

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

NICOLAS WANDERLIND DA SILVA

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE TRÊS SISTEMAS DE COLETA SELETIVA
IMPLANTADOS EM BAIROS DOS MUNICÍPIOS DE NOVA VENEZA E
FORQUILHINHA (SC)**

CRICIUMA

2016

NICOLAS WANDERLIND DA SILVA

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE TRÊS SISTEMAS DE COLETA SELETIVA
IMPLANTADOS EM BAIROS DOS MUNICÍPIOS DE NOVA VENEZA E
FORQUILHINHA (SC)**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Bacharelado em Engenharia Ambiental no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. MSc. Sérgio Luciano Galatto

CRICIUMA

2016

NICOLAS WANDERLIND DA SILVA

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE TRÊS SISTEMAS DE COLETA SELETIVA
IMPLANTADOS EM BAIROS DOS MUNICÍPIOS DE NOVA VENEZA E
FORQUILHINHA (SC)**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Engenheiro Ambiental, no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Tratamento e Disposição de Resíduos Sólidos.

Criciúma, 20 de junho de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. MSc Sérgio Luciano Galatto - Engenheiro Ambiental - (UNESC) - Orientador

Cristiane Bardini Dal Pont - Engenheira Ambiental - (UNESC)

Prof. MSc José Alfredo Dallarmi Da Costa- Engenheiro Químico - (UNESC)

Agradeço a Jesus e a minha família por estarem ao meu lado em mais uma etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos Professores Mário, Rosa e Leandro pelos cinco anos de experiência no projeto Coleta Seletiva Solidária.

Agradeço aos meus amigos Willian Rochadel, Erick Ferraz, Marcelo Ferraz, Nicole Boll Altieri, Alice Boll Altieri, Vandrey Januário, Thiago Mendes, Monnyk Simão e Samuel Martins por ter me ajudado de uma forma significativa nesta etapa da minha vida.

Gostaria de agradecer a Deus por ter colocado na minha vida o pastor Antiovani e a Cris por cada conselho, por ter sempre me recebido de portas abertas e muitas outras coisas que palavras não podem explicar direito.

Gostaria de agradecer também a Deus por neste ano ter me apresentado o pessoal da presbiteriana, só tenho a agradecer o carinho e atenção que vocês me passaram nesta etapa.

“O aprendizado é impossível sem o direito de errar e sem uma longa tolerância para com o estado de dúvida. ”

Olavo de Carvalho

RESUMO

Os sistemas de coleta seletiva são ferramentas fundamentais que auxiliam no processo da destinação adequada do resíduo reciclável a uma cooperativa ou associação de catadores afim de ter viabilidade de reciclagem. Deste modo este trabalho buscou fazer a comparação entre três sistemas de coleta seletiva devido ao baixo índice de participação da população envolvida bem como a geração atual de recicláveis. Foram avaliados o sistema Porta-a-Porta localizada no município de Forquilha, SC, em comparação aos Pontos de Entrega Voluntária (PEV) e o Carda - Coletor Automatizado de Resíduos com Descarga Aérea (Torre Verde) localizados no município de Nova Veneza, SC. Estes sistemas passaram por um acompanhamento durante um período de três meses (março, abril e maio de 2016) afim de avaliar a eficiência por meio de indicadores de sustentabilidade ambiental definida por BESEN (2011). Também foram estimados custos operacionais mensais dos três sistemas de coleta seletiva. Dos 32 indicadores de sustentabilidade propostos por BESEN (2011), optou-se por aplicar nove indicadores que envolvem diretamente a avaliação da coleta seletiva. Os resultados destes indicadores apresentaram na sua maioria baixos índices percentuais, o que indicam a ineficiência atual dos sistemas, especificamente do PEV e CARDA. Este fato está atrelado à ausência da educação ambiental bem como adesão da população. Os custos apontam que a coleta seletiva dos PEV's se apresentou inferior a Torre Verde e Porta-a-Porta. De posse da eficiência dos indicadores de sustentabilidade ambiental e aliado aos custos, foram propostas algumas melhorias, como aumento no número de PEV e estratégias dos programas de educação ambiental, visando aumentar o percentual de recuperação de materiais recicláveis bem como tornar os sistemas técnica e economicamente viáveis ao município de Nova Veneza.

Palavras-chave: Pontos de Entrega Voluntária (PEV), Porta-a-Porta, Carda – Coletor Automatizado de Resíduos com Descarga Aérea, Educação ambiental, Indicadores de Sustentabilidade Ambiental.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Consumo aparente de embalagens em nível nacional (1 mil t).....	23
Figura 2 - Simbologia e cores para a identificação de materiais recicláveis.....	26
Figura 3 - Modelos de PEV adotado pelo município de Nova Veneza.	26
Figura 4 - (A) Descarregamento aéreo do CARDA; (B) Pontos verdes; (C) Caminhão estacionado para descarregamento do resíduo; (D) Abertura da comporta de descarga aérea.	28
Figura 5 - Esquema simplificado da educação ambiental.	31
Figura 6 - Composição gravimétrica do sistema Torre verde. (A) Descarga do material reciclável, (B) Triagem do material, (C) Armazenamento do material antes de ser pesado, (D) Aferição de cada material.	38
Figura 7 - Composição gravimétrica do sistema PEV. (A) Descarga do material reciclável, (B) Triagem do material, (C) Armazenamento do material antes de ser pesado, (D) Aferição de cada material.	39
Figura 8 - Composição gravimétrica do sistema Porta-a-porta. (A) Descarga do material reciclável, (B) Triagem do material, (C) Armazenamento do material antes de ser pesado, (D) Aferição de cada material.	40
Figura 9 - Radar da sustentabilidade da coleta seletiva.	45
Figura 10 - Percentual da composição gravimétrica do Bairro Centro (Pontos de entrega voluntária - PEV).	49
Figura 11 - Percentual da composição gravimétrica do Bairro Bortolotto (Torre Verde).	50
Figura 12 - Percentual da composição gravimétrica do Bairro Ouro Negro (Porta-a-Porta).	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Elementos da situação da coleta seletiva no Brasil.	22
Tabela 2 - Quantidade da população estudada.	37
Tabela 3 - Matriz de sustentabilidade da coleta seletiva.....	44
Tabela 4 - Dias e períodos de CS e coleta de resíduo comum nos três bairros.	47
Tabela 5 - Dados coletados da rota do Bairro Bortolotto, em Nova Veneza (Sistema Torre verde).....	47
Tabela 6 - Dados coletados da rota do bairro Centro em Nova Veneza (Sistema PEV).	48
Tabela 7 - Dados coletados da rota do bairro Ouro Negro em Forquilha (Sistema Porta-a-Porta).....	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos resíduos sólidos.....	20
Quadro 2 - Síntese das legislações e normas brasileiras aplicáveis a resíduos sólidos.	21
Quadro 3 - Características dos materiais encontrados na composição gravimétrica.	52
Quadro 4 - Informações levantadas dos sistemas de coleta a partir de dados provenientes dos municípios.	54
Quadro 5 - Investimento inicial na aquisição do sistema de coleta.	63
Quadro 6 - Geração atual de materiais recicláveis e potencial de geração de recicláveis.....	66
Quadro 7 - Matriz de sustentabilidade da coleta seletiva.	69
Quadro 8 - Resultados dos indicadores.	70
Quadro 9 - Demonstrativo de serviços e custos de operação mensal dos sistemas de coleta seletiva no período analisado.	74
Quadro 10 - Gasto com a destinação de materiais recicláveis (sistema de coleta por bairro estudo).	75
Quadro 11 - Gasto com a destinação de materiais recicláveis (âmbito municipal)...	76
Quadro 12 - Investimento mensal da educação ambiental para o município de Nova Veneza.	76
Quadro 13 - Potencial de geração <i>versus</i> economia gerada para o município de Nova Veneza.	77
Quadro 14 - Vantagens e desvantagens dos sistemas de coleta seletiva.....	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACAFOR - Associação de Catadores de Forquilha
CARDA - Coletor Automatizado de Resíduos com Descarga Aérea
PMNV - Prefeitura Municipal de Nova Veneza
FUNDAVE - Fundação do Meio Ambiente de Nova Veneza
FUNDAF - Fundação do Meio Ambiente de Forquilha
PEV - Pontos de Entrega Voluntária
CS - Coleta Seletiva

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REFERENCIAL TEORICO	19
2.1 RESIDUOS SÓLIDOS	19
2.2 LEGISLAÇÕES ASSOCIADAS À GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	20
2.3 COLETA SELETIVA	21
2.3.1 Modelos de Coleta Seletiva	24
2.3.1.1 Porta-a-Porta	24
2.3.1.2 Sistema Ponto de Entrega Voluntária	25
2.3.1.3 Coletor Automatizado de Resíduos com Descarga Aérea	27
2.4 RECICLAGEM	29
2.5 EDUCAÇÃO AMBIENTAL	30
2.6 DEFINIÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL	31
2.6.1 Validação dos Indicadores	32
2.7 ELABORAÇÃO DE MATRIZES E INDICES	34
3. METODOLOGIA	35
3.1. CATEGORIZAÇÃO DA PESQUISA	35
3.2. RELAÇÃO À ABORDAGEM DA PESQUISA	35
3.4 CONSULTA BIBLIOGRÁFICA	36
3.5 SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	36
3.6 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS RECICLÁVEIS	37
3.7 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL	41
3.7.1 Atendimento da População	41
3.7.2 Índice de Participação da População	42
3.7.3 Percentual de Recuperação de Materiais Recicláveis em Relação ao Total Coletado	42
3.7.4 Percentual de Rejeitos	42
3.7.5 Percentual do Custo do Programa em Relação ao Custo do Manejo de Resíduos	42
3.7.6 Custo do Programa em Relação a Quantidade Coletada Seletivamente	43
3.7.7 Percentual de Custo da Coleta Seletiva em Relação a Coleta Regular e Aterramento	43
3.7.8 Programa de Educação e Divulgação	43
3.7.9 Gestão Compartilhada	43

3.8 AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE	44
3.9 LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DE CUSTOS OPERACIONAIS	45
3.10 PROPOSIÇÃO DE PROGRAMAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	45
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	46
4.1 HORÁRIOS DA COLETA SELETIVA	46
4.2 MONITORAMENTO DA ROTA DA COLETA SELETIVA	47
4.3 COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA	48
4.4 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE	52
4.4.1 Indicador 01 - Atendimento da População	53
4.4.2 Indicador 02 - Índice de Participação por Bairro	56
4.4.3 Indicador 03 - Percentual de Recuperação de Materiais Recicláveis em Relação ao Total Coletado	59
4.4.4 Indicador 04 - Percentual de Rejeitos	60
4.4.5 Indicador 05 - Percentual do Custo do Programa em Relação ao Custo do Manejo de Resíduos	62
4.4.6 Indicador 06 - Custo do Programa em Relação à Quantidade Coletada Seletiva	63
4.4.7 Indicador 07 - Custo do Programa da Coleta Seletiva em Relação à Coleta Regular e Aterramento	64
4.4.8 Indicador 08 - Programa de Educação e Divulgação	65
4.4.9 Indicador 09 - Gestão Compartilhada	67
4.5 AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE	68
4.6 LEVANTAMENTO DE CUSTOS DOS SISTEMAS DE COLETA.	72
4.8 VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS SISTEMAS DE COLETA	78
5 CONCLUSÃO	80
REFERÊNCIAS	82
APÊNDICE(S)	85
APÊNDICE A - Dados coletados para a realização da composição gravimétrica dos bairros Centro - Nova Veneza, Bortolotto - Nova Veneza e Ouro Negro - Forquilha	85
APÊNDICE B - Mapa da Coleta Seletiva	856

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais a urbanização promoveu progressos e melhorou a vida da humanidade, porém o aumento populacional se atrelou junto com a geração de resíduos. O entrave da solução dos resíduos sólidos é um dilema que vem sendo estudado por muito tempo, sendo que este mesmo problema, através de definições de políticas pública ser transformado em fonte de emprego e inclusão social.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, constituída no ano de 2010, que institui a destinação adequada dos resíduos em todas as cidades pertencentes ao território nacional, propõe como uma das ações de planejamento a implantação de coleta seletiva visando à reciclagem e a valoração bem como propiciar melhores condições nos aspectos sociais.

A implantação da coleta seletiva não deve ocorrer de forma unitária, mas por meio de um Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, englobando o comprometimento de todos os atores que fazem parte do processo. Dentre as etapas do processo da coleta seletiva, deve-se considerar como primordial o contínuo sistema de educação ambiental.

Os sistemas de coleta seletiva de resíduos sólidos são procedimentos técnicos adotados para melhorar a eficiência em termos de quantidade e qualidade dos resíduos recicláveis, e em contrapartida aumentar a vida útil de aterros sanitários bem como reduzir custos à municipalidade.

O município de Nova Veneza conta com dois sistemas de coleta de resíduos recicláveis: i) Ponto de Entrega Voluntária (PEV), em funcionamento desde 2013; ii) Coletor Automatizado de Resíduos com Descarga Aérea (CARDA) ou popularmente conhecido como “Torre Verde”, desde dezembro de 2015. Os resíduos recicláveis coletados nestes dois sistemas são transportados e doados a Associação de Catadores de Forquilha (ACAFOR). Forquilha, município vizinho de Nova Veneza possui outro sistema de coleta de resíduos recicláveis, conhecido por “Porta-a-Porta” implantado, desde 2010.

O sistema CARDA é uma tecnologia recente no Brasil e existem poucas informações em termos de eficiência e relação custo-benefício. Este sistema mantém o resíduo coletado em uma câmara de armazenamento na base da torre, agregando valor comercial por manter o resíduo seco e protegido contra catadores autônomos. Os sistemas PEV e Porta-a-Porta são sistemas de coleta de resíduos populares, e

preliminarmente de maior aceitação junto à municipalidade.

Considerando a necessidade do poder público municipal de Nova Veneza em obter informações em termos de relação custo-benefício e de aceitação da população e do poder municipal, faz-se necessário avaliar a viabilidade destes dois sistemas de coleta. Como forma de ampliação, foi sugerido avaliar também o sistema Porta-a-Porta no município vizinho, em comparativo aos sistemas de Nova Veneza. Estas informações trarão subsídios para que os tomadores de decisão ampliem a coleta seletiva no município de Nova Veneza.

Diante deste desafio, este trabalho tem como objetivo geral avaliar a eficiência de três sistemas de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos implantados em bairros distintos dos municípios de Nova Veneza e Forquilha. Como objetivos específicos foram propostos: i) realizar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos dos sistemas de coleta; ii) aplicar metodologia para avaliação de indicadores de sustentabilidade ambiental; iii) levantar custos de aquisição, operação e manutenção; iv) identificar as vantagens e desvantagens dos três sistemas.

2 REFERENCIAL TEORICO

2.1 RESIDUOS SÓLIDOS

De acordo com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), resíduo sólido é considerado todo material, substância, objeto ou bem descartado proveniente das atividades humanas nos estados sólido ou semi-sólido, incluindo gases e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos e em corpos d'água ou que não possuam soluções técnicas e econômicas viáveis (BRASIL, 2010).

A Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 10004/04 define resíduos sólidos como:

Resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviço e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes do sistema de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

O Quadro 1 apresenta a classificação dos resíduos sólidos apresentado por Salute Ambiental (2010), onde resíduo é caracterizado por sua natureza e estado físico, pela sua composição química e características biológicas. A caracterização deve levar em consideração os locais de geração de cada resíduo e seus riscos potenciais ao meio ambiente.

Quadro 1 - Classificação dos resíduos sólidos.

Classificação dos Resíduos Sólidos	
Quanto a Natureza Física	Secos Molhados
Quanto a Composição Química	Matéria Orgânica Matéria Inorgânica
Quanto aos Riscos Potenciais ao Meio Ambiente	Resíduos Classe I - Perigoso Resíduos Classe II - Não Perigosos Resíduos Classe II A - Inertes Resíduos Classe IIB - Não Inertes
Quanto a Origem	Doméstico Comercial Público Serviços de Saúde Resíduos Especiais Pilhas e Baterias Lâmpadas Fluorescentes Óleos Lubrificantes Pneus Embalagens de Agrotóxicos Construção Civil/Entulhos Industrial Agrícola

Fonte: Salute Ambiental (2010).

2.2 LEGISLAÇÕES ASSOCIADAS À GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo ABIHPEC apud BRASIL, 2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei n. 12.305/2010, reúne princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações a serem adotados pela União isoladamente ou em parceria com Estados, Distrito Federal, Municípios e Sociedade. Estes aspectos são visados à gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.

Ainda conforme ABIHPEC, (2010) apud BRASIL, (2010) o Decreto n.7.404/2010, é que regulamenta a Lei n. 12.305/2010 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), onde é criado o Comitê Internacional da PNRS e o Comitê Orientador para se implantar o Sistema de Logística Reversa.

O Decreto n.7.405/2010 é que determina o Programa Pró-Catador, no qual impõe diretrizes do Comitê Interministerial para inclusão social e econômica dos

catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, dispõe sobre sua organização e funcionamento, e dá outras providências. A Lei n. 11.445/2007 estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cujo regulamento é definido pelo Decreto n. 7.217/2010.

O Quadro 2 apresenta uma síntese das legislações e normas brasileiras aplicáveis.

Quadro 2 - Síntese das legislações e normas brasileiras aplicáveis a resíduos sólidos.

