

# Trabalho Conclusão Curso

Jaqueline Carneiro Kerber

## **Estudo prévio para implantação de pontos de entrega voluntária de poliestireno expandido em Florianópolis-SC.**

Florianópolis

2017



Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro Tecnológico  
Engenharia Sanitária e Ambiental

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E  
AMBIENTAL**

**ESTUDO PRÉVIO PARA IMPLANTAÇÃO DE PONTOS DE  
ENTREGA VOLUNTÁRIA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO  
EM FLORIANÓPOLIS - SC**

**Jaqueline Carneiro Kerber**

**FLORIANÓPOLIS, SC  
JUNHO/2017**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E  
AMBIENTAL**

**ESTUDO PRÉVIO PARA IMPLANTAÇÃO DE PONTOS DE  
ENTREGA VOLUNTÁRIA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO  
EM FLORIANÓPOLIS - SC**

Trabalho apresentado à  
Universidade Federal de Santa  
Catarina para Conclusão do  
Curso de Graduação em  
Engenharia Sanitária e  
Ambiental.

**JAQUELINE CARNEIRO KERBER**

**Orientador:**

**Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Maria Eliza Nagel Hassemer**

**Co-orientador:**

**Msc. Henrique R. Antunes de Souza Junior**

**FLORIANÓPOLIS, SC  
JUNHO/2017**

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

Kerber, Jaqueline Carneiro

Estudo prévio para implantação de pontos de entrega voluntária de poliestireno expandido em Florianópolis-SC. / Jaqueline Carneiro Kerber ; orientador, Maria Eliza Nagel Hassemer, coorientador, Henrique R. Antunes de Souza Junior, 2017.

88 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. 3. Logística Reversa. 4. Poliestireno Expandido. 5. Ponto de Entrega Voluntária. I. Hassemer, Maria Eliza Nagel. II. Souza Junior, Henrique R. Antunes de. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. IV. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E  
AMBIENTAL

ESTUDO PRÉVIO PARA IMPLANTAÇÃO DE PONTOS DE  
ENTREGA VOLUNTÁRIA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EM  
FLORIANÓPOLIS - SC

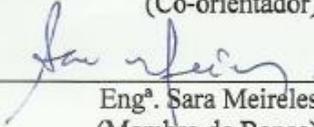
JAQUELINE CARNEIRO KERBER

Trabalho submetido à Banca  
Examinadora como parte dos  
requisitos para Conclusão do  
Curso de Graduação em  
Engenharia Sanitária e  
Ambiental–TCC II

BANCA EXAMINADORA :

  
Prof.ª Dr.ª Maria Eliza Nagel Hassemer  
(Orientadora)

  
MSc. Henrique R. Antunes de Souza Jr.  
(Co-orientador)

  
Eng.ª Sara Meireles  
(Membro da Banca)

  
Prof.ª Dr.ª Marina Bouzon  
(Membro da Banca)

FLORIANÓPOLIS, (SC)  
JUNHO/2017



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a todas as pessoas que fizeram parte da minha vida antes de entrar no curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC. De alguma forma, os momentos que passei com elas trilharam meu caminho para escolher o que daqui para frente será minha profissão.

Gostaria de agradecer ao povo brasileiro, pois é através de suas contribuições que pude me formar numa das melhores universidades do Brasil.

Quero agradecer também ao todo corpo técnico e docente do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, pois fizeram parte da minha formação ao longo desses anos e passaram seus conhecimentos para mim, seja durante as aulas ou mesmo fora delas.

Gostaria de agradecer especialmente à Professora Maria Eliza, que me orientou na realização deste trabalho e me ajudou a manter a calma e foco neste momento final da graduação.

Agradeço também ao meu co-orientador, Henrique, pela paciência e principalmente dedicação que teve com o meu trabalho.

Quero dizer também um muito obrigada a todos os meus colegas, mas em especial às minhas amigas, Alexia, Daniela, Jaqueline, Julia, Nicole, Maria Eduarda e Samanta, por todos esses anos de companheirismo e amizade. Já estou com saudades de todos esses momentos.

