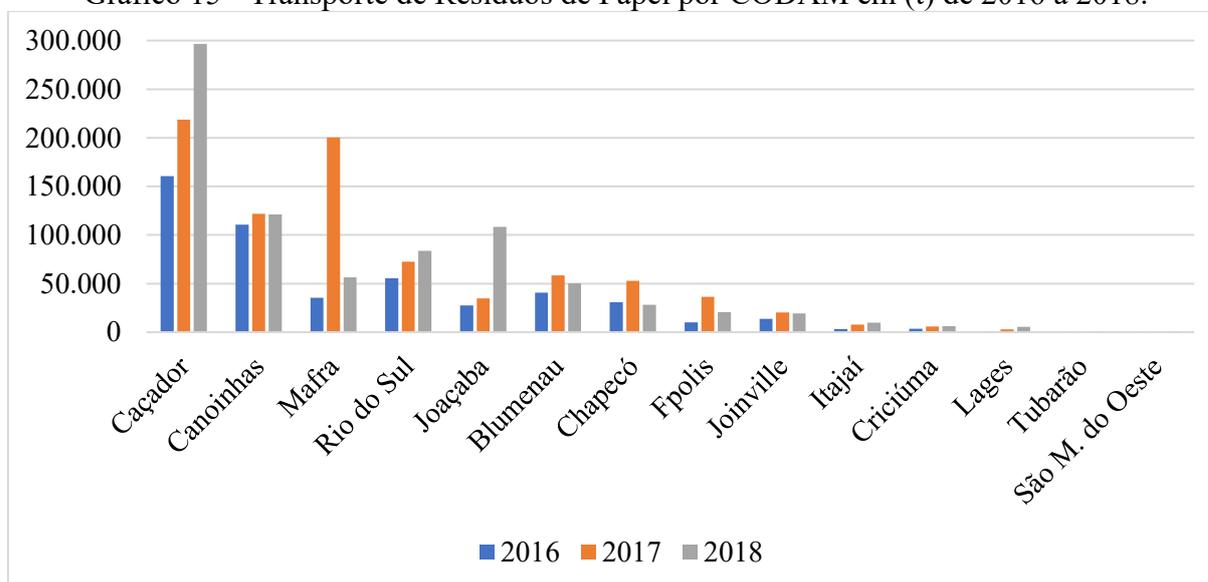
materiais entre as CODAMs amostradas nos anos de 2016, 2017 e 2018. Notam-se as CODAMs de Blumenau, Rio do Sul e Joinville como maiores contribuidoras na geração e destinação de resíduos desta natureza.

Gráfico 14 – Geração de Resíduos de Papel por CODAM em (t) de 2016 a 2018.



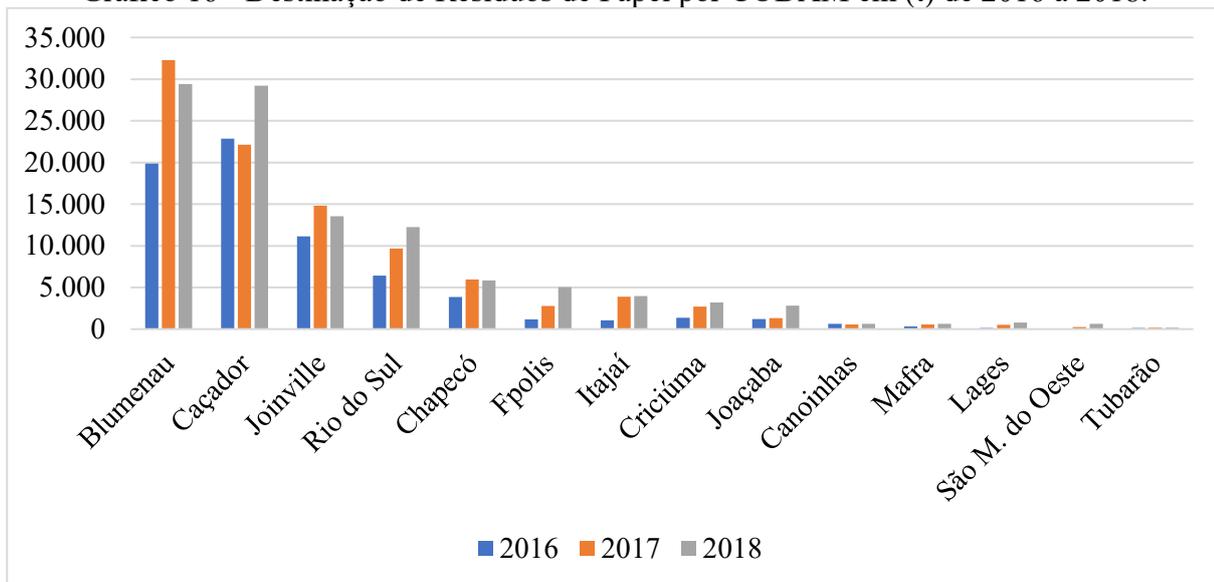
Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Gráfico 15 - Transporte de Resíduos de Papel por CODAM em (t) de 2016 a 2018.



Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

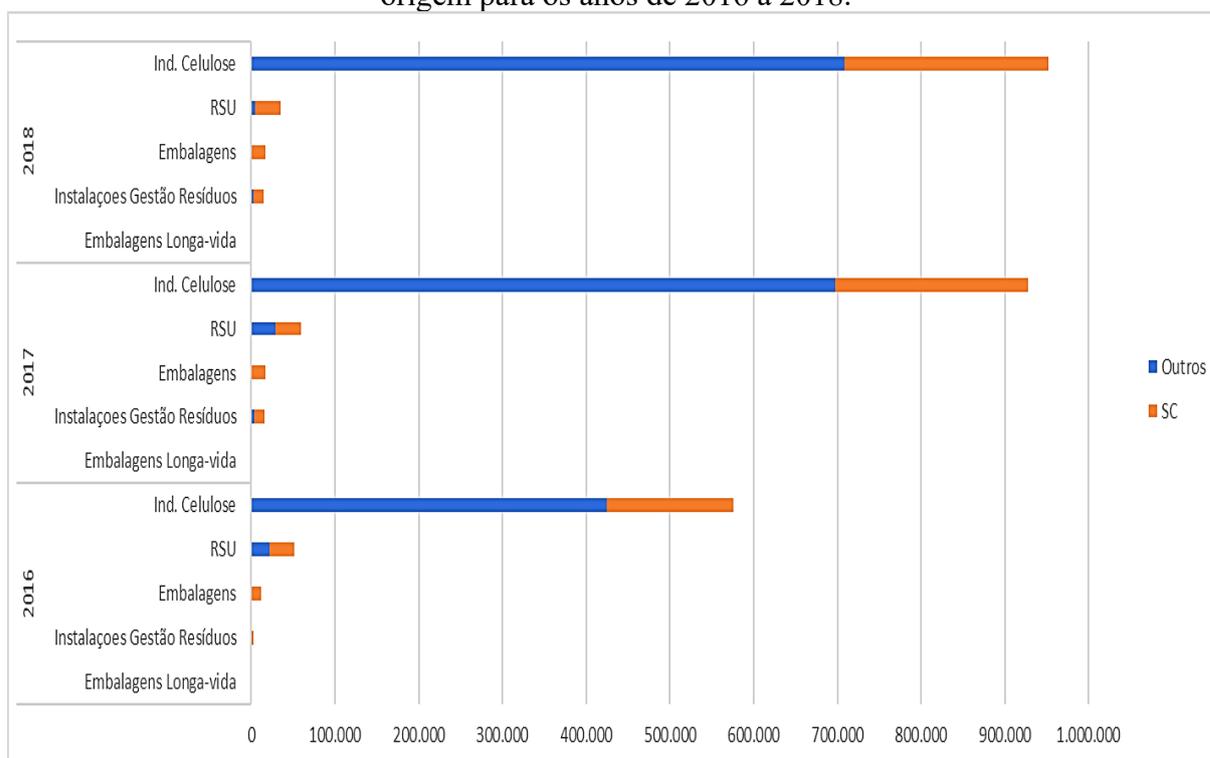
Gráfico 16 - Destinação de Resíduos de Papel por CODAM em (t) de 2016 a 2018.



Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Ao se verificar, pelos códigos dos resíduos, os tipos de materiais que mais impactam para essa dinâmica de geração-destinação, constata-se que os resíduos gerados pela indústria de papel e celulose são os principais responsáveis em massa, tanto os originários em Santa Catarina quanto nos outros estados, chegando próximo ao montante de 1.000.000 de toneladas tanto em 2017 quanto em 2018.

Gráfico 17 – Geração de Resíduos de Papéis em toneladas, por categorias de materiais e origem para os anos de 2016 a 2018.

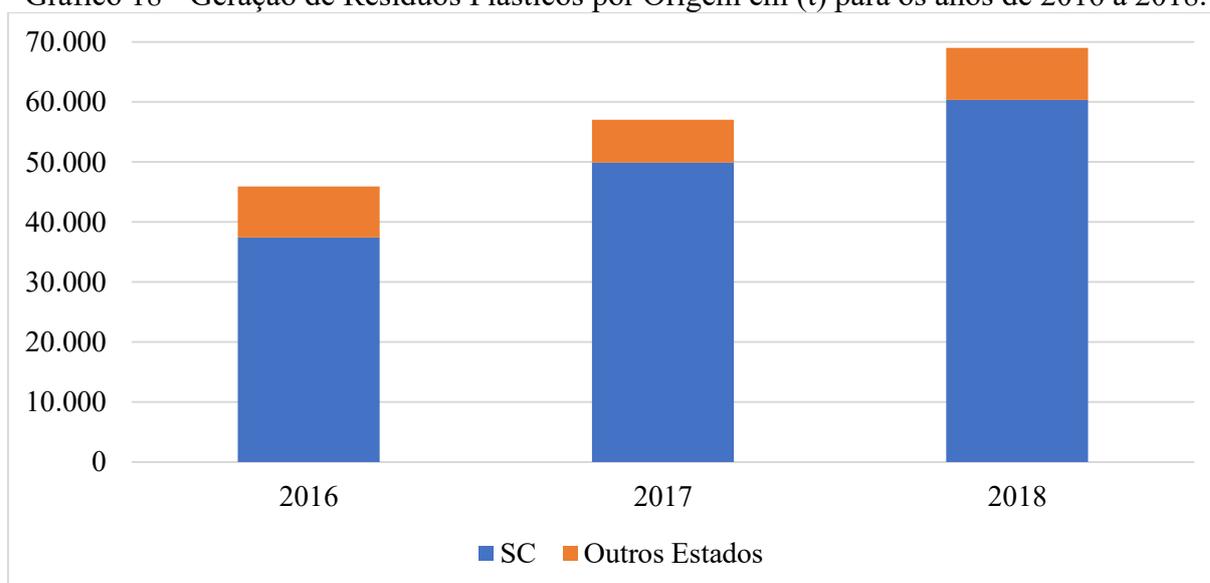


Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Resíduos Plásticos

Os resíduos plásticos, de acordo com o sistema MTR, ultrapassaram o montante de 69 mil toneladas. Além disso, apresentaram um crescimento de geração de 10 mil toneladas entre os anos de 2017 e 2018.

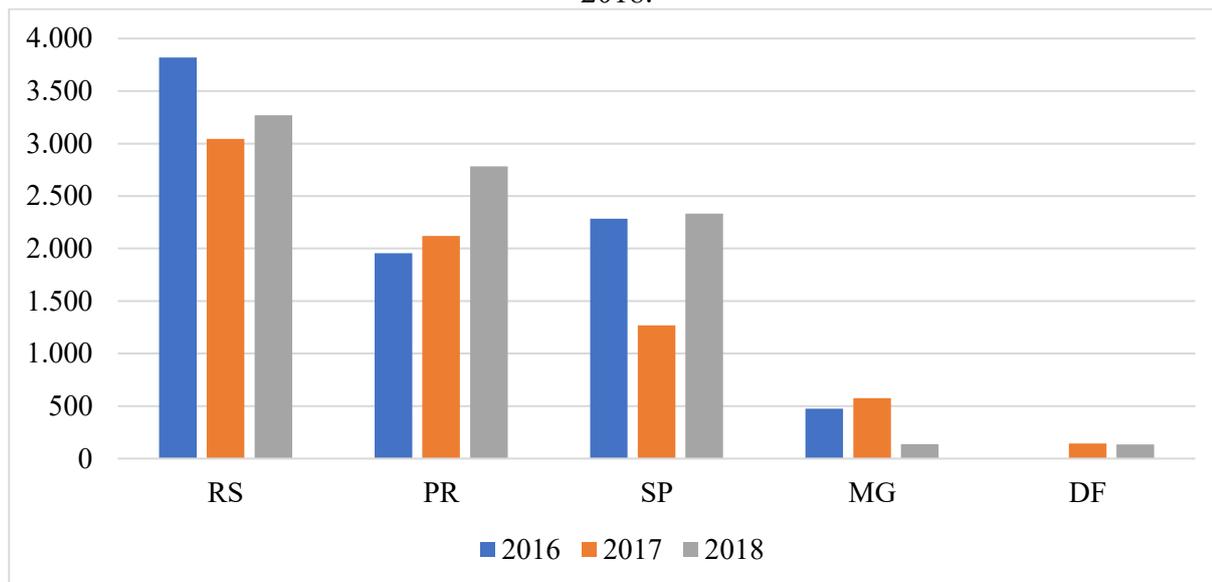
Gráfico 18 - Geração de Resíduos Plásticos por Origem em (t) para os anos de 2016 a 2018.



Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

O incremento de geração de resíduos plásticos de origem externa não é muito significativo. Acerca dos estados que mais encaminham resíduos recicláveis plásticos para destinação em Santa Catarina protagonizam Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo. Os mais distantes, Minas Gerais, Distrito Federal, Espírito Santo, Pernambuco e Rio de Janeiro, contribuem de forma menos significativa.

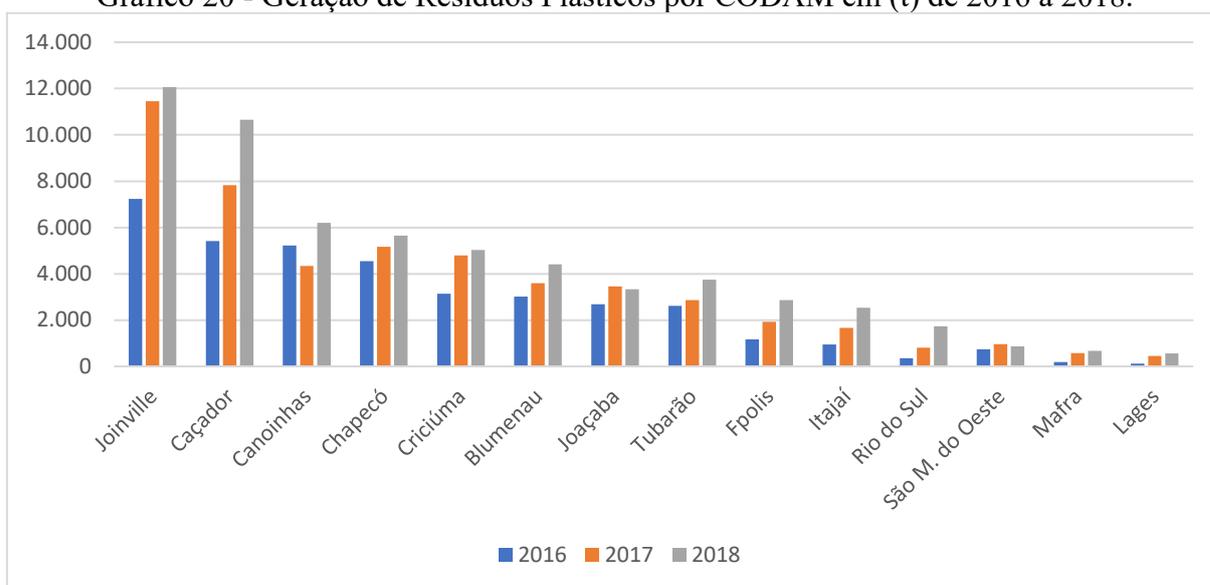
Gráfico 19 - Geração de resíduos plásticos de outros estados em (t) para os anos de 2016 a 2018.



Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

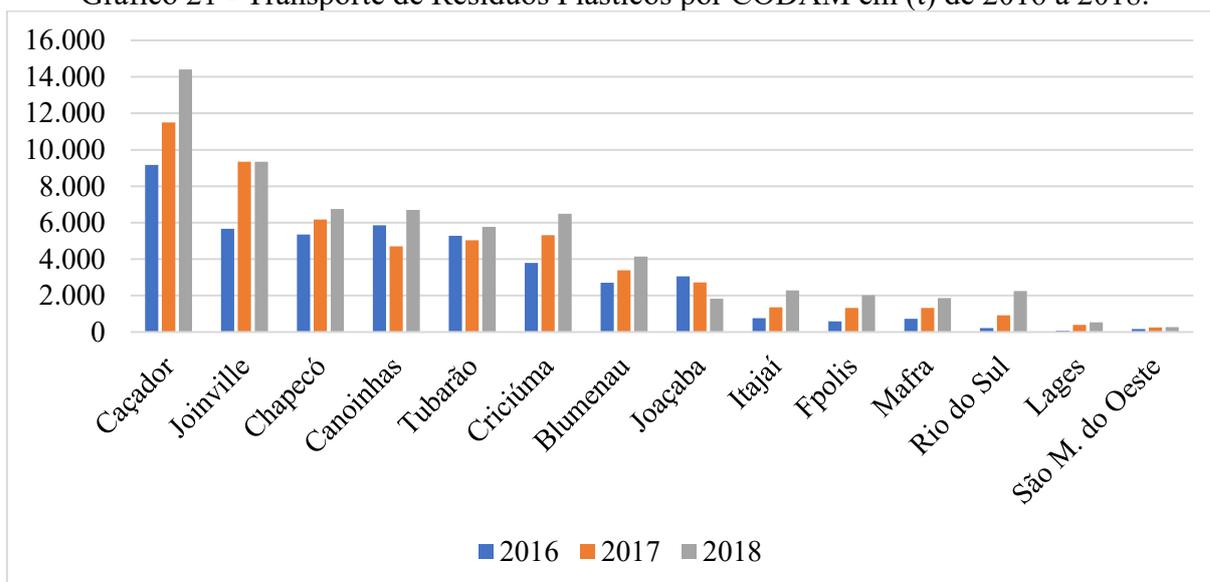
Apresenta-se, em sequência, os gráficos de geradores, transportadores e destinadores de resíduos plásticos. Esta análise busca compreender os fluxos destes materiais entre as CODAMs amostradas nos anos de 2016, 2017 e 2018. Notam-se as CODAMs de Joinville, Caçador, Canoinhas e Chapecó como maiores contribuidoras na geração e transporte de resíduos desta natureza. Contudo, ao se observar os gráficos dos destinadores, a CODAM de Canoinhas já não consta como tão significativa. As CODAMs de Joinville, Caçador e Chapecó, seguidas de Criciúma, assumem posições mais representativas.

Gráfico 20 - Geração de Resíduos Plásticos por CODAM em (t) de 2016 a 2018.



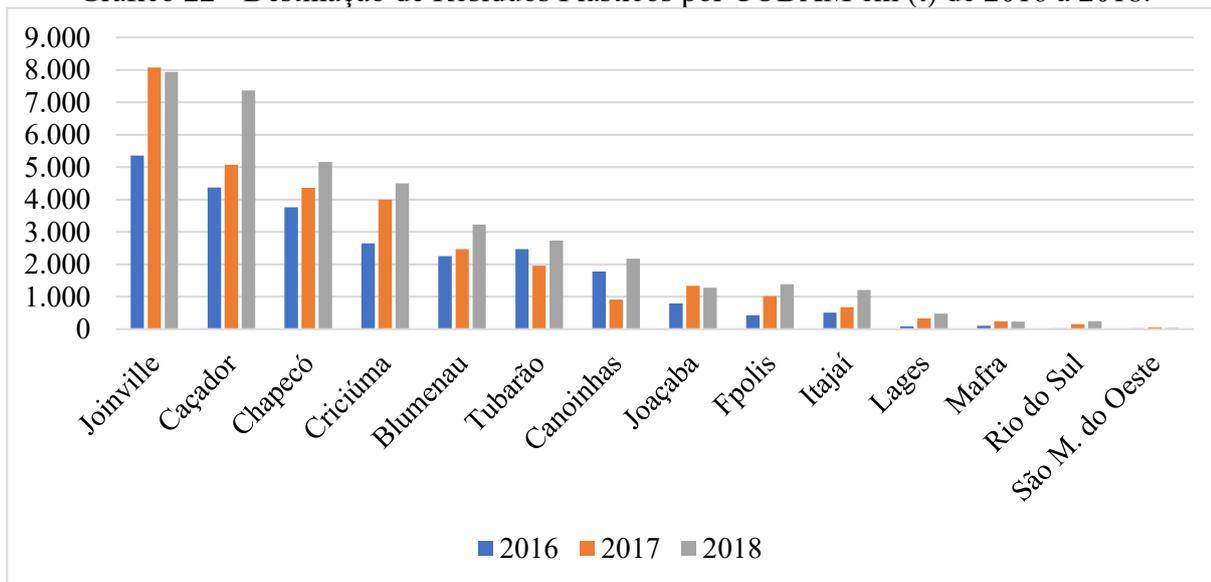
Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora

Gráfico 21 - Transporte de Resíduos Plásticos por CODAM em (t) de 2016 a 2018.



Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

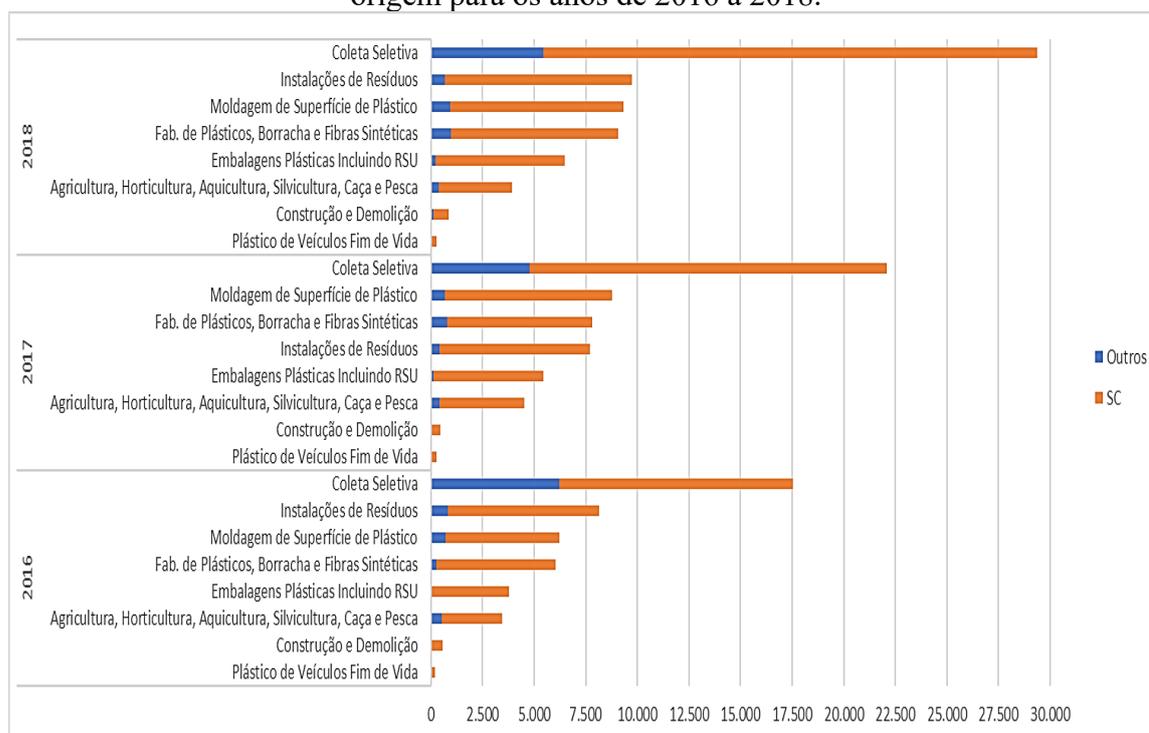
Gráfico 22 - Destinação de Resíduos Plásticos por CODAM em (t) de 2016 a 2018.



Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Ao se verificar, pelos códigos dos resíduos, os tipos de materiais que mais impactam para essa dinâmica de geração-transporte-destinação, constata-se que os resíduos plásticos provenientes da coleta seletiva são os principais responsáveis em massa, tanto os originários em Santa Catarina quanto nos outros estados, alcançando quase 30.000 toneladas no ano de 2018.

Gráfico 23 - Geração de Resíduos Plásticos em toneladas, por categorias de materiais e origem para os anos de 2016 a 2018.

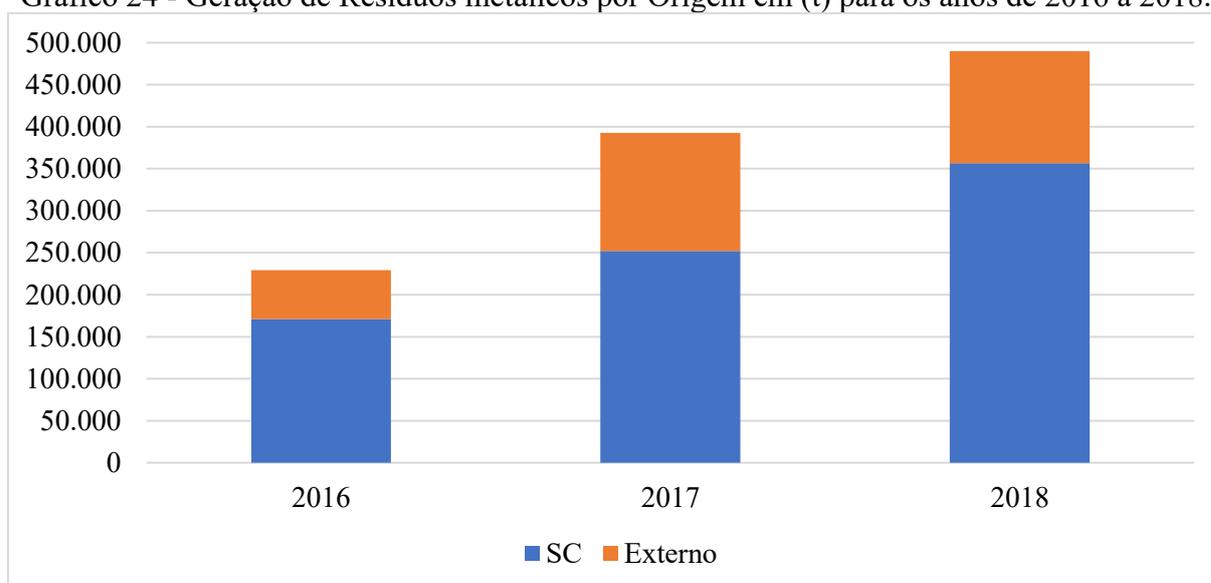


Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Resíduos de Metais

Os resíduos metálicos, de acordo com o sistema MTR, aproximam-se do montante de 500 mil toneladas de resíduos gerados. Apresentam um crescimento de geração próximo às 100 mil toneladas entre os anos de 2017 e 2018.

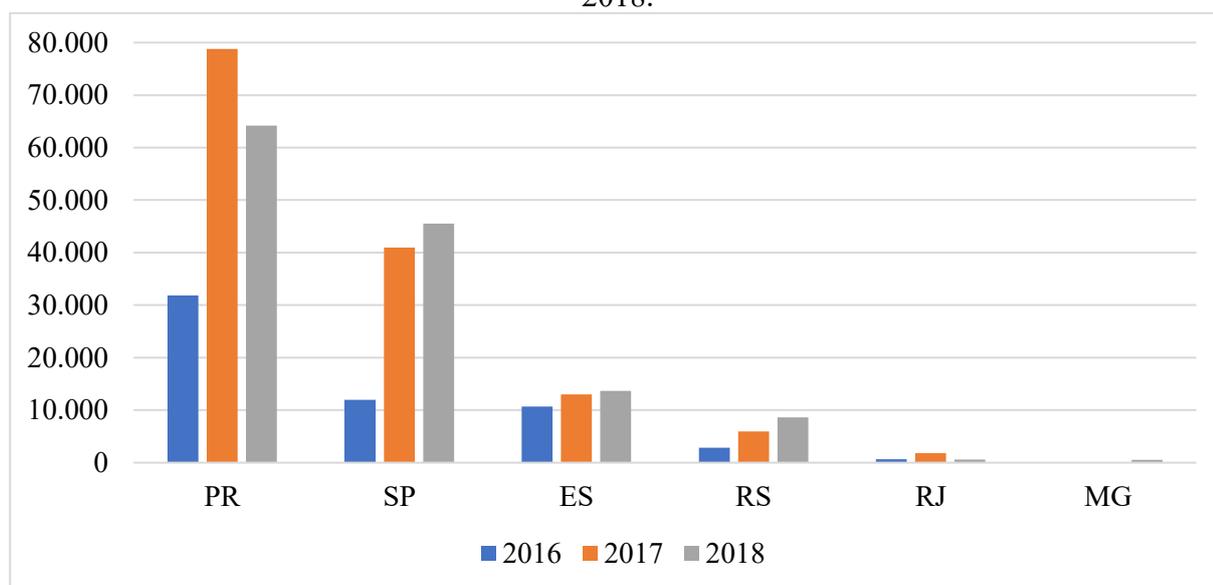
Gráfico 24 - Geração de Resíduos metálicos por Origem em (t) para os anos de 2016 a 2018.



Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

O incremento de geração de resíduos metálicos de origem externa é significativo, aproximadamente 150.000 toneladas consecutivos nos anos de 2017 e 2018. Investigou-se os estados que contribuem para este incremento. Acerca dos estados que mais encaminham resíduos recicláveis metálicos para destinação em Santa Catarina protagonizam Paraná, São Paulo, Espírito Santo e Rio Grande do Sul. Os mais distantes, Rio de Janeiro e Minas Gerais, contribuem de forma menos significativa.

Gráfico 25 - Geração de resíduos metálicos de outros estados em (t) para os anos de 2016 a 2018.

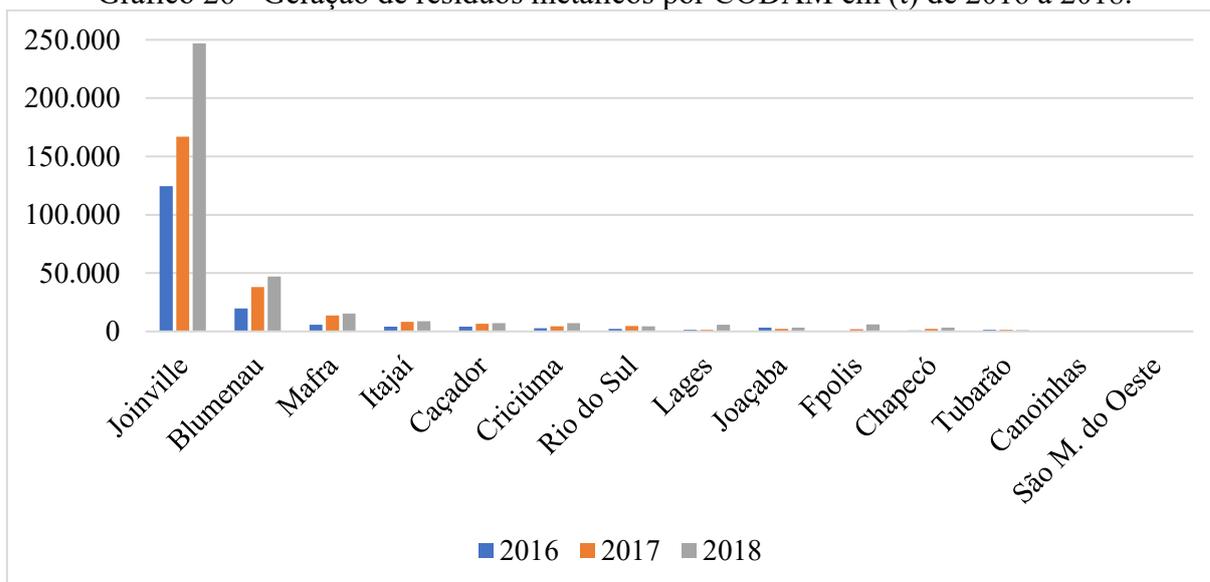


Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Apresenta-se, em sequência, os gráficos de massa gerada, transportada e destinada de resíduos metálicos. Esta análise busca compreender os fluxos destes materiais entre as CODAMs amostradas nos anos de 2016, 2017 e 2018. Nota-se a CODAM de Joinville, esta com valor bem expressivo, seguida das CODAMs de Blumenau e Mafra como maiores contribuidoras na geração de resíduos desta natureza. Contudo, ao se observar os gráficos de transportadores, a CODAM de Mafra já não consta como tão significativa, visto que a CODAM de Itajaí, seguida pela de Criciúma, assume posição mais representativa. Observa-se o gráfico de geradores e transportadores catarinenses, bem similares, com valores superiores aos de destinação. Buscando o gráfico de geradores e transportadores de outros estados, verifica-se um valor superior a 100.000 toneladas, com contribuição importante do Paraná, o que representa um déficit de informação sobre os destinadores e fluxos de materiais de outras origens para sua destinação bem superior, ainda que possivelmente a CODAM de Joinville se confirme como principal destino destes resíduos. Portanto, é possível - embora necessitando-se de mais

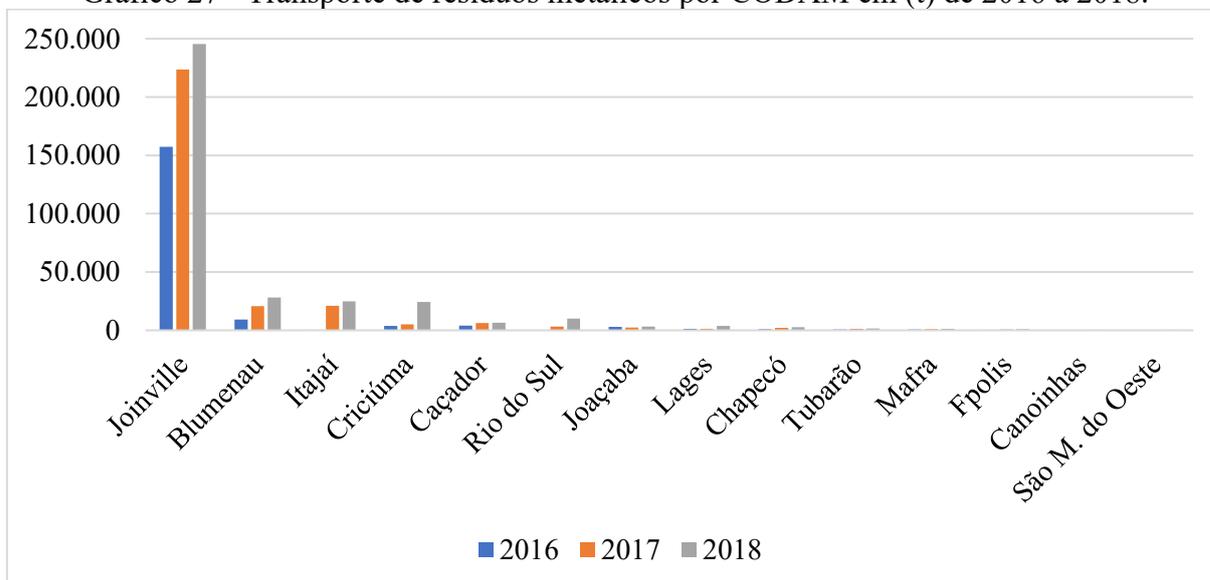
elementos para esta conclusão – que a massa de material declarada como transporte no sistema possa ser consequência de um maior rigor de fiscalização no fluxo de cargas interestaduais impulsionando o comportamento declaratório por parte dos transportadores, não fazendo tanto efeito para a declaração de destinadores.

Gráfico 26 - Geração de resíduos metálicos por CODAM em (t) de 2016 a 2018.