Tipologia de Resíduo	Legislação Aplicável	Normas Brasileiras Aplicáveis
Documentos aplicáveis a todas as tipologias de resíduos	Lei federal 11.445, Decreto Federal 7.217, Lei Federal 12.305, Decreto Federal 7.404	NBR 10.004 a NBR 10.007
Resíduos sólidos domiciliares - secos	Decreto Federal 7.405, Decreto Federal 5.490; CONAMA 420/2009, 404/2008, 386/2006, 378/2006, 378/2006, 316/2002 e 275/2001.	NBR 15.849, NBR 13.221, NBR 13.334, NBR 13.999, NBR 14.599, NBR 8.849, NBR 14.283, NBR 13.591, NBR 13.463, NBR 1.298, NBR 13.896
Resíduos sólidos domiciliares -úmidos	Resolução CONAMA: 420/2009, 404/2008, 386/2006, 378/2006, 378/2006, 316/2002 e 275/2001	NBR 15.849, NBR 13.221, NBR 13.334, NBR 13.999, NBR 14.599, NBR 8.849, NBR 14.283, NBR 13.591, NBR 13.463, NBR 1.298, NBR 13.897
Resíduos sólidos domiciliares - indiferenciados	Resolução CONAMA: 420/2009, 404/2008, 386/2006, 378/2006, 378/2006, 316/2002 e 275/2001	NBR 15.849, NBR 13.221, NBR 13.334, NBR 13.999, NBR 14.599, NBR 8.849, NBR 14.283, NBR 13.591, NBR 13.463, NBR 1.298, NBR 13.898

Fonte: GUADAGNIN, 2012 (adaptado)

2.3 COLETA SELETIVA

A coleta seletiva é definida como um sistema de recolhimento de materiais recicláveis, tais como papéis, plástico, vidros, metais e orgânicos, sendo estes separados na fonte geradora (VILHENA, 2010). A maioria desses materiais é comercializado junto as indústrias recicladoras ou a sucateiros, podendo tanto ser realizada por apenas uma pessoa ou por um grande grupo (empresas, condomínios,

escolas, cidades etc.).

Este sistema de recolhimento desempenha papel importante para o meio ambiente, uma vez que auxilia na recuperação de matéria-prima que de outro modo seria retirada da natureza, aumentando assim, o reaproveitamento dos recursos naturais não renováveis, cada vez mais exauridos da natureza (FUZARO, 2001).

VILHENA (2014) coloca que um dos métodos para se ter a redução da quantidade de resíduos dispostos em aterros sanitários é a criação de sistemas de coleta seletiva.

A Tabela 1 mostra o aumento do número de municípios que realizam a coleta seletiva no Brasil, ainda que sua eficiência seja baixa pela quantidade de materiais que é desviado para aterros ou lixões (BARROS et. al. 2012).

Tabela 1 - Elementos da situação da coleta seletiva no Brasil.

Ano	Municípios com Coleta Seletiva	Custo da Coleta Seletiva (US\$/t)	Custo da Coleta Seletiva / Custo da Coleta Convencional
1994	81	240	10X
1999	135	154	8X
2002	192	70	5X
2004	237	114	6X
2006	327	151	5X
2008	405	221	5X
2010	443	204	4X

Fonte: CEMPRE (2010) apud BARROS (2012).

A amostragem realizada em 342 municípios trouxe o resultado, onde cerca de 3.207 (57%) dos 5.565 municípios brasileiros possuem a iniciativa de realizar a coleta seletiva. Nesta contagem também foi levado em consideração a disponibilidade de pontos de entrega voluntária à população ou a formalização de convênios com associações e cooperativas de catadores para a realização dos serviços. Este método apontou mais repercussão nas regiões Sul e Sudeste, determinando iniciativas da coleta seletiva em aproximadamente 80% de seus municípios e nos estados do Norte totalizando apenas 34,8% da coleta seletiva.

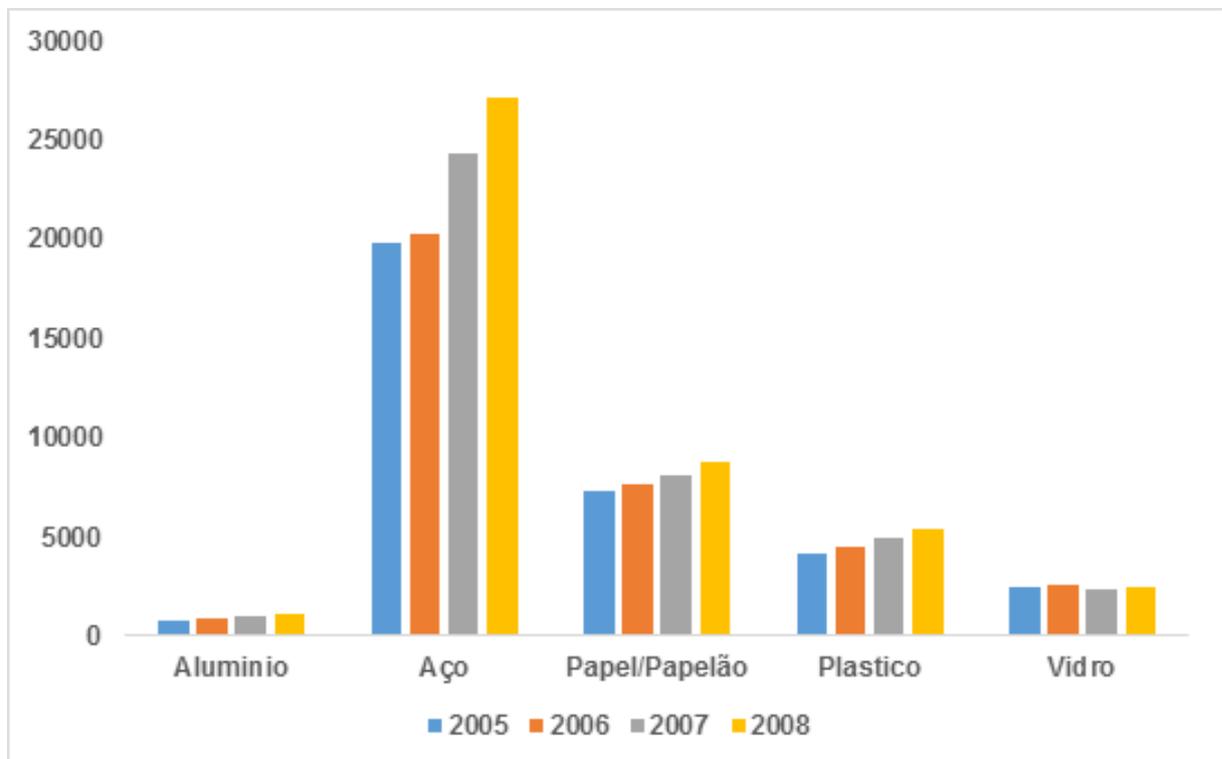
Segundo IPEA (2012), a quantificação exata da geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil se torna inviável de ser quantificável. Uma questão principal que pode ser delineada é que nem todo resíduo que é gerado tem sua destinação

adequada.

Outra situação está relacionada ao uso das embalagens como sendo o principal indicador da participação dos materiais de resíduos sólidos, sendo considerados bens duráveis, a exemplo, os eletrônicos, partes de automóveis e utensílios que também dificulta a sua mensuração devido a sua vida útil.

A Figura 1 ilustra o consumo de embalagens no Brasil.

Figura 1 - Consumo aparente de embalagens em nível nacional (1 mil t).



Fonte: IPEA, 2012 (adaptado).

Neste aspecto BRASIL apud VILHENA (2010), intensifica ao poder público municipal o trabalho de zelar pela limpeza urbana e pela coleta e destinação adequada dos resíduos. Conforme a Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a atribuição das prefeituras ganha um panorama com base em princípios e diretrizes, dentro de um grupo de responsabilidades que tem potencial de mudar o panorama no Brasil.

Cabe às prefeituras promover a implantação da coleta seletiva, além de assegurarem a compostagem do resíduo orgânico, como restos de alimentos. Estas ações promovem a redução de resíduos sólidos e orgânicos junto a aterros sanitários aumentando assim, a vida útil.

Segundo GUADAGNIN (2012), um estudo realizado no estado de Santa Catarina, analisou as principais cidades (Itajaí, Balneário Camboriú, Timbó, Lages, Chapecó, Palhoça, São José, Florianópolis, Joinville), tendo por objetivo obter o levantamento de dados e informações sobre o estado atual dos planos de gestão de resíduos, levantamento de custos em relação ao gerenciamento e gastos dos serviços de limpeza urbana nos municípios visitados.

A partir deste estudo foi possível observar que o estado de Santa Catarina apresenta deficiências na coleta seletiva envolvendo:

- O não término ou início do plano de resíduos sólidos;
- Há uma quantidade de municípios que confundem as leis de saneamento ambiental, Lei n. 11.445 de 2007 e a política nacional de Resíduos Sólidos, Lei n. 12.305 de 2012;
- Ausência de registros de dados históricos da evolução da geração de resíduos no município;
- Ausência de estudo de composição gravimétrica;
- Má divulgação do horário da coleta seletiva;
- Ausência na participação e controle social;
- Revisão de instrumentos legais;
- Falta de acondicionamento de resíduos;
- Exclusão social de catadores.

2.3.1 Modelos de Coleta Seletiva

2.3.1.1 Porta-a-Porta

Segundo Vilhena (2014) este sistema de coleta de lixo se originou através da coleta convencional de lixo, porém com algumas adaptações que acabaram definindo o nome como “coleta seletiva”. Os veículos coletores, normalmente utilizados na coleta convencional são substituídos por caminhão boiadeiro.

Neste modelo de coleta é realizado a separação do resíduo seco (papeis, plásticos, metais, vidros, etc.) e o resíduo úmido (orgânico). O material após coletado é transportado até um galpão de uma cooperativa ou associação de catadores de materiais recicláveis, onde é realizada uma segunda triagem do material, separando os plásticos através de sua composição (pet, plástico colorido, plástico branco,

estralado e etc.), papéis (papel branco, papelão, caixa longa vida, misto e afins), metais ferrosos e não ferrosos, entre outros.

Após a segunda triagem o resíduo é levado a prensa, sendo o mesmo enfardado e estocado para a comercialização em empresas recicladoras ou na maioria das vezes para intermediários de nível um dois e três.

Ainda de acordo com Vilhena (2014), o acondicionamento e a coleta, quando são realizados sem a segregação adequada na fonte, promovem a deterioração, total ou parcial, de suas estilhas recicláveis. O papelão se desmancha com facilidade quando entra em contato com a umidade, tornando-se inaproveitável; o papel, assim como o plástico em filme (sacolas plásticas e outras embalagens) se sujam com a matéria orgânica, assim perdendo seu preço comercializado e os recipientes de vidro e lata normalmente são cheios facilmente por líquidos, dificultando sua seleção.

Para que haja a implantação deste sistema são triados os resíduos sólidos urbanos em duas categorias:

- Materiais recicláveis: papel, papelão, vidro, metal, plásticos entre outros;
- Materiais não recicláveis: também conhecido como lixo úmido ou simplesmente lixo, originados pela matéria orgânica e materiais que não possuem condições favoráveis à reciclagem.

2.3.1.2 Sistema Ponto de Entrega Voluntária

Outro sistema de coleta de resíduos como é definido por Vilhena (2014) é o Ponto de Entrega Voluntária (PEV). São utilizados contêineres de 200 litros ou pequenos depósitos instalados em pontos estratégicos para que haja uma participação mais efetiva da população, como escolas, espaços públicos, clube de mães e outros.

O uso de postos de entrega voluntária promove maior participação da população. Os veículos de coleta não passam de casa em casa, mas sim apenas nos pontos instalados em locais estratégicos na cidade VILHENA (2014).

Adiante constam algumas das vantagens e desvantagens do sistema de coleta classificados de PEV:

- Vantagem: economia na coleta e previa separação dos materiais;
- Desvantagens: possibilidade de depredação das instalações, por

vandalismo e necessidade de empenho da população em conduzir seus resíduos recicláveis para os pontos instalados, podendo resultar em uma participação menor que o sistema porta-a-porta.

Nos pontos de entrega voluntária são divididos os materiais que são recebidos através das cores e de seu símbolo para cada tipo de material (Figura 2):

Figura 2 - Simbologia e cores para a identificação de materiais recicláveis.



Fonte: VILHENA, 2014 (Adaptado).

No município de Nova Veneza, os PEV's são instalados em pontos estratégicos (clube de mães, escolas e associações de moradores). A Figura 3 demonstra o modelo adotado no município.

Figura 3 - Modelos de PEV adotado pelo município de Nova Veneza.



Fonte: Do autor, 2016.

Conforme Vilhena (2014), o sucesso da coleta seletiva voluntária está

diretamente ligado às abordagens de educação ambiental realizada sobre a população, que pode ter mudanças para cada município e estado brasileiro.

É necessário adaptar e implantar a forma de sistema de coleta mais adequada para a região e cultura do estado. É válido lembrar que quanto maior a participação voluntária em um programa de coleta de resíduos sólidos, menor será o custo no geral para administrá-lo.

2.3.1.3 Coletor Automatizado de Resíduos com Descarga Aérea

O CARDA (Coletor Automatizado de Resíduos com Descarga Aérea) ou conhecido popularmente como Torre Verde, é um sistema de coleta de resíduos sólidos recicláveis que possui características similares do ponto de entrega voluntária (PEV), mas com algumas adaptações. A Figura 4 ilustra a Torre Verde instalada em Nova Veneza, sul de Santa Catarina mais precisamente no Bairro Bortolotto, Rua dos Imigrantes.

Com o intuito de facilitar a identificação do tipo de material reciclável a ser destinado foi elencado nomes, conforme segue adiante:

- Ponto verde da solidariedade: recebe roupas, calçados, tecidos, agasalhos e cobertores;
- Ponto verde da alegria: recebe brinquedos, games e revistas em quadrinhos;
- Ponto verde da cultura: recebe livros, revistas e materiais didáticos;
- Ponto verde da reutilização: recebe óleo de cozinha e gorduras em garrafas PET;
- Ponto verde da reciclagem: recebe vidros internos não descartáveis e reutilizáveis;
- Ponto verde da preservação ambiental: recebe pilhas, baterias e lâmpadas de pequeno porte.

A Prefeitura Municipal de Nova Veneza descreve que neste sistema, além de contar com o CARDA como é demonstrado na Figura 4 conta também com o “espaço verde” localizado ao redor do sistema a fim de atrair a população para contribuir com doações de brinquedos, roupas e óleos de cozinha entre outros.

Figura 4 - (A) Descarregamento aéreo do CARDA; (B) Pontos verdes; (C) Caminhão estacionado para descarregamento do resíduo; (D) Abertura da comporta de descarga aérea.



Fonte: Autor, 2016.

Este sistema possui uma abordagem da educação ambiental através de um funcionário do município responsável pelo bairro, denominado “zelador de bairro”, onde é capacitado para fazer a abordagem nos domicílios, realiza a orientação da correta separação domiciliar e a fiscalização da quantidade dos materiais separados.

Também tem por responsabilidade o acompanhamento dos materiais que vão até a associação de catadores de materiais recicláveis e aplicação de questionários com a população por meio de agentes de saúde do município.

2.4 RECICLAGEM

BARROS et al. (2012), define que a reciclagem possui ferramentas estratégicas desde a redução na fonte através de modificações na matéria prima, até mudanças de hábito do consumidor final.

BARROS et al. (2012), também define que a reciclagem que premedita em sobrepor a política dos 4 “R”, os quais são definidos como:

- Reduzir: significa o hábito de priorizar o necessário evitando desperdício e controlando o consumo;
- Reutilizar: fazer do material útil para outras funções, podendo modificá-lo;
- Reempregar: estabelecer funções ao material na sua forma original;
- Reciclar: é um processo de dar potencial utilidade aos produtos em matérias-primas, recuperando a energia ou criando matérias-primas secundárias.

Segundo Barros apud Brasil (2010), a reciclagem é um processo de transformação que envolve alteração das propriedades biológicas, físicas ou físico-químicas com intuito de promover a transformação em produtos novos ou em insumos, analisando em paralelo as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos governamentais competentes como Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Único de Atenção a Sanidade Agropecuária (SUASA).

A reciclagem surge como uma metodologia de reintroduzir o sistema econômico uma remessa da matéria ou energia, que se tornaria lixo e ficaria então inaproveitado. Para se realizar a reciclagem, os resíduos sólidos passam pelo sistema de separação, coleta e por fim são processados, assim usados como matéria-prima em manufatura de bens. A reciclagem traz os seguintes benefícios:

- Reduz a exploração de recursos naturais, ao promover o reaproveitamento de materiais já extraídos e para a manufatura foi gasta a energia, essa é economizada;
- Contribui na redução da poluição do solo, água e ar;
- Auxilia a limpeza da cidade e a qualidade de vida da população;
- Aumenta a vida útil dos aterros sanitários, ao destinar para cooperativas e associações de catadores os materiais recicláveis;

- Melhora na produção de compostos orgânicos facilitando na compostagem, através da segregação dos resíduos;
- Promove a geração de emprego para a população não qualificada;
- Gera receita pela comercialização dos materiais recicláveis;
- Instiga a concorrência, uma vez que os produtos feitos a partir dos reciclados são comercializados junto com produtos de matérias-primas virgens.

2.5 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A Educação Ambiental é essencial para adquirir bons resultados em programas de coleta seletiva. Essa é a forma de educação que instrui ao cidadão sobre o seu papel, na relação de gerador de lixo (PEREIRA; SANTOS, 1998, p.25).

A educação ambiental também é vista como a possibilidade de transformação ativa da realidade e condições da qualidade de vida, através da conscientização adquirida pela constante crítica oriunda da prática social, reflexões, diálogo e apropriação de diversos conhecimentos.