E por fim, quero deixar um agradecimento especial à minha mãe, Margarete, pelo amor incondicional e por todo o apoio que tive antes e durante a faculdade. Não sei o que seria de mim sem você. Obrigada por tudo.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê. ” (Arthur Schopenhaur)

## RESUMO

Com a crescente demanda por melhores maneiras de destinação de resíduos, tanto por parte do destinador quanto pelo gerador, a necessidade de se buscar meios mais eficientes de promover a logística reversa de um produto também aumenta. O poliestireno expandido (EPS) é um resíduo pouco atrativo para a reciclagem, devido à densidade do material e pouquíssimo peso, o que torna o seu transporte caro. Além disso, muitos desconhecem a possibilidade de sua reciclagem. Afim de combater este problema, em algumas cidades do Brasil e também da Argentina estão sendo implantados Pontos de Entrega Voluntária para o recolhimento das embalagens de Isopor® e também conscientização ambiental da população. O presente trabalho busca exibir a relação da população de Florianópolis-SC com o EPS, através da aplicação de um questionário para obter informações quanto à frequência de consumo de EPS e ao interesse pela sua reciclagem. Em seguida, utiliza-se de análise de dados e análise espacial para determinar pontos interessantes para implantação de Pontos de Entrega Voluntária de EPS no município de Florianópolis-SC. Os parâmetros analisados foram a distribuição de equipamentos públicos, como escolas e praças, considerando a densidade populacional de áreas deste município. Ao final é proposto um plano de implantação dos pontos de entrega voluntária por meio de critérios relacionados a estes parâmetros.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. Logística Reversa. Poliestireno Expandido. Ponto de Entrega Voluntária.

## ABSTRACT

Due to an increasing demand for better ways of disposing waste, either by the waste disposer than by the waste generator, the necessity of finding more efficient means to promote the reverse logistic of a product also increases. Expanded polystyrene (EPS) is an unattractive material for recycling, due its low density and light weight, which makes its transportation expensive. In addition, many people are unaware of the possibility to recycling EPS. In order to tackle this problem, some cities in Brazil and also in Argentina are implementing Voluntary Delivery Points for the collection of Styrofoam® packaging and also to improve environmental awareness of their inhabitants. This work seeks to show the relation between the inhabitants from Florianópolis-SC and EPS through the application of a questionnaire, which provides information on the frequency of EPS consumption and the interest for its recycling. Afterwards, data analysis and spatial analysis are made to determine interesting points for the implementation of EPS Voluntary Delivery Points in Florianópolis-SC. The parameters used for these analyses are the distribution of public equipment, such as schools and parks, considering the population density of this municipality. At the end, a plan is proposed for the implementation of the Voluntary Delivery Points by means of criteria related to these parameters.

**KEYWORDS:** Expanded polystyrene, Voluntary Delivery Points, Spatial Analysis.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>17</b>
<b>2. JUSTIFICATIVA</b>	<b>21</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Objetivo geral</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Objetivos específicos</b>	<b>23</b>
<b>4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>25</b>
<b>4.1 O poliestireno expandido</b>	<b>25</b>
4.1.1 Aplicações do EPS	26
4.1.2 Processo produtivo do EPS	30
4.1.3 Reciclagem e reutilização do EPS	33
<b>4.2 Coleta seletiva de resíduos através de pontos de entrega voluntária</b>	<b>35</b>
4.2.1 Case 1: Ponta Grossa, Paraná	38
4.2.2 Case 2: São Paulo, SP	42
4.2.3 Case 3: Buenos Aires, Argentina	43
<b>4.3 A análise espacial na gestão de resíduos sólidos urbanos</b>	<b>45</b>
<b>5. MÉTODOS</b>	<b>49</b>
<b>5.1 Caracterização da área de estudo</b>	<b>50</b>
<b>5.2 Aplicação de questionário</b>	<b>51</b>
<b>5.3 Alocação dos PEVs de poliestireno expandido</b>	<b>52</b>
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>55</b>
<b>6.1 Questionário</b>	<b>55</b>
<b>6.2 Análise espacial para implantação de PEVs de EPS</b>	<b>68</b>
<b>7.1 Conclusões</b>	<b>79</b>
<b>7.2 Recomendações</b>	<b>80</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>81</b>
<b>Apêndice A – QUESTIONÁRIO SOBRE POLIESTIRENO EXPANDIDO</b>	<b>85</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - As imagens (a) e (b) representam o sistema construtivo de placas monolíticas em EPS e (c) e (d), o sistema construtivo Wall System.....	27
Figura 2 - Representação simplificada das diferenças de estrutura e de distribuição de pressões de um aterro convencional e de um aterro com EPS.....	29
Figura 3 - A cadeia produtiva da matéria-prima do EPS até sua produção.	31
Figura 4 - Processo de produção de materiais de poliestireno expandido pelo método de expansão em moldes.....	32
Figura 5 - Processos de reciclagem e utilização do EPS reciclado. ....	34
Figura 6 - Produção de EPS reciclado por região. ....	35
Figura 7 - Ponto de Entrega Voluntária de EPS em Ponta Grossa – PR. ....	39
Figura 8 - Big bags com EPS armazenados na ACAMARO. ....	39
Figura 9 - Protótipo para reciclagem de EPS fornecido pela MEIWA às associações do município de Ponta Grossa – PR. ....	41
Figura 10 - “Roscas” de EPS após o processamento no protótipo da Meiwa. ....	42
Figura 11 - Centro Verde Móvel em Buenos Aires, Argentina.....	44
Figura 12 - Por dentro de um Centro Verde Móvel em Buenos Aires, Argentina.....	44
Figura 13 - Estimador de intensidade de distribuição de pontos.....	46
Figura 14 - Fluxograma de trabalho.....	49
Figura 15 - Resultados da primeira parte do questionário para moradores da Grande Florianópolis.....	57
Figura 16 - Resultado da segunda parte do questionário para moradores da Grande Florianópolis.....	62
Figura 17 - Densidade dos setores censitário (tons vermelhos) e de equipamentos públicos (tons azuis) e vias principais, região central. ....	71