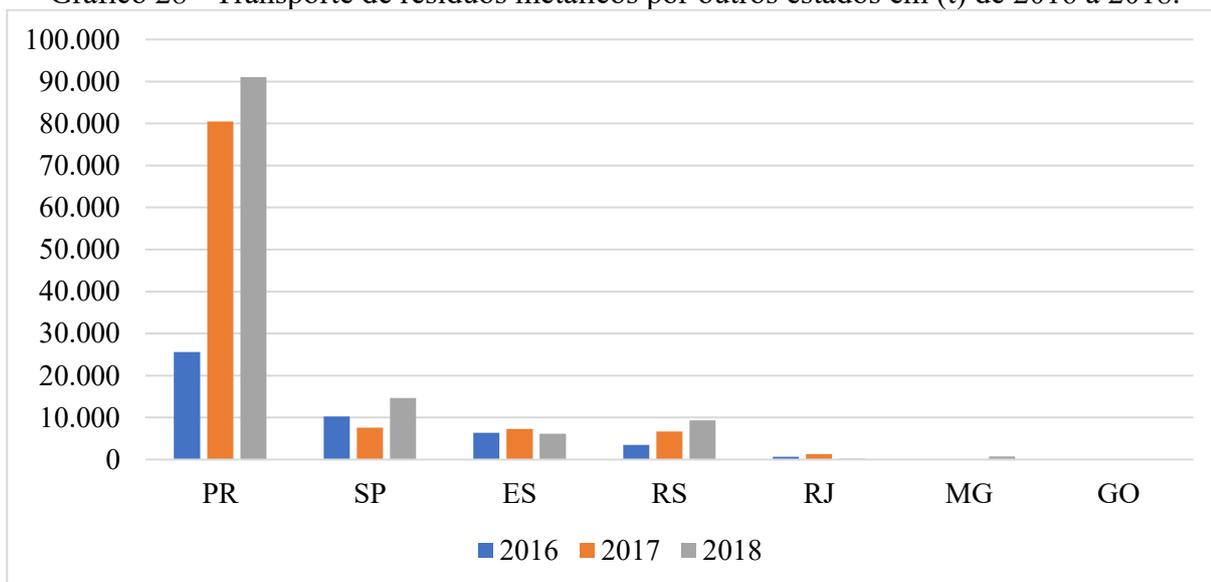
Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Gráfico 27 - Transporte de resíduos metálicos por CODAM em (t) de 2016 a 2018.



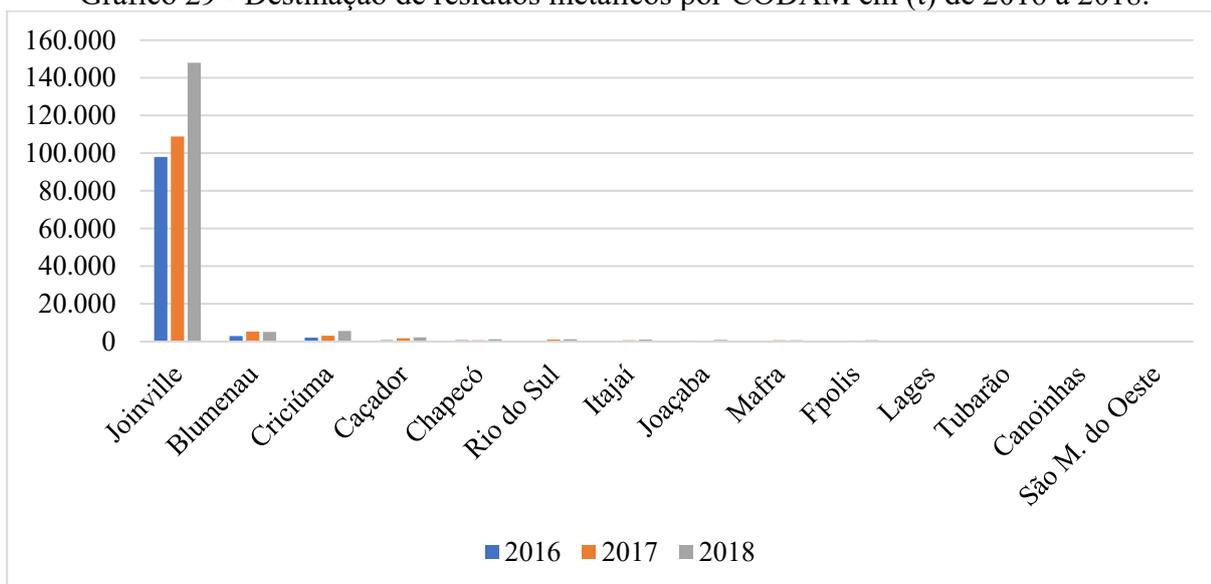
Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Gráfico 28 - Transporte de resíduos metálicos por outros estados em (t) de 2016 a 2018.



Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

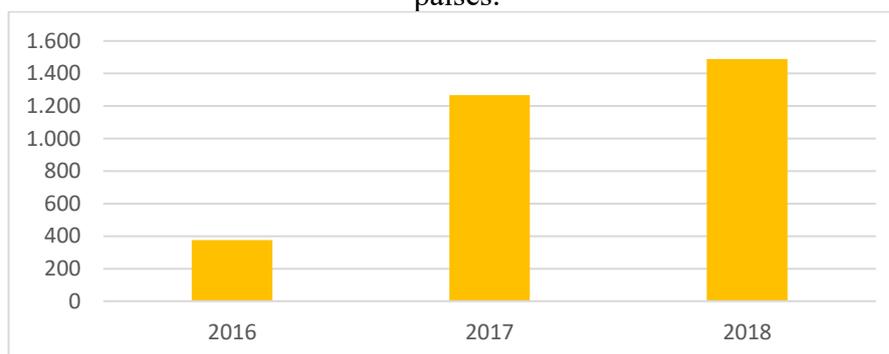
Gráfico 29 - Destinação de resíduos metálicos por CODAM em (t) de 2016 a 2018.



Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Embora não represente, em massa, valores tão significativos, apresenta-se a massa de resíduos metálicos exportados a outros países a partir de Santa Catarina. O notável deste gráfico é o fato de os resíduos metálicos serem, dentre os resíduos pesquisados, os únicos a apresentarem a exportação a outros países como destinação.

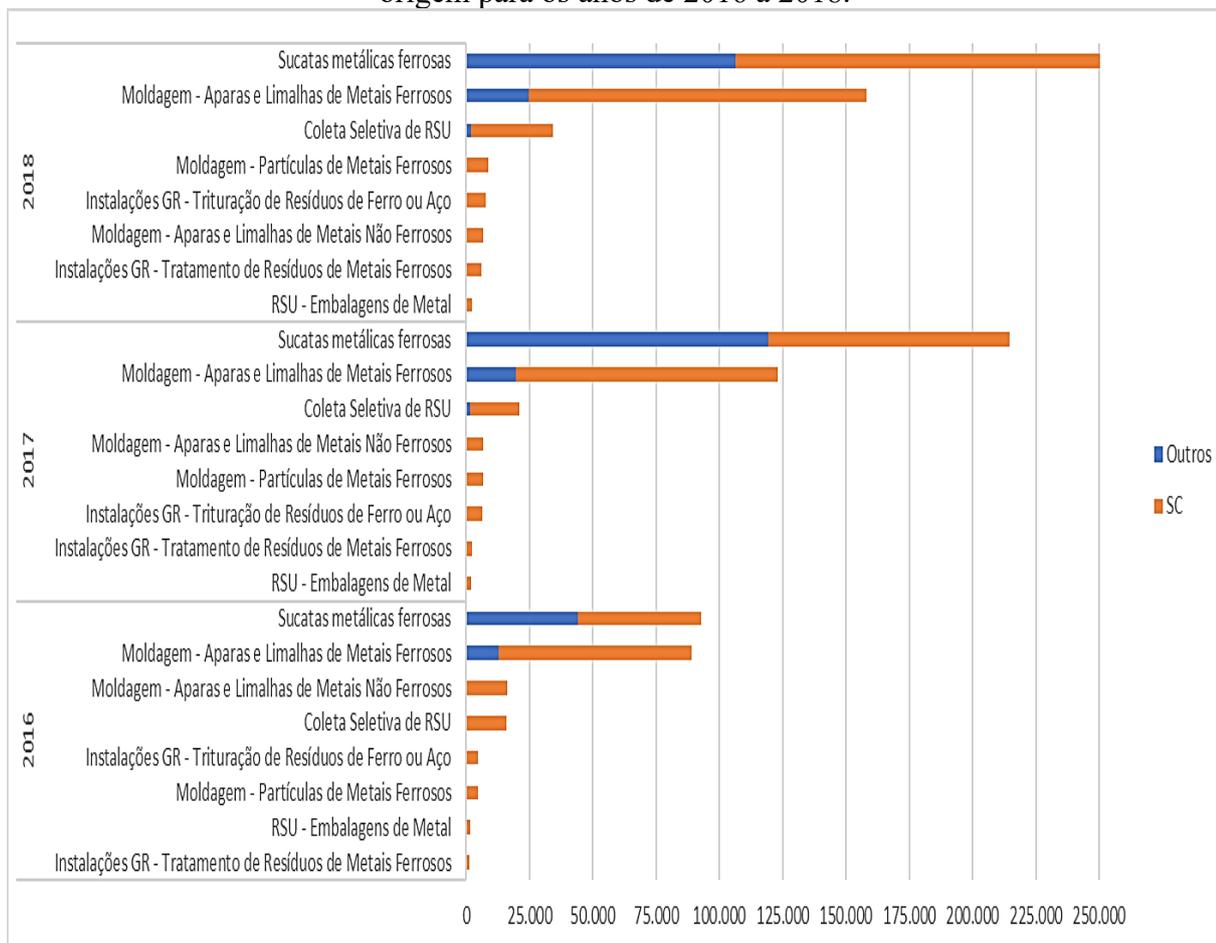
Gráfico 30 - Geração de resíduos metálicos em (t) por gerador do tipo exportação para outros países.



Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Ao se verificar, pelos códigos dos resíduos, os tipos de materiais que mais impactam para essa dinâmica de geração-transporte-destinação de massa de resíduos metálicos, constata-se que os resíduos metálicos provenientes de sucatas metálicas ferrosas e aparas e limalhas de metais ferrosos provenientes de moldagem são os principais responsáveis em massa, tanto os originários em Santa Catarina quanto nos outros estados, alcançando, juntos, mais de 400.000 toneladas no ano de 2018. Isso corrobora para a necessidade de se tornar tais sistemas de produção mais eficientes, reduzindo a geração de resíduos na fonte geradora. Os resíduos metálicos provenientes de coleta seletiva ocupam a terceira posição em geração no ano de 2018, alcançando o montante em massa de mais de 32.000 toneladas.

Gráfico 31 - Geração de Resíduos metálicos em toneladas, por categorias de materiais e origem para os anos de 2016 a 2018.

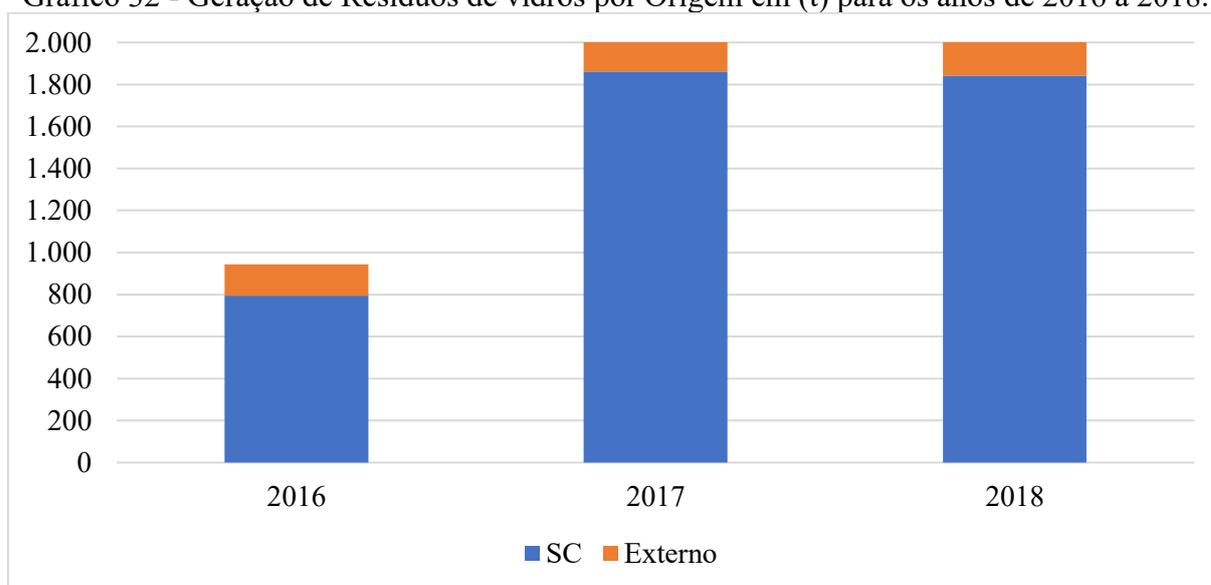


Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Resíduos de Vidros

Os resíduos de vidros, de acordo com o sistema MTR, aproximam-se ao montante de 2 mil toneladas de resíduos gerados. Muito inferior aos demais resíduos registrados. Apresentam uma geração constante entre os anos de 2017 e 2018.

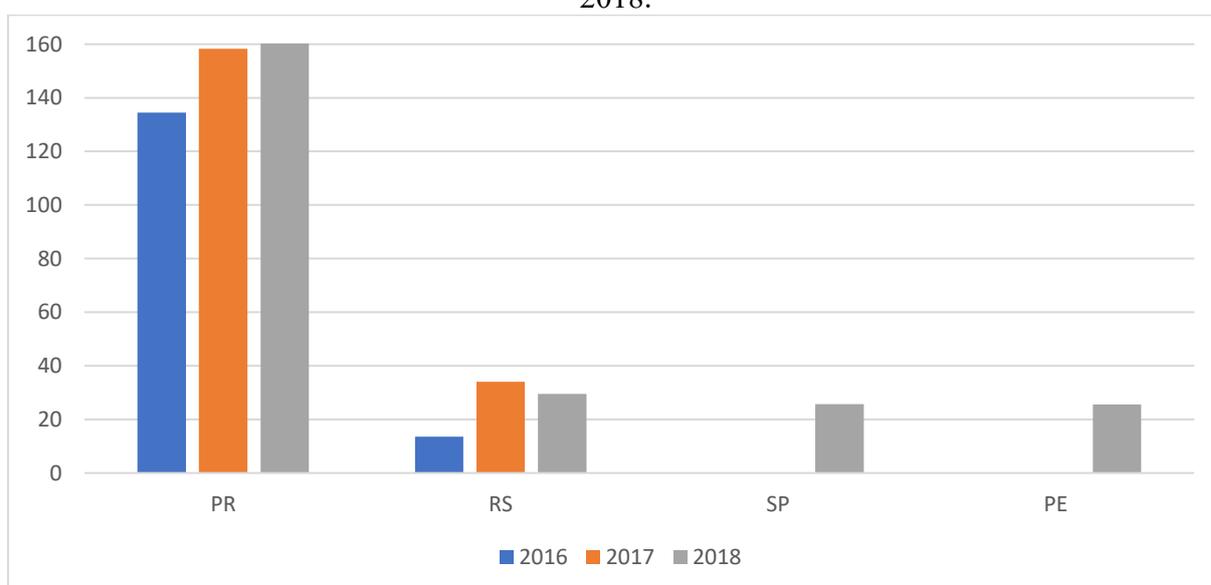
Gráfico 32 - Geração de Resíduos de vidros por Origem em (t) para os anos de 2016 a 2018.



Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

O incremento de geração de resíduos de vidros de origem externa é pouco significativo, aproximadamente 220 toneladas em 2018. Investigou-se os estados que contribuem para este incremento. Acerca dos estados que mais encaminham resíduos recicláveis de vidros para destinação em Santa Catarina protagonizam Paraná e Rio Grande do Sul. Os mais distantes, São Paulo e Pernambuco, contribuem de forma menos significativa.

Gráfico 33 - Geração de resíduos de vidros de outros Estados em (t) para os anos de 2016 a 2018.

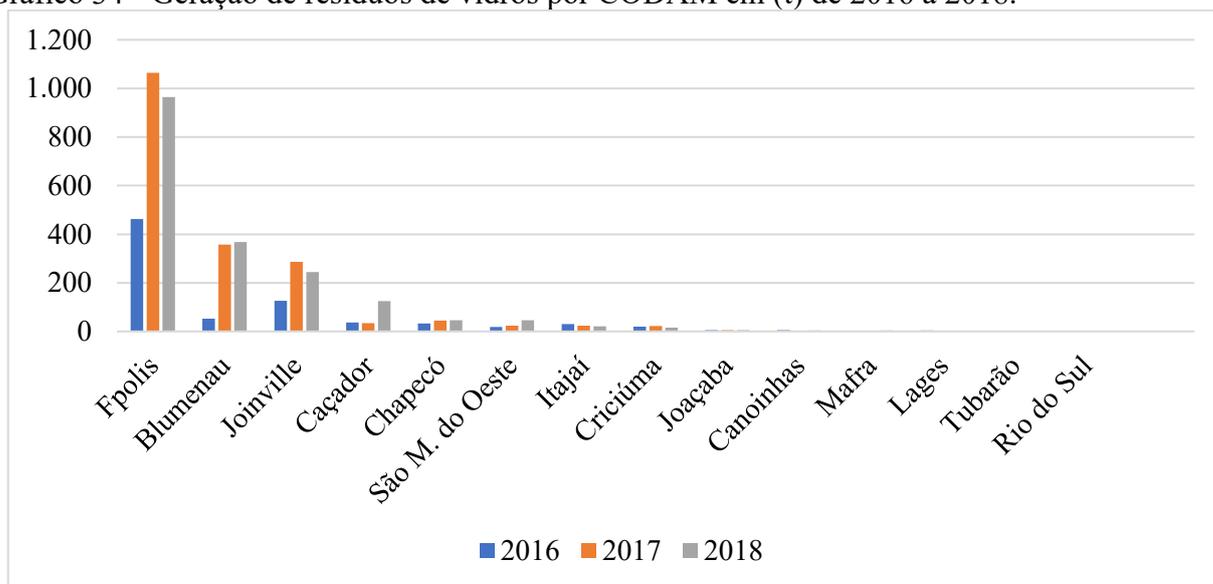


Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Apresenta-se, em sequência, os gráficos de geradores, transportadores e destinadores de resíduos de vidros. Esta análise busca compreender os fluxos destes materiais entre as

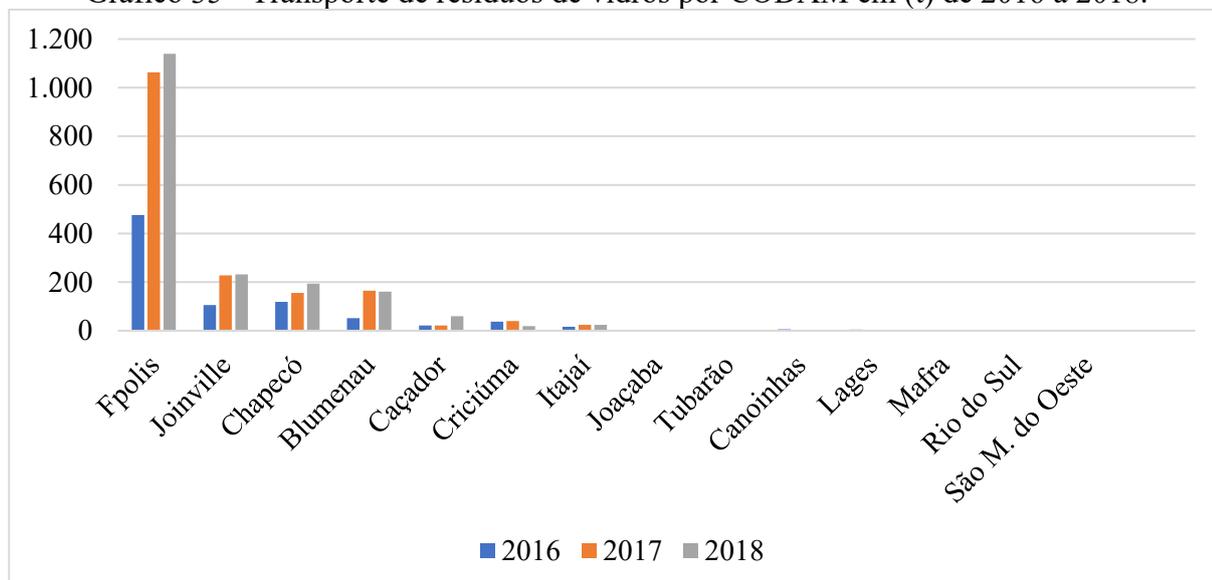
CODAMs amostradas nos anos de 2016, 2017 e 2018. Notam-se as CODAMs de Florianópolis, Blumenau e Joinville como maiores contribuidoras na geração de resíduos desta natureza. Contudo, ao se observar os gráficos dos transportadores, a CODAM de Blumenau já não consta como tão significativa. As CODAMs de Florianópolis, Joinville e Chapecó, seguidas de Blumenau, assumem posições mais representativas.

Gráfico 34 - Geração de resíduos de vidros por CODAM em (t) de 2016 a 2018.



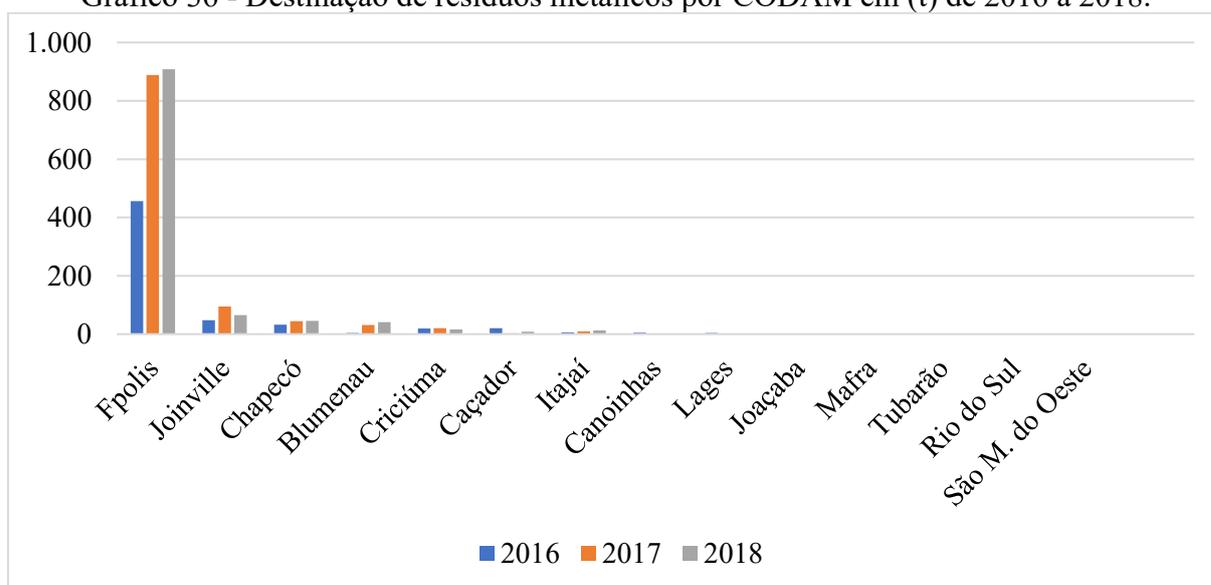
Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Gráfico 35 - Transporte de resíduos de vidros por CODAM em (t) de 2016 a 2018.



Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

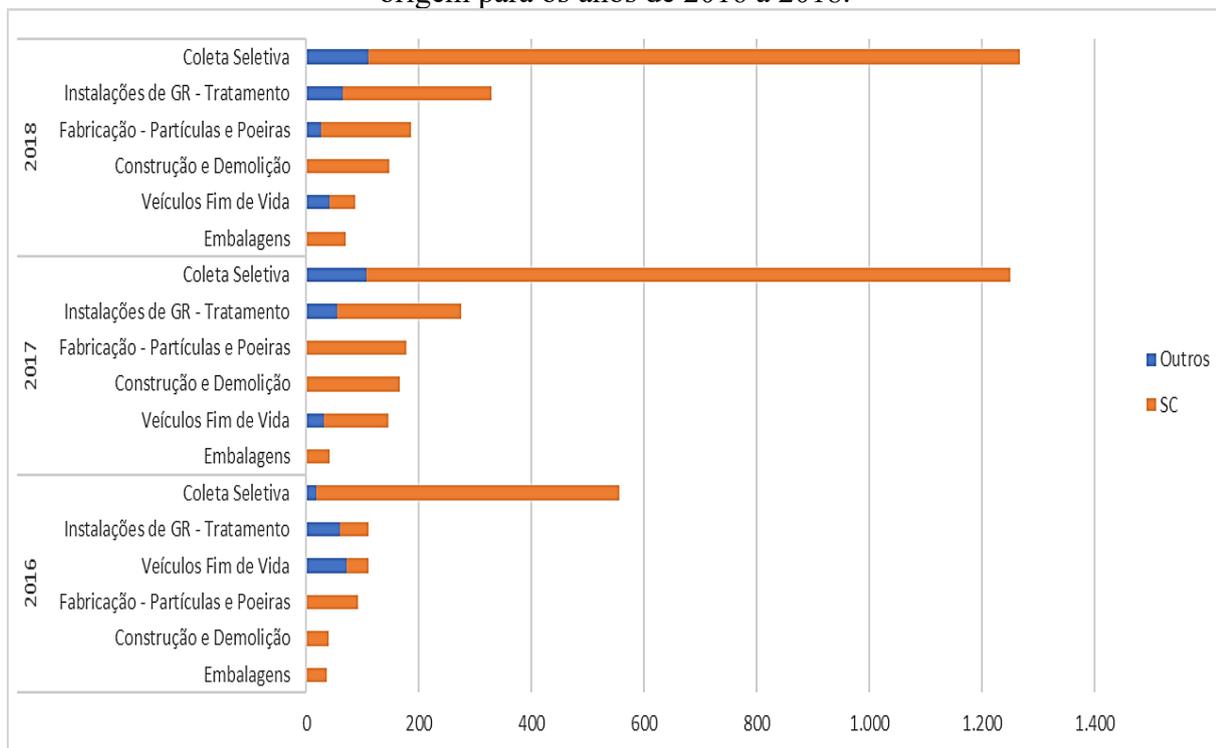
Gráfico 36 - Destinação de resíduos metálicos por CODAM em (t) de 2016 a 2018.



Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Ao se verificar, pelos códigos dos resíduos, os tipos de materiais que mais impactam para essa dinâmica de geração-transporte-destinação de massa de resíduos de vidros, constata-se que os resíduos de vidros provenientes de coleta seletiva são os principais responsáveis em massa, tanto os originários em Santa Catarina quanto nos outros estados, alcançando mais de 1.200 toneladas no ano de 2018. Os de vidros provenientes de Instalações de Gestão de Resíduos ocupam a segunda posição, bem inferior, ultrapassando as 300 toneladas em 2018, mas evidenciando que o conjunto de resíduos de vidros recuperados de sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos é o mais representativo em massa nesta base de dados.

Gráfico 37 - Geração de Resíduos de vidros em toneladas, por categorias de materiais e origem para os anos de 2016 a 2018.

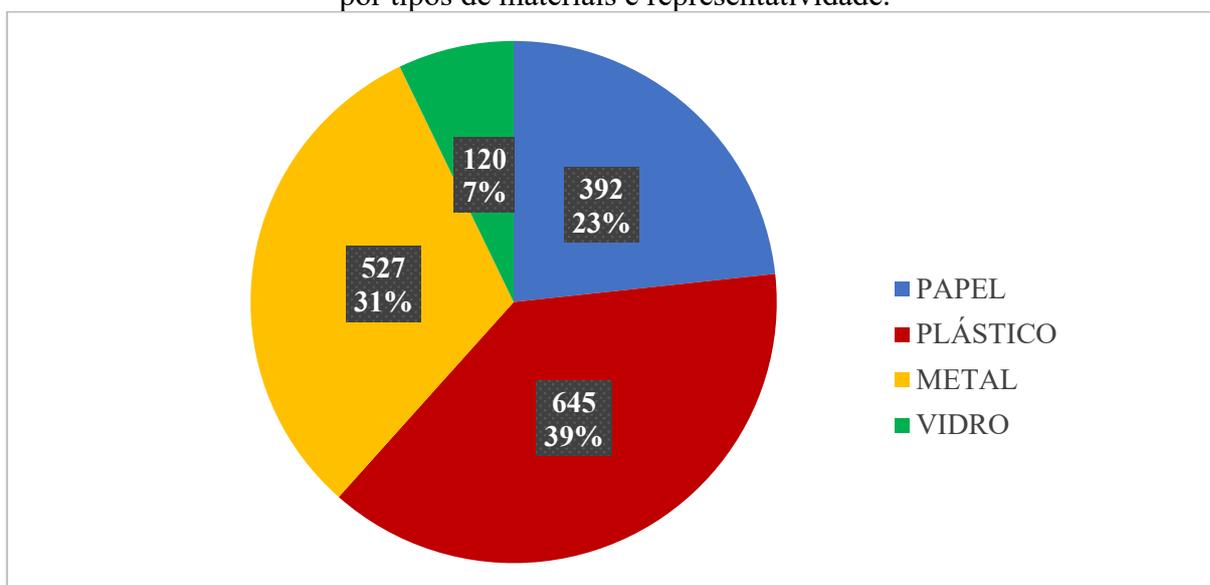


Fonte: IMA-SC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

4.1.3.2 Síntese das informações do guia industrial FIESC sobre indústrias potencialmente geradoras de resíduos recicláveis secos

Para a análise dos dados contidos no Guia Industrial da FIESC, dentre as quase 10 mil indústrias informadas, avaliou-se como universo amostral 1.621 indústrias dos segmentos fabricação de produtos alimentícios, fabricação de bebidas, fabricação de papel e celulose, impressão e reprodução, fabricação de borrachas e plásticos, fabricação de artigos em metais, (APÊNDICE B), as quais foram segmentadas em potenciais geradoras de resíduos recicláveis secos pelos tipos de materiais. Prevalece, portanto, uma maior quantidade de indústrias potencialmente geradoras de resíduos plásticos, seguida das indústrias potencialmente geradoras de resíduos de metais, de papéis e, por último, resíduos de vidro.

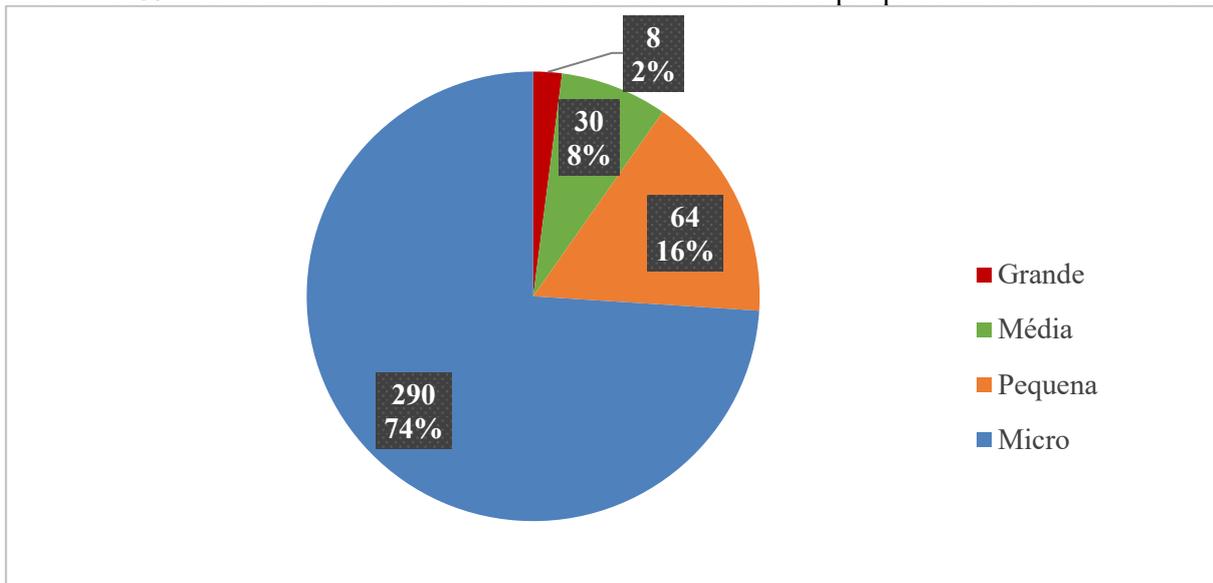
Gráfico 38 – Número de Indústrias Potencialmente Geradoras de Resíduos Recicláveis Secos por tipos de materiais e representatividade.



Fonte: FIESC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

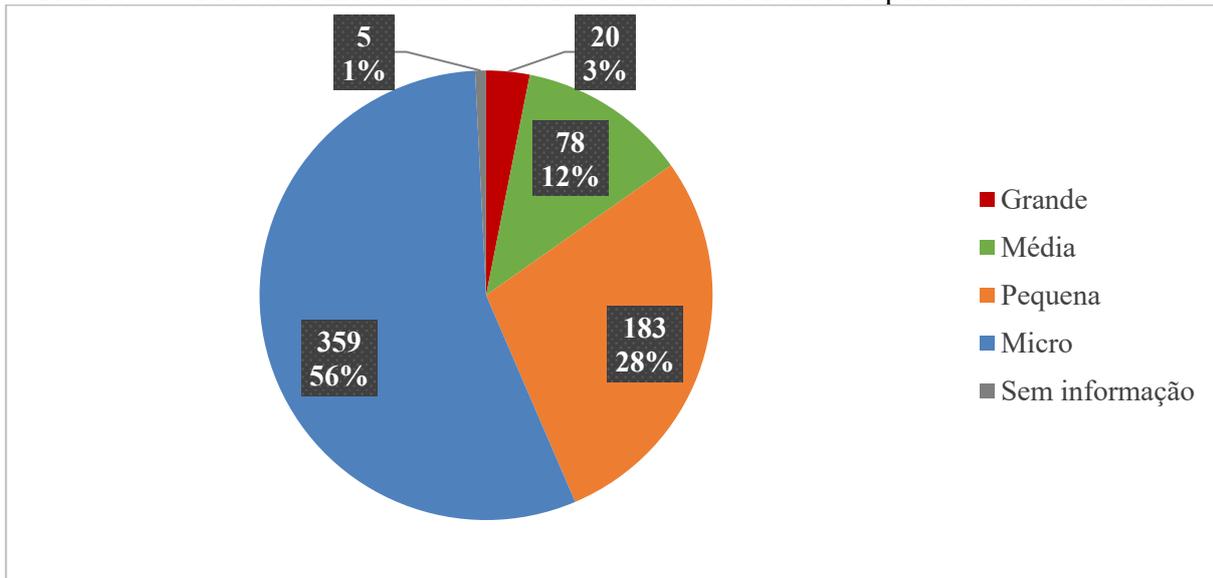
Após essa avaliação inicial, realizou-se a análise do porte dessas indústrias, conforme apresentado pela FIESC. A FIESC utiliza como um dos critérios de avaliação do porte das indústrias o número de empregados, estabelecido pelo SEBRAE (2013), sendo de grande porte as indústrias com mais de 500 empregados, de médio porte as que possuem de 100 a 499 empregados, de pequeno porte as que empregam de 20 a 99 pessoas e de micro porte as indústrias com até 19 empregados. Apresenta-se, assim, os portes das indústrias potencialmente geradoras de resíduos para cada um dos tipos de materiais. Elas são, em grande maioria, de micro e pequenos portes, e as indústrias potencialmente geradoras de resíduos plásticos apresentaram maior número de indústrias de grande e médio portes.

Gráfico 39 - Porte das Indústrias Geradoras de Resíduos de Papel pelo nº de Funcionários.



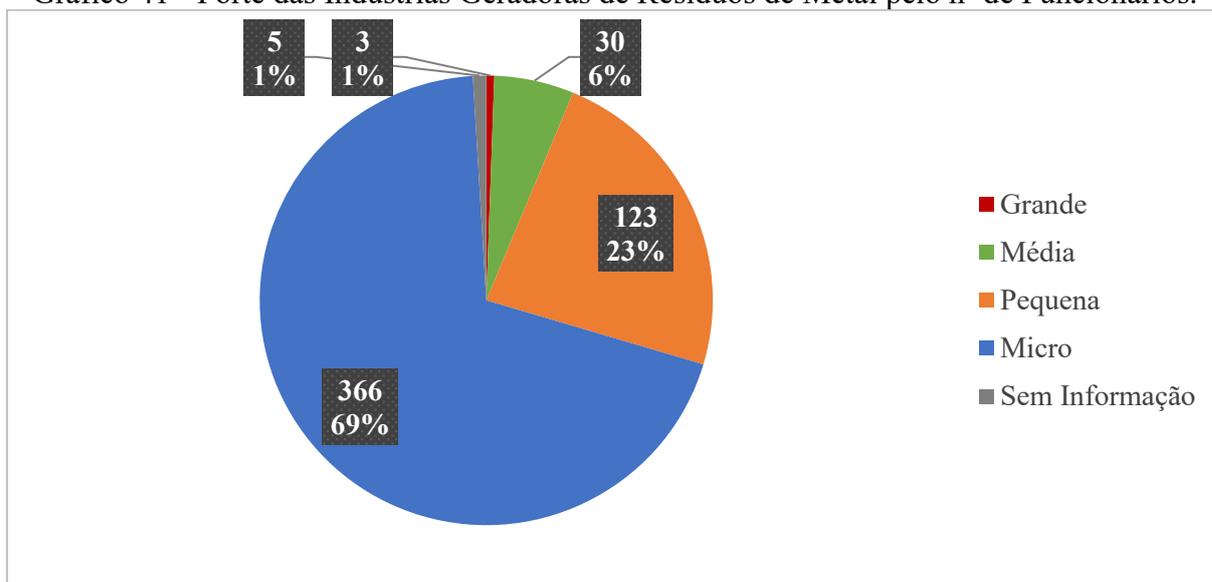
Fonte: FIESC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Gráfico 40 - Porte das Indústrias Geradoras de Resíduos Plásticos pelo nº de Funcionários.