A definição da educação ambiental pode ser expressa como um processo de aprendizagem e de ações educativas permanentes, por meio das quais os indivíduos e as comunidades adquirem consciência de que fazem parte integrada do meio ambiente, ou seja, além de conhecimentos, habilidades, experiências e valores pelos quais os tornam capazes de agir tanto individualmente quanto coletivamente para a busca de soluções referentes aos problemas ambientais presentes e futuros (BRASIL e SANTOS, 2007).

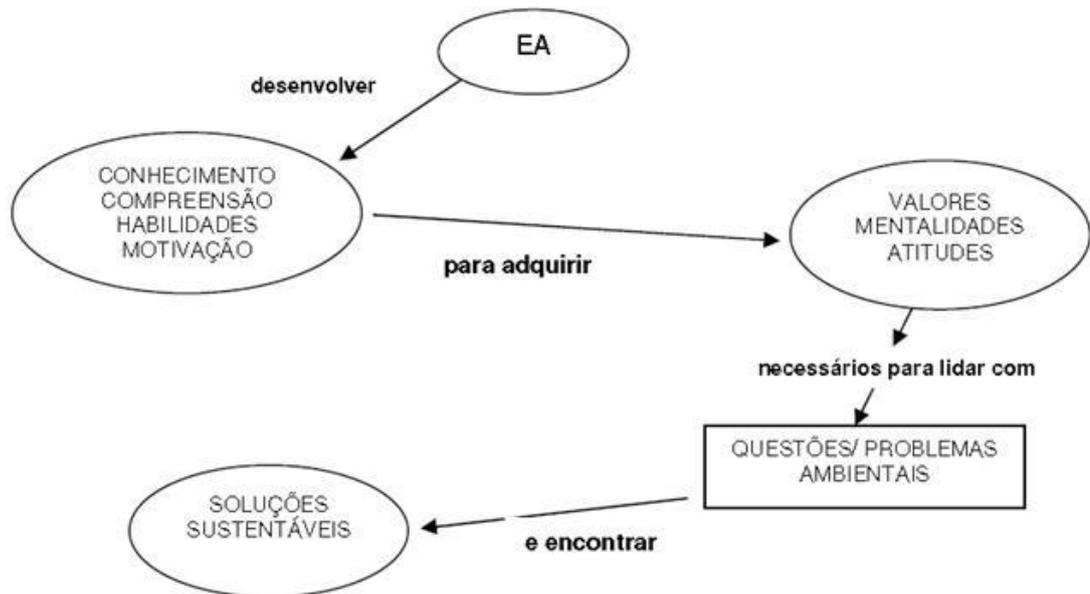
A partir deste problema ambiental que se vivencia atualmente, causada particularmente pelas ações que revertem sobre a perda da qualidade de vida, pode-se perceber que boa parte da população tem pouca clareza sobre termos necessários para exercer o diálogo. Assim, a educação ambiental é a solução para minimização destes problemas, promovendo a sensibilização, da mudança de hábitos em relação ao meio (JANSEN; VIEIRA; KRAISCH, 2007).

Conforme DIAS (2004), a educação ambiental deve transmitir a compreensão da natureza complexa do meio ambiente e interpretar o meio em que vive. A educação ambiental deve capacitar em favor da cidadania, através de uma formação onde possa alcançar a transformação da cultura e de hábitos que venham

trazer entraves ao processo de conscientização.

Na Figura 5 é possível observar que a educação ambiental usa o método de desenvolver motivação e habilidades onde por sua vez adquire valores e atitudes, onde é necessário para lidar com problemas e questões ambientais e por fim podendo encontrar soluções ambientais.

Figura 5 - Esquema simplificado da educação ambiental.



Fonte: (DIAS, 2004, p.100).

A participação da comunidade é de extrema importância para o sucesso da coleta seletiva, para tanto, a educação ambiental é o melhor recurso disponível capaz de estimular para a informação, conscientização e mobilização a população (FURAZO; RIBEIRO, 1998, p.36).

Estudos relatam que municípios que investiram na educação ambiental referente ao sistema de coleta seletiva são os que têm o menor custo de gestão. A população separa o resíduo conforme a política, o que aumenta a quantidade de resíduos e reduzindo os custos por caminhão e do destino final (PEREIRA; SANTOS, 1998, p.28).

2.6 DEFINIÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Conforme BESEN (2011) a técnica de DELPHI foi adotada para validação dos indicadores, pelo fato de consistir em uma técnica reconhecida para se obter a

avaliação de especialistas seja, em pequena ou larga escala, como também, dimensionar variáveis que ainda são intangíveis, imprecisas.

Por este estudo abranger a avaliação da sustentabilidade da coleta seletiva, o estudo priorizou que houvesse a participação de outros especialistas na área que residem em outras regiões do Brasil, assim dando crédito ao estudo para uma futura utilização.

Conforme (BESEN 2011 apud WRIGHT e GIOVINAZZO, 2000), para que a metodologia de Delphi venha ter validade é recomendado que se faça duas rodadas, porém o que irá determinar a quantidade de rodadas é o resultado final dos questionários.

A metodologia proposta por Delphi se prioriza em realizar uma seleção de um grupo de especialistas, onde são pessoas que possui conhecimento na área e possam contribuir com informações baseadas na experiência profissional.

Este mesmo grupo é selecionado novamente para responderem uma rodada de perguntas agrupadas em questionários. Os resultados são avaliados e devolvidos aos membros, que após terem o conhecimento, são submetidos a uma nova rodada de questões e complementações.

Ainda conforme BESEN (2011), o método não necessita de um único resultado, como detalha a autora a tese frisou em adotar um embasamento de mediana. Estes autores consideraram o método útil para responder questões específicas, já resultados mais complexos poderiam ser utilizados através dos métodos de Delphi.

2.6.1 Validação dos Indicadores

Para que ocorresse a validação dos indicadores, adotou-se o método de avaliação de BESEN (2011) apud MILANEZ (2002), MIRANDA (2003), BRINGHENTI (2004) e POLAZ (2008), que trabalham com critérios de validação de indicadores de sustentabilidade na área de resíduos sólidos e saneamento, no Brasil.

Através desta metodologia foram adotadas cinco características dos indicadores de sustentabilidade para avaliação dos especialistas.

- Representatividade: Relevância do indicador para o que se pretende medir;

- Comparabilidade: Abrangência geográfica adequada, padronização, e sensibilidade a alterações na ocasião. O indicador deve ser análogo tanto no espaço (diferentes cidades, por exemplo) como no tempo (anos diferentes);
- Coleta de dados: Facilidade em se obter os dados, confiabilidade da fonte. Os dados devem ser de fácil acesso e sem custos excessivos;
- Clareza e síntese: Clareza na comunicação e capacidade de síntese. O indicador sintetiza e transmite informação de maneira simples e compreensível;
- Previsão e metas: Pró-atividade, facilidade no significado de metas e produtividade. O indicador atribui previsões dos problemas e estimula a definição de metas de melhorias.

Conforme a primeira rodada de Delphi, entre os anos de 2007 e 2008, foram feitas quatro oficinas regionais, nas quais a pesquisadora atuou como intermediária, nos municípios de São Paulo, Belo Horizonte, Rio de Janeiro e Recife. Nessas oficinas foi determinada a construção dos indicadores, como também a determinação dos índices determinados pelos especialistas.

Na segunda rodada de Delphi, foram realizadas três oficinas específicas em Belo Horizonte. Os objetivos desta etapa foram as seguintes:

- Validar os significados de sustentabilidade da coleta seletiva e das associações e cooperativas de catadores pelos especialistas e nas oficinas específicas;
- Avaliar os indicadores e conseguir estipular o peso atribuído pelos especialistas, para construção da matriz de sustentabilidade;
- Avaliar as características dos indicadores;
- Avaliar os indicadores nas oficinas específicas, através dos três tipos de opções: Aprovação – A, Aprovação com Ressalvas – AR e Reprovação – R.

2.7 ELABORAÇÃO DE MATRIZES E INDICES

Através do resultado da técnica de Delphi, com a implantação de oficinas regionais e específicas realizada, foi possível alcançar resultados de matrizes a partir das quais é possível dimensionar os índices de sustentabilidade tanto para coleta seletiva quanto para associações e cooperativas de catadores.

Nas respostas dos especialistas foi possível definir a escolha do conjunto de indicadores que formou a matriz e posteriormente adotada uma média aritmética para definição do peso dos indicadores de forma que viria contemplar todos os participantes do Delphi, inclusive os que atribuíram notas muito baixas a alguns indicadores.

Nas matrizes, os resultados finais de cada indicador resultaram na multiplicação do seu peso o que se pode obter a tendência de sustentabilidade. Neste sentido, foi atribuída a tendência à sustentabilidade a valoração, determinadas especificações:

- Muito favorável ou alta: Símbolo + (mais) e valor de 1 ponto;
- Favorável ou média: Símbolo +/- (mais ou menos) e o valor de 0,5 pontos;
- Desfavorável ou baixa: Símbolo – (menos) e 0 pontos.

3. METODOLOGIA

3.1. CATEGORIZAÇÃO DA PESQUISA

Segundo Lakatos (2001), a pesquisa aplicada é caracterizada através do seu interesse prático, no qual os resultados são aplicados ou utilizados na solução ou prevenção de problemas reais. Assim, este trabalho é classificado como uma pesquisa aplicada e descritiva, a qual tem a função de gerar conhecimentos que sejam direcionados a sanar problemas existentes, neste caso, a questão da problemática da destinação final dos resíduos sólidos urbanos.

A pesquisa objetiva a percepção da realidade e conhecimento dos problemas da implantação do Programa Coleta Seletiva Solidária nos municípios de Nova Veneza e Forquilha, a fim de obter uma visão geral com o intuito de torná-los mais compreensíveis.

A pesquisa é exploratória, analítica e descritiva, pois realiza a descrição e análise dos indicadores de sustentabilidade do programa de coleta seletiva.

3.2. RELAÇÃO À ABORDAGEM DA PESQUISA

A forma de abordagem deste estudo é qualitativa e quantitativa. Qualitativa por dimensionar a eficiência de cada sistema de coleta seletiva através da composição gravimétrica junto aos três bairros, e quantitativa, pois são apresentadas tabelas, percentuais e gráficos do volume amostrado, bem como os custos operacionais dos sistemas de coleta.

A estratégia da pesquisa empregada será de estudo de caso por meio da avaliação da eficiência dos sistemas de coleta nos municípios de Nova Veneza e Forquilha - SC.

As informações obtidas serão avaliadas através de indicadores de sustentabilidade, para fins de comparação da eficiência dos três sistemas de coleta.

3.3 COLETA DE DADOS E MÉTODOS

A metodologia utilizada neste trabalho tem como base a obtenção de dados primários e secundários na Associação de Catadores de Forquilha (ACAFOR), na

Fundação do Meio Ambiente de Nova Veneza (FUNDAVE) e na Fundação do Meio Ambiente de Forquilha (FUNDAF), como também junto à empresa fornecedora do sistema de coleta CARDA (Torre Verde), todas localizadas no sul de Santa Catarina.

As etapas desenvolvidas no trabalho são:

- Consulta bibliográfica;
- Seleção da área de estudo, sendo considerados bairros que apresentem compatibilidade no número de habitantes e diferentes sistemas de coleta seletiva;
- Caracterização dos resíduos recicláveis dos sistemas de PEV, Torre Verde e Porta-a-porta através de composição gravimétrica;
- Seleção e aplicação de indicadores de sustentabilidade ambiental determinados por BESEN (2011);
- Análise e discussão dos indicadores de sustentabilidade ambiental propostos por BESEN (2011);
- Levantamento e avaliação dos custos operacionais dos três sistemas de coleta seletiva;
- Proposição de programas de educação ambiental.

3.4 CONSULTA BIBLIOGRÁFICA

Foram pesquisadas diferentes fontes bibliográficas na literatura que venham a contribuir para o desenvolvimento desta pesquisa e que propicie suporte técnico ao estudo dos sistemas de coleta seletiva.

BESEN (2011) empregou em sua pesquisa indicadores de sustentabilidade ambiental que avaliaram a eficiência da coleta seletiva na cidade de São Paulo. Estes indicadores permitiram dizer qual o nível de aceitação da população envolvida no programa, bem como outras informações pertinentes.

3.5 SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Foram identificados e selecionados três bairros, sendo dois no município de Nova Veneza e um em Forquilha que apresentou número de habitantes equivalentes, participação da comunidade através das escolas municipais e/ou clube de mães, e diferentes sistemas de coleta seletiva.

Conforme IBGE (2010) os dois bairros de Nova Veneza (Centro e Bortolotto) e o bairro Ouro Negro em Forquilha possuem quantidade de habitantes similares (Tabela 2).

Tabela 2 - Quantidade da população estudada.

Bairro	Município	Número de Habitantes
Bortolotto	Nova Veneza/SC	1500
Centro	Nova Veneza/ SC	1384
Ouro Negro	Forquilha/SC	1427

Fonte: IBGE (2010).

Assim, procurou-se iniciar a quantificação do resíduo que é destinado para a Associação de Catadores de Forquilha (ACAFOR), através da parceria com um engenho de arroz.

A empresa de beneficiamento de arroz no (Apêndice A) se encontra no percurso para o município de Forquilha localizada atualmente a associação. A empresa se disponibilizou em realizar a pesagem do material sem custos, facilitando o início da coleta de dados iniciada no mês de março de 2016.

3.6 CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS RECICLÁVEIS

Conforme CETESB (1990) apud GUADAGNIN (2010) et al., serão adotadas a sequência de etapas para realização da composição gravimétrica, a saber:

- 1ª Etapa: descarregamento do resíduo da coleta seletiva das rotas selecionadas para o estudo;
- 2ª Etapa: da quantidade de resíduo total, são retiradas cinco bombonas de 200 L. Sendo quatro em cada extremidade da pilha e uma no topo;
- 3ª Etapa: após a separação em bombonas todas as sacolas são rasgadas e conseqüentemente homogeneizado os resíduos;
- 4ª Etapa: da quantidade total de resíduos selecionados nos cinco tambores é jogado em uma lona para que não haja infiltração de qualquer líquido no solo, e posteriormente realiza-se o quarteamento, adotando assim, das quatro partes duas em diagonal;
- 5ª Etapa: triagem dos materiais em uma mesa revestida com uma lona;
- 6ª Etapa: os materiais triados são ensacados e respectivamente

pesados.

Cabe destacar que embora a metodologia proposta por CETESB (1990) apud GUADAGNIN et al. (2010), no trabalho foi adotada em função da baixa quantidade de resíduo que variou entre cento e oitenta a trezentos quilos, a realização da composição gravimétrica de todo o material dos dois sistemas (Carda e PEV's).

As Figuras 6, 7 e 8 ilustram os trabalhos de composição gravimétrica dos três sistemas de coleta seletiva.

Figura 6 - Composição gravimétrica do sistema Torre verde. (A) Descarga do material reciclável, (B) Triagem do material, (C) Armazenamento do material antes de ser pesado, (D) Aferição de cada material.



Fonte: Do autor, 2016.

Figura 7 - Composição gravimétrica do sistema PEV. (A) Descarga do material reciclável, (B) Triagem do material, (C) Armazenamento do material antes de ser pesado, (D) Aferição de cada material.



Fonte: Do autor, 2016.

Figura 8 - Composição gravimétrica do sistema Porta-a-porta. (A) Descarga do material reciclável, (B) Triagem do material, (C) Armazenamento do material antes de ser pesado, (D) Aferição de cada material.



Fonte: Do autor, 2016.

A composição gravimétrica do sistema Porta-a-Porta, contou com o auxílio dos associados. A metodologia da triagem se estabeleceu em descarregar o material pelo funil, garantindo que o mesmo estivesse totalmente limpo e as bag's responsáveis pela separação de cada material estivesse sem nenhum material de outro bairro do dia anterior.

Conforme ocorria o enchimento dos mesmos os associados responsáveis de carregar para a área de estocagem passavam pela balança para aferir o peso do material triado.

3.7 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

BESEN (2011) apresenta em sua pesquisa a adoção de 32 indicadores, sendo destes, 14 referentes a coleta seletiva.

Neste estudo serão adotados nove (9) indicadores em função das características específicas dos bairros onde estão implantados os sistemas de coleta seletiva. Adiante constam os indicadores a serem aplicados no estudo:

- Atendimento da população;
- Índice de participação da população;
- Percentual de recuperação de materiais recicláveis em relação ao total coletado;
- Percentual de rejeitos;
- Percentual do custo do programa em relação ao custo do manejo de resíduos;
- Custo do programa em relação a quantidade coletada seletivamente;
- Percentual de custo da coleta seletiva em relação à coleta regular e aterramento;
- Programa de educação e divulgação;
- Gestão compartilhada.

Estes indicadores permitiram avaliar e comparar a efetividade dos sistemas de coleta seletiva para auxiliar a tomada de decisão dos gestores municipais.