Figura 18 - Densidade dos setores censitário (tons vermelhos) e de equipamentos públicos (tons azuis) e vias principais, região norte. ....	73
Figura 19 - Densidade dos setores censitário (tons vermelhos) e de equipamentos públicos (tons azuis) e vias principais, região sul. ....	75
Figura 20 - Densidade dos setores censitário (tons vermelhos) e de equipamentos públicos (tons azuis) e vias principais, região continental. ..	77

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Resultado da primeira parte do questionário.....	56
Tabela 2 - Resultados da primeira parte do questionário, extrapolados para a população estimada de Florianópolis em 2016. ....	58
Tabela 3 - Geração de resíduos de EPS a partir dos dados extrapolados da população estimada em 2016 para Florianópolis. ....	59
Tabela 4 - Resultados da segunda parte do questionário.....	61
Tabela 5 - Resultados da segunda etapa do questionário extrapolados para a população estimada em 2016 para Florianópolis. ....	64
Tabela 6 - Valores para os resíduos de EPS possivelmente reciclados ou não, a partir dos dados extrapolados de geração de resíduos para população estimada em 2016 para Florianópolis.....	66



## 1. INTRODUÇÃO

O poliestireno expandido (EPS), mais comumente conhecido por um dos seus muitos nomes comerciais como Isopor<sup>®</sup>, é um grande aliado dos produtores de bens de consumo, que vão desde eletrodomésticos a alimentos. Dentre suas diversas vantagens, ele apresenta boas resistências à compressão, tração e flexão, garantindo a integridade de objetos no transporte. Além disso, devido ainda a esta característica e também à sua capacidade de reter calor, é cada vez mais comum o seu uso na construção civil.

Apesar de ser um material tão vantajoso, o poliestireno expandido representa um grande problema ambiental. Mesmo sendo um material totalmente reciclável, ainda é difícil para as indústrias, devido ao aspecto financeiro, trabalharem com uma logística reversa para este material ou até mesmo para as cooperativas de reciclagem e coleta seletiva de resíduos dos municípios promoverem o seu beneficiamento após o uso pelo consumidor. Um dos maiores problemas e também o mais conhecido é o transporte do poliestireno expandido enquanto resíduo, justamente pela sua densidade. Além disso, segundo Fletcher e Mackay (1996), áreas de aterro tendem a ficar cheias ao invés de terem sobrepeso, devido ao volume que o plástico mal compactado ocupa nos aterros. Como grande parte do Isopor<sup>®</sup> é ar, a sua compactação é ainda mais complicada, fazendo-o ocupar grandes espaços vazios nos aterros, diminuindo a sua vida útil destes.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010) tem como um de seus objetivos trazer a responsabilidade da destinação final dos resíduos para todos os demais componentes de uma cadeia produtiva e não mais apenas o consumidor. Para isso, ele incumbiu às empresas e aos comerciantes a responsabilidade de realizar a logística reversa (LR) de materiais, por enquanto sendo obrigatória apenas para alguns materiais. Porém, a necessidade de aplicação da logística reversa em outros tipos de materiais é igualmente importante e pode trazer tantos benefícios ambientais quanto econômicos.

O retorno do Isopor<sup>®</sup> para a cadeia produtiva é algo recente. Ele sempre foi visto como um resíduo inviável de ser retornado, mas, atualmente, existem empresas que já investem no beneficiamento do poliestireno expandido, pois veem uma vantagem econômica, além de social e ambiental no retorno deste resíduo para a indústria. Também estão sendo feitas pesquisas e desenvolvimento de tecnologias para promover a diminuição do volume do poliestireno, a fim de que o transporte deste resíduo seja um problema cada vez menor e torne o resíduo do Isopor<sup>®</sup> mais atrativo economicamente.