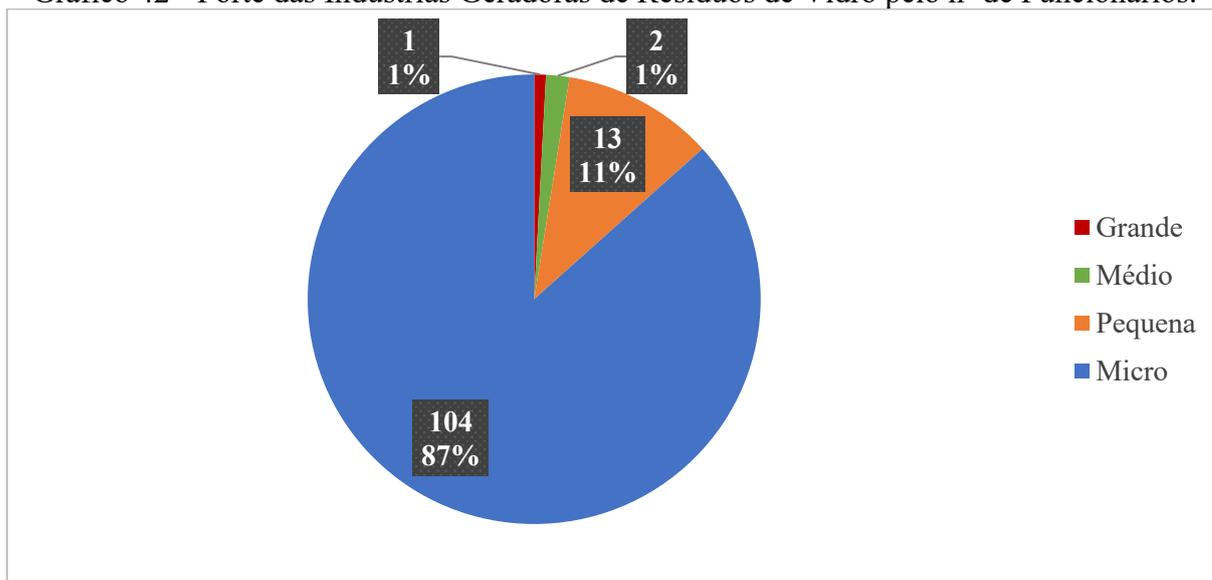
Fonte: FIESC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Gráfico 41 - Porte das Indústrias Geradoras de Resíduos de Metal pelo n° de Funcionários.



Fonte: FIESC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

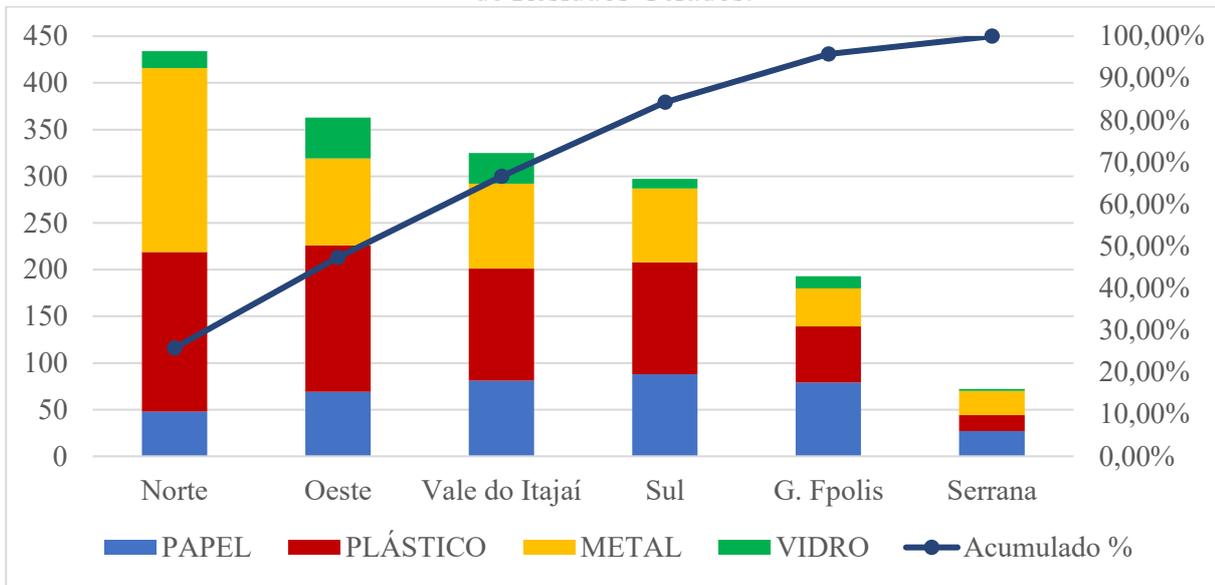
Gráfico 42 - Porte das Indústrias Geradoras de Resíduos de Vidro pelo n° de Funcionários.



Fonte: FIESC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

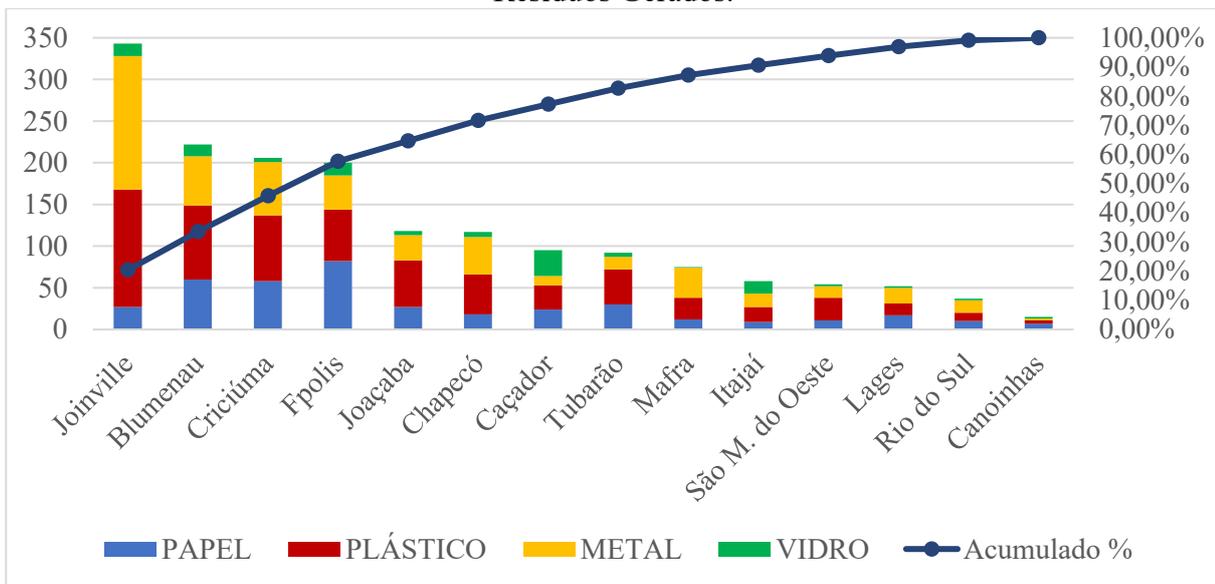
Avaliou-se, também, a contribuição das mesorregiões de Santa Catarina em número de indústrias potencialmente geradoras de resíduos sólidos recicláveis. Foram constatadas contribuições mais expressivas das regiões Norte (25,77%), Oeste (21,56%) e Vale do Itajaí (19,30%), totalizando quase 70% das indústrias nessas regiões. Avaliação semelhante foi realizada para as CODAMs de SC, para fins de comparação com as informações contidas no sistema MTR. As contribuições em número de indústrias das CODAMs de Joinville, Blumenau, Criciúma e Florianópolis chegaram a quase 60% das indústrias nessas regiões.

Gráfico 43 - Número de Indústrias Classificadas pelas Mesorregiões Catarinenses e pelo Tipo de Resíduos Gerados.



Fonte: FIESC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

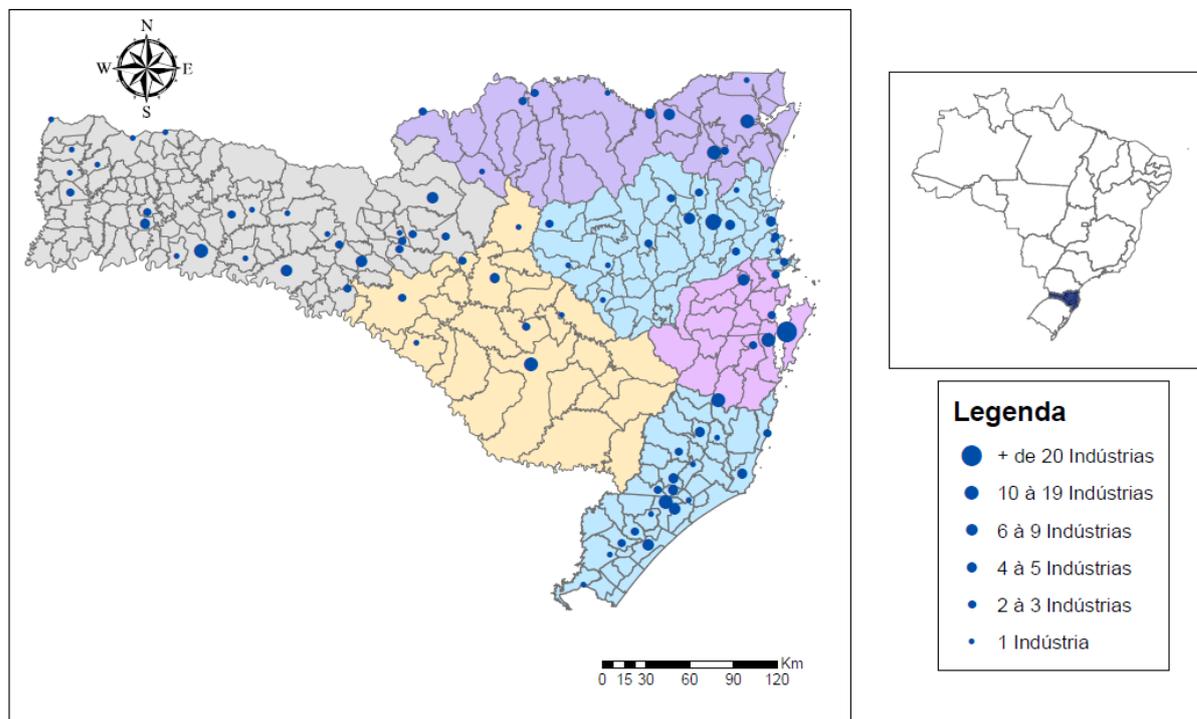
Gráfico 44 - Número de Indústrias Classificadas pelas CODAMs Catarinenses e pelo Tipo de Resíduos Gerados.



Fonte: FIESC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

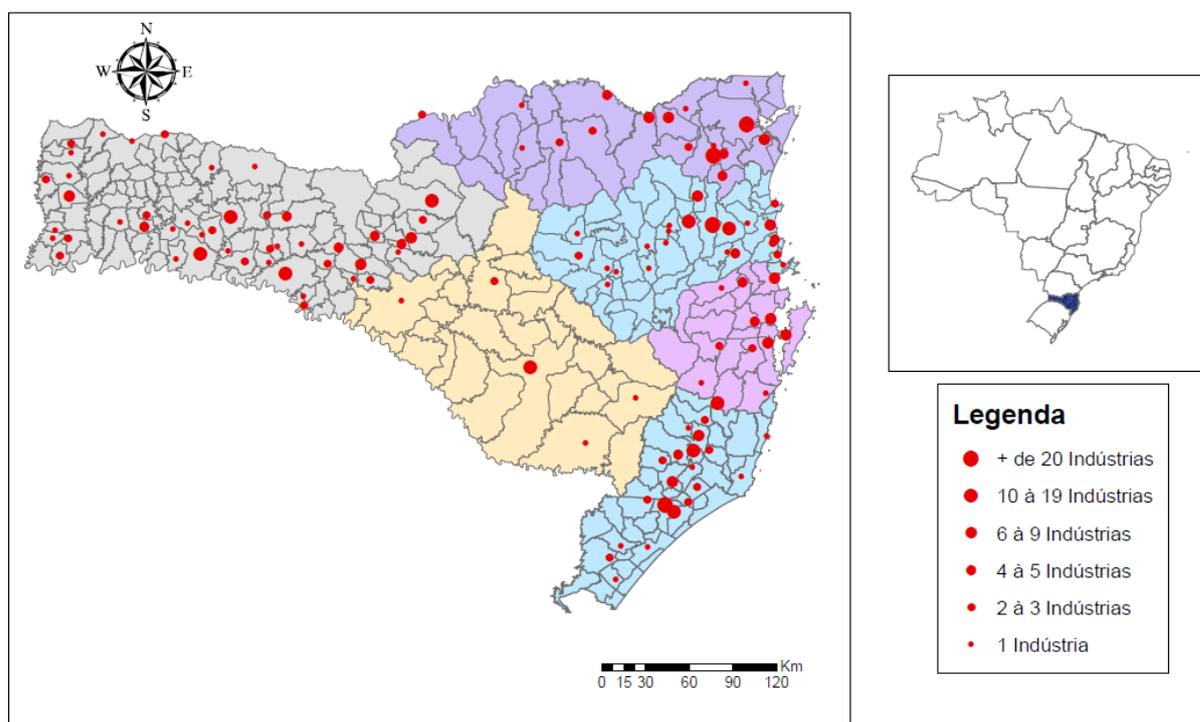
Foi possível, também, realizar a espacialização destas indústrias por quantidade e verificar suas concentrações em Santa Catarina para cada um dos tipos de materiais. De maneira geral, perceber-se a nuvem de pontos, que representam o número de indústrias, comportar-se uma maior concentração das indústrias no litoral Catarinense, sobretudo próximo às regiões mais adensadas em população, polos regionais. E no Oeste de Santa Catarina, um predomínio das indústrias na porção centro-leste.

Figura 26 – Espacialização da Indústria potencialmente geradoras de resíduos de papel em Santa Catarina em números de indústrias.



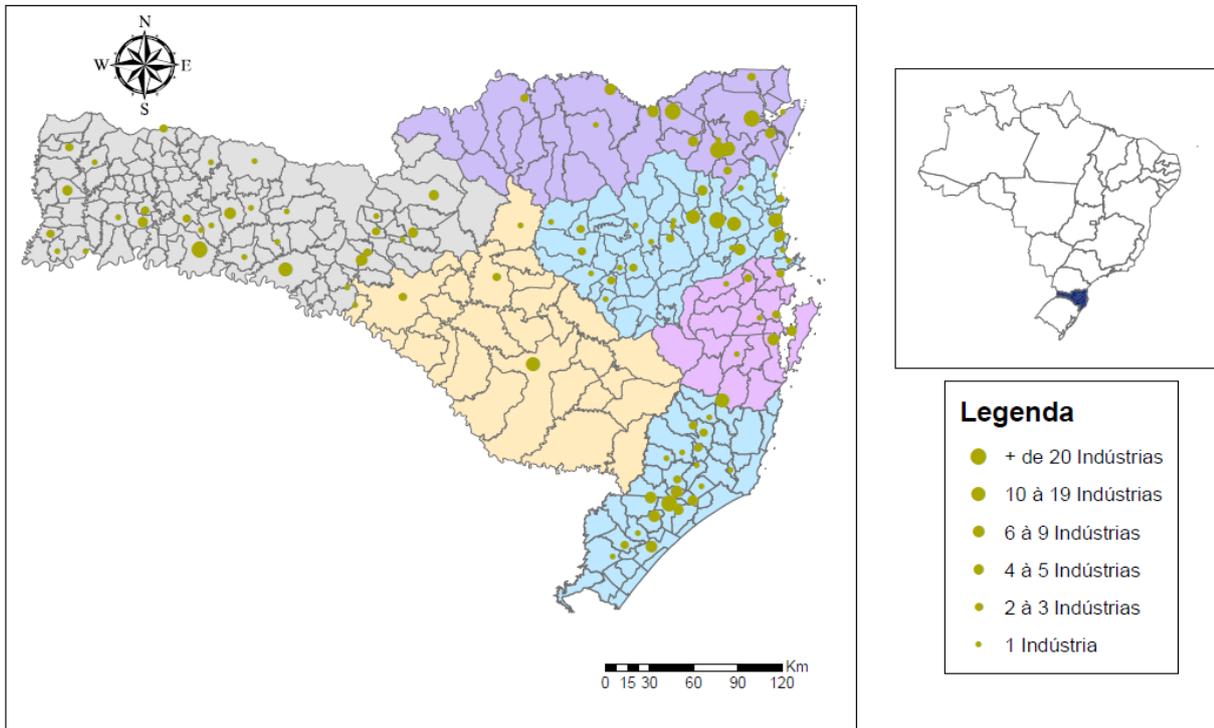
Fonte: FIESC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Figura 27- Espacialização da Indústria potencialmente geradoras de resíduos plásticos em Santa Catarina em números de indústrias.



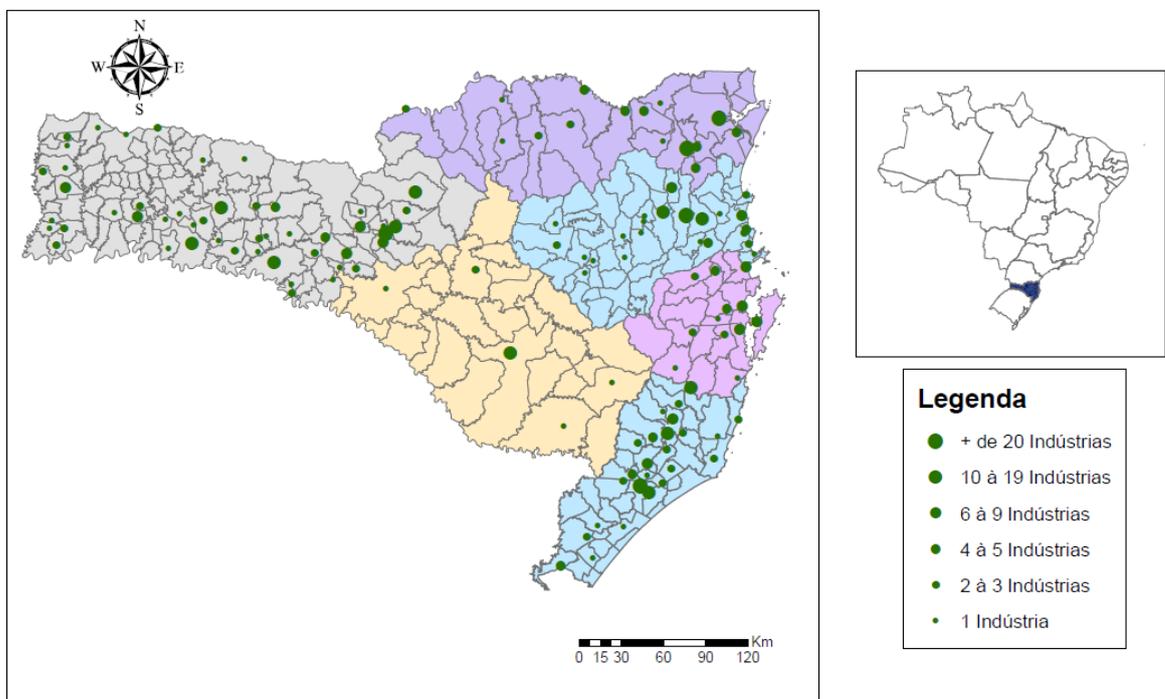
Fonte: FIESC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Figura 28 - Espacialização da Indústria potencialmente geradoras de resíduos de metais em Santa Catarina em números de indústrias.



Fonte: FIESC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

Figura 29- Espacialização da Indústria potencialmente geradoras de resíduos de vidro em Santa Catarina em números de indústrias.



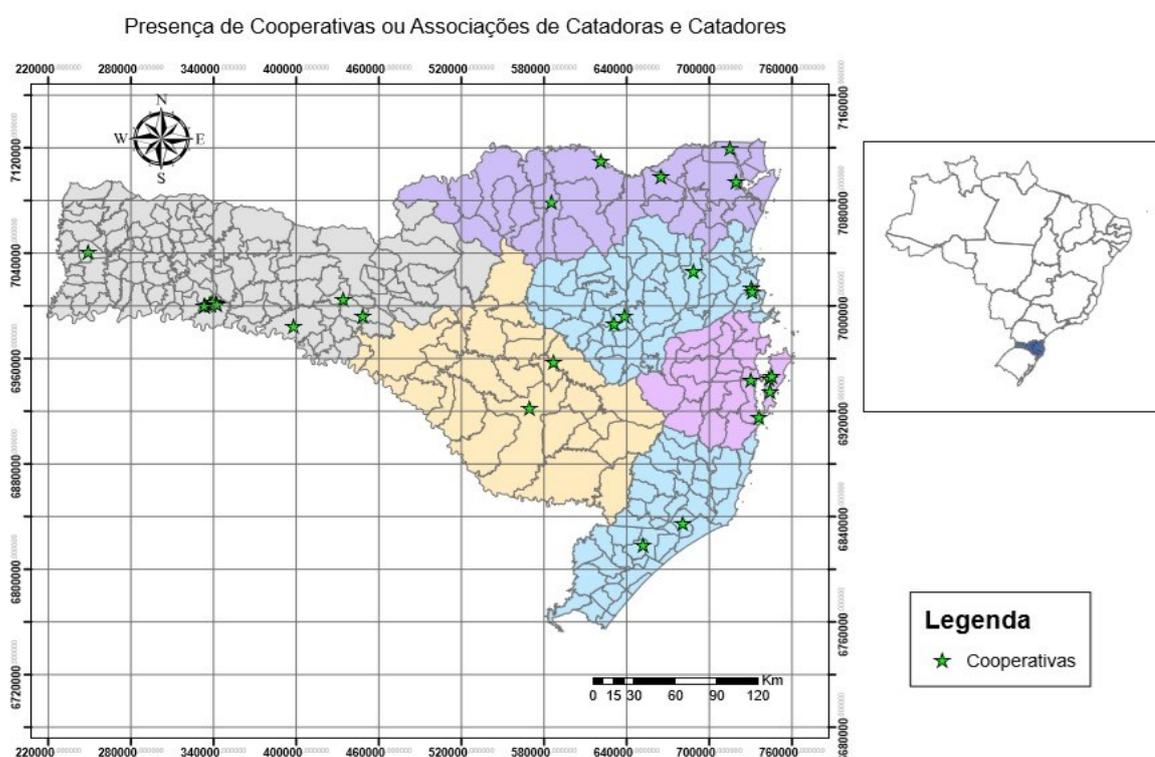
Fonte: FIESC (2019). Nota: Dados trabalhados pela autora.

4.1.4 Questionários às organizações de catadoras e catadores de Santa Catarina

Os resultados dos questionários aplicados às 34 organizações de catadoras e catadores de materiais recicláveis de Santa Catarina são apresentados junto das suas discussões.

As informações foram agrupadas de forma a se compreender as questões relacionadas à identificação, requisitos legais, serviços prestados, condições de trabalho, estrutura física e produtividade. Na sequência, é possível se visualizar a localização das organizações por municípios, verificando-se, assim, a amplitude e a diversidade da participação na pesquisa e a respectiva representatividade regional em Santa Catarina.

Figura 30 - Localização das organizações participantes da pesquisa por município.



Fonte: Própria autora.

As organizações são estruturadas por diferentes tipos de modelos. Podem ser: cooperativa, associação, grupo informal, rede ou federação. Segundo o relato obtido a partir da aplicação dos questionários, as organizações se segmentam, grande parte, em associações (25 organizações), e uma parcela inferior em cooperativas (9 organizações). Apenas 3 entidades indicaram a falta de formalização, relatando, no entanto, que estavam em vias de realizá-la. Tal comportamento retrata o resultado da consciência destes trabalhadores organizados pela busca da formalização, algo que se mostrou bem estabelecido. No entanto, não foi questionado sobre

a situação de regularidade ou pendências desses registros, podendo ser um tema de dificuldade das organizações.

É importante compreender as principais diferenças entre os tipos de organizações, de acordo com o SEBRAE (2019), a primeira delas é a finalidade: em que associações promovem questões de assistência social, educacional, cultural, representação política, defesa de interesses de classe e filantropia, já as cooperativas possuem uma finalidade essencialmente econômica e de desenvolver atividade comercial em média ou grande escala de forma coletiva. Em virtude disso, as legislações para as duas modalidades de organizações – Associação: Constituição – art. 5º, de XVII a XXI, e art. 174, §2º e Código Civil (Lei nº 10.406/2002) e Cooperativa: Lei nº 5.764/1971; Constituição – art.5º, de XVII a XXI, e art. 174, §2º e Código civil (Lei nº 10.406/2002) - impõem questões organizacionais cruciais para o desenvolvimento de ambas as atividades:

Figura 31- Comparação entre Cooperativas e Associações

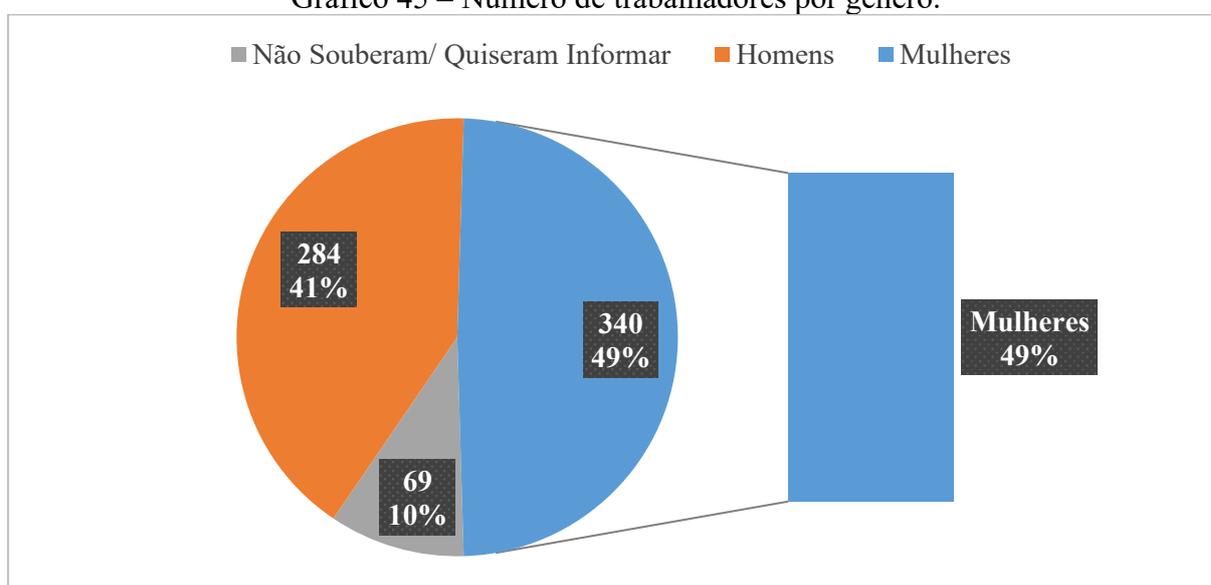


Fonte:(SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, 2019, online).

O fato das organizações estarem inseridas a alguma rede ou movimentos da categoria facilita a comercialização direta de seus produtos para as indústrias recicladoras(AQUINO; CASTILHO JR.; PIRES, 2009). Bem como, facilita a comunicação entre as organizações, indicando compradores com melhores preços e em alguns casos colaborando também para a formação técnica mútua, uma vez que, movimentos e federações costumam ter em sua composição a presença de responsáveis ou assessoria técnica.

Quando questionadas sobre o envolvimento em movimentos de classe, 15 entidades relataram o envolvimento em algum movimento de sua classe trabalhadora, tanto com a entidade de atuação estadual, a FECCAT, quanto com o nacional, o MNCR. A parcela mais significativa, 19 organizações, apontaram o não envolvimento ou, ainda, não soube ou não quis informar. O não envolvimento com organizações que os representam pode ser interpretado como a falta de identidade com as organizações, a ausência de identidade de categoria de trabalhadores e de classe. A classe desses trabalhadores cresceu e embora ocupe as ruas das cidades por todo o país, são considerados invisíveis (PINHEL; ZANIN; MÔNACO, 2011).

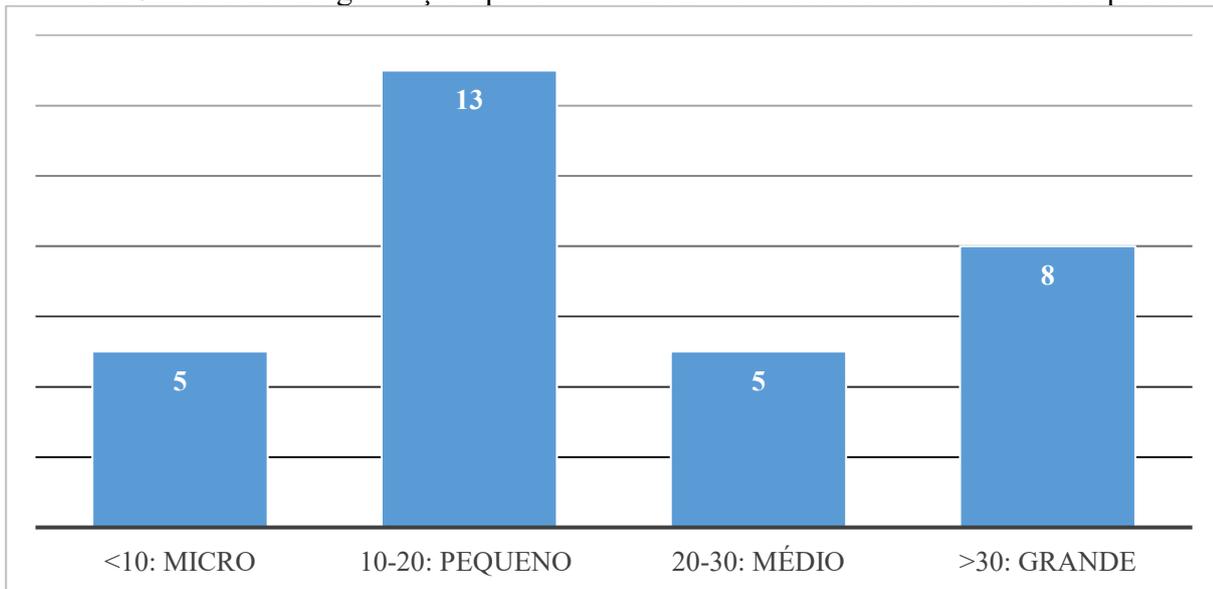
Gráfico 45 – Número de trabalhadores por gênero.



Fonte: Própria autora.

As 34 organizações participantes da pesquisa informaram um envolvimento direto que corresponde ao total de 693 catadoras e catadores atuando nas associações e cooperativas amostradas. Destas organizações, as que souberam ou quiseram informar apresentaram o envolvimento de aproximadamente 340 mulheres e 284 homens, evidenciando um possível maior envolvimento de mulheres (49%) no trabalho de catadoras de materiais recicláveis nas associações e cooperativas, excetuando-se da análise das informações as organizações que não souberam/quiseram informar esse valor, a presença feminina passa para 54,48% de envolvimento no trabalho nas organizações.

Gráfico 46 – Porte das organizações pelo número de trabalhadores associados ou cooperados.

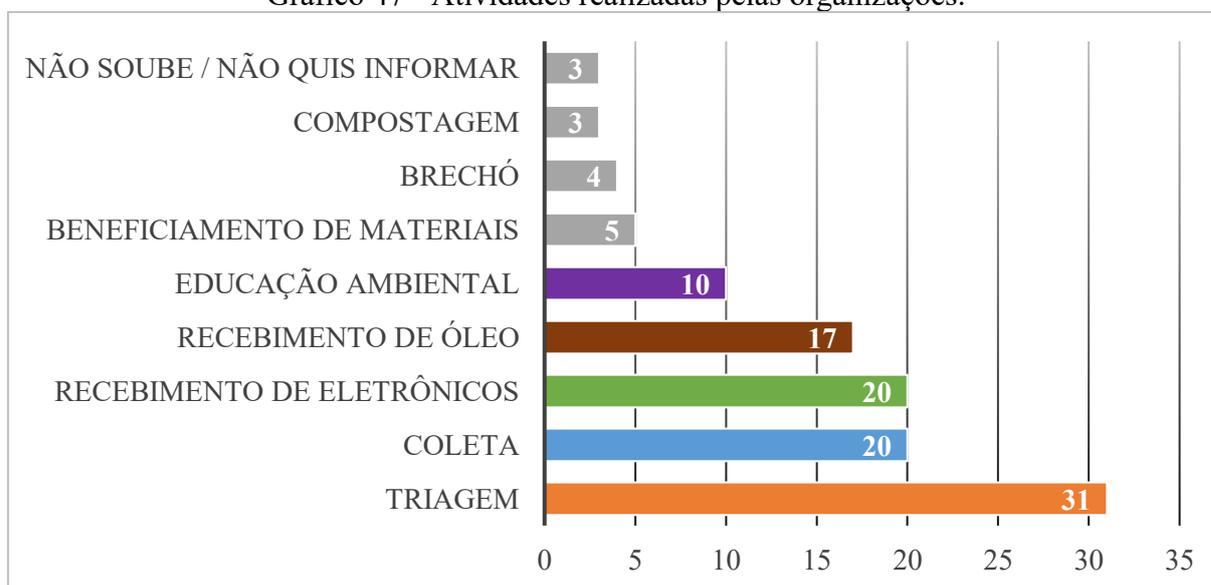


Fonte: Própria autora.

Para compreensão do porte das organizações participantes da pesquisa, classificou-se a organização de acordo com o número de associados/cooperados, sendo: grande porte as que têm envolvidos mais de 30 trabalhadores, de médio porte as que têm entre 20 e 30 trabalhadores, de pequeno porte as que têm de 10 a 20 trabalhadores e de micro porte as organizações com menos de 10 trabalhadores. Com esta análise foi possível se perceber a atuação majoritária de organizações de pequeno porte, com 13 organizações classificadas neste porte, porém os portes médio e grande - contabilizados juntos - totalizam 13 empreendimentos. A fim de se atribuir um valor médio de trabalhadores nas organizações, para se fazer relações com os resultados que virão a seguir, estima-se que, em média, haja 21 trabalhadores e trabalhadoras por organização.

Sobre as atividades desempenhadas por estas organizações, foram indicadas uma variedade de atividades que realizam. A triagem foi apontada como a atividade principal, seguida de coleta e recebimento de eletroeletrônicos e óleo. Notadamente, algumas organizações mencionaram a atividade de educação ambiental, o que pode indicar que essas organizações sejam procuradas para esclarecer questões sobre o tema reciclagem ou que busquem realizar esses trabalhos de forma proativa para melhorar sua “matéria-prima” de trabalho. Sobre o beneficiamento de materiais, a exemplo de peletização e extrusão, é possível que a questão não tenha sido compreendida quando da aplicação do questionário ou que, de fato, poucas organizações realizem este tipo de serviço, fazendo com que mais elementos sejam necessários para esta conclusão.