3.7.1 Atendimento da População

Conforme BESEN (2011), para poder calcular o percentual de atendimento da população através da divisão do número da população atendida pelo programa dividido pelo número da população do município multiplicado por cem, conforme ilustrado abaixo:

$$\text{Percentual de atendimento da população} = \frac{\text{N}^\circ \text{ da população atendida pelo programa}}{\text{N}^\circ \text{ da população do município}} \times 100$$

3.7.2 Índice de Participação da População

Este item corresponde a participação da população, onde é chegado ao resultado da divisão entre a média da quantidade coletada seletivamente e geração de recicláveis por semana multiplicando-se por cem.

$$\text{Índice de participação} = \frac{\text{Média da quantidade coletada seletivamente}}{\text{Estimativa de geração de recicláveis/semana}} \times 100$$

3.7.3 Percentual de Recuperação de Materiais Recicláveis em Relação ao Total Coletado

Para se obter o percentual de materiais recicláveis em relação ao total coletado, é dividida a quantidade de resíduos da coleta seletiva diminuindo pela quantidade de rejeito dividido pela soma entre a quantidade da coleta seletiva e a coleta regular multiplicado por cem.

$$\text{Percentual de recup. de mat. recicláveis} = \frac{Q. \text{ da coleta seletiva} - Q. \text{ de rejeitos}}{Q. \text{ da coletada seletiva} + Q. \text{ coletada regular}} \times 100$$

3.7.4 Percentual de Rejeitos

A solução deste indicador se obtém através da subtração da quantidade da coleta seletiva pela quantidade comercializada dividida pela quantidade da coleta seletiva e seu resultado é multiplicado por cem.

$$\text{Percentual de rejeito} = \frac{Q. \text{ da coleta seletiva} - Q. \text{ comercializada}}{Q. \text{ da coleta seletiva}} \times 100$$

3.7.5 Percentual do Custo do Programa em Relação ao Custo do Manejo de Resíduos

Para se calcular o custo do programa em relação ao custo do manejo de resíduos utilizou a fórmula dividindo as despesas da coleta seletiva pelo total de

despesas com os serviços de manejo de resíduos sólidos.

$$\text{Percentual do custo do programa} = \frac{\text{Total de despesas da coleta seletiva}}{\text{Total de despesas com os serviços de manejo de resíduos sólidos}} \times 100$$

3.7.6 Custo do Programa em Relação a Quantidade Coletada Seletivamente

O custo do programa é obtido através da divisão do custo total do programa pela quantidade da coleta seletiva.

$$\text{Custo do programa (quantidade coletada)} = \frac{\text{Custo total do programa (R\$)}}{\text{Quantidade da coleta seletiva}}$$

3.7.7 Percentual de Custo da Coleta Seletiva em Relação a Coleta Regular e Aterramento

O percentual do custo da coleta seletiva em relação da coleta regular mais aterramento é obtido através da divisão do custo da coleta seletiva pelo custo da coleta mais o custo do aterramento.

$$\text{Percentual de custo da coleta} = \frac{\text{Custo da coleta seletiva}}{\text{Custo da coleta regular} + \text{custo do aterramento} \left(\frac{\text{R\$}}{t}\right)}$$

3.7.8 Programa de Educação e Divulgação

É obtido pela frequência anual de atividades envolvidas, sendo classificada em muito favorável; favorável; e desfavorável.

3.7.9 Gestão Compartilhada

É obtido através da existência de canais efetivos de participação da sociedade civil, sendo classificado em existe e funciona; existe, mas não funciona bem; e não existe.

3.8 AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Conforme BESEN (2011), após a aplicação dos indicadores de sustentabilidade será elaborado uma metodologia de eficiência adotando 0 para baixo, 0,5 para médio e 1 para alto.

Esses três valores serão multiplicados por um resultado do índice aplicado em nível nacional, onde será possível analisar como se encontra a situação atual da coleta seletiva das três áreas (bairros) dos municípios de Nova Veneza e Forquilha, propondo medidas de adequação.

A Tabela 3 mostra a matriz de sustentabilidade do programa de coleta seletiva proposta por BESEN (2011) que será utilizada neste estudo.

Tabela 3 - Matriz de sustentabilidade da coleta seletiva.

Indicadores de Sustentabilidade da Coleta Seletiva							
N.	Indicador	Alta	Média	Baixa	Peso	¹ Valor	² VF
1	Atendimento da população	80% a 100%	40,1% - 79,9%	≤ 40%	0,90		
2	Adesão da população	≥ 80%	40,1% - 79,9%	≤ 40%	0,91		
3	Taxa de recuperação de recicláveis - TRMR	≥ 20%	10,1% - 19,9%	≤ 10%	0,89		
4	Taxa de rejeito	≤ 10%	10,1% - 29,9%	> 30%	0,87		
5	Custo do serviço/ quantidade seletiva	≤ R\$ 175,00/t	R\$ 170,1 - R\$ 350,00	≥ R\$ 350,00/t	0,82		
6	Custo da coleta seletiva/regular + destinação final	≤ 50%	50,1% - 199,9%	≥ 200%	0,81		
7	Custo da Coleta/manejo de RS	≤ 50%	50,1% - 74,9%	≥ 75%	0,78		
8	Autofinanciamento	80% a 100%	50,1% - 79,9%	≤ 50%	0,62		
9	Educação e Divulgação	Permanente quinzenal/mensal	Bimestral e trimestral	Anual/pontual	0,79		
10	Gestão Compartilhada	Existe e funciona	Existe, mas não funciona.	Não existe	0,73		

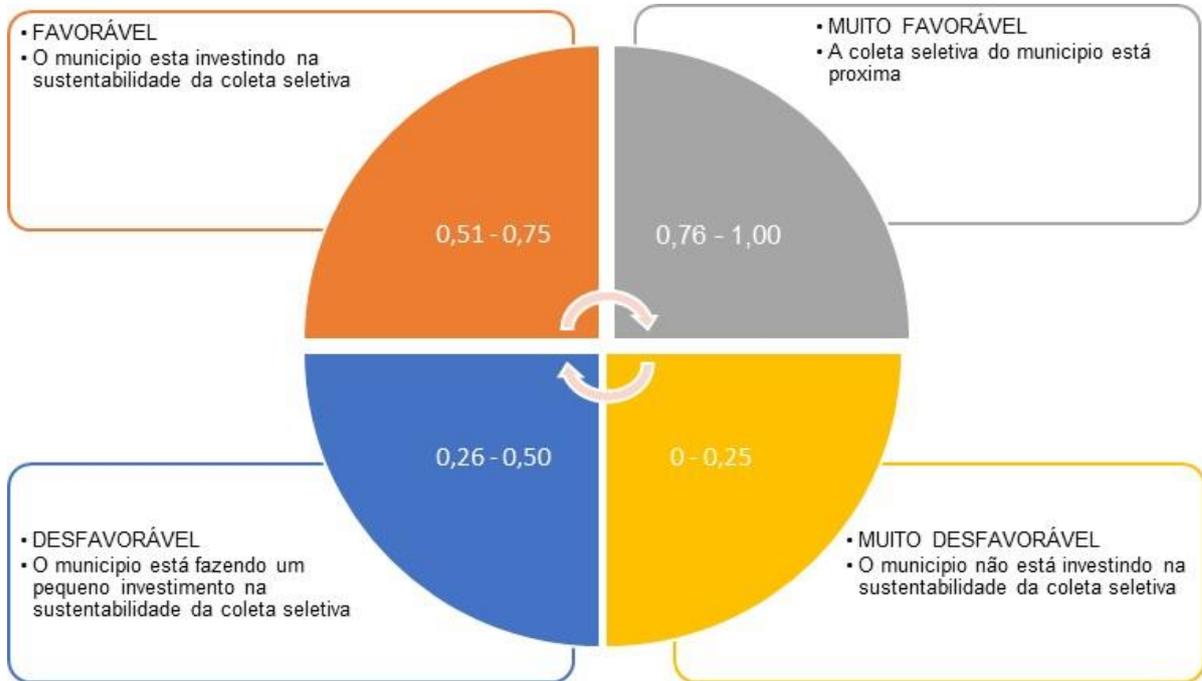
Fonte: BESEN2011 (Adaptado);

¹Valor: Peso que varia de: 0 (baixo), 0,5 (médio) e 1 (alto);

²VF: Valor final oriundo da multiplicação entre o "Peso" e o "Valor".

A Figura 9 ilustra um esquema do radar da sustentabilidade da coleta seletiva.

Figura 9 - Radar da sustentabilidade da coleta seletiva.



Fonte: BESEN (2011).

3.9 LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DE CUSTOS OPERACIONAIS

Serão identificados dados relativos aos custos de aquisição, operação e manutenção de equipamentos, insumos, mão-de-obra e demais aspectos relacionados para a funcionalidade dos três sistemas de coleta seletiva.

Estas informações serão obtidas junto às prefeituras municipais de Nova Veneza e Forquilha, bem como nas suas fundações de meio ambiente.

3.10 PROPOSIÇÃO DE PROGRAMAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Com base nos resultados dos indicadores de sustentabilidade ambiental, serão avaliados os programas de educação ambiental em andamento dos três sistemas de coleta seletiva, propondo ações de melhorias e adequações em atendimento a Resolução CONAMA n.422/2010 e ao Decreto Estadual n. 3.726/2010.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

O município de Nova Veneza, conta atualmente com 15 PEV's, cuja maioria se encontra no interior, ou seja, nas áreas rurais. A relação da qualidade do material reciclável do interior para o centro é consideravelmente de melhor qualidade tendo em vista haver participação da população e triagem dos resíduos.

Os pontos de entrega voluntária se encontram instalados em pontos estratégicos do município, como em escolas, clubes de mães e em áreas de grande movimento, a exemplo o bairro centro. Nesse sentido, pode-se verificar que o local de instalação dos pontos tem contribuído para em parte para a participação da população.

Levando em consideração o sistema Torre Verde localizado no bairro Bortolotto, este teve suas atividades iniciadas em dezembro de 2015 como sendo alternativa de coleta seletiva proposta por um fornecedor tendo em vista avaliar a qualidade do material reciclável e adesão da população. Este sistema possui boas adequações no quesito de desvio de materiais recicláveis, bem como na descarga do material no caminhão de coleta. Apesar de haver essas qualidades, o sistema de coleta apresenta algumas desvantagens por ser um projeto piloto.

O sistema Porta-a-Porta localizado no município de Forquilha abrange todo o município, tanto na área urbana como na rural. A frequência de coleta ocorre semanalmente, sendo realizada todas as quintas-feiras.

4.1 HORÁRIOS DA COLETA SELETIVA

A Tabela 4 demonstra que a Coleta Seletiva (CS) no bairro Ouro Negro, município de Forquilha, ocorre todas as quintas-feiras, enquanto nos dois sistemas em operação em dois bairros no município de Nova Veneza, a coleta ocorre normalmente a cada quinze dias, variando conforme a capacidade de acúmulo de resíduo.

Tabela 4 - Dias e períodos de CS e coleta de resíduo comum nos três bairros.

Cidade	Bairro	Coleta de Resíduo Comum		Coleta Seletiva	
		Dias da Coleta	Período	Dias da Coleta	Período
Nova Veneza	Centro	Segunda-feira, Quarta-feira e Sexta-feira	Matutino	Realizada a cada 15 dias	Matutino
Nova Veneza	Bortolotto	Segunda-feira, Quarta-feira e Sexta-feira	Matutino	Realizada a cada 10 dias	Matutino
Forquilha	Ouro Negro	Segunda-feira, Quarta-feira e Sexta-feira	Matutino	Quinta-feira	Matutino

Fonte: Do autor, 2016.

4.2 MONITORAMENTO DA ROTA DA COLETA SELETIVA

Nas Tabelas 5 a 7 constam as informações das rotas, trajetos, quantidade e dias da semana da Coleta Seletiva nos bairros Bortolotto e Centro (Nova Veneza) e Ouro Negro (Forquilha).

Tabela 5 - Dados coletados da rota do Bairro Bortolotto, em Nova Veneza (Sistema Torre verde).

Mês	Data	Dia da CS ¹	Horário do Trecho Percorrido	Quilometragem do Trecho Percorrido (km)	Peso (kg)
1°	15/03/16	Terça-feira	08:10 – 11:19	38	320,0
	29/03/16	Terça-feira	07:20 – 11:30	38	240,0
2°	07/04/16	Quinta-feira ²	08:15 – 11:40	38	180,0
	19/04/16	Terça-feira	07:25 – 11:30	38	300,0
3°	12/05/16	Quinta-feira ²	13:00 - 14:00	38	188,6
	29/05/16	Sexta-feira	07:25 – 11:30	38	280,0
MÉDIA				38	502,90

Fonte: Do autor, 2016.

¹ Coleta Seletiva;

² A coleta seletiva ocorreu este dia em virtude da composição gravimétrica realizada juntamente com o bairro Centro em Nova Veneza.

Tabela 6 - Dados coletados da rota do bairro Centro em Nova Veneza (Sistema PEV).

Mês	Data	Dia da CS	Horário do Trecho Percorrido	Quilometragem do Trecho Percorrido (km)	Peso (kg)
1°	15/03/16	Terça-feira	07:15 – 11:25	37,9	203,00
2°	07/04/16	Quinta-feira	08:05 – 11:30	37,9	363,00
	22/04/16	Sexta-feira	07:25 – 11:30	37,9	160,00
3°	12/05/16	Quinta-feira	07:25 – 14:00	37,9	186,97
	29/05/16	Quinta-feira	07:25 – 11:30	37,9	260,00
MÉDIA				37,9	357,65

Fonte: Do autor, 2016.

¹ Nesta quantidade ocorreu desvio de material por parte de terceiros.

Tabela 7 - Dados coletados da rota do bairro Ouro Negro em Forquilha (Sistema Porta-a-Porta).

Mês	Data	Dia da CS	Horário do Trecho Percorrido	Quilometragem do Trecho Percorrido (Km)	Peso (kg)
1°	01/03 – 31/03	Quinta-feira	08:00 – 11:15	32,2	2.046,89
2°	01/04 – 29/04	Quinta-feira	08:00 – 11:15	32,2	1.836,91
3°	01/05 – 31/05	Quinta-feira	08:00 – 11:15	32,2	2.020,30
MÉDIA				32,2	1.968,00

Fonte: Do autor, 2016.

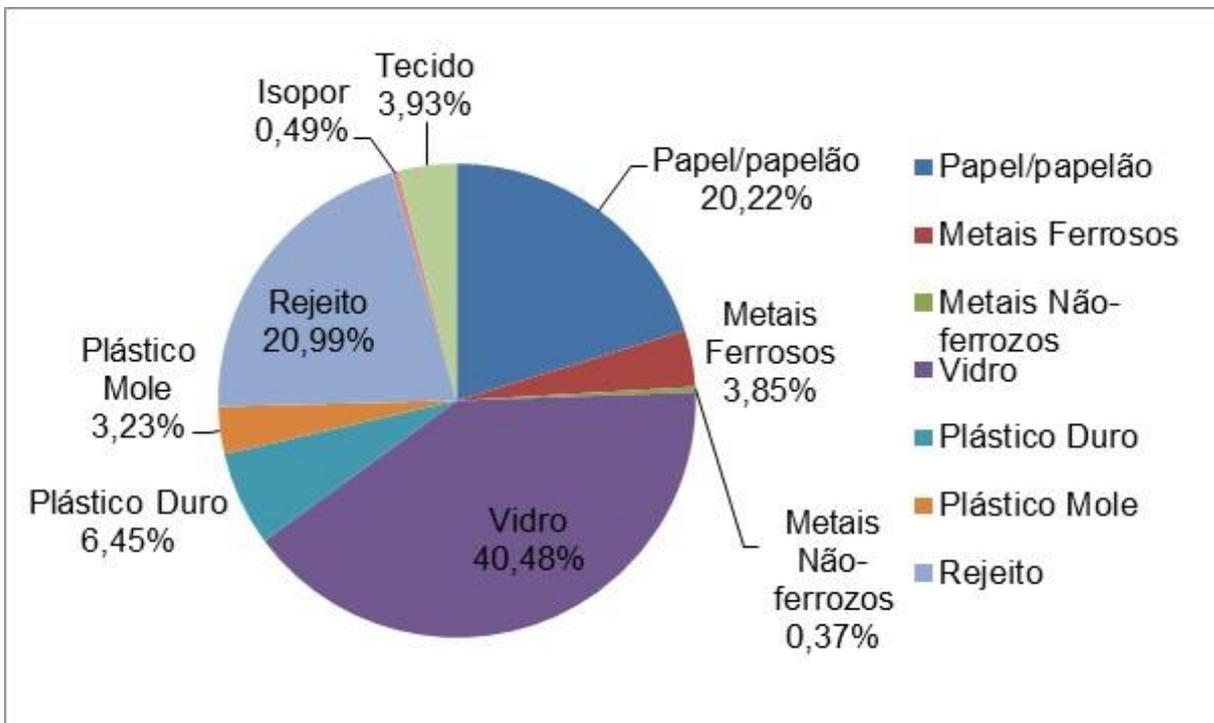
4.3 COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA

Foram realizadas duas campanhas de composição gravimétrica de cada um dos sistemas de coleta seletiva. Os dados da composição gravimétrica de cada sistema constam especificados no Apêndice A.

Em primeiro momento foi realizada a média percentual da composição gravimétrica de cada bairro para análise dos resultados. Após isso, foi realizada a média percentual dos três bairros (Centro, Bortolotto e Ouro Negro) em sua totalidade.

A Figura 10 apresenta a média percentual da composição gravimétrica (duas campanhas) realizada no Bairro Centro, Nova Veneza.

Figura 10 - Percentual da composição gravimétrica do Bairro Centro (Pontos de entrega voluntária - PEV).



Fonte: Do autor, 2016.

Como se pode observar, o resíduo que obteve maior índice foi o vidro, com (40,48%). Esse valor corresponde a contribuição de restaurantes que descartam em boa parte garrafas de vinho, potes de conserva e garrafas de cerveja.