Um exemplo é o trabalho de Cella (2012), que buscou avaliar a viabilidade técnica e econômica da reciclagem do EPS pelo processo de dissolução em terpenos e posterior secagem em secador de tambor. Terpenos é uma classe de produtos naturais no qual está incluso o *d-limoneno*, extraído da casca de frutas cítricas, e o *p-cimeno*, que faz parte do óleo essencial de temperos como cominho, tomilho e alecrim, que são usados de forma eficiente na dissolução do EPS.

O Brasil é deficiente no tratamento e destinação final de resíduos sólidos e

“isso é evidenciado, pois a logística reversa, introduzida pela PNRS como forma de gerenciamento adequado de resíduos sólidos, necessita da coleta seletiva, praticada apenas em 56,9% dos municípios brasileiros.” (SIGRIST et al., 2015).

Segundo Quartim (2010) hoje em dia a logística reversa funciona através do processo de reciclagem dos materiais, que retornam a diferentes centros produtivos em forma de matéria-prima, não voltando para a indústria de forma direta, mas passando por operativas de reciclagem e atravessadores. O Município possui um importante papel na implantação da logística reversa e

“a atuação do Município se dará mediante a execução, adequada e sustentável, dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, notadamente a coleta seletiva, a qual servirá de canal de conexão e de fonte de alimentação do SLR (Sistema de Logística Reversa).” (ARAÚJO et al., 2012).

Para implementar e pôr em prática a logística reversa de algum produto, Araújo et al. (2012) diz que podem ser criados procedimentos de compra de produtos ou embalagens usadas e determinar postos de entrega de resíduos, estimulando a participação de cooperativas ou associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis. Além disso,

“cabe apontar em que os processos de educação e de comunicação social constituem parte essencial em qualquer nível ou ação para a LR, na medida que permitem a compreensão e fundamentam a negociação necessária à mudança e à convergência de interesses envolvidos” (ARAÚJO et al., 2012).

Com a intenção de contribuir para que este processo ocorra, este trabalho propõe a implantação de pontos de entrega voluntária de resíduos de poliestireno expandido no município de Florianópolis.

Para tal, o trabalho propõe a coleta de dados sobre a geração de embalagens de EPS e o interesse e conhecimento da população sobre a reciclagem deste resíduo. Além disso, propões também a análise espacial de pontos interessantes para a implantação de pontos de entrega voluntária (PEVs), analisando a distribuição dos equipamentos públicos e a densidade populacional nas regiões deste município.

O segundo capítulo deste trabalho apresenta uma justificativa da escolha do tema, baseando-se nas dificuldades de reciclagem do EPS e na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

No terceiro capítulo são definidos os objetivos gerais e específicos do trabalho.

No quarto, é realizada a fundamentação teórica, que traz uma descrição das características do EPS, em que setores ele é utilizado, como ele é produzido, como é reciclado e um breve panorama de sua reciclagem no Brasil. Além disso, é apresentada uma compilação de cases relacionados a implantação de pontos de entrega voluntária de EPS em diversas cidades e também se descreve a análise espacial no gerenciamento de resíduos sólidos.

O quinto capítulo trata sobre o método utilizado para o desenvolvimento deste trabalho. É realizada uma caracterização da área de estudo, a descrição da aplicação do questionário e se explica as etapas para a análise espacial para implantação dos PEVs.

O sexto capítulo traz os resultados obtidos através do método utilizado, que são comparados com dados encontrados na literatura. Se apresenta os dados obtidos nos questionários, que são posteriormente extrapolados para toda a população de Florianópolis e, então, se estimou uma quantidade de geração de resíduos. Além disso, determinou-se os pontos de alocação dos PEVs.

No sétimo capítulo é feita a discussão dos resultados e então são apresentadas sugestões para trabalhos futuros.

Ao final, podem ser encontradas as referências bibliográficas utilizadas para a realização deste trabalho e no Apêndice A, o questionário aplicado.



## 2. JUSTIFICATIVA

O número de produtos embalados disponíveis para o consumo é grande. As embalagens de poliestireno expandido são um dos principais meios de proteger alimentos do ambiente e também de doenças, além de conservá-lo por mais tempo, aumentando sua validade. Elas também protegem objetos como eletrodomésticos durante o seu transporte, minimizando os impactos sofridos.

O EPS é um material com diversos benefícios, porém muitos o veem como vilão, afinal, mesmo com a possibilidade de sua reciclagem, fazê-la ainda não compensa por conta dos altos valores. Como sua densidade é extremamente baixa, transportar um caminhão cheio de poliestireno expandido é como transportar um caminhão cheio de balões. É preciso desenvolver meios para que a reciclagem do poliestireno expandido se torne algo viável.