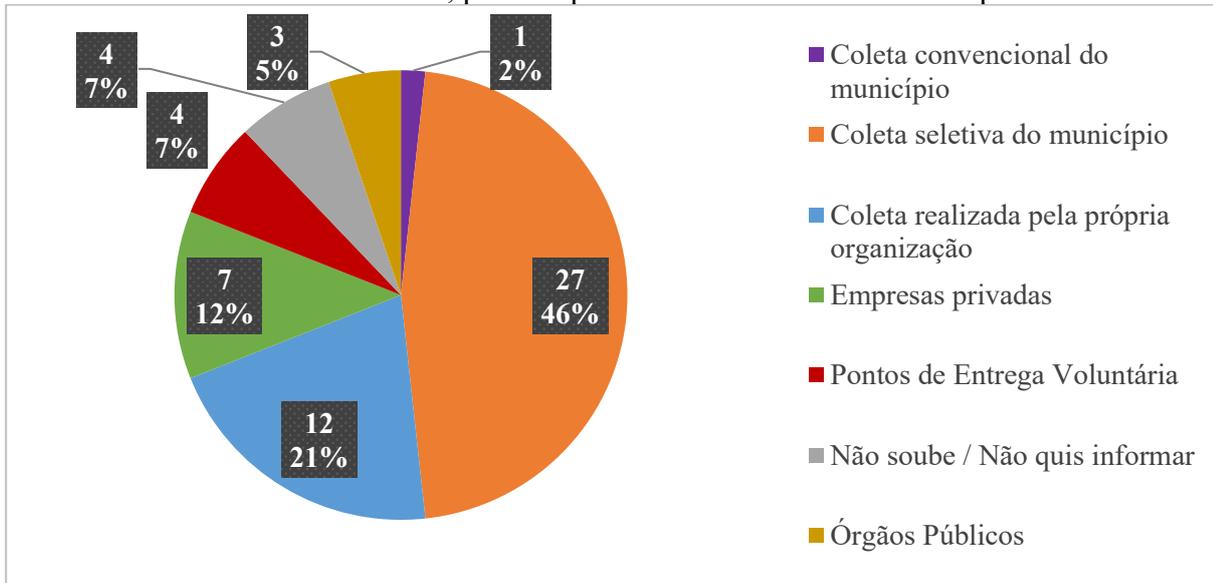
Gráfico 47 - Atividades realizadas pelas organizações.



Fonte: Própria autora.

Outro tema levantado foi o fornecimento da matéria-prima, resíduos recicláveis secos, às associações e cooperativas. Foram relatados como principais fontes de suprimento as coletas seletivas municipais, seguidas das coletas praticadas pelas próprias organizações, o fornecimento por empresas privadas, os pontos de entrega voluntária e, por último, de órgãos públicos. Nota-se o relato de coleta convencional sendo encaminhado às associações e cooperativa sem segregação na fonte, o que é algo alarmante do ponto de vista do risco à saúde e segurança dos trabalhadores. A ausência de segregação na fonte pode estar atrelada a incipiente estratégia de mobilização social e envolvimento da população com campanhas de sensibilização para as questões referentes a compreensão de como funciona a cadeia de reciclagem. Há uma desconexão entre o ato de consumir e descartar o que é gerado separado e agrupado misturado no momento de dispor para a coleta seletiva quando e onde acontece esta etapa do gerenciamento de resíduos sólidos. Destaca-se, também, a recorrência da declaração de coleta realizada pela própria organização, confirmando assim as informações anteriores da realização desta atividade que ampliam os índices de coleta de Santa Catarina de maneira informal.

Gráfico 48– Principais fornecedores de Resíduos Sólidos Recicláveis às Organizações de Catadoras e Catadores, por nº e percentual de incidência nas respostas.



Fonte: Própria autora.

O encaminhamento dos RSRS de órgãos públicos, empresas privadas e outras entidades, que se enquadram na categoria de grandes geradores, foi observado em menor escala. De acordo com as organizações, os grandes geradores que destinam esses resíduos, fazem por meio de campanhas pontuais de educação ambiental. São participantes dessas campanhas, escolas, shoppings, órgãos públicos e comércio organizado.

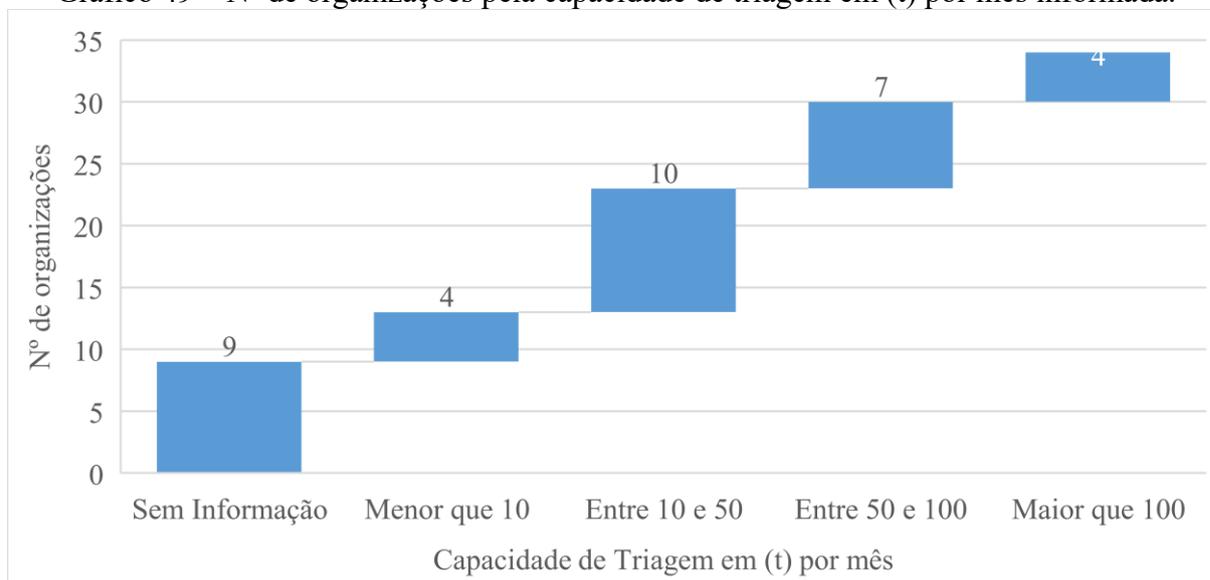
Os Pontos de Entrega Voluntária (PEV's), são locais onde a população descarta seu resíduo de forma voluntária. São utilizados em áreas urbanas onde não possui coleta porta a porta e em algumas localidades de área rural (SANTA CATARINA, 2018c)². O recebimento de material por PEV's foi reportado na pesquisa por 4 organizações.

Como visto anteriormente, a triagem é a principal atividade exercida pelas organizações, para se compreender a capacidade produtiva dessas organizações, questionou-se o processamento mensal de materiais, trazendo a capacidade de triagem como fator comum a ser medido entre as organizações. Observou-se, nas respostas a este questionamento, uma maior incidência de organizações informando a quantia entre 10 a 50 toneladas por mês de resíduos processados, porém, a soma das organizações que triam entre 50 e 100 e mais que 100 toneladas por mês supera a faixa de maior incidência. Para fins de contabilização geral, estimou-se, com

² Em municípios de área urbana, 96,95% das cidades possuem coleta porta a porta e o restante realizada por PEV's. Em área rural 27,45% utilizam PEV's. (Pers/SC, 2018)

base nos valores inteiros informados pelas organizações, uma capacidade média de triagem de 80,44 toneladas por mês de resíduos sólidos urbanos.

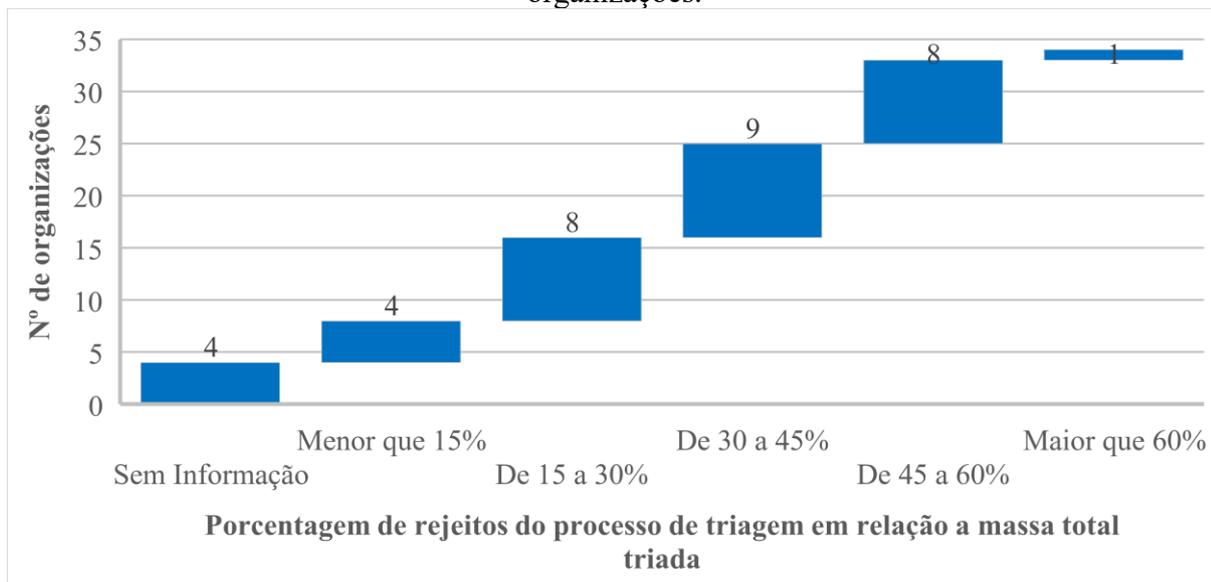
Gráfico 49 – Nº de organizações pela capacidade de triagem em (t) por mês informada.



Fonte: Própria autora.

Após a triagem se tem dois produtos principais, o material segregado que será encaminhado para indústria de reciclagem e o rejeito, material que após a triagem foi classificado como inadequado para a valorização na rota da reciclagem. Sobre a quantia de rejeitos observada pelas organizações, a maioria das entidades relatou índices superiores a 15%, sendo o intervalo entre 30 a 45% o mais apontado, igualando-se à soma dos intervalos de 45 a 60% e maior que 60% juntos, este último caso sendo relatado por uma das organizações. Foi possível, ainda, estimar um valor médio utilizando-se os valores das frações de índices de rejeitos indicados pelas organizações, cujo valor estimado é 39,77%. Evidentemente, esse valor necessita de uma métrica mais precisa para sua confirmação, se possível baseada em pesagens regulares destes materiais.

Gráfico 50 - Intervalos de representação das porcentagens de rejeitos indicadas pelas organizações.



Fonte: Própria autora.

Bensen (2017, p. 32), criou indicadores para taxa de rejeito proveniente de coleta seletiva conforme Quadro 9.

Quadro 9 – Indicadores de Taxa de Rejeito da Coleta Seletiva.

Muito favorável	≤5%
Favorável	5,1% a 10,0%
Desfavorável	10,1% a 29,9%
Muito desfavorável	≥ 30%

Fonte: Adaptado de Bensen (2017).

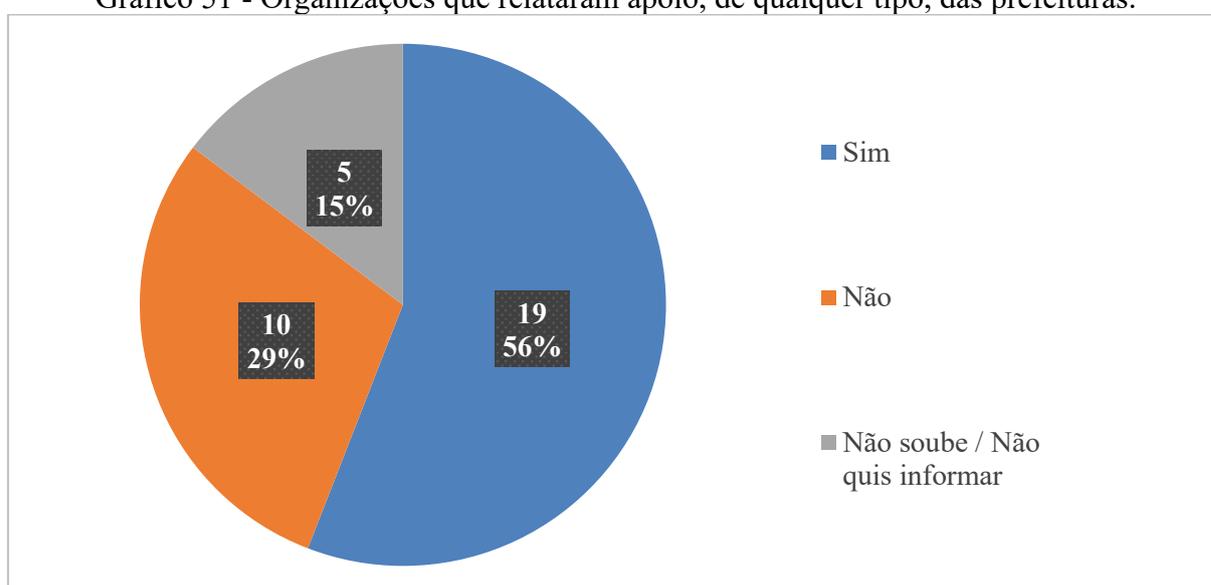
Em Santa Catarina o cenário verificado é classificado como muito desfavorável em pelo menos 19 organizações e seguido de 7 desfavoráveis (Figura xx). Além das hipóteses relatadas acima, acrescentamos que esse número pode ter sido afetado pelo fato de algumas organizações receberem material de coleta convencional e outros meios sem separação, segundo diagnóstico apresentando pelo PERS/SC3.

Para se investigar a sustentabilidade econômico-financeira das organizações, questionou-se os apoios e contratos estabelecidos para a prestação dos serviços das catadoras e dos catadores organizados. O resultado mostrou que 56% das organizações recebem algum tipo de apoio de prefeituras. Dentre os apoios, 11 organizações indicaram disponibilização de espaço físico para instalação da organização, 7 delas indicaram apoio de natureza financeira e apenas

³ “A triagem dos recicláveis é geralmente realizada a partir dos resíduos brutos coletados pela coleta convencional ou de materiais recicláveis secos previamente segregados (Pers/SC, 2018, p. 52).

uma a cessão/doação de equipamentos. Quando questionadas sobre o estabelecimento de contratação pelos serviços prestados, 71% relataram a não existência de contratos (17 organizações) ou não quiseram ou souberam responder (7 organizações). Dos 10 contratos estabelecidos, 8 organizações confirmaram a existência de contrato com prefeituras ou outras organizações, relatando que o objeto deste contrato é um valor fixo para a prestação dos serviços, as outras 2 organizações apontaram a infraestrutura utilizada para as atividades como o objeto de contrato, o que evidencia a precarização da formalização dos serviços prestados por esta classe trabalhadora em Santa Catarina.

Gráfico 51 - Organizações que relataram apoio, de qualquer tipo, das prefeituras.



Fonte: Própria autora.

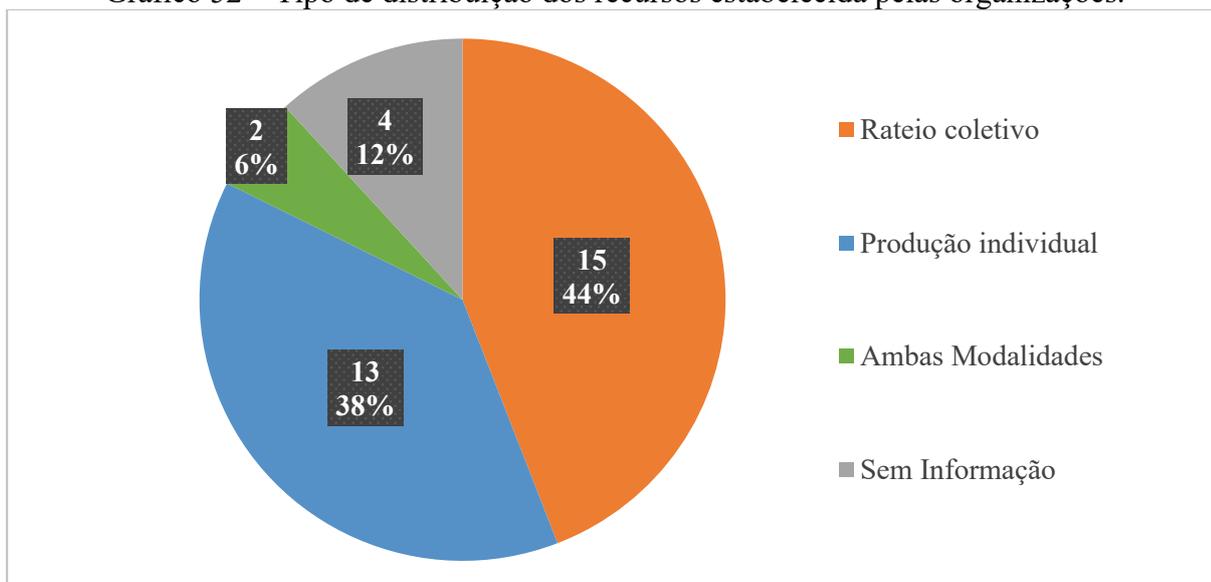
Intuíva-se que os pagamentos eram realizados aos cooperados/associados em frequência determinada, coincidente com a frequência de venda do material triado e em maior frequência devido a necessidade econômica de remuneração imediata pelos catadores de material reciclável. No entanto, a periodicidade de distribuição dos recursos é, em maioria, mensal ou quinzenal e a renda média mensal indicada pelas organizações e entidades está entre 1 e 2 salários mínimos, com poucas organizações não alcançando este rendimento aos seus associados e cooperados e apenas uma delas superando esses valores. Nesse ponto, observa-se que a maneira que a pergunta foi realizada impossibilitou a obtenção da média do salário, uma vez que, as faixas de repostas apresentaram intervalos muito amplos.

No estado de São Paulo, a remuneração média em 2010, a ficou em 1,05 salários mínimos (BESEN, 2011). Na Análise do Custo dos Postos de Trabalho na Economia Circular para o Segmento dos Catadores (MNCR/PANGEA/GERI-UFBA, 2006)(MNCR, 2006), a

média de remuneração era de R\$345,60, valor praticamente igual ao salário mínimo da época (R\$350,00).

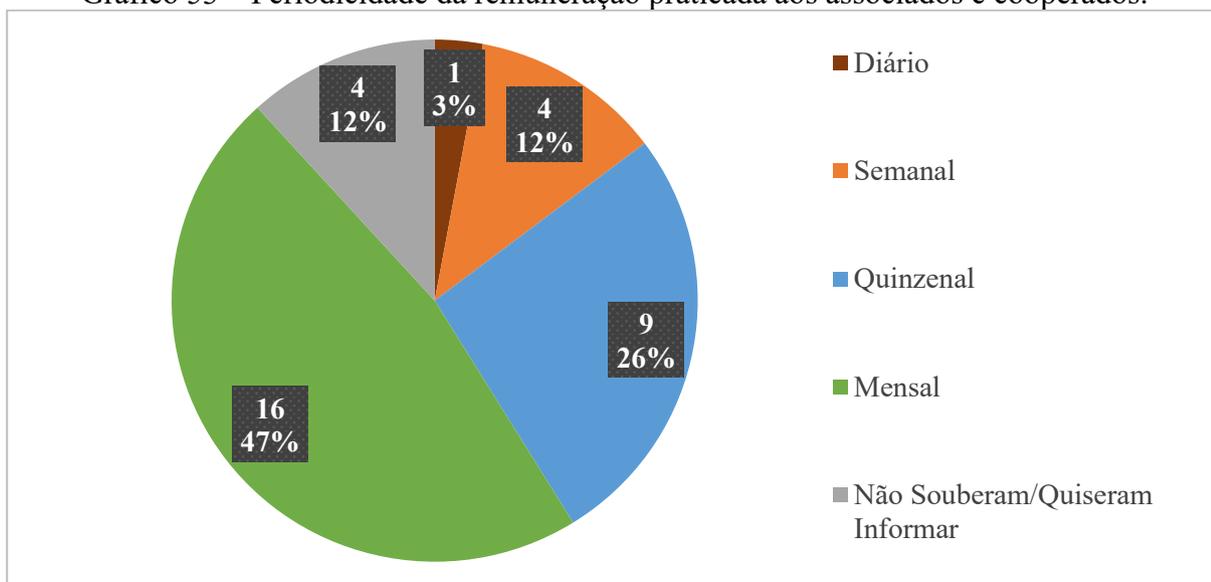
Observou-se o rateio coletivo como modalidade de distribuição dos recursos mais praticada entre as organizações, embora a produção individual ainda seja uma grande prática, pois há aquelas que praticam mais de uma modalidade de distribuição dos recursos advindos do trabalho.

Gráfico 52 – Tipo de distribuição dos recursos estabelecida pelas organizações.



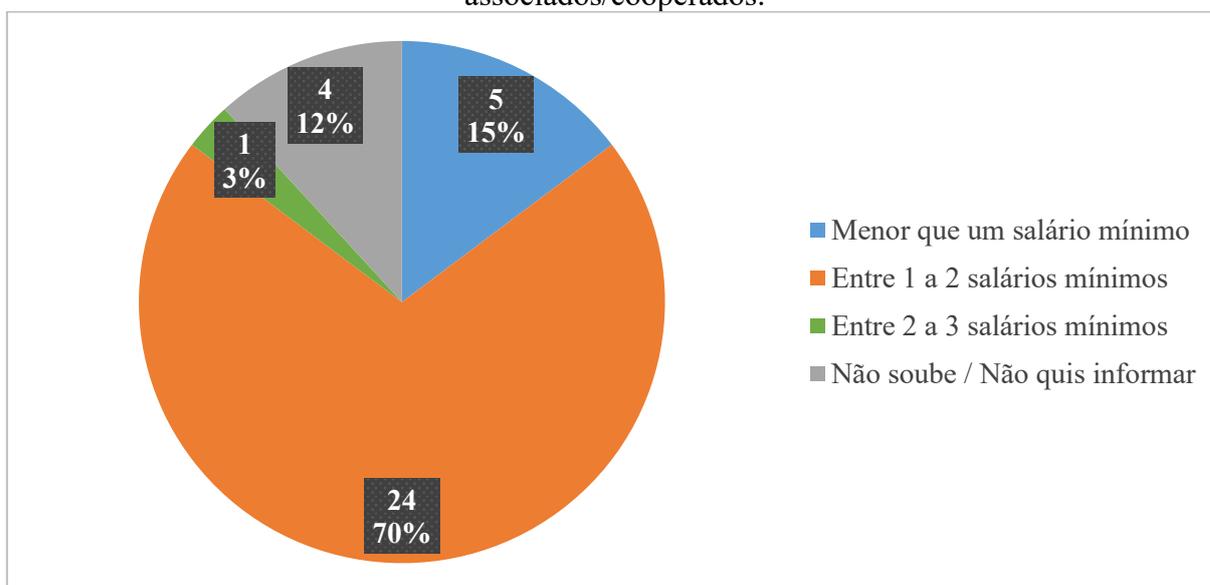
Fonte: Própria autora.

Gráfico 53 – Periodicidade da remuneração praticada aos associados e cooperados.



Fonte: Própria autora.

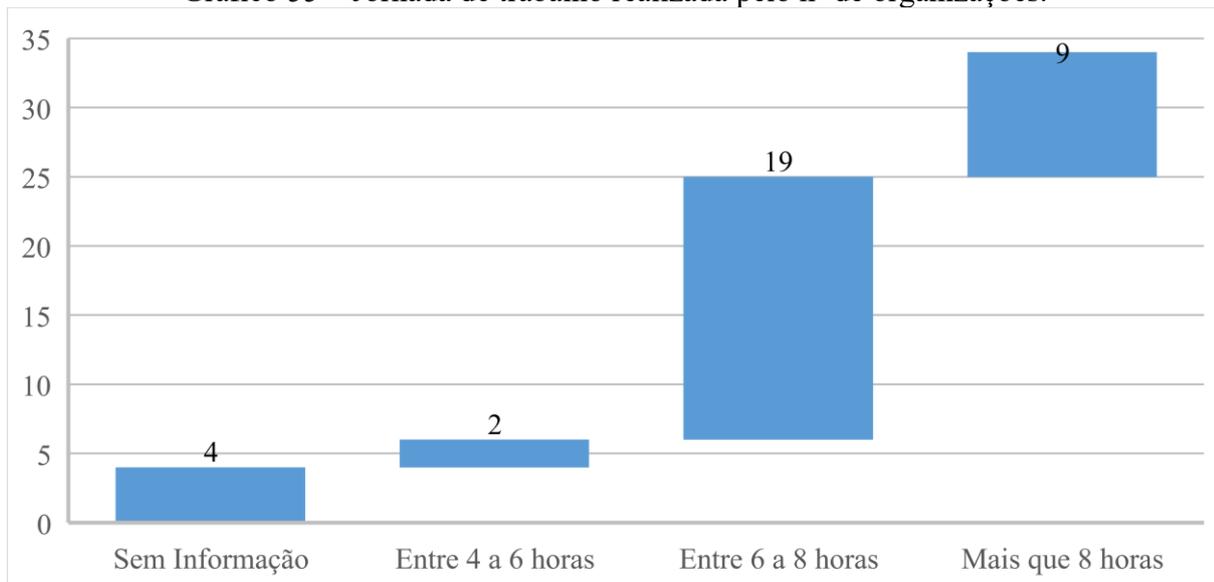
Gráfico 54 – Renda média mensal indicada pelas organizações distribuída entre seus associados/cooperados.



Fonte: Própria autora.

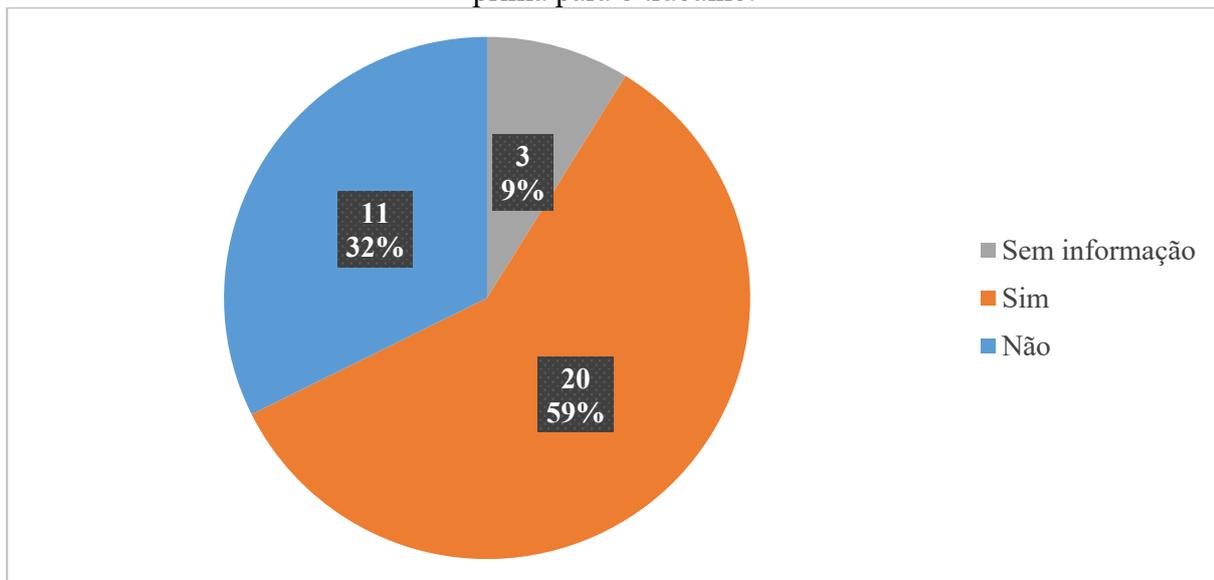
A maioria das organizações indicou uma jornada de entre 6 a 8 horas de trabalho diárias, seguida de quantidade significativa de organizações apontando mais de 8 horas diárias de trabalho e outra parcela pequena indicando uma jornada de 4 a 6 horas diárias, o que dá elementos para a suposição de turnos extensos e precarização do trabalho realizado pelos trabalhadores. Em contrapartida, questionou-se sobre episódios de ociosidade dos trabalhadores nas organizações e 59% delas relataram que já passaram por situações de ócio. Não é possível saber a frequência desses episódios, pois não se investigou com maior profundidade esta questão. Algumas suposições podem ser levantadas, ainda que não se tenha elementos para confirmar nenhuma delas, necessitando-se de mais informações a respeito deste tema. Pode-se supor que exista uma inconstância dos fornecimentos de matéria-prima às organizações e, também, períodos de trabalhos intensos como em períodos festivos, ou ainda, uma imprecisão por parte dos trabalhadores da jornada de trabalho empreendida, uma vez que a aferição dessa informação carece de uma melhor precisão dos dados coletados.

Gráfico 55 – Jornada de trabalho realizada pelo n° de organizações.



Fonte: Própria autora.

Gráfico 56 – Organizações que indicaram ou não episódios de ociosidade por falta de matéria-prima para o trabalho.

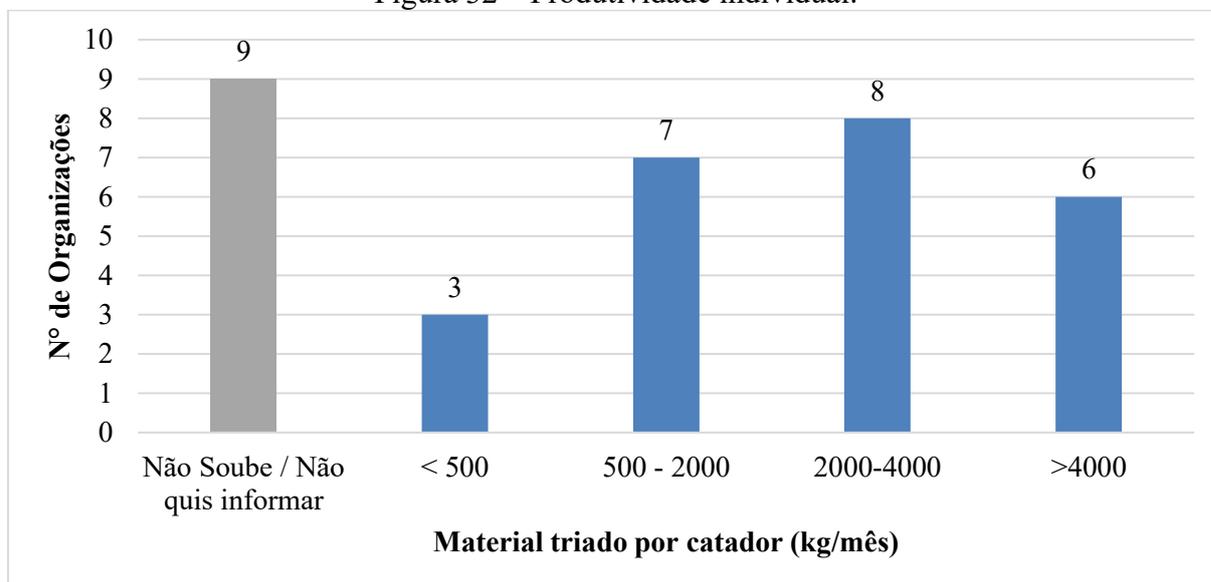


Fonte: Própria autora.

Para ter-se uma ideia melhor quanto a produtividade, foi elaborado o gráfico (Figura 32) relacionando com o número de trabalhadores, e tendo como resultado a produtividade individual. A faixa de triagem por pessoa foi maior entre 500 e 4.000 kg/mês. A produtividade individual variou entre 143 kg/mês e 9.375 kg/mês, com a média calculada de 2.864 kg/mês. Em 2006 o MNCR através da Análise do Custo dos Postos de Trabalhos na Economia Urbana para o Segmento dos Catadores de Materiais Recicláveis, realizado em 22 cooperativas no país, constatou média de produtividade organizacional em 110 ton/mês e produtividade individual

em 1.205,1 kg/mês (MNCR/PANGEA/GERI-UFBA, 2006). Em comparação com dados obtidos, Santa Catarina apresenta produtividade organizacional inferior à média e produtividade individual superior.

Figura 32 – Produtividade individual.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

No tocante aos resíduos sólidos urbanos triados pelas cooperativas, papel, papelão, plásticos e metais são comercializados por todas as cooperativas, algo já esperado. Todavia, algumas particularidades foram verificadas.

As embalagens multicamada, também conhecidas como *Tetra Pak*, não são comercializadas por apenas 2 organizações. As embalagens citadas são compostas por camadas de papel (75%), filme de polietileno (PEBD) (25) e alumínio (5%) (NEVES, 2004). Ainda segundo Neves, a reciclagem de *Tetra Pak* tem se mostrado viável, devido ao desenvolvimento de tecnologias capazes de agregar valor ao material.

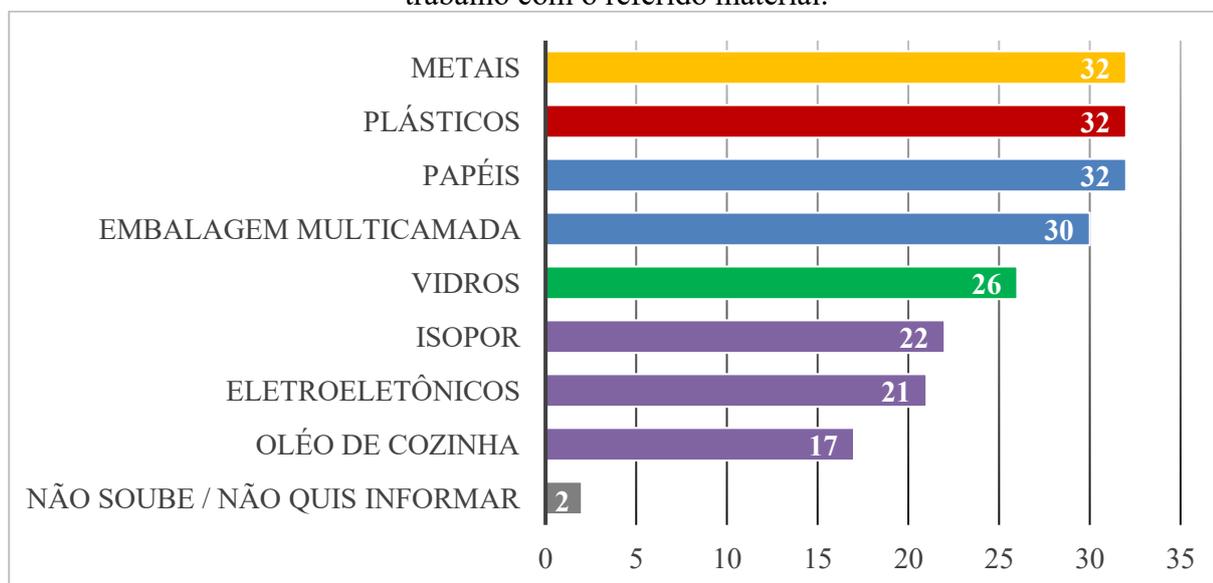
O isopor ainda encontra algumas barreiras de comercialização em virtude do seu baixo preço e por sua baixa densidade, que ocasiona em grandes volumes para massas reduzidas. Ainda assim, é comercializado por mais da metade das organizações.

O óleo de cozinha, não se caracteriza como resíduos sólidos recicláveis secos, e tem ganhado espaço nas organizações por ser usado como matéria-prima para produção de sabão, detergente e ração animal. Em algumas organizações o sabão é produzido pelos próprios catadores(as).

Os resíduos eletroeletrônicos, outro tipo de resíduo considerado especial com risco de manipulação de seus componentes, foram identificados no trabalho de triagem das

organizações. Estes resíduos são classificados na categoria de bens duráveis de pós-consumo e segundo a PNRS inseridos, por meio da responsabilidade compartilhada, em sistemas de logística reversa. A regulamentação e normas para assegurar o cumprimento e a fiscalização das obrigações dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes do produto se dá pelo Decreto nº 9.177/2017. Entende-se pela logística reversa que o retorno dos produtos após o uso pelo consumidor se dá de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos (Art 33. PNRS, 2010). Os eletroeletrônicos possuem componentes de interesse econômico relevante para reciclagem e exportação. Foi relatado em entrevista, a dificuldade de encontrar compradores para este tipo de resíduo em algumas regiões do estado, ainda assim, 21 organizações trabalham com esse material.

Gráfico 57– Tipos de materiais processados pelo número de organizações que confirmaram o trabalho com o referido material.