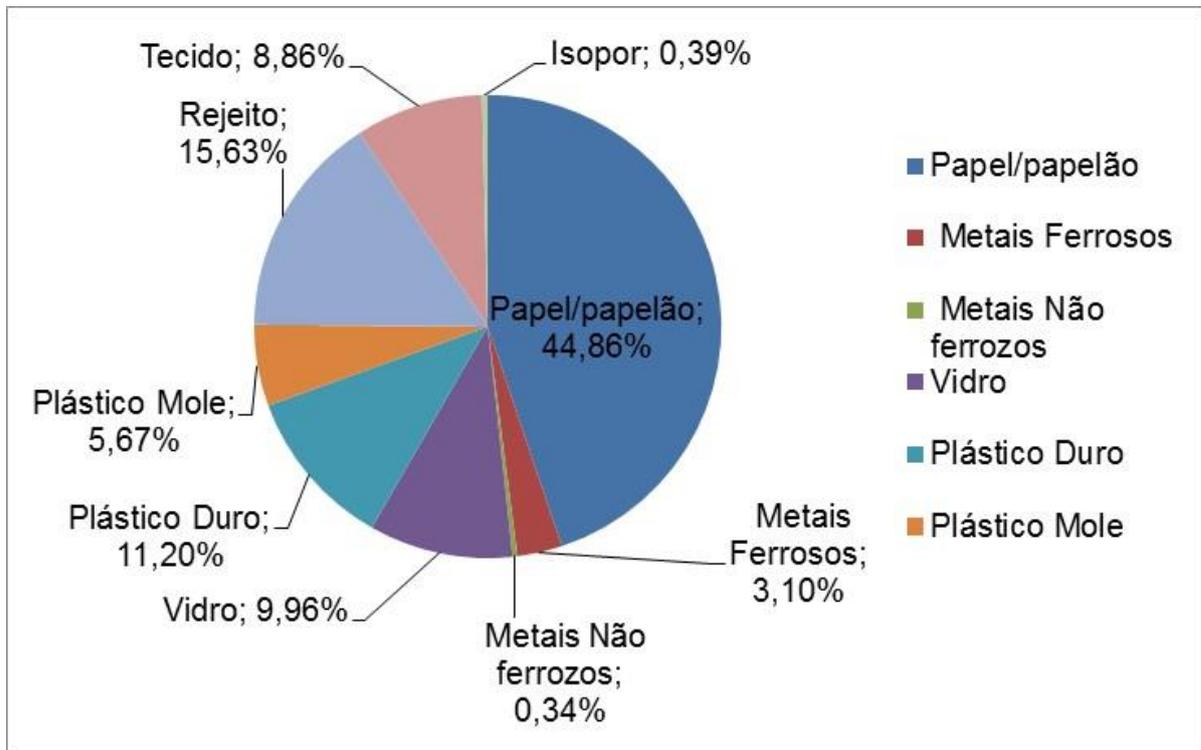
Enquanto, a segunda maior parcela ficou com o rejeito (20,99%), nestes itens foi contemplado, papel higiênico, fraudas descartáveis, matéria orgânica entre outros. Comparando com os outros sistemas de coleta seletiva estudados neste trabalho, o Bairro Centro apresentou a maior porcentagem de rejeito devido da pequena participação da população, ao contrário do Bairro Bortolotto (15,63% - Figura 11) e do Bairro Ouro Negro (14,86% - Figura 12).

Na sequência tem-se o papel/papelão, correspondendo 20,22%, onde é composto por caixa de produtos comercializados em supermercados, embalagens de sabão em pó, caixa de sapatos, entre outros.

O plástico duro corresponde a 6,45%, seguido do tecido (3,93%), metais ferrosos (3,85%), plástico mole (3,23%), isopor (0,49%) e metais não-ferrosos (0,37%).

A Figura 11 apresenta a média percentual da composição gravimétrica do Bairro Bortolotto.

Figura 11- Percentual da composição gravimétrica do Bairro Bortolotto (Torre Verde).



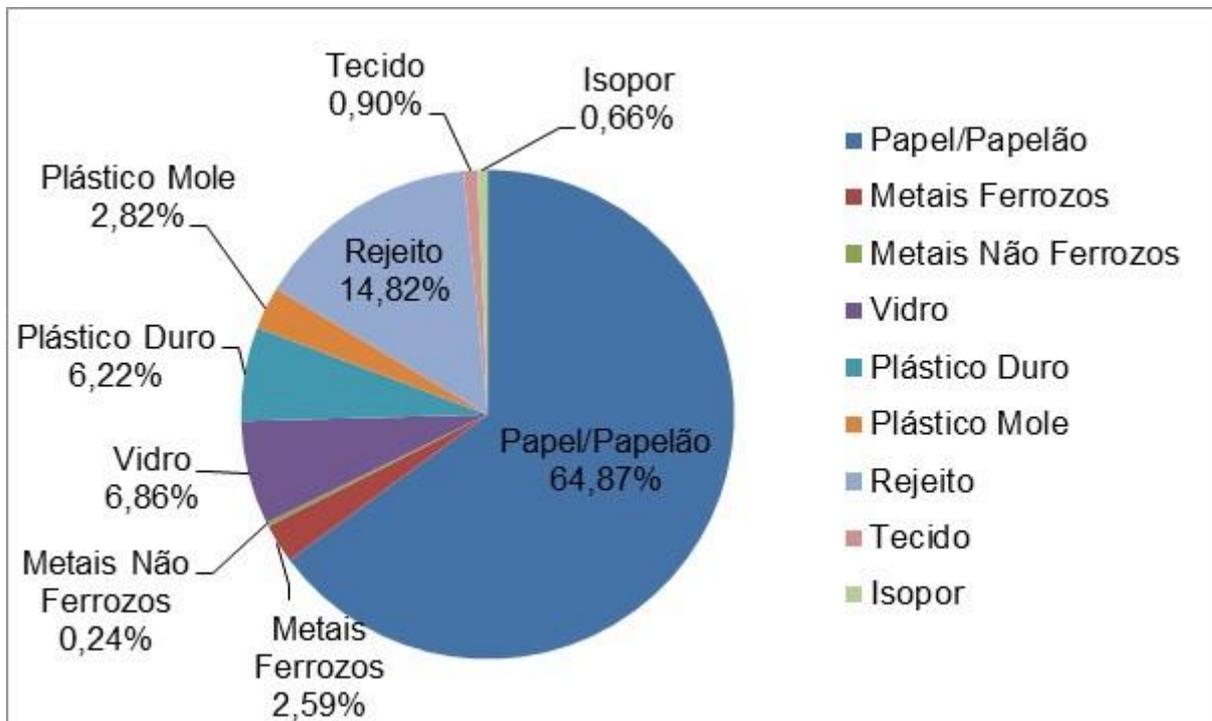
Fonte: Do autor, 2016.

No Bairro Bortolotto, a categoria papel/papelão obteve maior índice (44,86%), enquanto o rejeito com 15,63%. Esta baixa porcentagem de rejeito se dá por ser um sistema de coleta recentemente implantado, onde há uma pessoa exclusiva para fiscalizar e realizar ações de educação ambiental, assim diminuindo significativamente a quantidade de rejeito em comparação com o Bairro Centro, onde não há participação efetiva da população.

A terceira maior parcela representa o plástico duro, correspondendo a 11,20%, seguidos do vidro (9,96%), tecido (8,86%), plástico mole (5,67%), metais ferrosos (3,10%), isopor (0,39%) e metais não ferrosos (0,34%).

A Figura 12 apresenta a média percentual da composição gravimétrica do bairro Ouro Negro/Forquilha.

Figura 12 - Percentual da composição gravimétrica do Bairro Ouro Negro (Porta-a-Porta).



Fonte: Do autor, 2016.

Os resultados da média da composição gravimétrica no Bairro Ouro Negro indicam como maior ocorrência papel/papelão (64,87%), devido à presença de supermercados, comércios e afins. Assim como no Bairro Bortolotto (Nova Veneza), que também apresentou esse resíduo como o maior percentual.

Verifica-se que 14,82% são classificados por rejeito, sendo observada a presença de matéria orgânica e resíduo de banheiro (papel higiênico, fralda descartável, absorventes e etc.).

Continuadamente o vidro compõe 6,86%, enquanto o plástico duro (6,22%), plástico mole (2,82%), metais ferrosos (2,59%) e por fim, o tecido compondo 0,90%, isopor com 0,66% e metais não ferrosos (0,24%).

No Quadro 3 são descritos os materiais identificados na composição gravimétrica realizada para os três sistemas de coleta.

Quadro 3 - Características dos materiais encontrados na composição gravimétrica.

Material	Descrição
Papel/Papelão	Constituído basicamente por papelão, papel branco e misto, livros, revistas, folhas de jornais, caixas de sabão em pó, caixas de ovo, caixa de treta park e entre outros
Metais Ferrosos	Compostos por latas de conserva e de achocolatado
Metais Não-ferrosos	Conhecidos tecnicamente como metais não ferrosos, que seriam as latas de alumínio (cerveja, sucos, refrigerantes)
Vidro	Garrafas em geral (cerveja, vinho), potes de conservas
Plástico duro	Embalagens de refrigerante e água mineral (PET), copos descartáveis (PS), embalagens de amaciante, água sanitária, condicionador (PEAD), entre outros.
Plástico Mole	Plástico estraladinho (embalagens de pão, biscoitos, entre outros), plástico bolsa (bolsas de supermercados e lojas)
Rejeito	Os rejeitos foram considerados a partir da contaminação com a matéria orgânica impossibilitando a recuperação do material reciclável sendo (papel higiênico, embalagens de macarrão instantâneo, embalagens metalizadas, embalagens de bolo, entre outros)
Tecido	Este resíduo é composto por sobras de corte de tecido, como também trapos descartados por fações.
Isopor	Pratos, bandejas e placas (utilizadas no transporte de eletrônicos)

Fonte: Do autor, 2016.

4.4 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Os trabalhos apresentados por BESEN (2011) constam da adoção de 32 indicadores de sustentabilidade ambiental para avaliar a gestão de resíduos sólidos. Neste trabalho optou-se por utilizar 09 indicadores de sustentabilidade para avaliação de sistemas de coleta seletiva, dos 14 indicadores propostos por BESEN (2011) para esta modalidade.

A seleção destes nove indicadores originou-se das características específicas dos bairros onde estão implantados os sistemas de coleta seletiva estudados neste trabalho. Estes indicadores permitiram avaliar e comparar a efetividade dos sistemas tendo em vista a tomada de decisão dos gestores municipais.

4.4.1 Indicador 01 - Atendimento da População

Para se obter o número da população atendida pelo programa, foi necessário adotar dados, como a porcentagem de materiais recicláveis. Ambos os dados foram utilizados dos Planos de Saneamento Básico dos municípios de Nova Veneza e Forquilha (IPAT/UNESCO, 2009 e 2010).

Considerando a média dos três meses de acompanhamento da coleta, pode-se gerar uma média dos materiais recicláveis no município de Nova Veneza e Forquilha.

Adiante constam as informações obtidas e o desenvolvimento dos cálculos:

Informações Iniciais

- Porcentagem de materiais recicláveis/dia (Forquilha): 43,55% (IPAT/UNESCO, 2010);
- Porcentagem de materiais recicláveis/dia (Nova Veneza): 42,2% (IPAT/UNESCO, 2009);
- Geração de resíduos sólidos urbanos (Nova Veneza): 0,474 kg/ hab./dia (IPAT/UNESCO, 2009);
- Geração de resíduos sólidos urbanos (Forquilha): 0,503 kg/ hab./dia, pode ser calculado através da quantidade de resíduos destinados ao aterro sanitário dividido pela quantidade da população do município referente ao ano de 2015.

Desenvolvimento dos Cálculos

- PEV - Bairro Centro (Nova Veneza)

$$\text{Disposicao de materiais recicláveis} = 0,474 \text{ kg/hab/dia} * 42\%$$

$$\text{Disposição de materiais recicláveis} = 0,199 \text{ kg/hab/dia}$$

$$1 \text{ habitante} - 0,199 \text{ kg/dia}$$

$$X \text{ habitantes} - 11,92 \text{ kg/dia}$$

$$\text{Numerodehabitantesparticipantes} = 60 \text{ habitantes}$$

- Torre Verde - Bairro Bortolotto (Nova Veneza)

*Disposição de materiais recicláveis = 0,474 kg/hab/dia * 42%*

Disposição de materiais recicláveis = 0,199 kg/hab/dia

1 habitante – 0,199 kg/dia

Xhabitantes – 16,76 kg/dia

Numero de habitantes participantes = 84 habitantes

- Porta-a-Porta - Bairro Ouro Negro (Forquilha)

*Disposição de materiais recicláveis = 0,503 kg/hab/dia * 43,55%*

Disposição de materiais recicláveis = 0,219 kg/hab/dia

1 habitante – 0,219 kg/dia

Xhabitantes – 65,6 kg/dia

Numero de habitantes participantes = 299 habitantes

O Quadro 4 apresenta as informações que foram levantadas para identificar o indicador de Atendimento da População.

Quadro 4 - Informações levantadas dos sistemas de coleta a partir de dados provenientes dos municípios.

Informações	PEV	Torre Verde	Porta-a-Porta
Média coletada de resíduo sólido reciclável	357,65 kg/mês	502,90 kg/mês	1.968,00 kg/mês
Média Coletada de resíduo sólido reciclável	89,41 kg/semana	125,72 kg/semana	492,00 kg/semana
Média coletada de resíduo sólido coletado	11,92 kg/dia	16,76 kg/dia	65,60 kg/dia
Contribuição de Material Reciclável	0,199 (kg/hab/dia)	0,199 (kg/hab/dia)	0,219 (kg/hab/dia)
Número da população atendida pelo programa	60 habitantes	84 habitantes	299 habitantes
Número de	1.384 habitantes	1.500 habitantes	1.427 habitantes

Informações	PEV	Torre Verde	Porta-a-Porta
habitantes por Bairro (sistema coleta seletiva)			

Fonte: Do autor, 2016.

De posse destas informações foi encontrado o percentual de atendimento da população nos três sistemas de coleta seletiva.

- **PEV - Bairro Centro (Nova Veneza)**

$$\text{Percentual de atendimento da população} = \frac{\text{N}^\circ \text{ da população atendida pelo programa}}{\text{N}^\circ \text{ da população do município}} \times 100$$

$$\text{Percentual de atendimento da população} = \frac{60}{1.384} \times 100$$

$$\text{Percentual de atendimento da população} = 4,33\%$$

- **Torre Verde -Bairro Bortolotto (Nova Veneza)**

$$\text{Percentual de atendimento da população} = \frac{\text{N}^\circ \text{ da população atendida pelo programa}}{\text{N}^\circ \text{ da população do município}} \times 100$$

$$\text{Percentual de atendimento da população} = \frac{84}{1.500} \times 100$$

$$\text{Percentual de atendimento da população} = 5,60\%$$

- **Porta-a-Porta - Bairro Ouro Negro (Forquilha)**

$$\text{Percentual de atendimento da população} = \frac{\text{N}^\circ \text{ da população atendida pelo programa}}{\text{N}^\circ \text{ da população do município}} \times 100$$

$$\text{Percentual de atendimento da população} = \frac{299}{1.427} \times 100$$

$$\text{Percentual de atendimento da população} = 20,95\%$$

Através deste indicador pode-se perceber que o percentual de adesão ou atendimento da população, está atrelado diretamente a efetividade dos programas de educação ambiental. Neste sentido todos os três sistemas apresentaram percentuais baixo quando comparados à metodologia desenvolvida por BESEN (2011), adotada neste trabalho.

Segundo BESEN (2011), para que um sistema de coleta seletiva tenha bons resultados em termos de adesão da população, o indicador tem que atingir

índices que variam desde alto (80% a 100%), médio (79,9% a 40,1%) e baixo (inferior a 40%).

4.4.2 Indicador 02 - Índice de Participação por Bairro

A partir da obtenção do indicador de Participação da População calculado anteriormente, quantificou-se a geração de resíduo por habitante para os três sistemas de coleta seletiva. O município de Nova Veneza possui população de 14.470 habitantes, enquanto no município de Forquilha possui 22.548 habitantes, conforme dados do SNIS (2013).

A média de geração de resíduos sólidos urbanos em 2015 para o município de Nova Veneza é de 205,91 ton./mês (SNIS, 2015), o que corresponde ao valor de 6.863,66 kg/dia de resíduos encaminhados para o aterro sanitário. Assim, a quantidade de resíduo gerado por habitante em Nova Veneza é de 0,474 kg/hab/dia, conforme mostra o cálculo adiante.

$$\text{Geração Per Capita kg/hab/dia} = \frac{\text{Quantidade de resíduos gerados}}{\text{Número de habitantes}}$$

$$\text{Geração Per Capita} = \frac{6.863,66(\text{kg/dia})}{14.470 (\text{hab})}$$

$$\text{Geração Per Capita kg/hab/dia} = 0,474 \text{ kg/hab/dia.}$$

No caso de Forquilha, a geração de resíduo é 340,27 ton./mês (SNIS, 2015), correspondendo ao valor de 11.342,33 kg/dia de resíduos encaminhados para o aterro. Neste sentido, a quantidade de resíduo gerado por habitante em Forquilha é de 0,503 kg/hab/dia, conforme mostra o cálculo adiante.

$$\text{Geração Per Capita} = \frac{\text{Quantidade de resíduos gerados}}{\text{Número de habitantes}}$$

$$\text{Geração Per Capita} = \frac{11.342,33(\text{Kg/dia})}{22.548 (\text{hab})}$$

$$\text{Geração Per Capita kg/hab/dia} = 0,503 \text{ kg/hab/dia.}$$

Considerando que no município de Nova Veneza a coleta dos resíduos recicláveis acontece uma vez a cada quinze dias, e no município de Forquilha

semanalmente, apresentou-se a geração de recicláveis por semana visando propiciar um meio comparativo com a geração de recicláveis/habitante/semana.

Em Nova Veneza a geração de recicláveis é de 1,393 kg/hab/semana enquanto em Forquilha é de 1,533 kg/hab/semana, conforme dados adiante.

- Município de Nova Veneza

$$\text{Geração de recicláveis} = 0,199 \text{ (kg/hab)} \times 7 \text{ dias}$$

$$\text{Geração de recicláveis} = 1,393 \text{ kg/hab/semana}$$

- Município de Forquilha

$$\text{Geração de recicláveis} = 0,219 \text{ (kg/hab)} \times 7 \text{ dias}$$

$$\text{Geração de recicláveis} = 1,533 \text{ kg/hab/semana}$$

De acordo com dados do IBGE (2010), a população residente dos bairros em estudo é de 1.500 habitantes no Bortolotto e 1.384 no Centro, em Nova Veneza, e no bairro Ouro Negro (Forquilha), o número de habitantes é equivalente a 1.427.

A partir do número de habitantes estimou-se a quantidade de resíduos recicláveis coletados por semana para cada bairro em estudo.

- Bairro Bortolotto

$$1500 \text{ hab} \times 1,393 \text{ kg/hab/semana} = 2.089,50 \text{ Kg/semana}$$

- Bairro Centro

$$1384 \text{ hab} \times 1,393 \text{ kg/hab/semana} = 1.927,91 \text{ Kg/semana}$$

- Bairro Ouro Negro

$$1427 \text{ hab} \times 1,533 \text{ kg/hab/semana} = 2.187,59 \text{ Kg/semana}$$

Através do desenvolvimento dos cálculos pode-se chegar à dedução da geração de resíduos sólidos recicláveis em quilogramas por semana, podendo assim quantificar o índice de participação da população em cada sistema comparado neste trabalho.

Conforme analisando os dados adiante, para dimensionar a média coletada por semana, foi necessário ter o acompanhamento de três meses dividido por semana, tendo desta forma a quantidade coletada por semana.

- Torre Verde -Bairro Bortolotto (Nova Veneza)

$$\text{Índice de participação} = \frac{\text{Média da quantidade coletada seletivamente (kg/semana)}}{\text{Estimativa de geração de recicláveis (kg/semana)}} \times 100$$

$$\text{Índice de participação} = \frac{125,72}{2.089,50} \times 100$$

$$\text{Índice de participação} = 6,00\%$$

- PEV - Bairro Centro (Nova Veneza)

$$\text{Índice de participação} = \frac{\text{Média da quantidade coletada seletivamente (kg/semana)}}{\text{Estimativa de geração de recicláveis (kg/semana)}} \times 100$$

$$\text{Índice de participação} = \frac{89,37}{1.927,91} \times 100$$

$$\text{Índice de participação} = 4,63\%$$

- Porta-a-Porta - Bairro Ouro Negro (Forquilha)

$$\text{Índice de participação} = \frac{\text{Média da quantidade coletada seletivamente (kg/semana)}}{\text{Estimativa de geração de recicláveis (kg/semana)}} \times 100$$

$$\text{Índice de participação} = \frac{492,00}{2187,59} \times 100$$

$$\text{Índice de participação} = 22,49\%$$

Os resultados indicam que os três sistemas de coleta seletiva possuem deficiência no indicador “Índice de Participação”, conforme BESEN (2011). Neste sentido, pode-se analisar que os resultados destes indicadores estão diretamente relacionados à deficiência nos programas de educação ambiental, conforme pode-se constatar nos sistemas PEV (4,63%), seguido da Torre Verde (6,00%) e Porta-a-Porta (22,49%).

Cabe ressaltar que o sistema Porta-a-Porta, embora esteja classificado como “baixo índice de participação”, em relação aos demais apresentou melhor índice. Este sistema apesar de haver educação ambiental anualmente, ainda não alcança resultados suficientes para se enquadrar em uma média tendência de sustentabilidade, como é definido por BESEN, (2011).

Quando se compara os dois sistemas de Nova Veneza, a Torre Verde apresenta acréscimo na porcentagem em comparação ao PEV. Apesar de ser um sistema inovador, instalado há pouco tempo e por possuir uma pessoa exclusiva

denominada de “zelador de bairro” para ações de educação ambiental, o sistema teve baixa representatividade.

4.4.3 Indicador 03 - Percentual de Recuperação de Materiais Recicláveis em Relação ao Total Coletado

A quantidade de resíduos coletados considerou a média de três meses de acompanhamento, enquanto a quantidade da coleta regular considerou um período de 12 meses, conforme dados fornecidos pelas fundações de meio ambiente dos dois municípios.

A quantidade de rejeito foi estimada pela composição gravimétrica através da média em quilogramas no Apêndice A.

- Torre Verde - Bairro Bortolotto (Nova Veneza)

$$\begin{aligned} 188,56 \text{ kg} - 29,00 \text{ kg} \\ 502,90 \text{ kg} - X \\ X = 77,34 \text{ kg de rejeito/mês} \end{aligned}$$

- PEV - Bairro Centro (Nova Veneza)

$$\begin{aligned} 224,80 \text{ kg} - 55,90 \text{ kg} \\ 357,50 \text{ kg} - X \\ X = 88,90 \text{ kg de rejeito/mês} \end{aligned}$$

- Porta-a-Porta - Bairro Ouro Negro (Forquilha)

$$\begin{aligned} 449,30 \text{ kg} - 66,42 \text{ kg} \\ 1968,00 \text{ kg} - X \\ X = 291,04 \text{ kg de rejeito/mês} \end{aligned}$$

Quando se compara a quantidade de rejeito entre os três sistemas, fica claro que o sistema Porta-a-Porta tem produzido 3,2 vezes mais rejeito do que PEV e 3,7 da Torre Verde. Este fato se dá devido a maior adesão da população na participação da coleta seletiva. A partir da quantidade de rejeito estimada por bairro, quantificou-se o percentual de recuperação de materiais recicláveis, a saber:

- Torre Verde - Bairro Bortolotto (Nova Veneza)

$$\text{Percentual de recup. de mat. reciclaveis} = \frac{Q. da coleta seletiva - Q. de rejeitos}{Q. da coletada seletiva + Q. coletada regular} \times 100$$

$$\text{Percentual de recup. de mat. reciclaveis} = \frac{502,90 \text{ (Kg/mês)} - 77,34 \text{ (Kg/mês)}}{502,90 \text{ (Kg/mês)} + 1.778,76 \text{ (Kg/mês)}} \times 100$$

$$\text{Percentual de recup. de mat. reciclaveis} = 18,65\%$$

- PEV - Bairro Centro (Nova Veneza)

$$\text{Percentual de recup. de mat. reciclaveis} = \frac{Q. da coleta seletiva - Q. de rejeitos}{Q. da coletada seletiva + Q. coletada regular} \times 100$$

$$\text{Percentual de recup. de mat. reciclaveis} = \frac{357,65 \text{ (Kg/mês)} - 88,90 \text{ (Kg/mês)}}{357,65 \text{ (Kg/mês)} + 1.641,20 \text{ (Kg/mês)}} \times 100$$

$$\text{Percentual de recup. de mat. reciclaveis} = 13,44\%$$

- Porta-a-Porta - Bairro Ouro Negro (Forquilha)

$$\text{Percentual de recup. de mat. reciclaveis} = \frac{Q. da coleta seletiva - Q. de rejeitos}{Q. da coletada seletiva + Q. coletada regular} \times 100$$

$$\text{Percentual de recup. de mat. reciclaveis} = \frac{1.968,00 \text{ (Kg/mês)} - 291,04 \text{ (Kg/mês)}}{1.968,00 \text{ (Kg/mês)} + 1.794,56 \text{ (Kg/mês)}} \times 100$$

$$\text{Percentual de recup. de mat. reciclaveis} = 44,56\%$$

As variações do percentual de recuperação de materiais recicláveis entre os bairros de Nova Veneza estão relacionadas à ausência de programas de educação ambiental, enquanto no bairro Ouro Negro, embora apresente um bom resultado em comparação aos outros dois sistemas é classificado pela metodologia de BESEN (2011) como “muito desfavorável”.

4.4.4 Indicador 04 - Percentual de Rejeitos

Para estimar o percentual de rejeitos, faz-se necessário identificar à quantidade comercializada através da geração mensal de resíduos que é destinada a associação ACAFOR subtraído da média de rejeitos calculada por regra de três, sendo demonstrada adiante:

- Torre Verde - Bairro Bortolotto (Nova Veneza)

$$\text{Quant. comerc} = \text{peso coletado (kg/média/mês)} - \text{rejeito (kg/mês)}$$

$$\text{Quant. comerc} = 502,90 \text{ (Kg/mês)} - 77,34 \text{ (Kg/mês)}$$

$$\text{Quant. comerc} = 425,56 \text{ (Kg/mês)}$$

- PEV - Bairro Centro (Nova Veneza)

$$\text{Quant. comerc} = \text{peso coletado (kg/média/mês)} - \text{rejeito (kg/mês)}$$

$$\text{Quant. comerc} = 357,65 \text{ (Kg/mês)} - 88,90 \text{ (Kg/mês)}$$

$$\text{Quant. comerc} = 268,75 \text{ (Kg/mês)}$$

- Porta-a-Porta - Bairro Ouro Negro (Forquilha)

$$\text{Quant. comerc} = \text{peso coletado (kg/média/mês)} - \text{rejeito (kg/mês)}$$

$$\text{Quant. comerc} = 1.968,00 \text{ (Kg/mês)} - 291,04 \text{ (Kg/mês)}$$

$$\text{Quant. comerc} = 1.676,96 \text{ (Kg/mês)}$$

Para estimar a quantidade de rejeito, foi adotada a quantidade média dos três meses de acompanhamento, a saber:

- Torre Verde - Bairro Bortolotto (Nova Veneza)

$$\text{Percentualderejeito} = \frac{Q. \text{dacoletaseletiva} - Q. \text{comercializada}}{Q. \text{dacoletaseletiva}} \times 100$$

$$\text{Percentualderejeito} = \frac{502,90 \text{ (Kg/mês)} - 425,56 \text{ (Kg/mês)}}{502,90 \text{ (Kg/mês)}} \times 100$$

$$\text{Percentualderejeito} = 15,37\%$$

- PEV - Bairro Centro (Nova Veneza)

$$\text{Percentualderejeito} = \frac{Q. \text{dacoletaseletiva} - Q. \text{comercializada}}{Q. \text{dacoletaseletiva}} \times 100$$

$$\text{Percentualderejeito} = \frac{357,65 \text{ (Kg/mês)} - 268,75 \text{ (Kg/mês)}}{357,65 \text{ (Kg/mês)}} \times 100$$

$$\text{Percentualderejeito} = 24,85\%$$

- Porta-a-Porta - Bairro Ouro Negro (Forquilha)

$$\text{Percentualderejeito} = \frac{Q. \text{dacoletaseletiva} - Q. \text{comercializada}}{Q. \text{dacoletaseletiva}} \times 100$$

$$\text{Percentual de recup. de mat. reciclaveis} = \frac{1.968,00 \text{ (Kg/mês)} - 1.676,96 \text{ (Kg/mês)}}{1.968,00 \text{ (Kg/mês)}} \times 100$$

$$\text{Percentual de recup. de mat. reciclaveis} = 14,78\%$$

Os resultados obtidos da composição gravimétrica vêm de acordo com o indicador “Percentual de Rejeitos” calculado acima. Os valores dos indicadores dos três sistemas indicam ser desfavorável, ou seja, os municípios possuem pouco investimento no âmbito da coleta seletiva, atrelado principalmente a educação ambiental, bem como outros fatores, como o nível de alfabetização, adesão da população. Estas informações veem em de acordo com BRUGGER (1994).

Dentre os três sistemas que se destaca com a menor porcentagem é o Porta-a-Porta, provavelmente em função dos investimentos em educação ambiental, embora com possibilidade de melhoria.

4.4.5 Indicador 05 - Percentual do Custo do Programa em Relação ao Custo do Manejo de Resíduos

Este indicador aponta a relação entre o custo do programa em comparativo a operacionalização do sistema. Adiante constam os percentuais de cada sistema. Importante frisar que os custos apresentados correspondem às despesas mensais por sistema (bairro).

- Torre Verde - Bairro Bortolotto (Nova Veneza)

$$\text{Percentual do custo do programa} = \frac{\text{Total de despesas da coleta seletiva}}{\text{Total de despesas com os serviços de manejo de resíduos sólidos}} \times 100$$

$$\text{Percentual do custo do programa} = \frac{934,66}{4.379,44} \times 100$$

$$\text{Percentual do custo do programa} = 21,34\%$$

- PEV - Bairro Centro (Nova Veneza)

$$\text{Percentual do custo do programa} = \frac{\text{Total de despesas da coleta seletiva}}{\text{Total de despesas com os serviços de manejo de resíduos sólidos}} \times 100$$

$$\text{Percentual do custo do programa} = \frac{230,23}{4.040,76} \times 100$$

$$\text{Percentual do custo do programa} = 5,69\%$$

- Porta-a-Porta - Bairro Ouro Negro (Forquilha)

$$\text{Percentual do custo do programa} = \frac{\text{Total de despesas da coleta seletiva}}{\text{Total de despesas com os serviços de manejo de resíduos sólidos}} \times 100$$

$$\text{Percentual do custo do programa} = \frac{1.641,38}{2.043,00} \times 100$$

$$\text{Percentual do custo do programa} = 80,34\%$$

Os resultados encontrados indicam que apenas o sistema PEV (5,69%) e Torre Verde (21,34%) possui boa relação entre custo do programa da coleta seletiva em comparação aos custos operacionais de manejo dos resíduos, ou seja, estão incluídas a coleta regular e varrição de ruas. No entanto este resultado mascara a eficiência deste sistema, pois não estão computados os custos de programas de educação ambiental por não estarem em funcionamento. Este fato é evidenciado quando é analisado com a metodologia de BESEN (2011).

Por outro lado, o sistema Porta-a-Porta apresentou alto índice de custo do programa. Na relação com os colaboradores da educação ambiental este sistema é classificado pela metodologia de BESEN (2011) como “Muito Desfavorável”.

4.4.6 Indicador 06 - Custo do Programa em Relação à Quantidade Coletada Seletiva

Conforme o Quadro 5, foram elencados os custos de investimento de cada sistema de coleta, sendo que o sistema Porta-a-Porta possui a vantagem de não haver o investimento com o sistema de coleta.

O sistema Porta-a-Porta por não haver um custo de aquisição em equipamentos possui em contrapartida custos excessivos de operação do sistema.

Quadro 5 - Investimento inicial na aquisição do sistema de coleta.

Torre Verde	PEV	Porta-a-Porta
R\$ 98.000,00	R\$ 2.560,00	¹ R\$ 0,00

Fonte: Do autor, 2016.

¹ Neste sistema não há investimento em equipamento de sistema de coleta.

A relação do custo do programa em relação à quantidade coletada é levada em consideração, conforme metodologia proposta por BESEN (2011), apenas o investimento inicial em equipamentos do sistema, e a quantidade média coletada de resíduo reciclável. Para efeito de cálculo deste indicador, contrapomos o custo de investimento por mês. Cabe ressalva que os custos de implantação dos programas relacionados a educação ambiental não são contabilizados neste indicador.

- Torre Verde - Bairro Bortolotto (Nova Veneza)

$$\text{Custo do programa (quantidade coletada)} = \frac{\text{Custo total do programa (R\$)}}{\text{Quantidade da coleta seletiva}}$$

$$\text{Custo do programa (quantidade coletada)} = \frac{\text{R\$ 98.000,00}}{502,90 \text{ kg}}$$

$$\text{Custo do programa (quantidade coletada)} = 194,86 \text{ R\$/kg}$$

- PEV - Bairro Centro (Nova Veneza)

$$\text{Custo do programa (quantidade coletada)} = \frac{\text{Custo total do programa (R\$)}}{\text{Quantidade da coleta seletiva}}$$

$$\text{Custo do programa (quantidade coletada)} = \frac{\text{R\$ 2.560,00}}{357,65 \text{ kg}}$$

$$\text{Custo do programa (quantidade coletada)} = 7,15 \text{ R\$/kg}$$

No caso do sistema Porta-a-Porta, como não há custo de investimento em equipamentos de armazenamento do resíduo, pode-se concluir um custo zero, ou seja, não há investimento em equipamentos de armazenamento do resíduo no programa.

Quando compararmos os resultados do sistema PEV e Porta-a-Porta com a metodologia de BESEN (2011), o indicador é “muito favorável” devido ao baixo investimento inicial. Em relação ao sistema Torre Verde, o investimento inicial é relativamente elevado, sendo classificado como “desfavorável”.

4.4.7 Indicador 07 - Custo do Programa da Coleta Seletiva em Relação à Coleta Regular e Aterramento

O percentual do custo da coleta seletiva em relação da coleta regular mais aterramento é obtido através da divisão do custo da coleta pelo custo da coleta seletiva mais o custo do aterramento.

- Torre Verde - Bairro Bortolotto (Nova Veneza)

$$\text{Percentual de custo da coleta} = \frac{\text{Custo da coleta seletiva}}{\text{Custo da coleta regular} + \text{custo do aterramento} \left(\frac{\text{R\$}}{t}\right)}$$

$$\text{Percentual de custo da coleta} = \frac{934,66 \text{ (reais/mês)}}{3.145,10 \text{ (reais/mês)} + 100 \left(\frac{R\$}{t}\right)}$$

$$\text{Percentual de custo da coleta} = 28,80\%$$

- PEV - Bairro Centro (Nova Veneza)

$$\text{Percentual de custo da coleta} = \frac{\text{Custo da coleta seletiva}}{\text{Custo da coleta regular} + \text{custo do aterramento} \left(\frac{R\$}{t}\right)}$$

$$\text{Percentual de custo da coleta} = \frac{230,23 \text{ (reais/mês)}}{2.901,88 + 100 \left(\frac{R\$}{t}\right)}$$

$$\text{Percentual de custo da coleta} = 7,67\%$$

- Porta-a-Porta - Bairro Ouro Negro (Forquilha)

$$\text{Percentual de custo da coleta} = \frac{\text{Custo da coleta seletiva}}{\text{Custo da coleta regular} + \text{custo do aterramento} \left(\frac{R\$}{t}\right)}$$

$$\text{Percentual de custo da coleta} = \frac{1.641,38}{2.043,54 + 104,85 \left(\frac{R\$}{t}\right)}$$

$$\text{Percentual de custo da coleta} = 76,40 \%$$

Quando analisamos os resultados dos custos dos programas (Porta-a-Porta) em comparativo a coleta regular e aterramento, e classificamos na metodologia de BESEN (2011), o indicador é “desfavorável”.