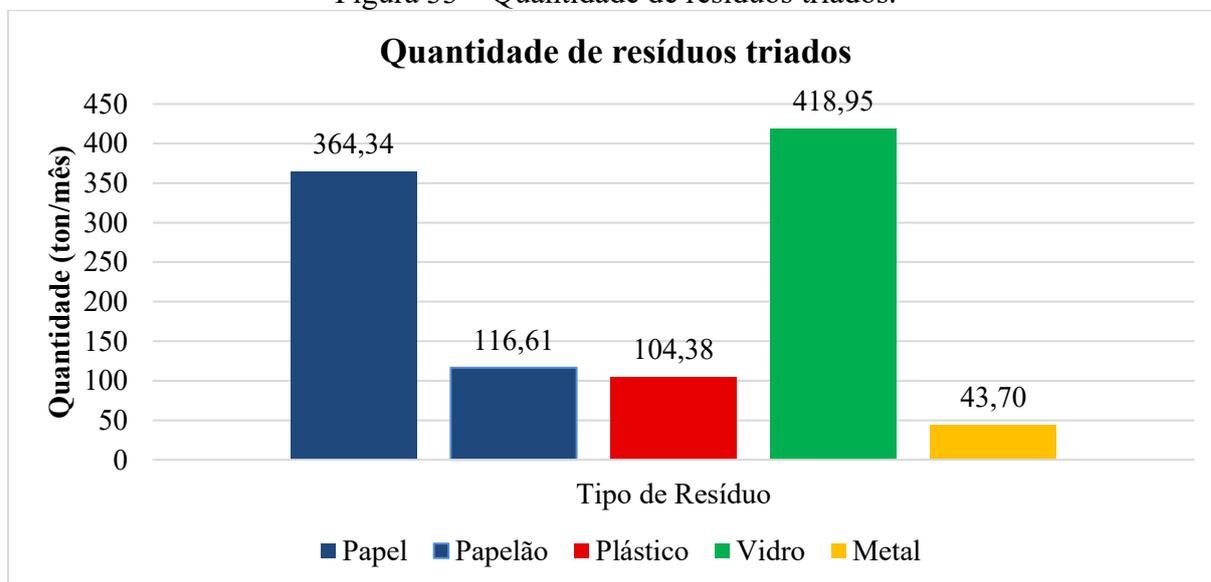
Fonte: Própria autora.

No que compete a comercialização dos resíduos após a triagem, os principais resíduos comercializados são: o papel, papelão⁴ e os vidros. Os vidros apesar de terem destaque no peso do resíduo comercializado, não são considerados o resíduo de maior retorno financeiro às organizações, isso por conta da sua elevada densidade e baixo preço de mercado. Ficando a principal renda por conta do papel/papelão e metal, que por sua vez, é composto basicamente por alumínio. Pode-se atribuir essa grande representatividade dos vidros na massa encaminhada para as organizações de catadoras e catadores, em função da atividade de catadores informais

⁴ Ao menos 4 organizações não distinguem a quantidade de papel e papelão nos dados repassados, classificando ambos como papel.

que se antecipam aos percursos da coleta seletiva dos municípios e coletam o material de maior valor, no entanto o resultado desta prática necessita de aprofundamento para melhor compreensão e seus efeitos na sustentabilidade econômico-financeira das organizações.

Figura 33 – Quantidade de resíduos triados.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Dando continuidade ao conhecimento dos materiais processados pelas organizações, trabalhou-se de duas maneiras, a primeira solicitando-se a confirmação ou não de se trabalhar com determinado tipo de material e após isso o relato das classificações realizadas para cada um dos grupos de materiais, ou seja, tentou-se compreender o nível de complexidade em grupos e subgrupos de materiais. Sendo assim, nos quadros a seguir estão presentes os grupos de materiais e alguns dos subgrupos que foram reconhecidos conforme o detalhamento dos participantes da pesquisa.

Quadro 10 - Categorias, subcategorias e outras denominações para o grupo papel.

Papel		
Categorias	Sub-categorias	Outras Denominações
Branco	-	-
Misto	Papelãozinho	Caixa de ovo
		Caixa de pizza
	Revistas	-
	Jornal	Jornal amarrado Jornal solto
Tetrapack	Leite	
papelão	Papelão 1	Papelão de primeira, Papelão marrom, Caixa de Mercado
	Papelão 2	Papelão de segunda, Papelão capa lisa (Misto)

Fonte: Própria autora.

Quadro 11 - Categorias, subcategorias e outras denominações atribuídas pelas organizações do material do tipo plástico.

Plásticos			
Tipo de Material	Categorias	Sub-categorias	Outras Denominações
Termoplásticos	PET	PET Incolor	PET Cristal, Azeite
		PET Color	PET Verde
			PET Azul
	PEAD	Plásticos de Alta	Balde Bacia, Balde Bacia Branco, Balde Bacia Preto
			Frascos de cosméticos
			Leitoso
		Polietileno	Plástico Mole, Sacolinha
	PVC	Incolor	PE Colorida, Tampinha
			crystal
		-	Plástico filme, Stretch
		Vinil	Cadeira branca de praia, Forro de casa
	PEBD	Canela	-
		Preto	Saco de lixo
			Lona preta
	PP	Cristal PP (incolor)	Bombona (As novas já são feitas de PET)
Embalagem de bolo, Plástico que estrala			
PP Branco		Margarina	
PP Colorido		Rótulo de garrafa	
Termorrígidos	PU	Caixaria	
		Fita verde	
	EVA	Espumas	-
		Esponjas	-
		-	-

Fonte: Própria autora.

Quadro 12- Categorias, subcategorias e outras denominações atribuídas pelas organizações do material tipo vidro.

Vidro		
Categorias	Sub-categorias	Outras Denominações
Caco	-	-
Inteiro	Vinho	Garrafão
	Garrafas Nacionais	Garrafa 51
		Velho Barreiro
	Conserva	Computas

Fonte: Própria autora.

Quadro 13- Categorias, subcategorias e outras denominações atribuídas pelas organizações do material tipo metal.

Metais		
Categorias	Sub-categorias	Outras Denominações
Metal Nobre	-	-
Alumínio	Alumínio duro	Panela, perfil, chaparia, perfume (aerosol) e persiana
	Alumínio Mole	Marmitex, latinha, aro de bicicleta
Antimônio	-	Motor de carro
Bronze	Bronze fundido	-
Cobre	Cobre 1	Cobre mel
	Cobre 2	Cobre misto, latão, cobre queimado, cobre de quarta
	Cobre fio	-
Bateria	-	-
Induzido	-	-
Ferro	Fundido cinzento	sucata, ferro miúdo
	Ferro moído	Ferro de torno, ferro fuligem
	Ferro pesado	Ferro fundido
Aço	Quente (temperado)	-
	inox	-
	inox ferro	-

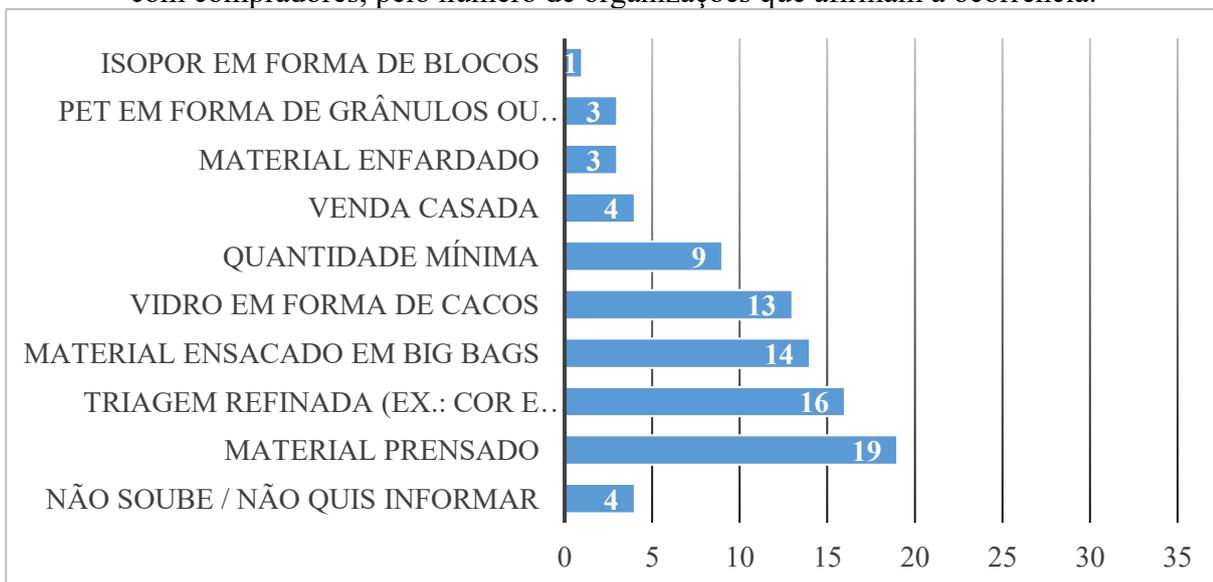
Fonte: Própria autora.

Revelou-se, assim, para o grupo metais, 43 nomenclaturas diferenciadas, possibilitando-se a identificação de 9 categorias e 12 subcategorias de materiais. Para o grupo plásticos, 36 nomenclaturas, que deram origem a 7 categorias e 13 subcategorias de materiais. Para o grupo papéis, 12 nomenclaturas distintas entre si, recategorizadas em 4 categorias e 6 subcategorias. Por fim, o grupo vidros, com 9 designações e 2 categorias e 3 subcategorias de materiais. Para os grupos embalagem multicamada, eletroeletrônicos e óleo de cozinha não se constatou subcategorias. No entanto, não se buscou esclarecer a existência de designações dentro destes grupos de materiais, uma vez que não é o objeto central desta pesquisa, isso para não estender ainda mais o questionário.

Das organizações que relataram dificuldade na comercialização de algum material recepcionado para triagem, 65% (22 organizações) apontaram dificuldade de comercialização com ao menos um tipo de material. Dos mais mencionados, o vidro e o isopor indicaram uma maior recorrência de indicações de dificuldades de comercialização. Além disso, 68% (23 organizações) relatam dificuldades pelas variações das cotações de materiais para venda aos compradores. As organizações relatam, também, a existência de “exigências” por parte dos

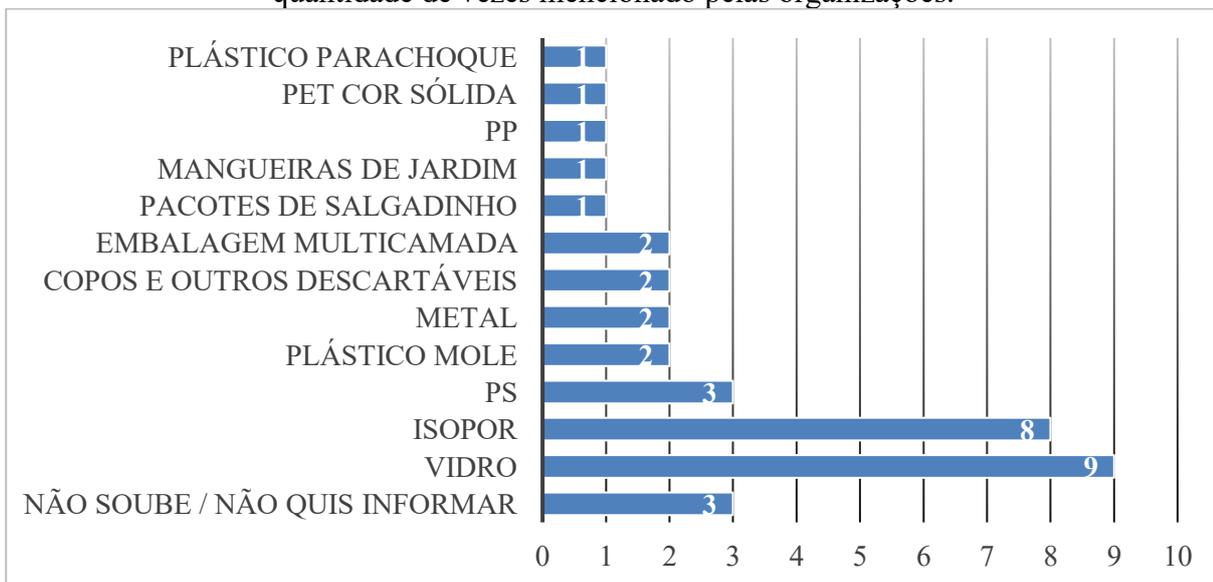
compradores. A primeira em número de indicações é o encaminhamento do material prensado seguido da triagem refinada. Ambos são alcançados por maior eficiência do processo e garantem uma comercialização de quantidades de massa maiores de determinado tipo de material pela diminuição do seu volume e em uma melhor qualidade, possivelmente obtendo-se melhores valores de mercado. Notadamente, foi relatada por 4 organizações a prática de venda casada, considerada muitas vezes abusiva em determinadas situações da comercialização de materiais recicláveis secos.

Gráfico 58– Exigências indicadas pelas organizações como requisitos para comercialização com compradores, pelo número de organizações que afirmam a ocorrência.



Fonte: Própria autora.

Gráfico 59– Menção a tipos de materiais relacionados a dificuldade de comercialização por quantidade de vezes mencionado pelas organizações.



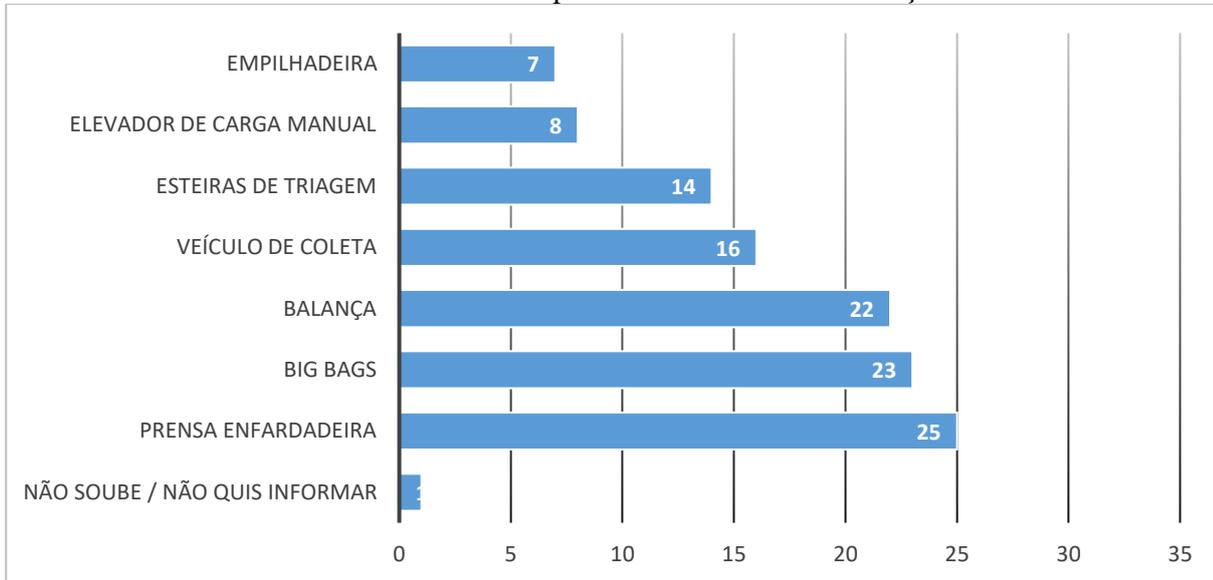
Fonte: Própria autora.

Sobre a estrutura física e equipamentos disponíveis para as atividades dos trabalhadores nas organizações, das 34 associações e cooperativas participantes da pesquisa, apenas 11 relataram possuir área de transbordo para a recepção dos materiais pré-processados, informação que é muito alarmante do ponto de vista de risco à saúde pública. Apenas 13 relataram ventilação adequada, 19 alegaram piso adequado e 20 indicaram iluminação adequada. A maioria delas, 27 organizações, confirmou as estruturas de banheiros e cobertura e 23 confirmaram a existência de local para alimentação dos seus associados/cooperados. Espaço para estocar material processado foi relatado por 22 organizações, indicando que a capacidade de armazenamento e, conseqüentemente, a possibilidade de geração de estoque para melhor negociação na venda de materiais não é algo possível para todas as organizações. Sala de recepção de visitantes e sala administrativa, relatadas por 4 e 18 organizações respectivamente, são detalhes que indicam estruturas mais robustas, sendo a primeira algo ainda raro, e a segunda presente em quase a metade das organizações. Em geral, as estruturas são insuficientes para o desempenho das atividades em boas condições de trabalho. Além disso, a existência em si das estruturas de separação e triagem de resíduos dos galpões por informação dos gestores ou líderes das organizações não detalha as situações de precariedade das instalações e ausência de condições adequadas ao trabalho

Dos equipamentos, prensa enfardadeira, big bags e balança são comuns em mais da metade das organizações, o que indica que as cooperativas e associações têm condições para prestar o serviço conforme a solicitação dos compradores e, também, a possibilidade de realizar a pesagem dos materiais. Esteiras de triagem, elevador de carga manual e empilhadeira, constam de menos da metade das organizações, o que requer, fisicamente, mais atividade dos trabalhadores e representa um rendimento de trabalho menor do que se o serviço fosse automatizado. Veículo de coleta é uma realidade para 16 organizações, o que representa independência de outros entes para se fazer chegar o material até os galpões das cooperativas e, também, que estas organizações realizam este tipo de atividade de forma autônoma, evidenciando a prestação de mais este serviço. Da propriedade dos equipamentos, a maioria das organizações, 15 delas, relatou que são próprios, seguido de 10 organizações que relataram ter seus equipamentos de propriedade de atravessadores, ou seja, dos comerciantes compradores destes materiais. Há ainda, de forma menos expressiva, equipamentos que são propriedade de prefeituras e alugados de terceiros. É possível afirmar que ainda há dependência das organizações com seus compradores, o que pode indicar dificuldades em relações comerciais justas, que em muitas situações cria a relação de dependência e submissão ao fornecedor do

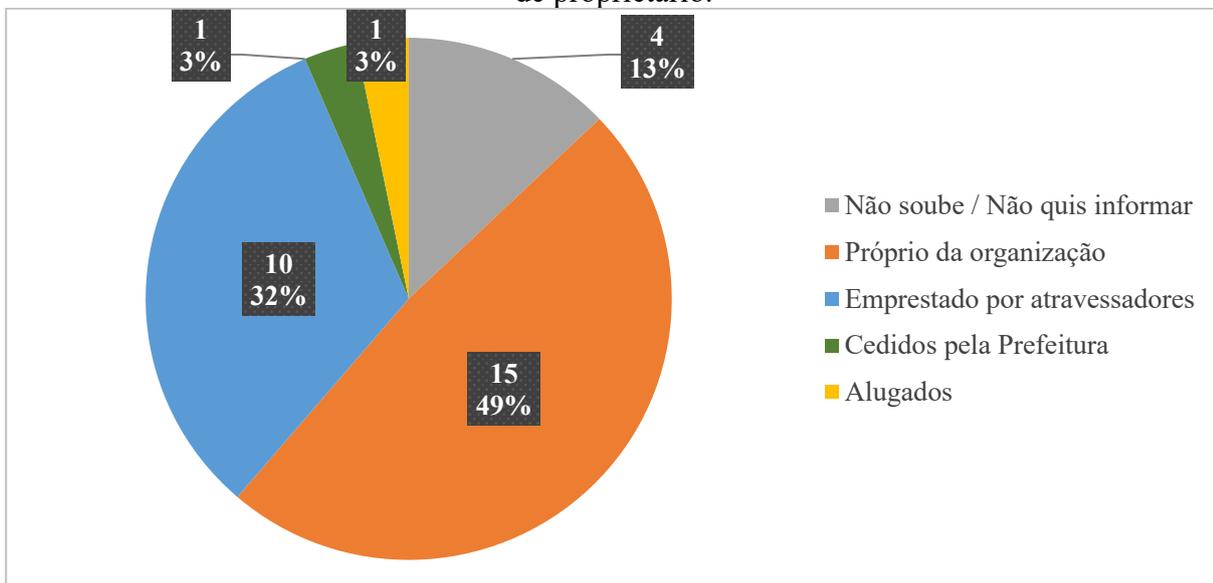
equipamento que por sua vez cobra a entrega exclusiva de materiais e muitas vezes estabelece condições de preços menores do que praticados por outros possíveis compradores, entretanto é necessário de mais argumentos para esta constatação.

Gráfico 60 – Equipamentos utilizados pelas organizações para realização das atividades, por número de entidades que confirmaram sua utilização.



Fonte: Própria autora.

Gráfico 61- Número de organizações que indicaram propriedade dos equipamentos pelo tipo de proprietário.

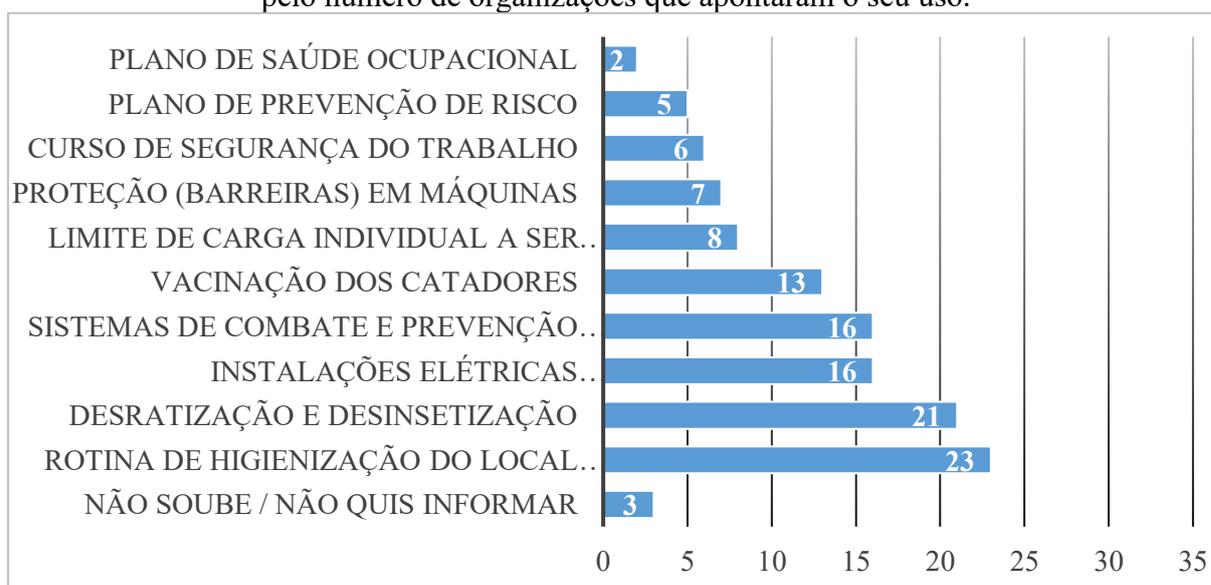


Fonte: Própria autora.

Sobre aspectos de prevenção de risco à saúde das trabalhadoras e dos trabalhadores, evidenciou-se uma maior preocupação com questões de higiene do ambiente de trabalho e controle de pragas, embora não seja algo praticado por todas as organizações, pouco mais da

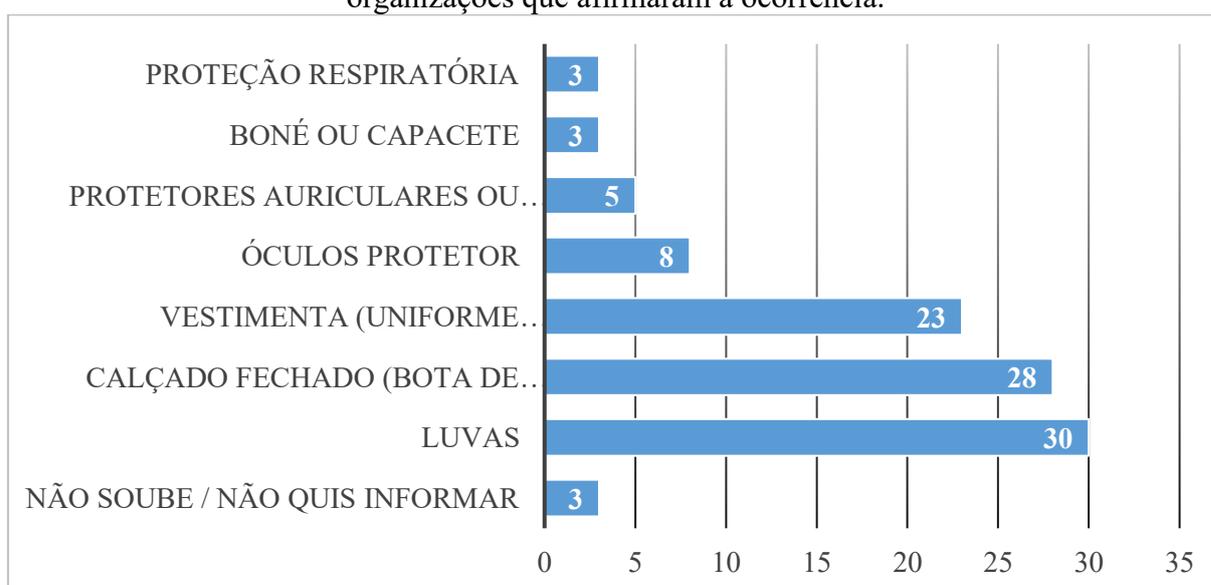
metade. Sobre demais questões, proteção de instalações elétricas, combate e prevenção de incêndios, instalação de barreiras em máquinas e os respectivos planos de prevenção de risco e saúde ocupacional, não foram mencionadas por mais da metade das organizações, o que indica a possibilidade de essas pessoas estarem expostas a um grande risco diário, sobretudo pela natureza dos materiais que são processados nas organizações e pelas grandes quantidades movimentadas.

Gráfico 62– Equipamentos de proteção individual e coletivos indicados pelas organizações, pelo número de organizações que apontaram o seu uso.



Fonte: Própria autora.

Gráfico 63- Campanhas relacionadas com a saúde do trabalhador, pelo número de organizações que afirmaram a ocorrência.



Fonte: Própria autora.

4.2 ETAPA ESTRATÉGICA

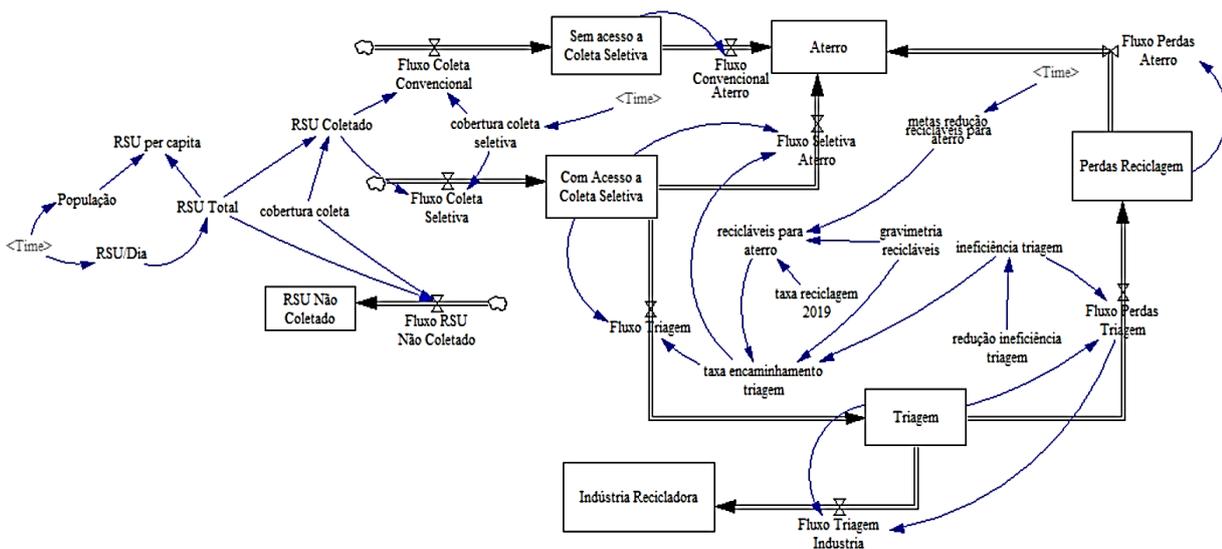
4.2.1 Modelo dinâmico para resíduos sólidos urbanos recicláveis secos de Santa Catarina

Para fins de simplificação, o modelo foi construído com algumas modificações da arquitetura da rota tecnológica da reciclagem elaborada, pois não há detalhamento suficiente de todos os parâmetros que podem influenciar a rota de geração, transporte, recuperação e destinação final dos resíduos sólidos urbanos, sobretudo no que se refere ao pré-consumo e a logística reversa. Em outras palavras, o modelo buscou focar nos parâmetros relacionados com os RSU que conferem um maior grau de confiabilidade para a simulação do fluxo de massas, quais sejam:

- Cobertura da coleta seletiva: diz respeito ao percentual dos resíduos que são dispostos de maneira seletiva;
- Taxa de encaminhamento para triagem: sendo o percentual total dos resíduos que são encaminhados para reciclagem, incluindo nesta fração uma parcela de contaminação (orgânicos e rejeitos) que irá influenciar na ineficiência da triagem;
- Ineficiência da triagem: percentual dos resíduos triados que não são efetivamente recicláveis.

A Figura abaixo representa o modelo que foi construído de acordo com as premissas apresentadas.

Figura 34– Representação do modelo construído.



Fonte: Própria autora.

Esta estrutura foi montada com a intenção de se obter a quantidade total de resíduos efetivamente reciclados (variável “Indústria Recicladora”), quanto foi destinado ao aterro sanitário (variável “Aterro”) e quanto estaria sendo perdido pela ineficiência do processo de triagem (variável “Perdas Reciclagem”).

O roteiro de cálculo do modelo parte da geração de resíduos sólidos urbanos por dia (variável “RSU/Dia”), conforme a projeção calculada pelo PERS-SC e sua respectiva projeção populacional (variável “População”) para um horizonte de 20 anos (2019 a 2038), apresentado anteriormente na área de estudo.

A quantidade total de resíduos sólidos urbanos que é gerada por ano alimenta três fluxos do modelo:

- Fluxo RSU Não Coletado: é quantidade total de resíduos gerados por ano que não é coletada por nenhum tipo de serviço de coleta. Obtido pela variável “RSU Total” e “cobertura coleta”. Este fluxo alimenta a variável “RSU Não Coletado” que representa o acúmulo de resíduos não coletados ao longo do período de simulação.
- Fluxo Coleta Convencional: é a quantidade total de resíduos gerados por ano pela população que não tem acesso ao serviço de coleta seletiva, somente ao serviço de coleta convencional. Ou seja, a população que não tem sequer a possibilidade de dispor parte de seus resíduos para serem triados e potencialmente reciclados. Obtido pela variável “RSU Total” com auxílio das variáveis “cobertura coleta” e “cobertura coleta seletiva”. Este fluxo alimenta a variável “Sem Acesso à Coleta Seletiva” que, por sua vez, alimenta a variável “Aterro”. Esta acumula a quantidade total de resíduos destinados para o aterro sanitário deste fluxo e de outros.
- Fluxo Coleta Seletiva: é a quantidade total de resíduos gerados por ano e que são dispostos de maneira seletiva. Ou seja, os resíduos que são produzidos pela população que tem acesso ao serviço de coleta seletiva e que, portanto, podem encaminhar parte de seus resíduos para o processo de triagem. É importante frisar que este fluxo inclui a fração de orgânicos e rejeitos que são corretamente segregados e encaminhados para o aterro sanitário, além dos resíduos recicláveis que podem ser encaminhados tanto para o aterro quanto para o processo de triagem. Obtido pela variável “RSU Total”, com auxílio das variáveis “cobertura coleta” e “cobertura coleta seletiva”. Este fluxo alimenta

a variável “Com Acesso à Coleta Seletiva” que, por sua vez, irá distribuir os resíduos por outros fluxos descritos a seguir.

Em linhas gerais, esta primeira parte do roteiro de cálculo basicamente separa as quantidades de resíduos que não estão sendo coletados, que estão sendo encaminhados diretamente para o aterro sanitário e, por fim, que estão sendo encaminhadas para o processo de triagem.

Na segunda parte do modelo, os resíduos da população que tem acesso à coleta seletiva, ou seja, aqueles que estão sendo calculados na variável “Com Acesso a Coleta Seletiva”, são distribuídos em dois diferentes fluxos:

- Fluxo Triagem: é a quantidade total de resíduos que são encaminhados para triagem pela população que tem acesso à coleta seletiva. É obtido com auxílio da variável “taxa encaminhamento triagem”. Este fluxo inclui um percentual de rejeitos e orgânicos que são encaminhados para a triagem por alguma ineficiência na sua segregação na fonte ou mesmo na coleta. Esta ineficiência é processada posteriormente no modelo.
- Fluxo Seletiva Aterro: é a quantidade total de resíduos gerados por ano pela população que tem acesso à coleta seletiva e que são encaminhados diretamente para o aterro sanitário. Este fluxo representa tanto a fração de orgânicos e rejeitos que são corretamente segregados, mas também uma parte da fração de recicláveis que são dispostos diretamente para o aterro sanitário, por negligência da população que não segrega os resíduos e opta por destiná-los diretamente para o aterro, ignorando a possibilidade de dispor parte de seus resíduos para a Triagem. Este fluxo é calculado em função da variável “taxa encaminhamento triagem” e alimenta a variável “Aterro”.

Por fim, os resíduos que são calculados na variável “Triagem” se distribuem nos seguintes fluxos:

- Fluxo Perdas Triagem: é a quantidade de resíduos encaminhada de maneira equivocada para o processo de triagem, pois não são recicláveis. Este fluxo é calculado em função da variável “ineficiência da triagem”.
- Fluxo Triagem Indústria: é a quantidade de resíduos recicláveis que são, de fato, recuperadas na cadeia por ano. É calculada de maneira indireta por meio da variável “ineficiência triagem”.

O Quadro 14 a seguir relaciona todas as variáveis e suas respectivas equações.

Quadro 14 – Variáveis e equações utilizadas para modelagem do sistema. (continua)

1	Aterro = INTEG (Fluxo Convencional Aterro + Fluxo Perdas Aterro + Fluxo Seletiva Aterro, Fluxo Convencional Aterro + Fluxo Perdas Aterro + Fluxo Seletiva Aterro) Unidade: Toneladas
2	Com Acesso a Coleta Seletiva = INTEG (Fluxo Coleta Seletiva - Fluxo Seletiva Aterro - Fluxo Triagem, Fluxo Coleta Seletiva) Unidade: Toneladas
3	Fluxo Coleta Convencional = RSU Coletado * (1 - cobertura coleta seletiva) Unidade: Toneladas
4	Fluxo Coleta Seletiva = RSU Coletado * cobertura coleta seletiva Unidade: Toneladas
5	Fluxo Convencional Aterro = Sem acesso a Coleta Seletiva Unidade: Toneladas
6	Fluxo Perdas Aterro = Perdas Reciclagem Unidade: Toneladas
7	Fluxo Perdas Triagem = Triagem * ineficiência triagem Unidade: Toneladas
8	Fluxo RSU Não Coletado = RSU Total * (1 - cobertura coleta) Unidade: Toneladas
9	Fluxo Seletiva Aterro = Com Acesso a Coleta Seletiva * (1 - taxa encaminhamento triagem) Unidade: Toneladas
10	Fluxo Triagem = Com Acesso a Coleta Seletiva * taxa encaminhamento triagem Unidade: Toneladas
11	Fluxo Triagem Indústria = Triagem - Fluxo Perdas Triagem Unidade: Toneladas
12	Indústria Recicladora = INTEG (Fluxo Triagem Indústria, Fluxo Triagem Indústria) Unidade: Toneladas
13	Ineficiência triagem = 0.38 + RAMP (- redução ineficiência triagem , 2019, 2039) Unidade: Adimensional
14	Perdas Reciclagem = INTEG (Fluxo Perdas Triagem - Fluxo Perdas Aterro , Fluxo Perdas Triagem) Unidade: Toneladas
15	Recicláveis para aterro = (gravimetria recicláveis - taxa reciclagem 2019) * (1 - metas redução recicláveis para aterro) Unidade: Adimensional
16	RSU Coletado = RSU Total * cobertura coleta Unidade: Toneladas
17	RSU Não Coletado = INTEG (Fluxo RSU Não Coletado, Fluxo RSU Não Coletado) Unidade: Toneladas
18	RSU Total = "RSU/Dia" * 365 Unidade: Toneladas
19	Sem acesso a Coleta Seletiva = INTEG (Fluxo Coleta Convencional - Fluxo Convencional Aterro, Fluxo Coleta Convencional)

	Unidade: Toneladas
2 0	Taxa encaminhamento triagem = $(\text{gravimetria recicláveis} - \text{recicláveis para aterro}) / (1 - \text{ineficiência triagem})$ Unidade: Adimensional
2 1	Taxa reciclagem 2019 = 0.08 Unidade: Adimensional
2 2	Triagem = $\text{INTEG} (\text{Fluxo Triagem} - \text{Fluxo Perdas Triagem} - \text{Fluxo Triagem Indústria}, \text{Fluxo Triagem})$ Unidade: Toneladas

Fonte: Própria autora.

As variáveis “cobertura coleta seletiva”, “metas redução recicláveis para aterro” e “redução ineficiência triagem” são constantes com diversos possíveis valores atribuídos em função do cenário de simulação escolhido. A definição destes cenários é descrita a seguir.

4.2.2 Cenários

As simulações foram realizadas para 3 cenários diferentes. Todos os cenários trabalham com o horizonte temporal de 20 anos com metas de curto, médio e longo prazo, conforme proposição do PERS-SC.

- **Cenário Tendencial:** é o cenário que considera que não haverá nenhuma mudança estrutural na rota tecnológica da reciclagem. Os atuais índices de cobertura de coleta seletiva e de ineficiência da triagem se mantêm estáticos por todo o período e não há nenhuma meta de redução de recicláveis para o aterro.
- **Cenário de Referência do PERS-SC:** é o cenário de planejamento proposto pelo PERS-SC quanto às metas de cobertura de coleta seletiva e de redução de recicláveis para o aterro.
- **Cenário Idealístico:** É um cenário que considera aprimoramentos ao Cenário Referência PERS-SC. No entanto, para a meta de desvio de aterro de longo prazo, foi adotada a meta indicada no Plano Nacional de Resíduos Sólidos de 60% e se aplicou, também de forma diferenciada, uma taxa de redução da geração dos resíduos arbitrada tendo como referência 10% do desvio de aterro sanitário, conforme preconiza a Lei Federal nº 12.305/2010. Além disso, aplicou-se uma taxa de redução da ineficiência da triagem, na mesma ordem do desvio de aterro, 10%, 30% e 60%

As perdas foram inseridas baseadas no valor médio identificado nas aplicações de questionários às organizações de catadoras e catadores de materiais recicláveis em Santa Catarina.

Estas metas e os quadros resumos dos valores atribuídos aos cenários estão apresentados a seguir:

Quadro 15 - Metas de ampliação da coleta seletiva.

META	D2-M2	AMPLIAR O ATUAL ÍNDICE DE COBERTURA DO SERVIÇO DE COLETA SELETIVA DE RECICLÁVEIS NO ESTADO (ÁREAS URBANA E RURAL)		
OBJETIVO		Percentual da população do estado atendida por coleta seletiva de recicláveis		
PLANO DE METAS				
CURTO PRAZO (2019 a 2022)		MÉDIO PRAZO (2023 a 2030)		LONGO PRAZO (2031 a 2038)
60%		80%		90%

Fonte: (SANTA CATARINA, 2018c, p.260).

Quadro 16 - Metas de redução dos recicláveis encaminhados para aterro sanitário.

META	D2-M3	REDUZIR OS RESÍDUOS RECICLÁVEIS A SEREM DISPOSTOS EM ATERRO SANITÁRIO		
OBJETIVO		Percentual de redução de recicláveis encaminhados para aterro sanitários		
PLANO DE METAS				
CURTO PRAZO (2019 a 2022)		MÉDIO PRAZO (2023 a 2030)		LONGO PRAZO (2031 a 2038)
10%		30%		45%

Fonte: (SANTA CATARINA, 2018c, p.261).

Quadro 17 - Valores atribuídos às principais variáveis do modelo no cenário tendencial.

Variável	Valor Atribuído	Fonte
RSU Total	Projeção de geração total de resíduos sólidos urbanos com base na projeção populacional.	PERS
cobertura da coleta seletiva	58,89% de cobertura de coleta seletiva em 2019.	PERS
gravimetria recicláveis	39,87% dos resíduos sólidos urbanos são recicláveis.	PERS
taxa reciclagem 2019	8% (Mediana das respostas dos municípios de SC prestadores do SNIS 2017 para o IN031) taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de RDO e RPU	SNIS 2017

metas de redução para aterro	0% de redução do percentual de recicláveis encaminhados para o aterro	PERS
ineficiência triagem	38% de perdas dos resíduos processados na triagem	Adotado próprio autor
redução ineficiência triagem	0% de redução da ineficiência da triagem	Adotado próprio autor

Fonte: Própria autora.

Quadro 18- Valores atribuídos às principais variáveis do modelo no cenário de referência do PERS.

Variável	Valor Atribuído	Fonte
RSU Total	Projeção de geração total de resíduos sólidos urbanos com base na projeção populacional do PERS.	PERS
cobertura da coleta seletiva	58,89% de cobertura de coleta seletiva em 2019, 65% em 2022, 80% em 2030 e 90% em 2038.	PERS
gravimetria recicláveis	39,87% dos resíduos sólidos urbanos são recicláveis.	PERS
taxa reciclagem 2019	8% (Mediana das respostas dos municípios de SC prestadores do SNIS 2017 para o IN031) taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de RDO e RPU	SNIS 2017
metas de redução para aterro	10% de redução do percentual de recicláveis encaminhados para o aterro em 2022, 30% em 2030 e 45% em 2038.	PERS
ineficiência triagem	38% de perdas dos resíduos processados na triagem	Adotado próprio autor
redução ineficiência triagem	0% de redução da ineficiência da triagem	Adotado próprio autor

Fonte: Própria autora.

Quadro 19 – Valores atribuídos às principais variáveis do modelo no cenário idealístico.

Variável	Valor Atribuído	Fonte
RSU Total	Projeção de geração total de resíduos sólidos urbanos com base na projeção populacional do PERS. Aplicando uma redução de geração de resíduos: 1% de redução do percentual em 2022, 3% em 2030 e 6% em 2038.	PERS e Adotado próprio autor
cobertura da coleta seletiva	58,89% de cobertura de coleta seletiva em 2019, 65% em 2022, 80% em 2030 e 90% em 2038.	PERS
gravimetria recicláveis	39,87% dos resíduos sólidos urbanos são recicláveis.	PERS
taxa reciclagem 2019	8% (Mediana das respostas dos municípios de SC prestadores do SNIS 2017 para o IN031) taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de RDO e RPU	SNIS 2017
metas de redução para aterro	10% de redução do percentual de recicláveis encaminhados para o aterro em 2022, 30% em 2030 e 60% em 2038.	PLANARES
ineficiência triagem	38% de perdas dos resíduos processados na triagem.	Adotado próprio autor
redução ineficiência triagem	Com uma redução da ineficiência de 10% em 2022, 30% em 2030 e 60% em 2038.	Adotado próprio autor

Fonte: Própria autora.

4.3 ETAPA AVALIATIVA

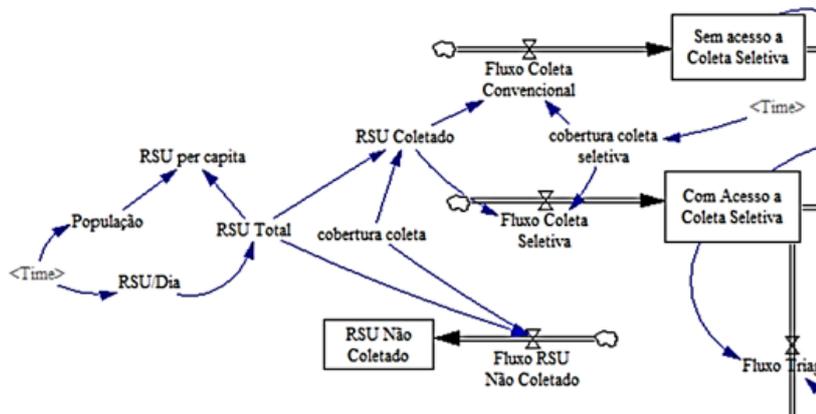
4.3.1 Análise da modelagem de sistemas dinâmicos para resíduos recicláveis secos de Santa Catarina

A primeira consideração a se fazer é que os resultados apresentados a seguir são projeções baseadas em interações entre funções matemáticas descritas no modelo que se construiu exclusivamente para esta abordagem. Conforme explicado, foram impostas ao modelo diversas simplificações em virtude da escassez de informações disponíveis para inúmeras questões que poderiam ser condicionadas ao modelo, tornando-o cada vez mais

complexo. A leitura dos resultados seguirá a ideia de compreensão das gerações, as frações que podem ter como destinos o aterro sanitário e a indústria recicladora para posterior recuperação dos materiais pela indústria de transformação, ambas tecnologias que definem a rota da reciclagem em SC.

Para a compreensão da primeira parte do modelo, da geração, é resgatada a sua representação gráfica, influenciada pelo aumento populacional e a cobertura de coleta seletiva:

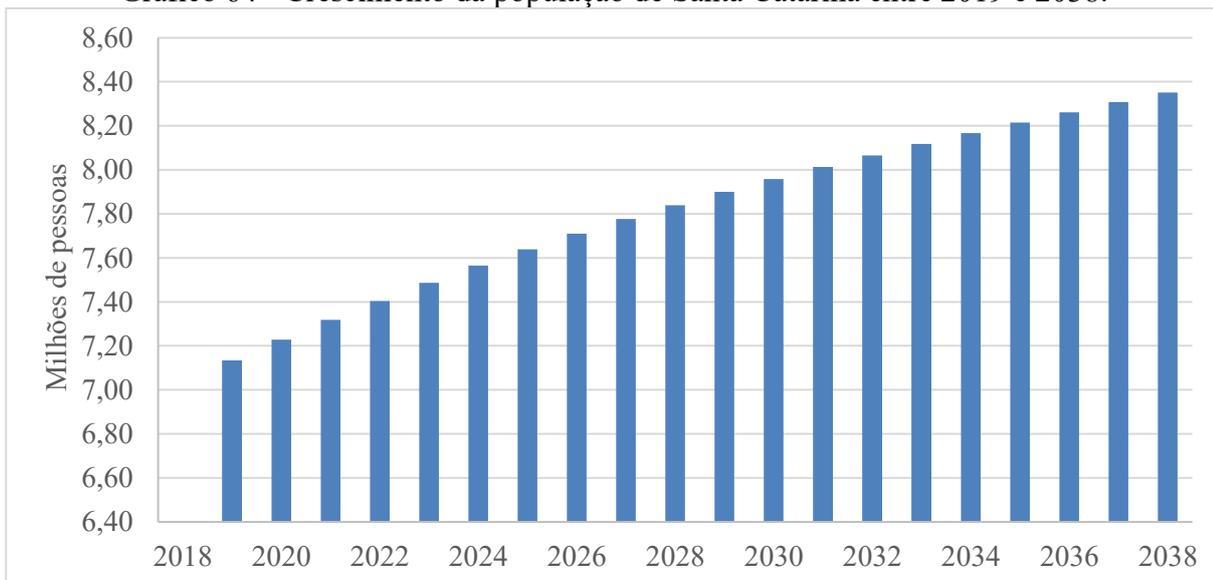
Figura 35 - Primeira etapa do modelo das gerações pelo incremento populacional e ampliação da cobertura de coleta seletiva.



Fonte: Própria autora.

A população projetada para o horizonte de simulação (20 anos) prevê um crescimento total no período de aproximadamente 17%, partindo de 7,13 milhões em 2019 e atingindo 8,35 milhões em 2038.

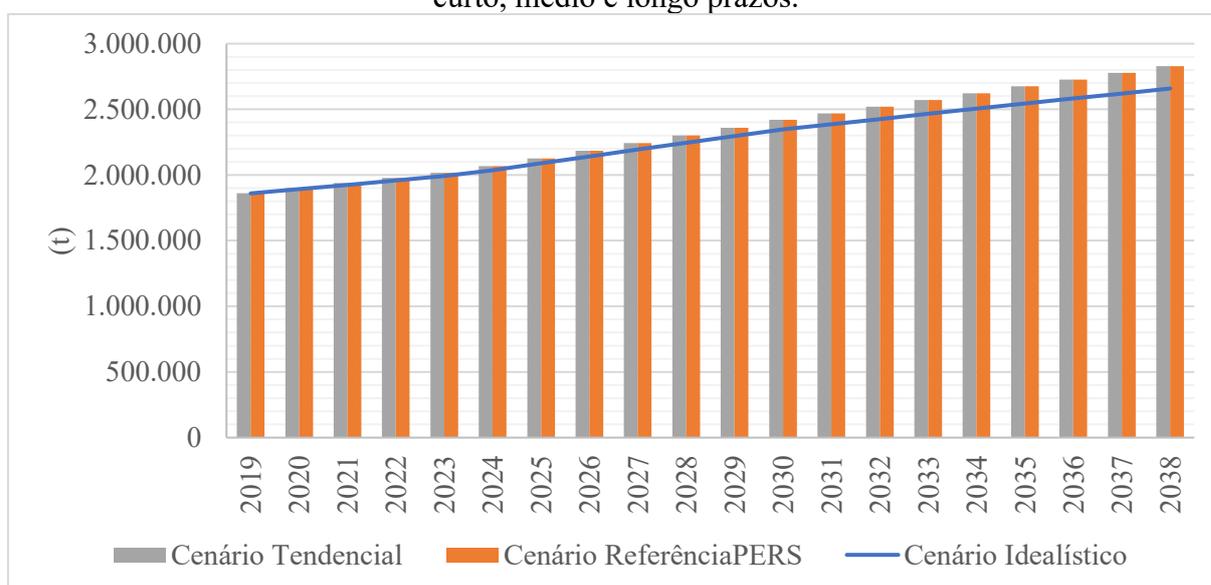
Gráfico 64 - Crescimento da população de Santa Catarina entre 2019 e 2038.



Fonte: Própria autora.

Com base nesta projeção, a massa de resíduos sólidos urbanos gerada anualmente parte de 1,86 milhão de toneladas em 2019 e tem um incremento de praticamente 1 milhão de toneladas em 2038 para os cenários Tendencial e Referência PERS, com 2,83 milhões de toneladas em 2038. No cenário idealístico se projeta uma leve redução no longo prazo atingindo 2,65 milhões de toneladas em 2038, por isso, embora também haja crescimento devido ao incremento populacional a meta estabelecida de redução da geração de resíduos faz com que o crescimento da massa de resíduos sólidos urbanos gerada no mesmo período seja menor.

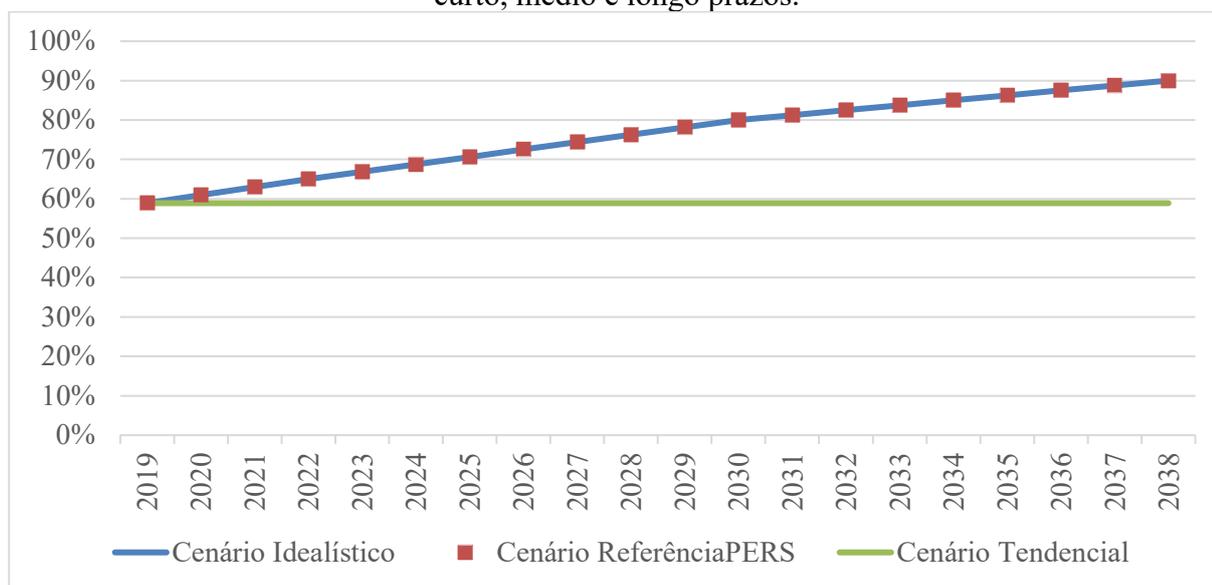
Gráfico 65 – Geração de resíduos em toneladas para os cenários modelados nos horizontes curto, médio e longo prazos.



Fonte: Própria autora.

Desta projeção de resíduos, uma parcela será gerada pela população que está coberta pelos serviços de coleta seletiva e a outra parcela pela população que dispõe apenas de coleta indiferenciada e, portanto, com disposição final em aterro sanitário. No cenário tendencial, como já descrito, a cobertura da coleta seletiva se mantém estática em 58,89% da população de SC e os cenários Referência PERS e Idealístico crescem no mesmo padrão, atingindo 90% de população coberta pelo serviço de coleta seletiva em 2038.

Gráfico 66 – Taxa de cobertura de coleta seletiva para os cenários modelados nos horizontes curto, médio e longo prazos.

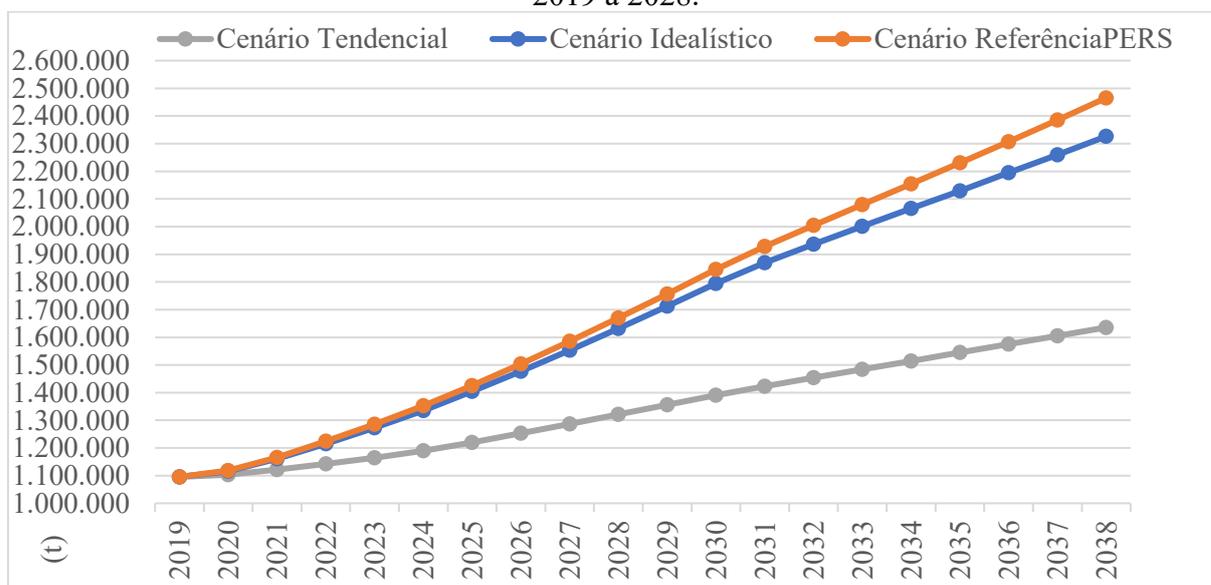


Fonte: Própria autora.

Aplicando este fator da cobertura da coleta seletiva ao crescimento populacional, são extraídos da massa de resíduos sólidos urbanos gerados em SC, um valor referente a massa de resíduos sólidos urbanos coletada para a população que dispõe de coleta seletiva, ou seja, massa de RSU que possui possibilidade de aproveitamento da fração reciclável seca. O cenário Referência PERS apresenta em 2038 uma geração de 2,46 milhões de toneladas de resíduos em área coberta por coleta seletiva, enquanto o cenário tendencial, no mesmo período, uma geração de 829 mil toneladas menor. Este resultado se dá em função do cenário tendencial não evoluir a taxa de cobertura, sendo seu incremento definido integralmente pelo aumento populacional.

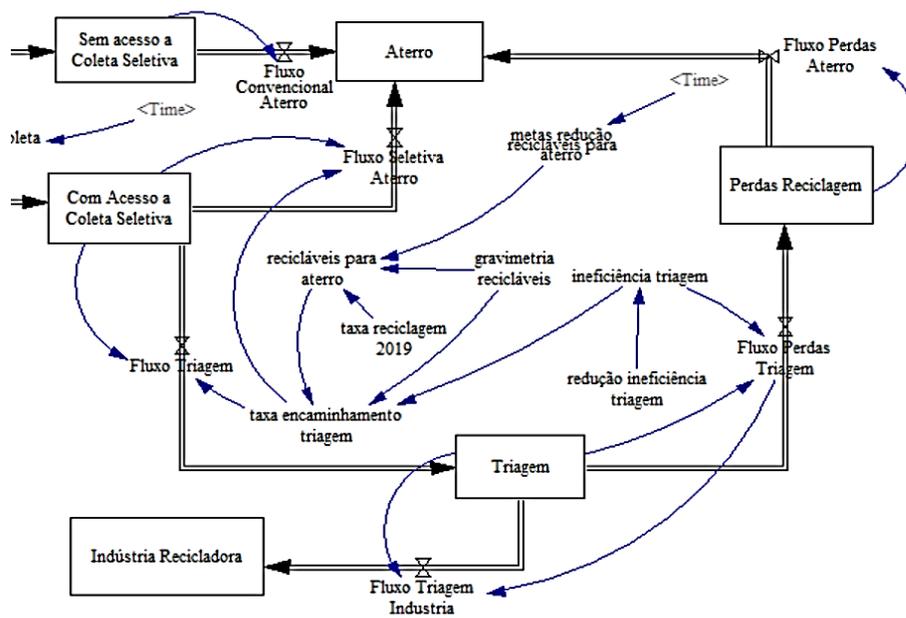
O cenário Idealístico projeta uma geração discretamente menor que o cenário Referência PERS, apesar da dinâmica de aumento da cobertura da coleta, o que se espera tendo em vista a redução na geração total de resíduos que ocorre no cenário Idealístico. A redução na geração no cenário idealístico surte efeito mais visível de redução no ano de 2029, que é quando a curva do cenário idealístico começa a se deslocar da curva do cenário Referência PERS. Ao final do período de 2038, o cenário idealístico propõe uma redução de quase 139 mil toneladas de resíduos em comparação com o cenário Referência PERS, o que, do ponto de vista da mudança do comportamento das pessoas, já inverte a lógica de aumento da geração e, prevendo-se, em uma perspectiva de longo prazo, uma continuidade de redução ainda mais representativa, na contramão da tendência de aumento de geração.

Gráfico 67 – Geração de resíduos em área coberta pela coleta seletiva para os três cenários de 2019 a 2028.



Fonte: Própria autora.

Figura 36 - Resíduos encaminhados para a indústria recicladora e o aterro sanitário, e seus intervenientes.



Fonte: Própria autora.

A alimentação dos resíduos ao aterro sanitário considera três principais fluxos de massa: os resíduos coletados de maneira indiferenciada sem alternativa de coleta seletiva, a fração de resíduos encaminhados para coleta indiferenciada, mas que possuem a alternativa da cobertura de coleta seletiva e, por fim, as perdas resultantes do processo de triagem.

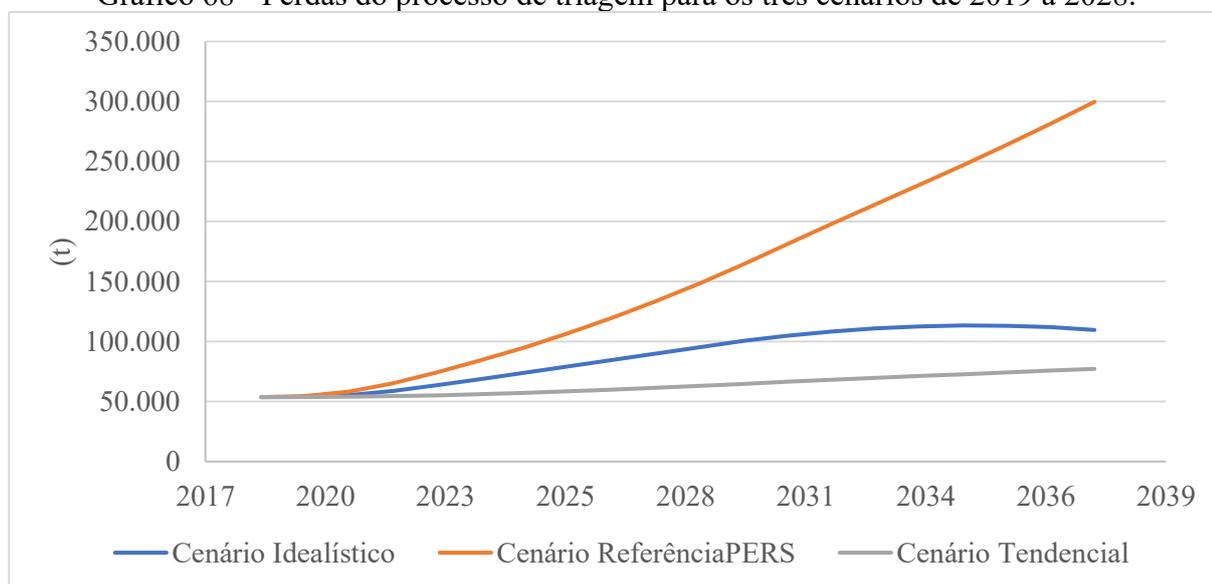
No encaminhamento para a triagem, é apresentada a quantidade de resíduos que será encaminhada para a triagem e posteriormente para a indústria recicladora. A massa de material

tem origem na população com acesso a coleta seletiva, sendo que neste processo se subentende que ainda há perdas inerentes ao processo de triagem, os rejeitos do processo de triagem.

No que diz respeito às perdas do processo, que levam em consideração como ponto de partida a ineficiência da triagem constatada no questionário com as organizações de catadores de materiais recicláveis de cerca de 39,77%, o cenário tendencial indica as menores perdas, em crescente, isso porque mantém a cobertura de coleta e a ineficiência do processo.

Uma vez que o cenário Referência PERS incorpora a ampliação da cobertura da reciclagem, no entanto, sem metas de redução das perdas, ele é o que indica as maiores perdas inerentes ao processo, que cresce de 50 mil toneladas para 300 mil toneladas em 2038, o que representa a quantidade de material que não é efetivamente recuperada no processo de reciclagem. Já o cenário idealístico inicia com o aumento de perdas na ordem de 50 mil toneladas, mas em 2035 chega ao seu crescimento máximo de 113 mil toneladas e inicia o processo de redução das perdas que, até 2038, final do prazo de modelagem, chega a 109 mil toneladas. A diferença entre os cenários Referência PERS e o Idealístico no ano de 2038 é de 191 mil toneladas recuperadas a mais para o cenário Idealístico.

Gráfico 68 - Perdas do processo de triagem para os três cenários de 2019 a 2028.

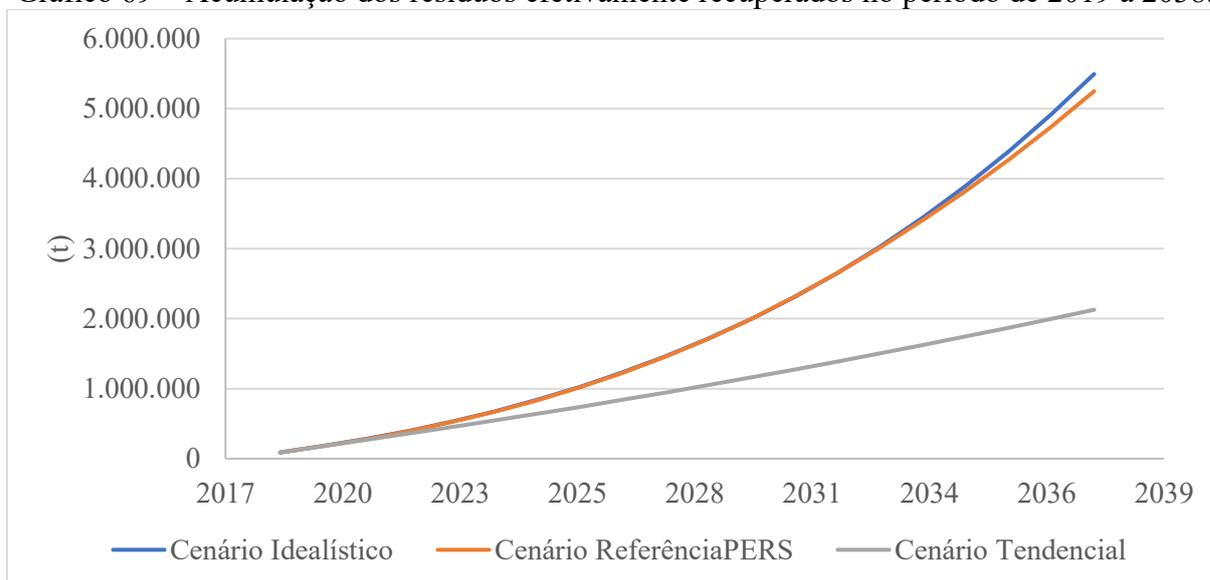


Fonte: Própria autora.

Sobre a massa de resíduos sólidos recicláveis secos que seriam efetivamente reciclados até o final do período, ou seja, até 2038, os cenários Idealísticos e Referência PERS indicam resultados muito próximos, 5,49 milhões e 5,25 milhões de toneladas, respectivamente, de resíduos recuperados que retornarão para o ciclo produtivo, com o Idealístico recuperando 244 mil toneladas de resíduos a mais que o Referência PERS. Já o cenário tendencial indica uma

recuperação de 2,13 milhões de toneladas de resíduos recuperados, cerca de 3,36 milhões de toneladas recuperadas a menos em relação ao cenário Idealístico.

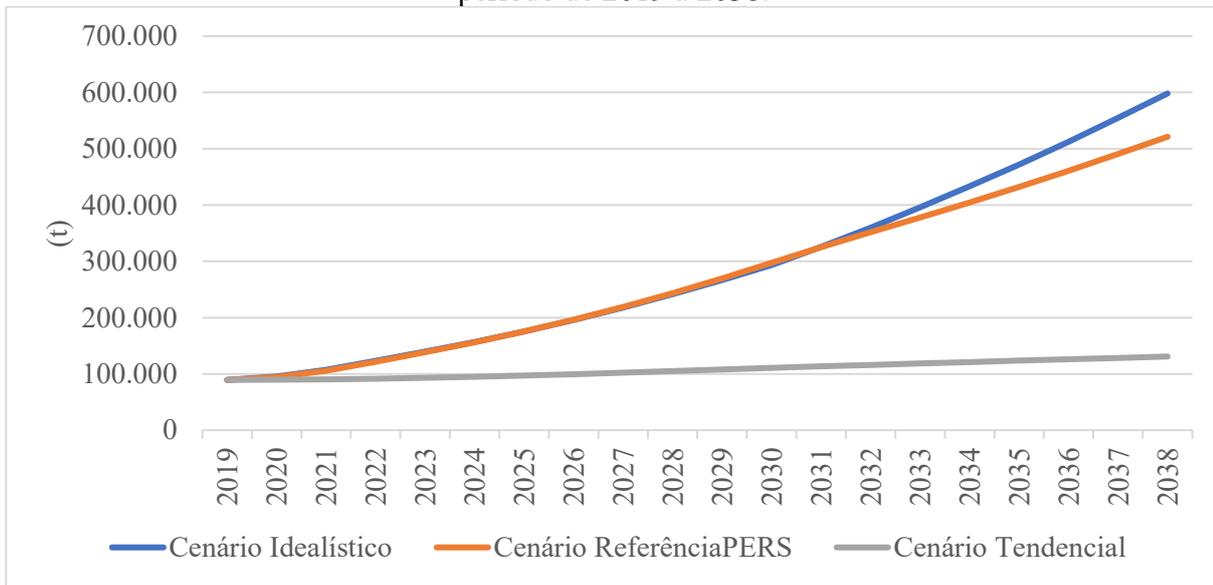
Gráfico 69 – Acumulação dos resíduos efetivamente recuperados no período de 2019 a 2038.



Fonte: Própria autora.

Observando-se o comportamento por ano, dos resíduos sólidos recicláveis secos efetivamente recuperados, os valores relativos aos cenários Referência PERS e Idealístico foram muito próximos. Porém, os valores anuais de encaminhamento para a indústria recicladora se mantêm relativamente próximos até o ano de 2031, quando o cenário idealístico apresenta uma taxa de encaminhamento para a indústria recicladora crescente, descolando-se dos valores resultantes da simulação do cenário PERS, possivelmente em virtude da ampliação da meta de desvio de aterro mais audaciosa após o ano de 2031, para 60% no cenário Idealístico. O cenário idealístico alcança 598 mil toneladas por ano no ano de 2038, o cenário PERS 521 mil toneladas no mesmo período e o tendencial, aproximadamente, 131 mil toneladas, ou seja, o cenário tendencial tem uma relação de resíduos efetivamente recuperados na ordem de 467 mil toneladas (78,13%) e 390 mil toneladas (74,91%) menor que os cenários idealísticos e cenário PERS, respectivamente.

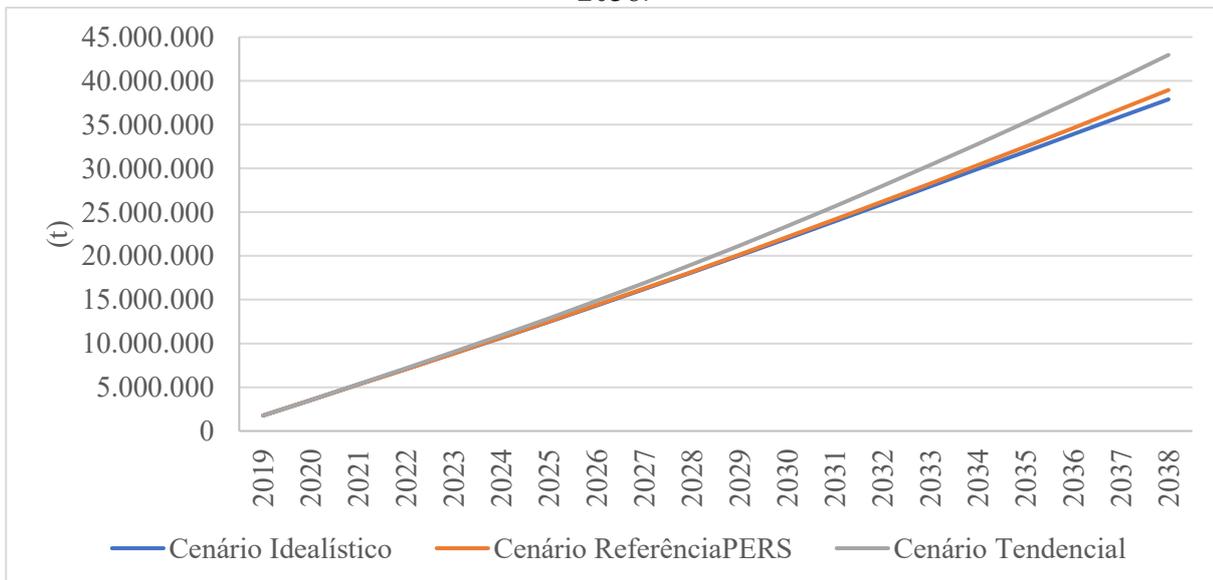
Gráfico 70 - Resíduos efetivamente recuperados, por ano, pela indústria recicladora no período de 2019 a 2038.



Fonte: Própria autora.

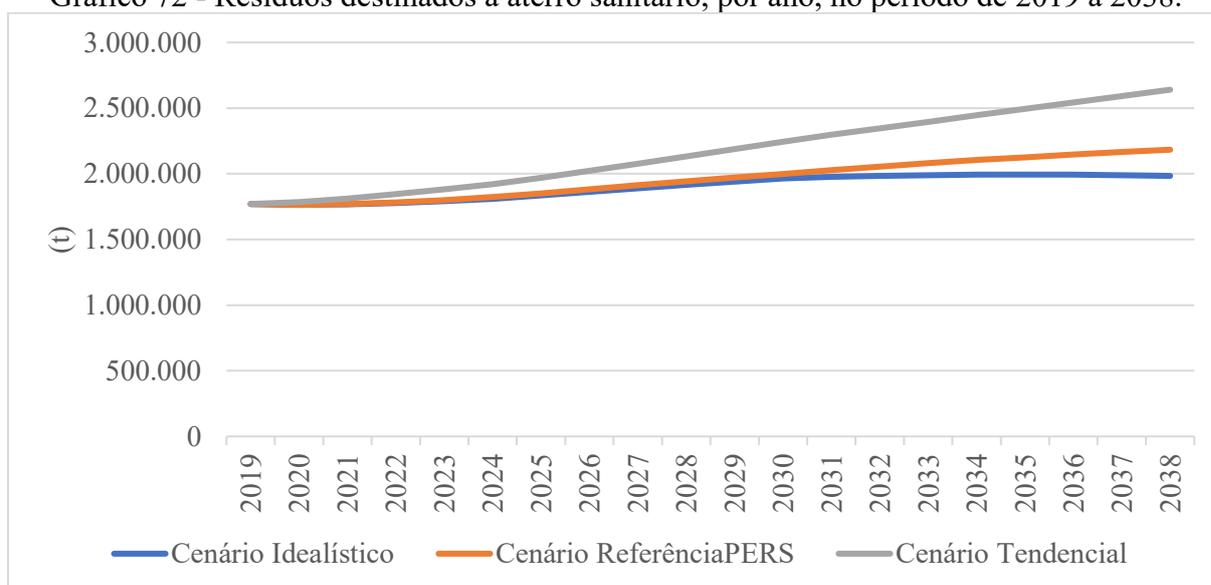
Com relação a massa acumulada de resíduos sólidos urbanos encaminhados para o aterro sanitário, o cenário Tendencial apresenta o maior acúmulo, 42,96 milhões de toneladas em todo o período de 2019 a 2038, sendo este valor superior a 38,95 e 37,88 milhões de toneladas que o cenário Referência PERS e Idealístico, respectivamente.