Por outro lado, no sistema PEV e Torre Verde como os custos são baixos a classificação de BESEN (2011) indica no radar de sustentabilidade como “muito favorável”.

4.4.8 Indicador 08 - Programa de Educação e Divulgação

O Quadro 6 demonstra a quantidade de geração atual pelo potencial de geração de materiais recicláveis que poderiam ser destinados à associação ACAFOR com a educação ambiental mais efetiva, com base na geração de recicláveis.

Quadro 6 - Geração atual de materiais recicláveis e potencial de geração de recicláveis.

Item	PEV	Torre Verde	Porta-a-Porta
Geração de resíduo (kg/hab/dia)	0,474	0,474	0,503
Porcentagem de recicláveis	42,2%	42,2%	43,55%
Geração de recicláveis (kg/hab/dia)	0,199	0,199	0,219
Potencial de geração de recicláveis (kg/mês)	8.262,48	8.955,00	9.374,39
Recuperação atual de recicláveis (kg/mês)	357,65	502,90	1.968,00
Recuperação percentual de recicláveis	4,32%	5,60%	20,99%

Fonte: Do autor, 2016.

A avaliação do sistema Torre Verde nos três meses de acompanhamento permitiu verificar que o “Índice de Educação e Divulgação” corresponde apenas a 502,90 (kg/mês) de resíduos recicláveis, sendo que o potencial de geração de resíduos recicláveis como é demonstrado no Quadro 6 é de 8.955,00 (kg/mês). Ou seja, a recuperação de materiais recicláveis atual é de apenas 5,60%. Dessa forma, nota-se que o baixo rendimento de material reciclável está diretamente atrelado a ineficiência do programa de educação ambiental bem como de adesão da população.

O sistema PEV (Centro) possui entre os outros PEV's instalados nos demais bairros de Nova Veneza, o menor índice de participação, a população do interior possui mais adesão sobre a coleta seletiva em relação aos habitantes do centro. Este sistema pode-se observar, que possui o menor índice de recuperação de materiais recicláveis correspondendo a 357,65 (kg/mês), quando comparamos ao

potencial de geração 8.262,48(kg/mês). Apenas 4,32% do potencial de recuperação de resíduos recicláveis estão sendo destinados para a ACAFOR.

Entre os três sistemas avaliados pelo trabalho, o sistema Porta-a-Porta é o que possui maior recuperação de materiais recicláveis (20,99%), essa diferença está ocorre pela educação ambiental realizada mensalmente no município. Embora apresente o melhor resultado de participação da população em relação a recuperação de materiais recicláveis, poderia ser maior em relação ao potencial de geração de recicláveis (9.374,39 - kg/mês), em relação ao que é recuperado atualmente 1.968,00 (kg/mês). Sendo assim o índice de educação ambiental é baixo.

4.4.9 Indicador 09 - Gestão Compartilhada

A relação do sistema Torre Verde entre a gestão compartilhada necessita que a população participe com intensidade através dos pontos verdes. Estes pontos verdes visam que além de o habitante venha depositar o seu resíduo no sistema, proporciona pontos de doação, para livros, roupas e descarte de pilha e óleo de cozinha.

Em prática este sistema ainda necessita de aperfeiçoamentos para ter uma contribuição mais efetiva. Em relação ao nível de sustentabilidade pode ser classificado em médio por haver participação da população.

No caso do sistema PEV, quando foi implantado, frisou em manter parcerias com clubes de mães, associações e escolas. Essas instituições são pontos de referência para que as comunidades venham contribuir na valoração e aumento do resíduo reciclável.

Cada PEV possui um ponto referência, seja em escola, clube de mães ou associação. Deste modo, pode-se atribuir que a volta dessas parcerias é fundamental para que o sistema venha gerar resultados positivos. No aspecto do indicador de gestão compartilhada, é fundamental que o sistema seja avaliado como médio por haver ainda a participação dessas entidades.

O sistema Porta-a-Porta utilizado no município de Forquilha, possui alguns entraves enquanto na geração de parcerias; este sistema atua com a metodologia de gerar palestras em associações, igrejas e afins.

Neste sentido a gestão compartilhada do sistema está ligada em frisar a garantia que o caminhão passe em todos os bairros e supostamente nas ruas

atendidas, justamente para garantir a participação dos habitantes. Deste modo o indicador de sustentabilidade pode ser definido como médio.

4.5 AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Conforme BESEN (2011), a aplicação dos indicadores de sustentabilidade considera como eficiência, a adoção de “0” para baixo, 0,5 para médio e 1 para alto. Esses três valores são multiplicados por um resultado do índice aplicado em nível nacional, onde é possível analisar como se encontra a situação atual da coleta seletiva.

De posse dos nove indicadores calculados anteriormente para os três sistemas de coleta seletiva, obteve-se uma nota “Valor Final” (Quadro 7) e posteriormente classificá-los nas quatro categorias propostas por BESEN (2011).

Quadro 7 - Matriz de sustentabilidade da coleta seletiva.

Indicadores de Sustentabilidade da Coleta Seletiva											
					Torre Verde		PEV		Porta a porta		
Tendências a sustentabilidade					Peso	Valor	VF	Valor	VF	Valor	VF
Alta	Media	Baixa									
1	Atendimento da população	80% a 100%	40,1% - 79,9%	≤ 40%	0,90	0	0	0	0	0	0
2	Índice de participação	≥ 80%	40,1% - 79,9%	≤ 40%	0,91	0	0	0	0	0	0
3	Taxa de recuperação de recicláveis - TRMR	≥ 20%	10,1% - 19,9%	≤ 10%	0,89	0	0	0	0	0	0
4	Taxa de rejeito	≤ 10%	10,1% - 29,9%	> 30%	0,87	0,5	0,435	0,5	0,435	0,5	0,435
5	Custo da Coleta/manejo de RS	≤ 50%	50,1% - 74,9%	≥ 75%	0,78	1	0,78	1	0,78	0	0
6	Custo do serviço/ quantidade seletiva	≤ R\$ 175,00/t	R\$ 170,1 – R\$ 350,00	≥ R\$ 350,00/t	0,82	0,5	0,41	1	0,82	1	0,82
7	Custo da coleta seletiva/regular + destinação final	≤ 50%	50,1% - 199,9%	≥ 200%	0,81	1	0,81	1	0,81	0,5	0,405
8	Educação e Divulgação	Permanente quinzenal/mensal	Bimestral e trimestral	Anual/pontual	0,79	0	0	0	0	0,5	0,395
9	Gestão Compartilhada	Existe e funciona	Existe, mas não funciona	Não existe	0,73	0,5	0,365	0,5	0,365	0,5	0,365

Fonte: BESEN2011 (Adaptado).

Conforme o Quadro 8 foi construído, a fim de fazer um comparativo entre Figura 9 (Radar da Sustentabilidade), e o Quadro 7 (Matriz de Sustentabilidade), a fim de facilitar na discussão dos resultados.

Quadro 8 - Resultados dos indicadores.

N	Indicador	Torre Verde			PEV			Porta-a-Porta		
		%	VF ⁴	Met.	%	VF	Met. ⁵	%	VF	Met.
1	Atendimento à população	5,60	0	M.D. ¹	4,33	0	M.D	20,9	0	M.D.
2	Índice de participação	6,00	0	M.D.	4,63	0	M.D	22,4	0	M.D
3	Recuperação de materiais	18,65	0	M.D.	13,4	0	M.D	44,5	0	M.D
4	Percentual de rejeito	15,37	0,43	D ²	24,8	0,43	D	14,7	0,43	D
5	Custo do programa/manejo	21,24	0,78	M.F.	5,69	0,78	M.F ³	80,3	0	M.D
6	Custo do programa/coleta seletiva	194,8 (R\$/t)	0,41	D	7,15 (R\$/t)	0,82	M.F	0 (R\$/t)	0,82	M.F
7	Custo do programa/quantidade da coleta seletiva	28,80	0,81	M.F.	7,67	0,81	M.F	76,4	0,40	D
8	Educação e divulgação ambiental	-	0	M.D.	-	0	M.D	-	0,39	D
9	Gestão Compartilhada	-	0,36	D	-	0,36	D	-	0,36	D

Fonte: Do autor, 2016;

¹Muito Desfavorável, ²Desfavorável, ³Muito favorável, ⁴Valor Final, ⁵ Metodologia.

Conforme o quadro de indicadores de sustentabilidade pode se observar que dos nove indicadores, apenas quatro indicadores apresentaram resultados variados.

Para realizar o dimensionamento de custos, a aquisição dos sistemas não foi atribuída no orçamento, já que boa parte da compra é realizada por recursos do governo federal.

- Torre Verde -Bairro Bortolotto (Nova Veneza)

No sistema Torre Verde, pode se perceber que os indicadores atendimento à população, índice de participação, recuperação de materiais e educação ambiental apresentaram, segundo o Radar da Sustentabilidade desenvolvido por BESEN (2011), enquadramento como muito desfavorável, enquanto os indicadores percentual de rejeito e gestão compartilhada apresentaram resultados desfavoráveis.

Outros indicadores, como custo do programa em relação ao manejo de resíduos, custo do programa em relação ao custo da coleta seletiva em relação ao custo da coleta regular, aterramento por tonelada e custo do programa em relação ao custo da coleta seletiva em relação ao custo da coleta seletiva apresentaram valores altos, se enquadrando como muito favorável.

Deste modo o sistema Torre Verde apresenta pouco investimento no em sustentabilidade da coleta seletiva, sendo que o que falta para melhorar o sistema de coleta Torre Verde é firmar parcerias com clube de mães, escolas e associações de moradores. Assim, o índice de participação está atrelado com líderes de bairros e afins.

- PEV - Bairro Centro (Nova Veneza)

O sistema PEV apresentou o resultado menor em relação aos demais sistemas de coleta. Uma justificava deste resultado é o baixo índice de participação da população do Bairro Centro, os demais pontos de entrega voluntaria apresentam bons resultados, deste modo este sistema apresentou resultado muito desfavorável em boa parte dos indicadores.

Os indicadores (Percentual de rejeito, gestão compartilhada), apresentaram resultado como desfavorável.

Os indicadores (Custo do programa em relação ao manejo de resíduos, custo do programa em relação ao custo da coleta seletiva em relação ao custo da coleta regular e aterramento por tonelada apresentaram como Muito Favorável.

- Porta-a-Porta - Bairro Ouro Negro (Forquilha)

O sistema porta-a-porta apresentou resultados semelhantes ao sistema PEV, como podemos observar no radar da sustentabilidade, apresentou resultados muito desfavorável nos indicadores atendimento à população, índice de participação, recuperação de materiais e custos do programa em relação ao manejo do resíduo.

Enquanto os indicadores percentual de rejeito, custo do programa em relação a coleta seletiva, custo do programa da coleta seletiva em relação ao custo da coleta regular mais o aterramento, educação ambiental e gestão compartilhada apresentaram resultados como desfavorável e o indicador de custo do programa pela coleta seletiva se enquadraram como Muito Favorável.

Uma das medidas para aumentar o índice de participação está ligada à abordagem porta-a-porta, parcerias com clubes de mães, líderes de bairros e associações.

4.6 LEVANTAMENTO DE CUSTOS DOS SISTEMAS DE COLETA

No Quadro 9 consta uma estimativa dos serviços e custos mensais relacionados aos três sistemas de coleta seletiva.

No sistema PEV, conforme pode ser observado no Quadro 9, verificou-se menor custo entre os demais sistemas, decorrente da não existência de custos relacionados a execução de programas de educação ambiental. Embora não apresente custo de execução de programa de educação ambiental, faz-se necessário implantar um programa, tendo em vista o baixo percentual de participação da população.

Neste sistema, realiza-se a coleta dos materiais a cada quinze dias, sendo que a cada coleta realizada é disponibilizado um caminhão de pequeno porte; o período de coleta em comparação ao sistema Porta-a-Porta se iguala no quesito em tempo de coleta. É importante lembrar que por possuir o menor custo, o sistema se enquadra como sendo o mais ineficiente entre os demais no quesito de sustentabilidade ambiental segundo BESEN (2011).

O sistema Torre Verde (Quadro 9), possui em proporção de gastos segundo menor por ter um agente ambiental denominado de “zelador de bairro”,

cujo o gasto com o zelador foi dividido pelas seis torres que serão instaladas a médio prazo. Esta metodologia de manter um agente ambiental no bairro frisa em aumentar a participação da população na coleta seletiva, consequentemente aumentando a recuperação de materiais recicláveis.

Deste modo, pode-se analisar que o resultado do zelador de bairro venha atingir bons resultados de médio a longo prazo por se tratar de um protótipo. Entre os demais sistemas, a Torre Verde é o único sistema que depende de manutenção mensal e seguro do equipamento.

No caso em estudo, o sistema Porta-a-Porta se apresentou como o maior custo mensal. Pode se concluir também que o sistema tem previstas ações de educação ambiental, na frequência mensal, desde a população do bairro como os colaboradores envolvidos (coordenador, motorista e gari).

De modo, e considerando experiências de outros municípios no Brasil, o sistema PEV tem demonstrado boa eficiência com menores custos, considerando que há diminuição do esforço da coleta. No entanto, exige continuidade de programas de educação ambiental, como os demais sistemas aqui estudados (Porta-a-Porta e Torre Verde).

Também é válida a consorciação entre sistemas, tendo em vista diferentes quesitos a serem atendidos, como aceitação da população, mobilidade urbana, distâncias entre as residências nas áreas rurais, entre outros.

Quadro 9 - Demonstrativo de serviços e custos de operação mensal dos sistemas de coleta seletiva no período analisado.

Operacionalização do Sistema de Coleta Seletiva	PEV			Torre Verde			Porta-a-Porta		
	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total Mensal (R\$)	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total Mensal (R\$)	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total Mensal (R\$)
Depreciação Horária do Caminhão (Horas/Mês)	1,06	17,94	8,47	12	114,04	168,48	16,00	113,72	219,52
Combustível - óleo diesel (Litros/mês)	18,95	2,8	53,06	28,5	2,8	79,8	42,93	2,8	120,204
Seguro do Sistema de Coleta Seletiva (Ano)	-	-	-	1	1200	100	-	-	-
Manutenção do Sistema de Coleta Seletiva (Ano)	-	-	-	1	1200	100	-	-	-
Salário Zelador de Bairro	-	-	-	-	8,75	233,33	-	-	-
Horas do Motorista Caminhão	8	15,62	124,96	12	15,62	187,44	16	16,87	269,92
Horas Ajudante Motorista Caminhão	-	-	-	-	-	-	32	7,5	240
Horas Destinadas para Coleta Seletiva (Coordenador)	2	21,87	43,74	3	21,87	65,61	16	28,12	449,92
Educação Ambiental (Folders)	0	0	0	0	0	-	1266	0,27	341,82
TOTAL GERAL			230,23			934,66			1641,38

Fonte: Do autor, 2016; ¹Considerando valores distintos do preço dos caminhões.

No Quadro 10 apresentam-se os custos de aterro sanitário em relação à economia gerada por sistema de coleta analisado.

Quadro 10 - Gasto com a destinação de materiais recicláveis (sistema de coleta por bairro estudo).

Serviços	PEV	Torre Verde	Porta-a-Porta
Valor Aterramento de Resíduo Urbano (R\$/Ton)	100	100	104,85
Geração de Recicláveis por Habitante (Ton/Hab/mês)	0,00597	0,00597	0,00657
População	1384	1500	1427
Potencial de Geração por Bairro (Ton/mês)	8,26	8,96	9,37539
Quantidade Reciclada -Atualmente (Ton/hab/mês)	0,35765	0,5029	1,968
Econômica Atual (com o programa de coleta seletiva) (R\$/mês)	35,76	50,29	206,34
Gasto com Aterro Sanitário (R\$/mês)	790,48	845,21	731,19
Economia (%)	4,52	5,95	26,56

Fonte: Do autor, 2016.

É possível verificar que o menor gasto com o aterro sanitário se dá pelo sistema Porta-a-Porta com R\$ 731,19. Isso ocorre já que a participação da população no bairro é mais efetiva pela educação ambiental realizada a cada mês.

O sistema PEV, é o que possui o menor gasto, R\$ 790,48, em virtude da diferença da quantidade da população em relação com o sistema Torre Verde, caso a população fosse a mesma entre os dois sistemas, o valor ultrapassaria com uma pequena diferença.

Em relação à Torre Verde com os demais sistemas, verifica-se que este possui o maior custo R\$ 845,21 na relação com o gasto com o aterro sanitário.

O Quadro 11 mostra a mesma relação de custos extrapolada para os dois municípios.

Quadro 11 - Gasto com a destinação de materiais recicláveis (âmbito municipal).

Serviços	Nova Veneza	Forquilha
Valor Aterramento de Resíduo Urbano (R\$/Ton)	100	104,85
Geração de Recicláveis por Habitante (Ton/Hab/mês)	0,00597	0,00657
População	14.470	22.548
Potencial de Geração por Bairro (Ton/Hab/mês)	86,39	148,14
Quantidade Reciclada - Atualmente (Ton/mês)	1,126	31,11
Econômica Atual (com o programa de coleta seletiva) (R\$/mês)	112,6	3.261,88
Gasto com Aterro Sanitário (R\$/mês)	8.525,99	12.270,63

Fonte: Do autor, 2016.