Gráfico 71 - Acumulação dos resíduos destinados a aterro sanitário no período de 2019 a 2038.



Fonte: Própria autora.

Gráfico 72 - Resíduos destinados a aterro sanitário, por ano, no período de 2019 a 2038.



Fonte: Própria autora.

Observando-se o comportamento por ano, dos resíduos sólidos urbanos encaminhados ao aterro sanitário, os valores relativos aos cenários Referência PERS e Idealístico foram muito próximos, se mantendo relativamente próximos até o ano de 2031, quando o cenário idealístico apresenta uma taxa de encaminhamento para aterro sanitário decrescendo, se descolando dos valores resultantes da simulação do cenário PERS, possivelmente em virtude da ampliação da meta de desvio de aterro mais audaciosa após o ano de 2031, para 60% no cenário Idealístico. O idealístico alcança 1,98 milhões de toneladas por ano no ano de 2038, o cenário PERS 2,18 milhões de toneladas no mesmo período e o tendencial 2,64 milhões de toneladas. O cenário tendencial tem uma relação de resíduos enviados a aterro sanitário na ordem de 655 mil toneladas (33%) e 457 mil toneladas (21%) superior em relação aos cenários idealísticos e cenário PERS, respectivamente, para o último ano modelado.

Por fim, apresenta-se o quadro síntese dos resultados da simulação do modelo com os três cenários projetados para o ano inicial e ano final de modelagem.

Quadro 20 - Síntese dos resultados das simulações do modelo

Cenário/resultado	Unid.	ano	Tendencial	Referência PERS	Idealístico
População projetada	habitantes	2019	7,13 milhões	7,13 milhões	7,13 milhões
		2038	8,5 milhões	8,5 milhões	8,5 milhões

Cenário/resultado	Unid.	ano	Tendencial	Referência PERS	Idealístico
Massa Projetada de Resíduos Sólidos Urbanos Gerados	toneladas/ano	2019	1,86 milhão	1,86 milhão	1,86 milhão
		2038	2,83 milhões	2,83 milhões	2,65 milhões
Taxa de cobertura de coleta seletiva Tendencial	% da população de SC	2019	58,89%	58,89%	58,89%
		2038	58,89%	90%	90%
Massa Projetada de Resíduos Sólidos Urbanos em área coberta por Coleta Seletiva	toneladas/ano	2019	1,09 milhão	1,09 milhão	1,09 milhão
		2038	1,63 milhão	2,46 milhões	2,33 milhões
Perdas no processo de triagem	toneladas	2019	53.729	53.729	53.729
		2038	77.222	299.728	109.655
Massa de resíduos sólidos recicláveis recuperada	toneladas/ano	2019	89.457	89.457	89.457
		2038	130.821	521.355	598.322
Massa Acumulada dos Resíduos Recicláveis Efetivamente Recuperados	toneladas	2019	89.265	89.265	89.265
		2038	2,13 milhões	5,25 milhões	5,49 milhões
Massa de resíduos sólidos urbanos encaminhada a aterro sanitário	toneladas/ano	2019	1,77 milhão	1,77 milhão	1,77 milhão
		2038	2,64 milhões	2,18 milhões	1,98 milhão
Massa Acumulada de resíduos sólidos urbanos encaminhada a aterro sanitário	toneladas	2019	349.066	349.066	349.066
		2038	42,96 milhões	38,95 milhões	37,88 milhões

Fonte: Própria autora.

4.3.2 Avaliação das incertezas

Por fim, são apresentadas as incertezas inerentes as variáveis impostas ao modelo de sistema dinâmico.

A primeira delas é sobre a arquitetura do modelo, optou-se pela modelagem de balanço de massa que compreendeu a massa de resíduos sólidos recicláveis secos de origem pós-consumo. A complexidade e a incerteza das informações aumentariam muito, caso a geração de resíduos de origem pré-consumo fossem inseridas. Optou-se, portanto, a imposição deste limite ao modelo.

Sobre as variáveis atribuídas ao modelo, a maioria delas foram obtidas de dados secundários, então descreve-se no quadro a seguir as incertezas observadas pelo pesquisador ao se obter as informações. Sobre a incerteza de origem primária, diz respeito ao índice de rejeitos dos processos de triagem das organizações de catadores de materiais recicláveis, e é considerada a única variável de controle do pesquisador em que a diminuição das incertezas esteve condicionada aos limites da pesquisa, em que não foi possível realizar coleta de dados *in loco* nas organizações.

Quadro 21 – Incertezas observadas

Variável	Valor Atribuído	Incertezas Primárias	Incertezas Secundárias
RSU Total	Projeção de geração total de resíduos sólidos urbanos com base na projeção populacional do PERS.	-	Subestimar ou superestimar a população para o horizonte de tempo modelado
cobertura da coleta seletiva	58,89% de cobertura de coleta seletiva em 2019, 65% em 2022, 80% em 2030 e 90% em 2038.	-	Cobertura atual estar superestimada, pela dificuldade medição do quanto da população dispõe o serviço de coleta seletiva nos municípios e das modalidades que podem ser praticadas, direta e indireta, em que possuem efeitos diferenciados na adesão pelos munícipes.
gravimetria recicláveis	39,87% dos resíduos sólidos urbanos são recicláveis.	-	Projeção da composição gravimétrica variável ao longo dos anos, segundo o desenvolvimento econômico da população. Método de estudo de composição gravimétrica adotado pelo PERS, questionários encaminhados para os municípios, método varia para cada prestador da informação.

Variável	Valor Atribuído	Incertezas Primárias	Incertezas Secundárias
Taxa de recuperação	8% (Mediana das respostas dos municípios de SC prestadores do SNIS 2017 para o IN031) taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de RDO e RPU	-	Método de aferição dos dados varia de prestador para prestador no SNIS 2017. Não são considerados todos os municípios de SC, pois nem todos responderam ao SNIS e dos respondentes em todos responderam as informações que dão origem ao indicador IN031
ineficiência triagem	38% de perdas dos resíduos processados na triagem	Subjetividade do método de aferição do índice de rejeitos junto as cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis. Simplificação de fator de perdas médio independente das regionalidades.	-

Fonte: Própria autora.

5 CONCLUSÕES

Esta pesquisa teve como objetivo geral “modelar sistema dinâmico para apoio à decisão no planejamento de resíduos sólidos urbanos recicláveis secos”. Apresentam-se as reflexões gerais dos resultados alcançados, por objetivos e no final um exercício de interrelação entre eles. Transversalmente aos resultados, compreende-se o processo de construção deste conhecimento como emergência capaz de apoiar à decisão no planejamento dos resíduos sólidos urbanos recicláveis secos.

5.1 ETAPA DIAGNÓSTICO

A etapa diagnóstico buscou o alcance do primeiro objetivo específico “Construir a arquitetura do modelo de sistema dinâmico baseada na rota tecnológica de resíduos sólidos recicláveis secos de SC e nos fluxos de massa destes materiais, de origem pré-consumo e pós-consumo”. Esta etapa, contemplou os métodos: pesquisa bibliográfica e documental para definição do escopo do estudo, análise de dados secundários - relacionados aos fluxos de massa de resíduos pré-consumo - e primários pela aplicação de questionário às organizações de catadores de materiais recicláveis de SC, resíduos pós-consumo.

Para a compreensão e elaboração de uma arquitetura da rota tecnológica de recicláveis em SC, investigou-se a cadeia de resíduos catarinense, já na revisão de literatura, em que ficaram evidenciadas as existências em SC das cadeias produtivas metalmeccânica, papel e celulose, petroquímica e de minerais não metálicos (vidro). Concluindo-se que SC possuiu uma indústria de transformação diversificada e que favorece os fluxos de retorno para reciclagem dos resíduos sólidos recicláveis secos.

Além disso, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS-SC) apresentou o diagnóstico das indústrias recicladoras, em que foram identificadas 253 indústrias recicladoras e 13.077 ton/mês de resíduos processados, que corresponde a aproximadamente 159 mil toneladas de resíduos por ano, dos quais 80,23% dos empreendimentos absorvem resíduos plásticos.

Diante destas conclusões, buscou-se mais informações sobre os fluxos de massa dos resíduos de origem industrial e urbana, a fim de se compreender melhor as inter-relações da rota tecnológica. Ainda, de forma documental, foram levantados elementos e atores da rota de recicláveis secos em Santa Catarina, em que a complexidade de relações entre catadores e intermediários da rota da reciclagem foi evidenciada. Estes elementos possibilitaram a elaboração do diagrama do fluxo dos resíduos da Rota Tecnológica dos Resíduos Recicláveis

Secos de SC, uma proposta simplificada que considerou a indústria recicladora e os entes intermediários como entidades únicas na rota, decisão tomada para fins de facilitação na concepção do modelo de sistema dinâmico, parte do segundo objetivo específico desta pesquisa.

Para interpretar melhor as limitações do modelo, investigou-se, além de dados documentais e bibliográficos, os bancos de dados do Sistema de Movimentação de Resíduos e Rejeitos-MTR do IMA-SC e do Guia Industrial da FIESC, para trazer elementos que auxiliassem na compreensão da componente pré-consumo da rota.

Dos bancos de dados acessados, o Sistema de Movimentação de Resíduos e Rejeitos-MTR do IMA-SC proporcionou a leitura de diversas informações sobre os resíduos recicláveis, em especial os de origem industrial, uma vez que há limitações na inserção das informações de RSU no sistema MTR. A média geral de geração de resíduos recicláveis secos de origem industrial dos anos de 2017 e 2018 foi de 1,53 milhão de toneladas, transportados fo de 1,52 milhão de toneladas e, no quesito destinação o valor reduziu para 286 mil toneladas declaradas. Evidenciando assim, um déficit nas declarações de destinação desses resíduos em Santa Catarina. Este banco de dados ainda possibilitou a constatação de que o principal resíduo gerado, dentre os recicláveis secos selecionados na pesquisa, são os resíduos de papéis onde aproximadamente 1 milhão de toneladas são geradas e a fração de 700 mil toneladas é importado para SC de outros estados.

Considerando-se apenas a geração catarinense, tem-se uma prevalência nas gerações dos resíduos de papéis e metais, em que a região de Joinville é responsável por 40% da geração total de SC declarada no sistema e por 50% da destinação total de SC. O tratamento informado para 96% da massa de material estudada é a reciclagem.

Do segundo banco de dados pesquisado, o Guia Industrial da FIESC, apurou-se com maior profundidade as indústrias potencialmente geradoras de resíduos de papéis, plásticos, metais e vidros. Pelo número de indústrias, 39% delas geram resíduos plásticos, 31% resíduos metálicos, 23% delas resíduos de papéis e 7% delas resíduos de vidros. Aferiu-se, também, o porte das organizações. No geral, há um predomínio de indústrias de micro e pequeno porte, os segmentos de grande e médio porte tem maior representação em indústrias geradoras de resíduos plásticos seguidas de indústrias geradoras de resíduos metálicos e papéis, já as informações sobre as indústrias geradoras de vidros se mostraram pouco representativas. Esta avaliação por porte das indústrias suscitou, também, uma grande oportunidade de se construir acordos setoriais ou termos de compromissos com as organizações de maior porte sediadas em

SC, que poderiam contribuir muito para o desenvolvimento da logística reversa no estado, alavancando as organizações de menor porte.

No que tange à questão dos resíduos sólidos urbanos, e a componente de recicláveis secos, buscou-se informações das gerações estimadas para a população de SC e a sua composição gravimétrica, cujas informações apresentadas pelo PERS-SC: 42,12% de fração orgânica; 39,87% de recicláveis; e 18,01% referente aos rejeitos, sendo que a quantidade total de RSU coletada é da ordem de 1.723.115,36 ton/ano, das quais 94,14% derivadas da coleta convencional e 5,86% da seletiva.

Indagando-se sobre a recuperação desses materiais pós-consumo, buscou-se compreender detalhes um ente importante na rota tecnológica de recicláveis secos de SC, que são as Catadoras e os Catadores de materiais recicláveis. Para isso, construiu-se uma importante relação de contribuição para esta pesquisa com a Federação Catarinense de Catadoras e Catadores de Materiais Recicláveis. Os membros das organizações, associações e cooperativas foram convidados a participar, respondendo a um questionário em que questões socioprodutivas foram abordadas. Sobre as mais relevantes, conclui-se grande parte das organizações está formalizada e trabalhando geralmente com a triagem e coleta de resíduos recicláveis. Indicaram uma média de: 21 pessoas trabalhando por organização, em que 54% são mulheres, a triagem média de 80,44 toneladas de resíduos por mês, um índice de rejeitos de 39,77%, 46% das organizações indicaram recebimento de resíduos das prefeituras municipais e 71% delas relataram que não há nenhum tipo de contrapartida pelo serviço prestado. Além disso, no que apontam sobre a comercialização de materiais, 68% das organizações indicaram dificuldades de comercialização pela variação dos preços dos materiais apresentadas pelos compradores e 32% das organizações indicaram que a propriedade dos equipamentos de uso das entidades é de propriedade dos compradores dos materiais. Sobre as estruturas físicas e equipamentos disponíveis para as atividades dos trabalhadores nas organizações, das 34 associações e cooperativas participantes da pesquisa, em geral, as estruturas são insuficientes para o desempenho das atividades em boas condições de trabalho.

5.2 ETAPA ESTRATÉGICA

A etapa estratégica buscou o alcance do segundo objetivo específico “Modelar sistema dinâmico para resíduos sólidos recicláveis secos de SC”. Esta etapa contemplou os métodos: modelagem do sistema dinâmico e definição de cenários.

O primeiro objetivo específico deste trabalho trouxe os principais elementos para a modelagem do sistema dinâmico dos resíduos sólidos recicláveis secos. O modelo, baseado no diagrama da rota tecnológica dos resíduos sólidos recicláveis secos de SC, foi construído considerando equações matemáticas e parâmetros de entrada do sistema para simulação dos fluxos de massa de resíduos sólidos recicláveis secos, de origem urbana, considerando as principais tecnologias da rota tecnológica: recuperação pela indústria de transformação e aterro sanitário. Optou-se pela construção do modelo pós-consumo por diversas questões, a primeira delas pela limitação em modelar a complexidade da rota de resíduos de origem pré e pós consumo simultaneamente, a segunda delas pela consistência das informações de origem pré-consumo com série de informações ainda limitada e com fluxos de massas de resíduos que geram grande impacto na modelagem e, finalmente, a terceira grande questão foi a ausência de metas quantificáveis para resíduos sólidos recicláveis secos industriais no PERS-SC e outros instrumentos de planejamento.

Diante do exposto, os cenários elaborados para essa avaliação foram: o Tendencial, que corresponde a massa de resíduos gerada até 2038, levando-se em consideração a geração de resíduos sólidos pelo incremento populacional, o cenário Referência PERS, que inclui as metas propostas pelo o Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Santa Catarina no que tange ao aumento da cobertura de coleta seletiva e as metas de desvio de resíduos sólidos da destinação para aterro sanitário, e o cenário Idealístico que é resultado da imposição de avanços ao cenário Referência PERS, dos quais: meta de 60% de desvio de aterro para o ano de 2018, como preconiza a versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, uma proposta de melhoria da eficiência inerente ao processo de triagem e, de maneira a provocar o princípio da Política Nacional de Resíduos Sólidos, uma taxa de redução da geração dos resíduos sólidos urbanos.

5.3 ETAPA AVALIATIVA

A etapa avaliativa buscou o alcance do terceiro objetivo específico “avaliar a simulação do sistema dinâmico pelo uso do modelo para diferentes cenários de planejamento”. Esta etapa contemplou os métodos: Simulação do modelo de sistema dinâmico e avaliação das Incertezas.

Como resultado da simulação do modelo, obteve-se a constatação de que, nos cenários Tendencial e Referência PERS, gerará um incremento de 1 milhão de toneladas de resíduos encaminhados a aterro sanitário, iniciando em 2019 com 1,8 milhões de toneladas e finalizando

com 2,6 milhões de toneladas por ano. O cenário idealístico, impondo-se taxa de redução de geração de resíduos, mostrou uma geração de 200 mil toneladas a menos que os demais cenários até o último ano de modelagem.

Sobre a recuperação de resíduos recicláveis, avaliando-se a massa acumulada ao final de 2038, gerará uma recuperação nos cenários Referência PERS e Idealístico de 5,24 e 5,49 milhões de toneladas de resíduos, respectivamente, no cenário Tendencial, 2,13 milhões de toneladas de resíduos, este último representa uma perda em massa de aproximadamente 3,37 milhões de toneladas de resíduos que poderiam ser recuperados em relação aos demais cenários.

Já do ponto de vista de encaminhamento de resíduos sólidos urbanos para aterro sanitário, o cenário Tendencial apresentou o valor acumulado de 42,96 milhões de toneladas de resíduos recicláveis sendo encaminhados para os aterros sanitários de SC até 2038, o Referência PERS, 38,95 milhões de toneladas e o cenário Idealístico o montante de 37,88 milhões de toneladas de resíduos recicláveis que ainda seriam encaminhados para aterro sanitário até o final do período de 2018.

No aspecto das incertezas inerentes a modelagem sistema dinâmico, destacam-se: a arquitetura do modelo, em que se optou-se pela modelagem de balanço de massa que compreendeu os fluxos ligados aos resíduos sólidos recicláveis secos de origem pós-consumo, portanto, pressupõe que se faz necessário a incorporação dos fluxos pré-consumo para que o modelo se aproxime da realidade de SC.

Sobre as variáveis e os cenários atribuídas ao modelo, a maioria foram obtidas de dados secundários, então a incerteza principal é referente inconsistência dos dados e a projeção destes para representação de SC. Sobre a incerteza de origem primária, diz respeito ao índice de rejeitos dos processos de triagem das organizações de catadores de materiais recicláveis, e é considerada a única variável de controle do pesquisador em que a diminuição das incertezas esteve condicionada aos limites da pesquisa, em que não foi possível realizar coleta de dados *in loco* nas organizações.

5.4 INTERRELAÇÕES DOS RESULTADOS

A etapa diagnóstico revela questões importantes da rota tecnológica, realizando um exercício de interrelações entre as capacidades atuais de processamento dos fluxos de massa de resíduos sólidos recicláveis secos e os resultados das massas no horizonte de planejamento tendencial, desconsiderando-se a componente industrial (pré-consumo) temos:

Quadro 22 -Fluxos de massa nos cenários e demanda futura estimada.

Ano	Massa de RSRS Urbanos recuperada	Processamento das 34 organizações de Catadores	Processamento das 253 indústrias recicladoras
2019	89.457 ton/ano	965 ton/ano	156.924 ton/ano
2038	130.821 ton/ano	965 ton/ano	156.924 ton/ano
Demanda Futura	-	4.610 organizações de catadores	210 indústrias recicladoras

Fonte: Própria autora.

Evidentemente, este é apenas um exercício simplificado, diversas considerações devem ser realizadas, a exemplo: A mecanização ou o aumento do número de trabalhadores nas organizações de catadores poderia aumentar a capacidade de processamento reduzindo a demanda futura por organizações, ou ainda, as indústrias recicladoras estando dedicada apenas ao processamento dos RSRS urbanos necessitariam de 210 novas indústrias, é possível que esta demanda seja muito superior por seu processamento dos resíduos recicláveis pré-consumo. Nota-se que a geração total dos resíduos sólidos urbanos se assemelha à massa de resíduos sólidos recicláveis secos industriais indicada na geração do MTR-SC, na ordem de 1,5 milhões de ton/ano.

Para que exercícios como estes sejam possíveis, com grau de confiabilidade capaz de contribuir ao planejamento, são apresentadas recomendações de avanços científicos.

6 RECOMENDAÇÕES

Sobre as recomendações, limitam-se a indicar algumas questões que podem aperfeiçoar o desenvolvimento da rota tecnológica de resíduos e, também, todo o planejamento sobre o tema. O primeiro apontamento é que sem dados passados, ainda mais árduo é esse olhar para o futuro.

Sobre o MTR, aponto a necessidade de alternativas para a inclusão dos resíduos sólidos urbanos, por parte dos municípios, e a busca pela equalização do déficit declaratório por parte dos destinadores.

Sobre as Indústrias, aponta-se como caminho em direção ao cumprimento do PNRS o estabelecimento dos Acordos Setoriais a nível local, tendo o levantamento das indústrias pelo seu porte como um primeiro passo.

Sobre a pesquisa de apoio à FECCAT, sugere-se que este levantamento seja aprimorado e realizado todos os anos, ou em período determinado, de tal forma que contribua com informações deste aspecto da rota tecnológica de recicláveis que trata, sobretudo, o resíduo sólido reciclável pós-consumo. Constatou-se que para a aplicação dos questionários, seja de extrema relevância pesquisas presenciais e, ainda, a possibilidade de aplicá-los individualmente aos trabalhadores, em complemento a aplicação realizada com as lideranças abordada nesta pesquisa.

Indica-se, também, o desenvolvimento de novas pesquisas acadêmicas para se trabalhar diversas questões que ainda carecem muito evoluir, seja do ponto de vista do levantamento de dados primários, da caracterização dos intermediários da rota tecnológica de recicláveis, da capacidade instalada dos aterros sanitários catarinenses de forma a aumentar a vida útil pela adoção da reciclagem, ou ainda, da concepção de novos modelos matemáticos de sistemas dinâmicos para análises ainda mais robustas das rotas, auxiliando, assim, o apoio à tomada de decisão por todas as pessoas que estejam envolvidas com o tema.

Por fim, seria possível ainda se estabelecer relações entre os resultados desta pesquisa e que indicariam informações de extrema importância para o planejamento. Por exemplo, com a capacidade de triagem das organizações de catadoras e catadores de materiais recicláveis com as estruturas atuais, quantas cooperativas e quantos trabalhadores necessitaríamos a mais por ano para a triagem dos RSU diante dos cenários apresentados. Outra possível questão seria o ganho de divisas diante da economia em aterro desses materiais e a inserção deles na rota tecnológica. Esses dois temas já estão em desenvolvimento em trabalhos de conclusão de curso do Laboratório de Pesquisa em Resíduos Sólidos da UFSC.

REFERÊNCIAS

AQUINO, Israel Fernandes de; CASTILHO JR., Armando Borges de; PIRES, Thyrza Schlichting De Lorenzi. A organização em rede dos catadores de materiais recicláveis na cadeia produtiva reversa de pós-consumo da região da grande Florianópolis: uma alternativa de agregação de valor. **Gestão & Produção**, v. 16, n. 1, p. 15–24, mar. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL - BRACELPA. **Relatório de Sustentabilidade BRACELPA**. . [S.l: s.n.], 2010. Disponível em: <<http://www.sinpesc.com.br/images/publicacoes/02sustentabilidade.pdf>>.

BENVINDO, Aldo Zaiden. **A nomeação no processo de construção do catador como ator econômico e social**. 2010. 96 f. Dissertação – Universidade de Brasília - UnB, Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/6948>>. Acesso em: 28 ago. 2019.

BESEN, Gina Rizpah. **Coleta seletiva com inclusão de catadores**. 2011. Doutorado em Saúde Ambiental – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-28032011-135250/>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

BESEN, Gina Rizpah. **Gestão da coleta seletiva e de organizações de catadores**. [S.l.]: Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública, 2017. Disponível em: <<http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/159>>. Acesso em: 28 ago. 2019.

BRASIL. DECRETO Nº 7.404/2010. . Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. , 23 dez. 2010 a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em: 28 ago. 2019.

BRASIL DECRETO Nº 7.405/2010. . Decreto nº 7.405, de 23 de dezembro de 2010. , 23 dez. 2010 b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7405.htm>. Acesso em: 28 ago. 2019.

BRASIL. LEI Nº 11.445/2007. . Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. , 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: 28 ago. 2019.

BRASIL. LEI Nº 12.305/2010. . Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. , 2010 c. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 28 ago. 2019.

BUARQUE, Sérgio C. **Texto para Discussão 0939: Metodologia e Técnicas de Construção de Cenários Globais e Regionais**. . [S.l.]: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA. Disponível em: <http://ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=4485>. Acesso em: 29 ago. 2019. , fev. 2003

COLVERO, Diogo Appel. **Análise das rotas tecnológicas existentes para os resíduos sólidos urbanos no município de Cidade Ocidental/GO**. 2014. Dissertação – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/3523>>. Acesso em: 30 ago. 2019.

COMITÊ TÉCNICO DA COALIZÃO EMBALAGENS. **1º Relatório de Desempenho do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral**. . [S.l: s.n.], nov. 2017. Disponível em: <<http://separenaopare.com.br/wp-content/uploads/2017/10/RELATORIOFINALFASE1.pdf>>.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **CEMPRE Review 2013**. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <<http://cempre.org.br/busca/review%202013>>. Acesso em: 28 ago. 2019. , 2013

CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO. **Guia de atuação ministerial: encerramento dos lixões e inclusão social e produtiva de catadoras e catadores de materiais recicláveis**. Brasília, DF: [s.n.], 2014. Disponível em: <http://www.cnmp.mp.br/portal/images/Livro_Catadores_WEB.pdf>.

DETONI, Monica Maria Mendes Luna. **Aplicação de metodologia multicriterio de apoio a decisão na definição de características de projetos de construção**. 1996. 184 f. Dissertação – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1996. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/76461?show=full>>.

DRUZDZEL, Marek J; FLYNN, Roger R. **Decision Support Systems**. . [S.l.]: University of Pittsburgh. Disponível em: <<http://www.pitt.edu/~druzdzel/psfiles/dss.pdf>>. , 2002

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Rumo à Economia Circular: O Racional de Negócio para Acelerar a Transição**. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-a-%CC%80-economia-circular_Updated_08-12-15.pdf>. , 2012

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE SANTA CATARINA. **Guia Industrial FIESC – A maior base de dados da indústria catarinense**. Disponível em: <<https://guiafiesc.com.br/>>. Acesso em: 28 ago. 2019a.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE SANTA CATARINA. **SC EM DADOS | OBSERVATÓRIO FIESC | Indústria | Santa Catarina**. Disponível em: <<https://www.observatoriofiesc.com.br/sc-em-dados>>. Acesso em: 28 ago. 2019b.

FREITAS, Lúcio Flávio da Silva; FONSECA, Igor Ferraz da. **Diagnóstico sobre Catadores de Resíduos Sólidos**. Relatório de Pesquisa. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911_relatorio_cata_dores_residuos.pdf>.

GIANNIS, Apostolos et al. Application of System Dynamics Modeling for Evaluation of Different Recycling Scenarios in Singapore. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 19, n. 3, p. 1177–1185, jul. 2017.

GOMES, Luiz Flávio Autran Monteiro; MOREIRA, António Manuel Machado. Da Informação à Tomada de Decisão: Agregando Valor Através dos Métodos Multicritério. **Revista de Ciência e Tecnologia Política e Gestão para a Periferia**, v. 2, n. n° 2, p. 117–139, 1998.

GRAY, David E. **Doing Research in the Real World**. 4. ed. [S.l.]: SAGE Publications, 2009.

GRUPO DE RESÍDUOS SÓLIDOS - UFPE. **Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão**. . Jaboatão dos Guararapes, PE: [s.n.], jul. 2014. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/aep_fep/chamada_publica_residuos_solidos_Relat_Final.pdf>.

GUADAGNIN, Mario Ricardo; NASPOLINI JR., Odimar. A Função de Empresa Aparista na Cadeia de Reciclagem de Papel e Papelão no Sul Catarinense. **Anais do IX Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental**. Porto Alegre, RS: [s.n.], 2014. p. 19. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/2402/1/A%20fun%C3%A7%C3%A3o%20de%20em%20presa%20aparista%20na%20cadeia%20de%20reciclagem%20de%20papel%20e%20papel%C3%A3o%20no%20sul%20catarinense.pdf>>.

GUEDES, Gilleanes T A. **UML 2 - Uma Abordagem Prática**. 2. ed. [S.l.]: Novatec, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Divisão Regional do Brasil em Mesorregiões e Microrregiões Geográficas**. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/DRB/Divisao%20regional_v01.pdf>. , 1990

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **IBGE Cidades: Panorama Santa Catarina**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/panorama>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. IN IBAMA nº 13/2012. . Instrução Normativa nº 13, de 18 de dezembro de 2012. , 2012. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/IBAMA/IN0013-181212.PDF>>.

INSTITUTO NENUCA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – INSEA. **Rotas para a Gestão dos Resíduos**. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.insea.org.br/rotas-para-a-gestao-dos-residuos/>>. Acesso em: 1 set. 2019. , 12 mar. 2014

INSTITUTO SÓCIO-AMBIENTAL DOS PLÁSTICOS - PLASTIVIDA. **Monitoramento dos índices de reciclagem mecânica de plástico no Brasil ano base 2012.** . São Paulo, SP: [s.n.], set. 2013.

JACOBI, Pedro R. Políticas sociais locais e os desafios da participação cidadina. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 7, n. 3, p. 443–454, 2002.

JUCÁ, José Fernando Thomé. **Critérios para Seleção de Tecnologias aplicadas a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos.** . São Paulo, SP: [s.n.]. Disponível em: <http://www.wasteexpo.com.br/assets/palestra_josefernandojuca.pdf>. , 21 nov. 2017

KAZA, Silpa et al. **What a Waste 2.0.** [S.l.]: Washington, DC: World Bank, 2018. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

LUCIDCHART. **Lucidchart.** Disponível em: <<https://www.lucidchart.com/pages/pt>>. Acesso em: 1 set. 2019.

MEDEIROS, Luiza Ferreira Rezende de; MACÊDO, Kátia Barbosa. Catador de material reciclável: uma profissão para além da sobrevivência? **Psicologia & Sociedade**, v. 18, n. 2, p. 62–71, ago. 2006.

MEIRELES, Sara. **Sistema municipal de informações sobre resíduos sólidos como instrumento de gestão e gerenciamento.** 2015. 305 f. Dissertação – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/160665?show=full>>.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **PLANSAB.** . [S.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/plansab_texto_editado_para_download.pdf>. , 2014

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Versão revisada Plano Nacional de Saneamento Básico.** . [S.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/plansab/Versaoatuализada07mar2019_consultapublica.pdf>. , 7 mar. 2019

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL - MDR. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos 2017.** . [S.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos/diagnostico-rs-2017>>. Acesso em: 29 ago. 2019. , 2019

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Acordo Setorial para Implantação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral.** . [S.l: s.n.]. Disponível em: <https://sinir.gov.br/images/sinir/Embalagens%20em%20Geral/Acordo_embalagens.pdf>. , 25 nov. 2015

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Logística Reversa.** Disponível em: <<https://sinir.gov.br/logistica-reversa>>. Acesso em: 1 set. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Planos de Gestão de Resíduos Sólidos: Manual de Orientação**. . [S.l.]: ICLEI - Brasil. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/182/_arquivos/manual_de_residuos_solidos3003_182.pdf>. , 2012a

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Versão preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. . [S.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/planos-de-residuos-solidos/plano-nacional-de-residuos-solidos>>. Acesso em: 28 ago. 2019b. , ago. 2012

MINISTÉRIO DO TRABALHO. Portaria MTE nº 397/2002. . Portaria nº 397 de 10 de outubro de 2002. , 2002. Disponível em: <<http://www.mtecbo.gov.br/cbosite/pages/legislacao.jsf>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

MNCR/PANGEA/GERI-UFBA. **Análise do Custo do Postos de Trabalhos na Economia Urbana para o Segmento dos Catadores de Materiais recicláveis**. argitalpena. Disponível em: <<http://www.mncr.org.br/biblioteca/publicacoes/relatorios-e-pesquisas/analise-do-custo-do-postos-de-trabalhos-na-economia-urbana-para-o-segmento-dos-catadores-de-materiais-reciclaveis>>. Acesso em: 1 set. 2019.

MONTEIRO, José Henrique Penido et al. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. . [S.l.]: Instituto Brasileiro de Administração Municipal - IBAM. Disponível em: <<http://www.ibam.org.br/estudos?temas=35&busca=Palavra-chave&page=2>>. Acesso em: 29 ago. 2019. , 2001

NETTO, Alvim Antônio de Oliveira; MELO, Carina. **Metodologia da Pesquisa Científica: Guia Prático para a Apresentação de Trabalhos Acadêmicos**. 2. ed. [S.l.]: Visual Books, 2006.

NEVES, Fernando Luiz. Novos Desenvolvimentos para Reciclagem de Embalagens Longa Vida. In: 37º CONGRESSO INTERNACIONAL DE CELULOSE E PAPEL, out. 2004, São Paulo, SP. *Anais...* São Paulo, SP: [s.n.], out. 2004. p. 11. Disponível em: <<https://limpezapublica.com.br/textos/novosdesenvolvimentosreciclagem.pdf>>.

O'BRIEN, James A. **Sistemas de Informação e as Decisões Gerenciais na Era da Internet**. 2. ed. [S.l.]: Saraiva, 2006.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **ODS12 - Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods12/>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

PINHEL, J R; ZANIN, M; MÔNACO, G D. Catador de Resíduos Recicláveis: Um Perfil Profissional em Construção. **Cooperativa de Catadores: reflexões sobre práticas**. [S.l.: s.n.], 2011. . Disponível em: <<https://issuu.com/prazeremler/docs/catadores>>. Acesso em: 1 set. 2019.

Proposição de uma rede de associações de catadores na região da grande Florianópolis. 2007. 238 f. Dissertação – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2007.

Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/90363>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

RAMOS, Naiara Francisca. **Levantamento do perfil de catadores de materiais recicláveis e de requisitos para subsidiar o desenvolvimento de veículo coletor e de sistema de apoio à definição dos roteiros de coleta**. 2012. 191 f. Dissertação – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/100753?show=full>>.

REICHERT, Geraldo Antonio. **Apoio à tomada de decisão por meio da avaliação do ciclo de vida em sistemas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos : o caso de Porto Alegre**. 2013. Tese – Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, RS, 2013. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/87557>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

REIS, Eliete dos; LÖBLER, Mauri Leodir. O processo decisório descrito pelo indivíduo e representado nos sistemas de apoio à decisão. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 16, n. 3, p. 397–417, jun. 2012.

ROCHA, Janaíde Calvacante; JOHN, Vanderley Moacyr. **Utilização de Resíduos Na Construção Habitacional**. Porto Alegre, RS: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC, 2003. v. 4. Disponível em: <https://issuu.com/habitare/docs/coletanea_4>. Acesso em: 29 ago. 2019. (Coleção Habitare).

RODOTÁ, Stefano. **O valor dos bens comuns**. Disponível em: <<https://ricerca.repubblica.it/repubblica/archivio/repubblica/2012/01/05/il-valore-dei-beni-comuni.html>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

SANTA CATARINA (Estado). **Atlas Escolar de Santa Catarina**. . [S.l.]: Secretaria de Estado de Coodenação Geral e Planejamento. , 1991

SANTA CATARINA (Estado). **Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de SC - 2012**. . [S.l.]: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. Disponível em: <<https://issuu.com/sustentavelsc/docs/gestaoresiduossolidos>>. Acesso em: 29 ago. 2019. , 2012

SANTA CATARINA (Estado). **Plano Estadual de Logística e Transporte de Santa Catarina**. . [S.l.]: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. Disponível em: <<http://nures.ufsc.br/wp-content/uploads/2012/09/Relatorio-Outubro-3010.pdf>>. , 2013

SANTA CATARINA (Estado). **Plano Estadual de Resíduos Sólidos - Vol1**. , nº Volume 1. Florianópolis, SC: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável, 2018a. Disponível em: <<http://www.perssc.premiereng.com.br/documentos>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

SANTA CATARINA (Estado). **Plano Estadual de Resíduos Sólidos - Vol2**. , nº Volume 2. Florianópolis, SC: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável, 2018b.

Disponível em: <<http://www.perssc.premiereng.com.br/documentos>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

SANTA CATARINA (Estado). **Plano Estadual de Resíduos Sólidos - Final**. Florianópolis, SC: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável, 2018c. Disponível em: <<http://www.perssc.premiereng.com.br/documentos>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

SANTA CATARINA (Estado). Lei nº 14.675/2009. Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009. , 13 abr. 2009. Disponível em: <http://leis.alesec.sc.gov.br/html/2009/14675_2009_lei.html>. Acesso em: 1 set. 2019.