Em relação ao custo no município de Nova Veneza, verifica-se que apenas 1,32% do recurso total gasto retorna ao munícipe, enquanto para Forquilha atinge o índice de retorno em 26,58% em virtude de ações mensais com abordagem porta-a-porta, realização de educação ambiental em pontos estratégicos (escolas e associações).

Com base na necessidade da replantação da coleta seletiva, estimou-se (Quadro 12) custos mensais com a educação ambiental no município de Nova Veneza.

Quadro 12 - Investimento mensal da educação ambiental para o município de Nova Veneza.

Operacionalização do Sistema de Coleta Seletiva	Quantidade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total Mensal (R\$)
Horas Destinadas para Coleta Seletiva (Coordenador Educação Ambiental)	200	10,00	2.000,00
Estagiários	2	600	1.200,00
Educação Ambiental (Folders/Imã/Mascote)	3.000,00	0,27	810
TOTAL GERAL (R\$/Mês)			4.010,00

Fonte: Do autor, 2016.

Como se pode observar o custo mensal com despesas de materiais recicláveis destinados ao aterro sanitário podem possuir uma rota diferente e destinação para renda aos associados da ACAFOR.

Além desta destinação adequada o retorno financeiro pode ser investido em programas de educação ambiental nas comunidades uma vez por mês intercalando com a abordagem porta-a-porta em um período de seis meses, frisando na conscientização de separar o lixo em cada residência.

Pode-se afirmar que ações em educação ambiental devem ser contínua e reforçar em datas comemorativas como semana do meio ambiente, como também firmar parcerias com líderes de bairros apontando os problemas e procurá-los solucionar em um pequeno prazo. O Quadro 13 mostra uma projeção futura de ampliação da coleta seletiva a todo o município de Nova Veneza, considerando o potencial máximo de recicláveis.

Quadro 13 - Potencial de geração *versus* economia gerada para o município de Nova Veneza.

	Condição		Cenários Futuros				
	Atual						
Recuperação de materiais recicláveis	1,36%	20%	30%	50%	60%	70%	100%
Custo Unitário da Tonelagem de Resíduo da Coleta Regular (R\$/Ton)	100	100	100	100	100	100	100
Geração Recicláveis por Habitante (Ton/hab/mês)	0,00597	0,00597	0,00597	0,00597	0,00597	0,00597	0,00597
População (participação)	144	2894	4341	7235	8682	10129	14470
Potencial de geração (Ton/mês)	0,86	17,28	25,92	43,20	51,83	60,47	86,39
Econômica atual (com o programa de coleta seletiva) (R\$/mês)	85,97	1727,72	2591,70	4319,50	5183,40	6047,30	8638,59

Fonte: Do autor, 2016.

Pode-se verificar que os sistemas de coleta que abrangem o município de Nova Veneza (Torre Verde e PEV) estão gerando uma economia de R\$ 85,97 por mês em relação ao a coleta regular. No caso do Porta-a-Porta, a recuperação de materiais recicláveis gera uma economia de 26,58% ao município de Forquilha em relação ao potencial de materiais recicláveis.

Apesar de o sistema do município de Forquilha não ser tão eficiente é de costume que com o início da educação ambiental em Nova Veneza a economia venha atingir 50% conforme a intensificação da abordagem porta-a-porta e realização de palestras em clube de mães, associações e escolas.

4.8 VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS SISTEMAS DE COLETA

Conforme Quadro 14 foi elencando vantagens e desvantagens dos três sistemas com base no período de estudo.

Quadro 14 - Vantagens e desvantagens dos sistemas de coleta seletiva.

Sistema de Coleta Seletiva	Vantagem	Desvantagem
PEV	<p>Possui pequeno custo no quesito de instalação e manutenção dos pontos de entrega voluntaria</p> <p>Gera economia de tempo e gastos com a coleta do resíduo, uma vez que os pontos de coleta estão localizados em pontos estratégicos</p> <p>O sistema PEV por apresentar um investimento inicial, possui menor custo, quando relacionado a questão da compra do sistema.</p>	<p>Possui desvio de material por parte de intermediários de nível I conforme AQUINO, (2009).</p> <p>Não possui dispositivo para limitar a proliferação de vetores.</p> <p>O resíduo fica exposto por mais tempo em relação ao sistema Porta-a-Porta o valor comercial do material tende a decair</p>
Porta-a-Porta	<p>Comparando com o sistema PEV, este possui mais comodidade para o cidadão na relação de deixar o resíduo na frente da casa</p> <p>Em comparação ao sistema PEV, o desvio de material se torna menos expressivo, já que este não se encontra em um único ponto de coleta (facilitando o desvio de material)</p> <p>Não possui investimento inicial no quesito de aquisição de dispositivo de coleta</p>	<p>O resíduo fica exposto ao tempo, o valor comercial do material decai, porém por um pequeno período de tempo</p> <p>A coleta em relação aos sistemas Torre Verde e PEV é o que gera mais gastos</p> <p>Possui desvio de material por parte de Intermediários de nível I, como define AQUINO, (2009)</p>
Torre Verde	<p>Possui armazenamento do resíduo, de forma a impedir o desvio do material</p> <p>Apresenta tempo de coleta mais eficiente, em comparação aos demais sistemas analisados</p> <p>Possui pontos verdes que promovem a participação da população na doação de livros, roupas e óleo de cozinha.</p>	<p>Possui um sistema de armazenamento subterrâneo, porém verificou-se pequenas infiltrações</p> <p>Possui maior investimento inicial em comparação aos sistemas PEV e Porta-a-Porta</p> <p>Maior distância das residências, podendo diminuir a adesão (área rural)</p>

Fonte: Do autor, 2016.

5 CONCLUSÃO

A implantação do sistema de coleta seletiva nos municípios deve ser realizada de forma agrupada com Sistema de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Para obtenção de eficácia é necessário que esteja vinculada a um bom planejamento e acompanhamento. Este acompanhamento pode ser aferido através de indicadores de sustentabilidade ambiental.

Nesse trabalho foi possível notar que se faz necessário o acompanhamento intensivo de programas de educação ambiental junto aos sistemas de coleta seletiva, uma vez que nos três sistemas analisados, é notório a baixa adesão da população resultando em baixo índice (quantidade) de material reciclável.

A base metodológica utilizada por BESEN (2011) para avaliar os indicadores de sustentabilidade ambiental de sistemas de coleta seletiva estudados neste trabalho mostrou ser eficiente na análise individual dos indicadores. Cabe ressaltar que dos 14 indicadores propostos para avaliar os três sistemas de coleta seletiva, foi possível mensurar apenas nove uma vez que ocorreu falta de informações de terceiros.

Dos indicadores analisados, é possível verificar que o Atendimento a População, Índice de Participação e Recuperação de Materiais apresentam “muito desfavorável”. Quando se compara a relação de custo de programa/manejo, custo de programa/coleta seletiva e custo do programa/quantidade da coleta seletiva entre os três sistemas, o PEV apresenta melhor vantagem. Este fato pode ser comprovado, quando se verifica a relação dos custos da coleta do sistema PEV, já que o gasto mensal é de R\$ 230,23 (PEV Centro).

Considerando que o município de Nova Veneza é de pequeno porte e aliado a necessidade de melhorias nos programas de educação ambiental, a continuidade de sistema PEV tem grande chance de adesão da população e aumento na taxa de recuperação de materiais recicláveis. No caso do sistema Torre Verde, sugere-se que seja implantado apenas nos bairros com maior número de habitantes, como o Centro, Caravágio e Bortolotto.

O sistema Porta-a-Porta, embora neste trabalho tenha apresentado maior custo mensal em relação ao PEV e Torre Verde, é um sistema que possui boa adesão da população e taxa de recuperação de materiais recicláveis, conforme verificado no

bairro Ouro Negro. Assim, o município de Nova Veneza pode estudar a viabilidade de implantação como projeto piloto em um bairro específico.

No geral, os sistemas de coleta seletiva de Nova Veneza necessitam de investimentos em educação ambiental para melhorar a participação da população na separação dos resíduos recicláveis e reduzir seus gastos com o aterro sanitário. A coleta seletiva é uma ferramenta fundamental para dar encaminhamento adequado dos resíduos sólidos urbanos. No entanto, tem que haver contrapartida do poder municipal para uma gestão adequada.

No campo das recomendações sugere-se:

- Implantar como projeto piloto o sistema Porta-a-Porta para verificar a sua adesão da população;
- Realizar a coleta seletiva no município de Nova Veneza utilizando apenas um caminhão basculante;
- Elaborar e implantar programa de educação ambiental contínuo para aumentar a adesão da população e taxa de recuperação de materiais recicláveis;
- Adquirir cinco sistemas “PEV” para serem instalados em pontos estratégicos do município visando atender toda a população e facilitar a adesão dos mesmos;
- Desenvolver parcerias com líderes de bairros, clube de mães e associações para ter maior adesão da coleta seletiva;
- Confeção materiais de abordagem porta-a-porta como imãs de geladeiras ou mascotes reforçando a participação da coleta seletiva nos demais bairros de Nova Veneza;
- De forma geral o sistema Torre Verde possui boas adequações em vista as necessidades compostas pelo cotidiano do poder público, em contrapartida pode-se analisar que este sistema se torna viável quando há participação efetiva da população.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-10004: resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004. 71 p.

AQUINO, Israel Fernandes; CASTILHO JUNIOR, Armando Borges; PIRES, ThyrzaSchlichtingLorenzi. 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 e Produção**, V. 16, N. 1, p. 15-24, jan./mar.2009.

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. Reciclagem. In: _____. **Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos**. Belo Horizonte. Tessitura, 2012. P. 253-259.

BESEN, Gina Rispah, 2011. **Coleta Seletiva com Inclusão de Catadores: Construção Participativa de Indicadores e Índices de Sustentabilidade**. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-28032011-135250/en.php>>. Acessado em: 28 fev. de 2016.

BESEN, Gina Rispah. Coleta Seletiva e organizações de catadores de materiais recicláveis. In: TONETO JÚNIOR, Rudinei; SAIANI, Carlos; DOURADO, Juscelino. (Org). **Resíduos Sólidos no Brasil**. Barueri - SP:Manole, 2011. p. 240 – 277.

BRASIL, Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União** 03 ago. de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acessado em: 22 abril de 2016.

BRASIL, Lei n. 11.445, 5 de Janeiro de 2007: Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial da União** 03ago. de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso: 25 de mai. de 2016. Acesso: 15 jun. de 2016.

BRASIL, DECRETO Nº 7.404, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2010.: Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. **Diário Oficial da União** 23 dez. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm Acesso: 25 de mai. de 2016.

BRASIL, DECRETO Nº 7.405, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2010.: Institui o Programa Pró-Catador, denomina Comitê Interministerial para Inclusão Social e Econômica dos Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis o Comitê Interministerial da Inclusão Social de Catadores de Lixo criado pelo Decreto de 11 de setembro de 2003, dispõe sobre sua organização e funcionamento, e dá outras providências. **Diário Oficial da União** 23 dez. 2010. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20072010/2010/Decreto/D7405.htm. Acesso: 10 de abr. de 2016.

BRASIL, DECRETO N. 7.217, DE 21 DE JUNHO DE 2010.: Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. **Diário Oficial da União** 23 dez. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/D7217.htm. Acesso: 03 de marc. de 2016.

BRASIL, Anna Maria Brasil; SANTOS, Fátima. **Equilíbrio Ambiental e Resíduos na Sociedade Moderna**. São Paulo. Editora Faarte. 2007. 255 p.

BENETTI 2000, **Modelo metodológico para formulação e implantação de programas de coleta seletiva em municípios de pequeno porte** Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/78781/174222.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acessado em 01 abr. de 2016.

BRASIL, RESOLUÇÃO N. 422, DE 23 DE MARÇO DE 2010.: Estabelece diretrizes para as campanhas, ações e projetos de Educação Ambiental, conforme Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=622>. Acesso: 19 de marc. de 2016.

BRUGGER, Paula. **Educação ou adestramento ambiental**. [Florianópolis]: Letras Contemporâneas, 1994. 142 p. (Coleção teses)

DIAS, Genebaldo Freire, **Educação ambiental: princípios e práticas**. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2004. 551 p.

FURAZO, João Antônio; RIBEIRO, Luciene Teixeira. **Coleta Seletiva para prefeituras**. São Paulo: Secretária do Meio Ambiente. CETESB, 1998, 48 p.

FUZARO, João Antonio - CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – **Compêndio sobre tratamento e disposição de resíduos sólidos**. São Paulo. 2001

GUADAGNIN, Mario Ricardo, 2012. **Levantamentos e análise da situação dos planos de resíduos sólidos no estado de santa Catarina**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/produtos_consultores/diagnostico/mariogadagnin%20-%20levantamentos%20e%20analise%20da%20situacao%20dos%20planos%20de%20residuos%20solidos%20no%20estado%20de%20santa%20catarina.pdf>. Acesso em: 29 março de 2016.

GUADAGNIN 2010, **Estudo de composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos em municípios do sul catarinense**. Disponível em: < <http://www.abes-rs.org.br/qualidade2014/trabalhos/id988.pdf>>. Acesso em: 03 março de 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Censo 2010**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=420545&search=%7Cforquilha&lang=>>>. Acessado em 15 maio de 2016.

IPAT/UNESC - Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas / Universidade do Extremo Sul Catarinense. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Nova Veneza, SC.** Criciúma, 2009. 290 p.

IPAT/UNESC - Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas / Universidade do Extremo Sul Catarinense. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Forquilha, SC.** Criciúma, 2010. 232 p.

IPEA, 2012. **Diagnostico dos Resíduos Sólidos Urbanos (Relatório de Pesquisa).** Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf>. Acesso em 15 abr. de 2016.

JANSEN, Giane Roberta; VIEIRA, Rafaela; KRAISCH, Rachel. **A Educação ambiental como resposta à problemática ambiental.** Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient. ISSN 1517-1256, V-18, janeiro a junho de 2007. Disponível em: <http://www.remea.furg.br/edicoes/vol18/art22v18a14.pdf>. Acesso em 10 abr. 2016.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa.** São Paulo. Atlas. 2001. 231 p.

SANTA CATARINA, DECRETO Nº 3.726, de 14 de dezembro de 2010: Regulamenta o Programa Estadual de Educação Ambiental de Santa Catarina - ProEEA/SC. **Diário Oficial da União** 23 dez. 2010. Disponível em: <http://server03.pge.sc.gov.br/LegislacaoEstadual/2010/003726-005-0-2010-003.htm>. Acesso: 29 de abr. de 2016.

PEREIRA, Sândhya Alves; SANTOS, Regis Fagundes Galvão dos. Porto Alegre. In: EIGENHEER, Emilio M. (Org.) **Coleta Seletiva de Lixo.** Experiências brasileiras; n.2. Rio de Janeiro: In-folio, 1998. p. 25-39.

VILHENA, A. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado.** São Paulo: CEMPRE, 2010. 350 p.

VILHENA, A. **Guia da Coleta Seletiva de Lixo.** São Paulo: CEMPRE, 2014. Disponível em: <http://cempre.org.br/upload/arq/o_19q4hmlrq1n8o166v1pl4onjv2ba.pdf>. Acessado em 19 março 2016.

APÊNDICE(S)

APÊNDICE A - Dados coletados para a realização da composição gravimétrica dos bairros Centro - Nova Veneza, Bortolotto - Nova Veneza e Ouro Negro - Forquilha

BAIRRO CENTRO				
Material	07/04/16	12/05/16	Média (kg)	Média %
Papel/papelão	55,00 kg	22,00 kg	38,5	20,22
Metais Ferrosos	4,00 kg	5,73 kg	4,86	3,85
Metais Não-ferrosos	2,12 kg	0,14 kg	1,13	0,37
Vidro	152,00 kg	34,00 kg	93,00	40,48
Plástico Duro	20,00 kg	6,43 kg	13,21	6,45
Plástico Mole	13,00 kg	2,50 kg	7,75	3,23
Rejeito	99,00 kg	12,80 kg	55,9	20,99
Isopor	2,00 kg	0,37 kg	1,185	0,49
Tecido	16,00 kg	3,00 kg	9,50	3,93

BAIRRO BORTOLOTTTO				
Material	07/04/16	12/05/16	Média (kg)	Média %
Papel/papelão	89 kg	76 kg	82,50	44,86
Metais Ferrosos	7	4,38	5,69	3,10
Metais Não-ferrosos	0,6 kg	0,64 kg	0,62	0,34
Vidro	12 kg	25 kg	18,50	9,96
Plástico Duro	26 kg	15 kg	20,50	11,20
Plástico Mole	8 kg	13 kg	10,50	5,67
Rejeito	20 kg	38 kg	29,00	15,63
Isopor	17kg	15,6 kg	16,30	8,86
Tecido	0,5 kg	0,94 kg	0,72	0,39

BAIRRO OURO NEGRO				
Material	07/04/16	12/05/16	Média (kg)	Média %
Papel/papelão	276,00 kg	307,11 kg	291,55	64,87
Metais Ferrosos	5,34 kg	18,40 kg	11,87	2,59
Metais Não-ferrosos	0,37 kg	1,88 kg	1,12	0,24
Vidro	29,6 kg	32,00 kg	30,80	6,86
Plástico Duro	29,1 kg	26,58 kg	27,84	6,22
Plástico Mole	14,8 kg	10,97 kg	12,88	2,82
Rejeito	67,6 kg	65,18 kg	66,42	14,82
Isopor	4,36 kg	3,69 kg	4,02	0,90
Tecido	3,00	2,95	2,97	0,66

APÊNDICE B - Mapa da Rota da Coleta Seletiva