SANTA CATARINA (Estado). Lei nº 15.251/2010. Lei nº 15.251, de 03 de agosto de 2010. , 2010. Disponível em: <http://leis.alesec.sc.gov.br/html/2010/15251_2010_lei_promulgada.html>. Acesso em: 29 ago. 2019.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **As principais diferenças entre associação e cooperativa** | Sebrae. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/artigosCoperacao/entenda-as-diferencas-entre-associacao-e-cooperativa,5973438af1c92410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

SILVA, Sandro Pereira; GOES, Fernanda Lira; ALVAREZ, Albino Rodrigues. **Situação Social das Catadoras e dos Catadores de Material Reciclável e Reutilizável - Brasil**. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, 2013. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=20986&Itemid=9>. Acesso em: 29 ago. 2019.

SIMONETTO, Eugênio de Oliveira; LÖBLER, Mauri Leodir. Simulação baseada em System Dynamics para avaliação de cenários sobre geração e disposição de resíduos sólidos urbanos. **Production**, v. 24, n. 1, p. 212–224, mar. 2014.

TONETO JR., Rudinei; SAIANI, Carlos César Santejo; DOURADO, Juscelino. **Resíduos Sólidos no Brasil: Oportunidades e Desafios da Lei Federal nº 12.305/2010 (Lei de Resíduos Sólidos)**. Barueri, SP: Manole, 2014.

VENKAT, Kumar. Municipal Recycling: A System Dynamics Model. **Surya Technologies**, p. 32, 10 mar. 2005.

VENTANA SYSTEMS. **Vensim**. [S.l.: s.n.], [s.d.]. Disponível em: <<https://vensim.com/>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

WILSON, David et al. **Global Waste Management Outlook, United Nations Environment Programme (UNEP) and International Solid Waste Association (ISWA)**. [S.l.: s.n.], 2015.

ZEVZIKOVAS, Rodrigo. Especial Reciclagem - Vidro. **Revista Gestão de Resíduos**, p. 34, jul. 2008.

APÊNDICE A – CÓDIGO DOS RESÍDUOS MTR IMA-SC/IBAMA

Código dos Resíduos MTR IMA-SC / IBAMA						
Material	Capítulo	Descrição	Subcapítulo	Descrição	Código Resíduo	Descrição
Papel	3	Resíduos do Processamento de madeira e da fabricação de painéis, mobiliário, papel e celulose.	303	Resíduos da Produção e da Transformação de papel e celulose.	30308	Resíduos de triagem de papel e papelão destinado a reciclagem.
	15	Resíduos de embalagens absorventes, panos de limpeza, materiais filtrantes e vestuário de proteção não anteriormente especificados.	1501	Embalagens (incluindo resíduos urbanos e equiparados de embalagens, recolhidos separadamente).	150101	Embalagens de papel e cartão.
	15	Resíduos de embalagens absorventes, panos de limpeza, materiais filtrantes e vestuário de proteção não anteriormente especificados.	1501	Embalagens (incluindo resíduos urbanos e equiparados de embalagens, recolhidos separadamente).	150105	Embalagens longa-vida.
	19	Resíduos de instalações de gestão de resíduos, de estações de tratamento de águas residuais e da preparação de água para consumo humano e água para consumo industrial	1912	Resíduos do tratamento mecânico de resíduos (por exemplo, triagem, trituração, compactação, peletização) não anteriormente especificados.	191201	Papel e cartão.
	20	Resíduos sólidos urbanos e equiparados (resíduos domésticos, do comércio, indústria e serviços), incluindo as frações provenientes da coleta seletiva.	2001	Resíduos provenientes da coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos (exceto 15 01).	200101	Papel e cartão.

Código dos Resíduos MTR IMA-SC / IBAMA						
Material	Capítulo	Descrição	Subcapítulo	Descrição	Código Resíduo	Descrição
Plástico	2	Resíduos de agricultura, horticultura, aquicultura, silvicultura, caça e pesca e da preparação e processamento de produtos alimentares.	201	Resíduos da agricultura, horticultura, aquicultura, silvicultura, caça e pesca.	20104	Resíduos de plásticos (excluindo embalagens).
	7	Resíduos de processos químicos orgânicos.	702	Resíduos da fabricação, formulação, distribuição e utilização de plásticos, borracha e fibras sintéticas.	70213	Resíduos e Refugos de plásticos.
	12	Resíduos da moldagem e do tratamento físico e mecânico de superfície de metais e plástico.	1201	Resíduos da moldagem e do tratamento físico e mecânico de superfície de metais e plástico.	120105	Aparas de matérias plásticas.
	15	Resíduos de embalagens absorventes, panos de limpeza, materiais filtrantes e vestuário de proteção não anteriormente especificados.	1501	Embalagens (incluindo resíduos urbanos e equiparados de embalagens, recolhidos separadamente).	150102	Embalagens de Plástico.
	16	Resíduos não especificados em outros capítulos desta lista.	1601	Veículos em fim de vida de diferentes meios de transporte (incluindo máquinas todo terreno) e resíduos de desmantelamento/desmanche de veículos em fim de vida e da manutenção de veículos (exceto 13, 14, 1606 e 1608).	160119	Plástico.
	17	Resíduos de construção e demolição (incluindo solos escavados de locais contaminados).	1702	Madeiras, vidro e plástico.	170203	Plástico.
	19	Resíduos de instalações de gestão de resíduos, de estações de tratamento de águas residuais e da preparação de água para consumo humano e água para consumo industrial.	1912	Resíduos do tratamento mecânico de resíduos (por exemplo, triagem, trituração, compactação, peletização) não anteriormente especificados.	191204	Plásticos.
	20	Resíduos sólidos urbanos e equiparados (resíduos domésticos, do comércio, indústria e serviços), incluindo as frações provenientes da coleta seletiva.	2001	Resíduos provenientes da coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos (exceto 15 01).	200139	Plásticos.

Código dos Resíduos MTR IMA-SC / IBAMA						
Material	Capítulo	Descrição	Subcapítulo	Descrição	Código Resíduo	Descrição
Vidro	10	Resíduos de processos térmicos.	1011	Resíduos da fabricação do vidro e de produtora de vidro.	101105	Partículas e poeiras.
	15	Resíduos de embalagens absorventes, panos de limpeza, materiais filtrantes e vestuário de proteção não anteriormente especificados.	1501	Embalagens (incluindo resíduos urbanos e equiparados de embalagens, recolhidos separadamente).	150107	Embalagens de vidro.
	16	Resíduos não especificados em outros capítulos desta lista.	1601	Veículos em fim de vida de diferentes meios de transporte (incluindo máquinas todo terreno) e resíduos de desmantelamento/ desmanche de veículos em fim de vida e da manutenção de veículos (exceto 13, 14, 1606 e 1608).	160120	Vidro.
	17	Resíduos de construção e demolição (incluindo solos escavados de locais contaminados).	1702	Madeiras, vidro e plástico.	170202	Vidro.
	19	Resíduos de instalações de gestão de resíduos, de estações de tratamento de águas residuais e da preparação de água para consumo humano e água para consumo industrial.	1912	Resíduos do tratamento mecânico de resíduos (por exemplo, triagem, trituração, compactação, peletização) não anteriormente especificados.	191205	Vidro.
	20	Resíduos sólidos urbanos e equiparados (resíduos domésticos, do comércio, indústria e serviços), incluindo as frações provenientes da coleta seletiva.	2001	Resíduos provenientes da coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos (exceto 15 01).	200102	Vidro.

Código dos Resíduos MTR IMA-SC / IBAMA						
Material	Capítulo	Descrição	Subcapítulo	Descrição	Código Resíduo	Descrição
Metal	2	Resíduos de agricultura, horticultura, aquicultura, silvicultura, caça e pesca e da preparação e processamento de produtos alimentares.	201	Resíduos da agricultura, horticultura, aquicultura, silvicultura, caça e pesca.	201110	Resíduos metálicos, como por exemplo, estruturas metálicas, sucatas metálicas, varas e cabos utilizados em campo
	10	Resíduos de processos térmicos.	1003	Resíduos de pirometalurgia do alumínio	100304	Escórias da produção primária.
	10	Resíduos de processos térmicos.	1005	Resíduos da pirometalurgia do zinco.	100501	Escórias da produção primária e secundária.
	10	Resíduos de processos térmicos.	1006	Resíduos da pirometalurgia do cobre.	100601	Escórias da produção primária e secundária.
	10	Resíduos de processos térmicos.	1007	Resíduos da pirometalurgia da prata, do ouro e da platina.	100701	Escórias da produção primária e secundária.
	10	Resíduos de processos térmicos.	1008	Resíduos da pirometalurgia de outros metais não ferrosos.	100804	Partículas e poeiras não perigosas.
	10	Resíduos de processos térmicos.	1008	Resíduos da pirometalurgia de outros metais não ferrosos.	100809	Outras escórias.
	11	Resíduos de tratamentos químicos e revestimentos de metais e outros materiais, resíduos da hidrometalurgia de metais não ferrosos.	1105	Resíduos de processos de galvanização a quente.	110501	Escórias e cinzas de zinco não perigosas.

Código dos Resíduos MTR IMA-SC / IBAMA						
Material	Capítulo	Descrição	Subcapítulo	Descrição	Código Resíduo	Descrição
Metal	15	Resíduos de embalagens absorventes, panos de limpeza, materiais filtrantes e vestuário de proteção não anteriormente especificados.	1501	Embalagens (incluindo resíduos urbanos e equiparados de embalagens, recolhidos separadamente).	150104	Embalagens de metal.
	12	Resíduos da moldagem e do tratamento físico e mecânico de superfície de metais e plástico.	1201	Resíduos da moldagem e do tratamento físico e mecânico de superfície de metais e plástico.	120101	Aparas e limalhas de metais ferrosos.
	12	Resíduos da moldagem e do tratamento físico e mecânico de superfície de metais e plástico.	1201	Resíduos da moldagem e do tratamento físico e mecânico de superfície de metais e plástico.	120102	Poeiras e partículas de metais ferrosos.
	12	Resíduos da moldagem e do tratamento físico e mecânico de superfície de metais e plástico.	1201	Resíduos da moldagem e do tratamento físico e mecânico de superfície de metais e plástico.	120103	Aparas e limalhas de metais não ferrosos.
	12	Resíduos da moldagem e do tratamento físico e mecânico de superfície de metais e plástico.	1201	Resíduos da moldagem e do tratamento físico e mecânico de superfície de metais e plástico.	120104	Poeiras e partículas de metais não ferrosos.
	15	Resíduos de embalagens absorventes, panos de limpeza, materiais filtrantes e vestuário de proteção não anteriormente especificados.	1501	Embalagens (incluindo resíduos urbanos e equiparados de embalagens, recolhidos separadamente).	150111	Embalagens de metal, incluindo recipientes vazios sob pressão, com uma matriz porosa sólida perigosa (por exemplo amianto).
	16	Resíduos não especificados em outros capítulos desta lista.	1601	Veículos em fim de vida de diferentes meios de transporte (incluindo máquinas todo terreno) e resíduos de desmantelamento/ desmanche de veículos em fim de vida e da manutenção de veículos (exceto 13, 14, 1606 e 1608).	16 01 17	Sucatas metálicas ferrosas

Código dos Resíduos MTR IMA-SC / IBAMA						
Material	Capítulo	Descrição	Subcapítulo	Descrição	Código Resíduo	Descrição
Metal	19	Resíduos de instalações de gestão de resíduos, de estações de tratamento de águas residuais e da preparação de água para consumo humano e água para consumo industrial.	1908	Resíduos da trituração de resíduos contendo metais.	191001	Resíduos de ferro ou aço.
	19	Resíduos de instalações de gestão de resíduos, de estações de tratamento de águas residuais e da preparação de água para consumo humano e água para consumo industrial.	1910	Resíduos da trituração de resíduos contendo metais.	191002	Resíduos não ferrosos.
	19	Resíduos de instalações de gestão de resíduos, de estações de tratamento de águas residuais e da preparação de água para consumo humano e água para consumo industrial.	1912	Resíduos do tratamento mecânico de resíduos (por exemplo, triagem, trituração, compactação, peletização) não anteriormente especificados.	191202	Metais ferrosos.
	19	Resíduos de instalações de gestão de resíduos, de estações de tratamento de águas residuais e da preparação de água para consumo humano e água para consumo industrial.	1912	Resíduos do tratamento mecânico de resíduos (por exemplo, triagem, trituração, compactação, peletização) não anteriormente especificados.	191203	Metais não ferrosos.
	20	Resíduos sólidos urbanos e equiparados (resíduos domésticos, do comércio, indústria e serviços), incluindo as frações provenientes da coleta seletiva.	2001	Resíduos provenientes da coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos (exceto 15 01).	200140	Metais.

APÊNDICE B – CNAE DAS ATIVIDADES

CNAE Principal	CNAE Secundário	Resíduo Potencial
10 - Fabricação de produtos alimentícios	10.20-1/02 - Fabricação de conservas de peixes, crustáceos e moluscos	Vidro
	10.31-7/00 - Fabricação de conservas de frutas	Vidro
	10.32-5/01 - Fabricação de conservas de palmito	Vidro
	10.32-5/99 - Fabricação de conservas de legumes e outros vegetais, exceto palmito	Vidro
	10.33-3/01 - Fabricação de sucos concentrados de frutas, hortaliças e legumes	Vidro, plástico
	10.33-3/02 - Fabricação de sucos de frutas, hortaliças e legumes, exceto concentrados	Plástico, vidro
	10.41-4/00 - Fabricação de óleos vegetais em bruto, exceto óleo de milho	Plástico, metal
	10.52-0/00 - Fabricação de laticínios	Plástico, multicamada
	10.53-8/00 - Fabricação de sorvetes e outros gelados comestíveis	Plástico
	10.61-9/02 - Fabricação de produtos do arroz	Plástico
	10.62-7/00 - Moagem de trigo e fabricação de derivados	Plástico
	10.63-5/00 - Fabricação de farinha de mandioca e derivados	Plástico
	10.64-3/00 - Fabricação de farinha de milho e derivados, exceto óleos de milho	Plástico
	10.65-1/01 - Fabricação de amidos e féculas de vegetais	Plástico
	10.66-0/00 - Fabricação de alimentos para animais	Plástico
	10.72-4/01 - Fabricação de açúcar de cana refinado	Plástico
	10.81-3/02 - Torrefação e moagem de café	Papel, multicamada
	10.91-1/01 - Fabricação de produtos de panificação industrial	Plástico
	10.92-9/00 - Fabricação de biscoitos e bolachas	Plástico
	10.93-7/01 - Fabricação de produtos derivados do cacau e de chocolates	Plástico
	10.93-7/02 - Fabricação de frutas cristalizadas, balas e semelhantes	Plástico
	10.94-5/00 - Fabricação de massas alimentícias	Plástico
	10.95-3/00 - Fabricação de especiarias, molhos, temperos e condimentos	Vidro, plástico
	10.96-1/00 - Fabricação de alimentos e pratos prontos	Plástico, papel
	10.99-6/01 - Fabricação de vinagres	Plástico
	10.99-6/03 - Fabricação de fermentos e leveduras	Plástico
	10.99-6/04 - Fabricação de gelo comum	Plástico
	10.99-6/05 - Fabricação de produtos para infusão (chá, mate, etc.)	Plástico, papel, multicamada

CNAE Principal	CNAE Secundário	Resíduo Potencial
22 - Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	22.12-9/00 - Reforma de pneumáticos usados	Borracha
	22.19-6/00 - Fabricação de artefatos de borracha não especificados anteriormente	Borracha
	22.21-8/00 - Fabricação de laminados planos e tubulares de material plástico	Plástico
	22.22-6/00 - Fabricação de embalagens de material plástico	Plástico
	22.23-4/00 - Fabricação de tubos e acessórios de material plástico para uso na construção	Plástico
	22.29-3/01 - Fabricação de artefatos de material plástico para uso pessoal e doméstico	Plástico
	22.29-3/02 - Fabricação de artefatos de material plástico para usos industriais	Plástico
	22.29-3/03 - Fabricação de artefatos de material plástico para uso na construção, exceto tubos e acessórios	Plástico
	22.29-3/99 - Fabricação de artefatos de material plástico para outros usos não especificados anteriormente	Plástico
25 - Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	25.11-0/00 - Fabricação de estruturas metálicas	Metal
	25.12-8/00 - Fabricação de esquadrias de metal 20.91-6/00 - Fabricação de adesivos e selantes	Metal
	25.21-7/00 - Fabricação de tanques, reservatórios metálicos e caldeiras para aquecimento central	Metal
	25.31-4/02 - Produção de forjados de metais não-ferrosos e suas ligas	Metal
	25.32-2/01 - Produção de artefatos estampados de metal	Metal
	25.39-0/01 - Serviços de usinagem, tornearia e solda	Metal
	25.39-0/02 - Serviços de tratamento e revestimento em metais	Metal
	25.42-0/00 - Fabricação de artigos de serralheria, exceto esquadrias	Metal
	25.43-8/00 - Fabricação de ferramentas	Metal
	25.91-8/00 - Fabricação de embalagens metálicas	Metal
	25.92-6/01 - Fabricação de produtos de trefilados de metal padronizados	Metal
	25.93-4/00 - Fabricação de artigos de metal para uso doméstico e pessoal	Metal
	25.99-3/01 - Serviços de confecção de armações metálicas para a construção	Metal
25.99-3/99 - Fabricação de outros produtos de metal não especificados anteriormente	Metal	

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO SOCIOPRODUTIVO DAS ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS DE SANTA CATARINA

QUESTIONÁRIO – DIAGNÓSTICO SOCIOPRODUTIVO DAS ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS DE SANTA CATARINA

Prezado Sr. / Sra. Catador(a),

Completar este breve questionário vai nos ajudar a obter os dados para a publicação do livro "Mãos que Reciclam" que será produzido pelo Laboratório de Resíduos Sólidos (LARESO) em parceria com a FECCAT-SC.

Para continuar pedimos que leia com atenção e concorde o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido disponível enviado para seu e-mail ou no link: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/190328>

Obrigado!

DADOS DA ORGANIZAÇÃO

Identificação e socioeconômico

1. Qual o nome da Organização?

2. Qual o endereço da Organização?

3. Qual o nome do presidente ou liderança da organização?

QUESTIONÁRIO – DIAGNÓSTICO SOCIOPRODUTIVO DAS ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS DE SANTA CATARINA

4. Qual o tipo de Organização?Instruções da pergunta: *Selecione uma resposta*

- Cooperativa
- Associação
- Grupo informal
- Rede
- Federação
- Não soube / Não quis informar

5. Possui estatuto?

- Sim
- Não
- Não soube / Não quis informar

6. Quantos catadores estão associados à organização?Instruções da pergunta: *Selecione uma resposta*

- Número de catadores:
- Não soube / Não quis informar

7. Quantas catadoras (Mulheres)?

- Número de mulheres:
- Não soube / Não quis responder

8. Quantos catadores (Homens)?

- Número de homens:
- Não soube / Não quis responder

QUESTIONÁRIO – DIAGNÓSTICO SOCIOPRODUTIVO DAS ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS DE SANTA CATARINA

9. A organização é base de acordo com MNCR e federada com a FECCAT-SC?

Instruções da pergunta: *MNCR = Movimento Nacional dos Catadores de Material Recicláveis. FECCAT-SC = Federação das Associações e Cooperativas de Material Reciclado de Santa Catarina*

- Sim, MNCR.
- Sim, FECCAT-SC
- Sim, ambas!
- Não
- Não soube / Não quis informar

10. Caso os catadores da organização estejam cadastrados em programas sociais e apoios assinale as opções abaixo:

Instruções da pergunta: *Selecione uma ou mais respostas*

- Cadúnico (Cadastro Único)
- Bolsa Família
- Bolsa Escola
- Minha Casa Minha Vida
- EJA (Educação de Jovens e Adultos)
- FIES (Financiamento Estudantil)
- Outro...
- Não soube / Não quis informar

11. Caso sua organização esteja inserida em programas, convênios ou parcerias cite-as:

Instruções da pergunta: *Ex: CADSOL (Cadastro Nacional dos Empreendimentos Econômicos Solidários)*

QUESTIONÁRIO – DIAGNÓSTICO SOCIOPRODUTIVO DAS ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS DE SANTA CATARINA

12. Qual nível de escolaridade dos catadores?

Instruções da pergunta: *Assinale os níveis de escolaridade dos catadores. Pode-se assinalar mais de uma alternativa.*

- Nenhuma escolaridade
- Ensino Fundamental Incompleto
- Ensino Fundamental Completo
- Ensino Médio Incompleto
- Ensino Médio Completo
- Ensino Superior Incompleto
- Ensino Superior Completo
- Não soube / Não quis informar

13. Quantas horas cada catador trabalha em média por dia?

Instruções da pergunta: *Selecione uma resposta*

- Menos que 4 horas
- Entre 4 a 6 horas
- Entre 6 a 8 horas
- Mais que 8 horas
- Não soube / Não quis informar

14. A remuneração dos catadores é por:

Instruções da pergunta: *Selecione uma resposta*

- Produção individual
- Rateio coletivo
- Renda fixa
- Outra...
- Não soube / Não quis informar

QUESTIONÁRIO – DIAGNÓSTICO SOCIOPRODUTIVO DAS ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS DE SANTA CATARINA

15. O pagamento dos catadores é feito:Instruções da pergunta: *Selecione uma resposta*

- Diário
- Semanal
- Quinzenal
- Mensal
- Outra...

16. Qual a renda média bruta mensal por catador?Instruções da pergunta: *Como fazer a pergunta: Quanto está tirando cada catador por mês? Sabendo que o valor do salário mínimo no período da pesquisa é de R\$954,00.*

- Menor que um salário mínimo
- Entre 1 a 2 salários mínimos
- Entre 2 a 3 salários mínimos
- Maior que 3 salários mínimos
- Não soube / Não quis informar

DADOS DO LOCAL

Requisitos legais

17. Selecione as exigências atendidas pela organização:Instruções da pergunta: *Selecione uma ou mais respostas*

- Alvará Sanitário
- Alvará de funcionamento emitido pela Prefeitura
- Vistoria dos Bombeiros
- Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ)
- Imposto sobre circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS)
- Imposto sobre serviço (ISS)
- Licença Ambiental
- Outra...
- Não soube / Não quis informar
-

QUESTIONÁRIO – DIAGNÓSTICO SOCIOPRODUTIVO DAS ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS DE SANTA CATARINA

DADOS DO LOCAL

Serviços

18. Quais das seguintes atividades são realizadas pela organização?Instruções da pergunta: *Selecione uma ou mais respostas*

- Coleta
- Triagem
- Beneficiamento de materiais
- Educação Ambiental
- Compostagem
- Recebimento de óleo
- Recebimento de eletroeletrônicos
- Brechó
- Outra...
- Não soube / Não quis informar

19. A atividade é apoiada pela prefeitura?Instruções da pergunta: *Selecione uma resposta*

- Sim, financeiramente
- Sim, cedendo equipamentos
- Sim, disponibilizando espaço para instalação da cooperativa
- Não
- Não soube / Não quis informar

QUESTIONÁRIO – DIAGNÓSTICO SOCIOPRODUTIVO DAS ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS DE SANTA CATARINA

20. A organização tem contrato com prefeitura ou outras instituições (empresas privadas, governamentais...)?

Instruções da pergunta: *Selecione uma ou mais respostas*

- Sim
- Não
- Com quem?
- Não soube / Não quis informar

21. Se existe acordo com a prefeitura, assinale a forma de cobrança:

Instruções da pergunta: *Selecione uma resposta*

- Toneladas coletadas/triadas
- Horas trabalhadas
- Valor Fixo
- Outra...

22. De onde vem o material a ser triado ou quem fornece o material?

Instruções da pergunta: *Selecione uma ou mais respostas*

- Coleta convencional do município
- Coleta seletiva do município
- Órgãos Públicos
- Pontos de Entrega Voluntária
- Empresas privadas
- Coleta realizada pela própria organização
- Outras entidades..
- Não soube / Não quis informar

23. Qual a quantidade de material processada (média)?

Instruções da pergunta: *Valor em toneladas/semana ou toneladas/mês. Não esquecer de colocar a unidade!*

- Informe em ton/semana ou ton/mês:
- Não Soube / Não quis informar

QUESTIONÁRIO – DIAGNÓSTICO SOCIOPRODUTIVO DAS ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS DE SANTA CATARINA

24. Quais destes materiais são comercializados?Instruções da pergunta: *Selecione uma ou mais respostas*

- Vidro
- Papel
- Papelão
- Isopor
- Plástico
- Metal
- Tetrapak (Embalagem Multicamada)
- Óleo de Cozinha
- Eletroeletrônicos
- Outra...
- Não soube / Não quis informar

25. Descreva as categorias de separação do Papel:Instruções da pergunta: *Ex.: Papel Branco, Papel misto...***26. Qual a quantidade em peso de Papel é comercializada?**Instruções da pergunta: *Valor em Tonelada/Mês (indicar unidade, caso necessário)***27. Indique a empresa responsável pela compra de Papel:**

- Empresa:
- Não soube / Não quis informar

QUESTIONÁRIO – DIAGNÓSTICO SOCIOPRODUTIVO DAS ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS DE SANTA CATARINA

28. Esse comprador:Instruções da pergunta: *Selecione uma ou mais respostas* É uma empresa / indústria É um atravessador Outra cooperativa/associação Outra... **29. Qual a quantidade em peso de Papelão é comercializada?**Instruções da pergunta: *Valor em Tonelada/semana***30. Indique a empresa responsável pela compra de Papelão:** Empresa: Não soube / Não quis informar**31. Descreva as categorias de separação do Plástico:**Instruções da pergunta: *Ex: Cristal (canela), PET, PVC...***32. Qual a quantidade em peso de Plástico é comercializada?**Instruções da pergunta: *Valor em Tonelada/Mês***33. Indique a empresa responsável pela compra de Plástico:** Empresa: Não soube / Não quis informar

QUESTIONÁRIO – DIAGNÓSTICO SOCIOPRODUTIVO DAS ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS DE SANTA CATARINA

34. Descreva as categorias de separação do Vidro:

Instruções da pergunta: *Ex: Vidro plano, vidro temperado, vidro laminado, garrafas...*

35. Qual a quantidade em peso de Vidro é comercializada?

Instruções da pergunta: *Valor em Tonelada/Mês*

36. Indique a empresa responsável pela compra de Vidro:

Empresa:

Não soube / Não quis informar

37. Descreva as categorias de separação do Metal:

Instruções da pergunta: *Ex: Alumínio, Ferro, Latão...*

38. Qual a quantidade em peso de Metal é comercializada?

Instruções da pergunta: *Valor em Tonelada/Mês*

39. Indique a empresa responsável pela compra de Metal:

Empresa:

Não soube / Não quis informar

40. Descreva outros itens e pesos respectivos comercializados pela organização:

Instruções da pergunta: *Ex: Eletroeletrônicos, Embalagem Longa Vida (Tetrapak), Isopor...*

DADOS DO LOCAL

QUESTIONÁRIO – DIAGNÓSTICO SOCIOPRODUTIVO DAS ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS DE SANTA CATARINA

Condições de trabalho

41. Selecione as ações/campanhas ligadas a saúde do trabalhador existentes na organizaçãoInstruções da pergunta: *Selecione uma ou mais respostas*

- Plano de Prevenção de Risco
- Plano de Saúde Ocupacional
- Curso de Segurança do Trabalho
- Programa de Vacinação dos catadores
- Rotina de Higienização do local de trabalho
- Controle de pragas como desratização e desinsetização
- Ventilação adequada
- Proteção (barreiras) em máquinas para prevenção de acidentes
- Instalações elétricas adequadas e protegidas contra choques
- Sistemas de combate e prevenção de incêndio
- Outras...
- Não soube / Não quis informar

42. Assinale os EPI's utilizados:Instruções da pergunta: *Selecione uma ou mais respostas*

- Calçado (Bota de segurança, Botina)
- Vestimenta (Uniforme identificado, Calça comprida, Aventais)
- Luvas
- Boné ou Capacete
- Óculos
- Protetores Faciais
- Proteção Respiratória
- Protetores Auriculares ou Abafadores
- Outros...
- Não soube / Não quis informar

DADOS DO LOCAL

QUESTIONÁRIO – DIAGNÓSTICO SOCIOPRODUTIVO DAS ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS DE SANTA CATARINA

Estrutura

43. Assinale os equipamentos utilizados na organização:Instruções da pergunta: *Selecione uma ou mais respostas*

- Balança
- Esteiras de triagem
- Prensa Enfardadeira
- Elevador de carga manual
- Empilhadeira
- Big Bags
- Outro...
- Não soube / Não quis informar

44. Os equipamentos utilizados na organização são:Instruções da pergunta: *Selecione uma resposta*

- Da própria organização
- Emprestado por atravessadores
- Emprestado por aparistas
- Cedido pela prefeitura
- Outra...
- Não soube / Não quis informar

45. A organização possui caminhão próprio ou aluga caminhão de terceiros para coleta?Instruções da pergunta: *Selecione uma resposta*

- Sim
- Não
- Não soube / Não quis informar

QUESTIONÁRIO – DIAGNÓSTICO SOCIOPRODUTIVO DAS ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS DE SANTA CATARINA

46. Se sim, quantos caminhões e quais suas capacidades? (Se possível adicione o ano de fabricação do caminhão)

Instruções da pergunta: *Responda apenas se a resposta anterior foi "Sim".*

47. Selecione as condições ergonômicas respeitadas na organização:

Instruções da pergunta: *Selecione uma ou mais respostas*

- Limite de carga individual a ser movimentada
- Altura adequada da mesa ou esteira de triagem
- Iluminação Adequada
- Outras...
- Não soube / Não quis informar

48. Selecione as estruturas existentes no local de triagem (galpão):

Instruções da pergunta: *Selecione uma ou mais respostas*

- Piso
- Cobertura
- Banheiro
- Local de Alimentação
- Baía de transbordo
- Espaço para armazenamento
- Sala Administrativa
- Sala de recepção de visitantes
- Outra...
- Não soube / Não quis informar

DADOS DO LOCAL

Produtividade

QUESTIONÁRIO – DIAGNÓSTICO SOCIOPRODUTIVO DAS ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS DE SANTA CATARINA

49. A organização fica ociosa por falta de material?

Instruções da pergunta: *Selecione uma resposta*

- Sim
- Não
- Não soube / Não quis informar

50. Tem dificuldades para comercialização de algum tipo de material?

Instruções da pergunta: *Selecione uma ou mais respostas*

- Sim
- Não
- Qual material?
- Não soube / Não quis informar

51. Tem dificuldades pela variação de preço dos materiais para venda?

Instruções da pergunta: *Selecione uma resposta*

- Sim
- Não
- Não soube / Não quis informar

QUESTIONÁRIO – DIAGNÓSTICO SOCIOPRODUTIVO DAS ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS DE SANTA CATARINA

52. Selecione abaixo as exigências do COMPRADOR de material triado:

Instruções da pergunta: *Selecione uma ou mais respostas*

- Quantidade Mínima
- Material Prensado
- Material Solto
- Material Embalado
- Triagem refinada (ex.: separação por cor ou outra especificação da categoria de material)
- Material Ensacado em Big Bags
- Vidro em forma de cacos
- PET em forma de grânulos ou flakes
- Venda casada
- Isopor em forma de blocos
- Outra...
- Não soube / Não quis informar

53. O que é separado como rejeito na triagem?

Instruções da pergunta: *Selecione uma ou mais respostas*

- Material contaminado
- Material que não possui comprador
- Material que não tem tecnologia para ser reciclado
- Outros...

QUESTIONÁRIO – DIAGNÓSTICO SOCIOPRODUTIVO DAS ASSOCIAÇÕES E COOPERATIVAS DE SANTA CATARINA

54. Após o processamento do material, qual a taxa de Rejeito?

Instruções da pergunta: % de rejeito na carga processada

- Menor que 15%
- De 15 a 30%
- De 30 a 45%
- De 45 a 60%
- Maior que 60%
- Não soube / Não quis informar
- Quanto (%)?

55. A coleta convencional da prefeitura faz a coleta do Rejeito proveniente da triagem?

Instruções da pergunta: *Selecione uma resposta*

- Sim
- Não
- Não soube / Não quis informar

56. Você tem outros contatos de organizações informais para nos passar e contribuir nesta pesquisa?

Instruções da pergunta: *Informar nome e telefone*

ANEXO A – AÇÕES EM TRIAGEM DO ACORDO SETORIAL DE EMBALAGENS EM GERAL

Tipo de Ação: Capacitação Institucional	
Sub-Tipo de ação em Triagem:	Especificação da Ação:
Assessoria	Formação do grupo Associativo ou Cooperativo Regularização documental Legalização Adequação da situação contábil Adequação da situação trabalhista Adequação da situação administrativa Adequação da situação ambiental (licenças) Adequação da situação fiscal Adequação da situação gerencial Adequação da situação financeira
Qualificação	Gestão Administrativa Gestão financeira Gestão de pessoal Educação Ambiental básica
Tipo de Ação: Diagnóstico Técnico	
Sub-Tipo de ação em Triagem:	Especificação da Ação:
Diagnóstico Técnico	Demandas de adequação da operação Detalhar o lay out da produção Demanda de melhoria da infraestrutura Demanda de melhoria dos processos produtivos Demanda de melhoria nas condições de segurança, saúde e higiene
Tipo de Ação: Capacitação Operacional	
Sub-Tipo de ação em Triagem:	Especificação da Ação:
Processos	Treinamento e melhoria dos processos produtivos Operação do galpão Processos de separação / triagem Valorização e classificação dos materiais Processos de comercialização e negociação Fornecimento de kits de materiais e recursos para treinamentos Intercâmbio e visitas a outros grupos produtivos Adequação logística Formação em negociação e processos de venda
Treinamento	Capacitação para acesso à linhas de crédito Capacitação para acesso à linhas de financiamento Capacitação para formatar projetos

Tipo de Ação: Infraestrutura e Adequação Operacional	
Sub-Tipo de ação em Triagem:	Especificação da Ação:
Operação	<p>Fornecimento de galpão</p> <p>Adequação do lay out interno do galpão</p> <p>Melhoria de telhados</p> <p>Expansão de área coberta</p> <p>Correção de pisos</p> <p>Obra (muros, rampas)</p> <p>Construção de sanitários</p> <p>Construção de cozinha</p> <p>Instalação de área para escritório</p> <p>Melhoria na iluminação</p> <p>Adequação do sistema elétrico</p> <p>Adequação do sistema higiênico/sanitário</p> <p>Adequação do processo produtivo / triagem</p>
Equipamentos	<p>Fornecimento de esteira</p> <p>Fornecimento de mesas de triagem</p> <p>Prensa hidráulica</p> <p>Prensa horizontal</p> <p>Elevador de fardos</p> <p>Empilhadeira</p> <p>Transpaleteira</p> <p>Balança</p> <p>Big Bag</p> <p>Tambores</p> <p>Carrinhos</p> <p>Triturador de papel</p> <p>Triturador de vidro</p> <p>Equipamento de proteção individual – EPI</p> <p>Container</p> <p>Guindaste</p> <p>Caçamba estacionária</p> <p>Usina de Reciclagem (picador de PET)</p> <p>Ferramentas (para manutenção)</p> <p>Bateria de empilhadeira</p> <p>Bebedouro</p> <p>Carretinha</p> <p>Carroças</p> <p>Cesto de armazenamento de resíduos</p> <p>Computador</p> <p>Eletroeletrônicos</p> <p>Esteiras</p> <p>Impressora</p> <p>Impressora para balança</p> <p>Kit Primeiros Socorros</p> <p>Kit Uniformes</p> <p>Manutenção de equipamentos</p> <p>Máquinas de costura</p> <p>Mesas</p> <p>Mini pá carregadeira</p> <p>Porta Big Bag</p> <p>Serviços de Sinalização</p>
Logística	<p>Cessão de veículo de tração elétrica</p> <p>Cessão de veículo de carga</p> <p>Cessão de Caminhão</p> <p>Manutenção de Caminhão</p>

Tipo de Ação: Assessoria para Gerenciamento de Indicadores	
Sub-Tipo de ação em Triagem:	Especificação da Ação:
Assessoria para Gerenciamento de Indicadores	Assessoria para criar indicadores de produtividade Mapeamento de oportunidades de comercialização Fomento e apoio à criação de redes Apoio para viabilização da venda direta à indústria Apoio para viabilização da venda em rede Controle do fluxo de comercialização Aumento da receita Aumento da renda dos catadores Aumento da qualidade dos recicláveis Aumento da escala de venda dos recicláveis
Tipo de Ação: Comunicação	
Sub-Tipo de ação em Triagem:	Especificação da Ação:
Comunicação	Mídias Campanhas
Tipo de Ação: Educação Ambiental	
Sub-Tipo de ação em Triagem:	Especificação da Ação:
Educação Ambiental	Educação Ambiental Cartilhas Ações