Como uma forma de marketing ecológico, indústrias e comerciantes que não possuem a obrigação de realizar a logística reversa dos seus produtos o fazem, como é o caso de indústrias de papel e celulose que reutilizam aparas no próprio processo de fabricação de papelão. Com relação ao EPS, algumas empresas já veem vantagem em recolher os resíduos e reutilizá-lo para fazer rodapés ou mesmo em fazer parte de tijolos.

Com a criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), diversos resíduos que antes eram descartados inadequadamente, passaram a ser melhor destinados por aqueles que o produziram. O processo de logística reversa imposto pela PNRS conseguiu, até agora, apenas seis produtos com acordos setoriais fechados, os quais contribuem para este cenário.

A PNRS ainda define a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos para seus fabricantes, importadores, distribuidores, consumidores e município. Ou seja, todos estão envolvidos e tem o dever de participar no processo de reciclagem dos produtos. A PNRS (BRASIL, 2010), em seu artigo 36, confere ao Município, no âmbito da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, dentre outras, as seguintes atribuições:

Adotar procedimentos para reaproveitar os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços de resíduos sólidos;

Estabelecer sistema de coleta seletiva;

Articular com os agentes econômicos e sociais medidas para viabilizar o retorno ao ciclo produtivo dos resíduos sólidos

reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos;

Dar disposição final ambientalmente adequada aos rejeitos oriundos dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos.

Diante dos pontos a cima expressos, o presente estudo justifica-se pela necessidade de desenvolver meios para reciclagem dos resíduos, seja ultrapassando barreiras tecnológicas ou então de logística. A demanda cada vez maior das legislações por soluções é um estímulo para que essas ações ocorram, além do marketing ecológico e proteção ao meio ambiente.

Além disso, pensa-se neste estudo como um meio de auxiliar no retorno do EPS à cadeia produtiva de forma sustentável, respeitando os pilares do economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente correto.

O município de Florianópolis, por ser uma capital, possuir forte vida acadêmica e também por sua cultura de promover a preservação do meio ambiente, possui um cenário interessante para o desenvolvimento de tecnologias e meios para a destinação adequada dos resíduos. Com base neste cenário exposto escolheu-se fazer uma análise da viabilidade de implantação da logística reversa do EPS devido ao desafio do seu transporte; dos impactos que ele causa em termos de ocupação de volume nos aterros; e também para atender o nível de percepção, conscientização e disponibilidade da população quanto à possibilidade de participação no sistema de PEVs para EPS proposto neste trabalho.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de implantação de pontos de entrega voluntária de resíduos domésticos de embalagens de poliestireno expandido no município de Florianópolis-SC.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Para que o objetivo principal deste trabalho seja alcançado, fez-se necessário definir os seguintes objetivos específicos:

Quantificar a geração de resíduos de EPS em Florianópolis-SC;

Avaliar o conhecimento da população sobre a possibilidade de reciclagem do EPS e o interesse em levar estes resíduos para um PEV;

Definir os melhores locais para implantação dos pontos de entrega voluntária de EPS.



## 4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 4.1 O poliestireno expandido

O plástico é um dos materiais mais produzidos e utilizados no Brasil. De acordo com dados da Associação Brasileira da Indústria do Plástico (2015), a indústria do plástico no Brasil reúne cerca de 11,6 mil empresas, sendo 93% dela são micro e pequenas empresas. Apenas 7% são formadas por empresas de grande porte.

O plástico poliestireno expandido (EPS) é formado por uma cadeia polimérica e que, devido ao processo de expansão a que é submetido, possui um volume 50 vezes maior que o natural. Para provocar essa expansão, as chamadas pérolas de poliestireno, que possuem de 0,4mm a 2,5mm de diâmetro, é utilizado o pentano, “um hidrocarboneto que se deteriora rapidamente pela reação fotoquímica gerada pelos raios solares, sem comprometer o meio ambiente.” (ABRAPEX, 2016). O produto final desta expansão é uma composição de 98% ar e apenas de 2% poliestireno. “Em 1m<sup>3</sup> de EPS expandido, por exemplo, existem de 3 a 6 bilhões de células fechadas e cheias de ar.” (COMISSÃO SETORIAL DO EPS NO BRASIL, 2017).

O sucesso na criação do EPS está no fato de que é ótimo isolante térmico, é leve, resistente, durável, fácil de trabalhar e de baixo custo. Segundo Almeida, Longsdon e Jesus (2012) a utilização em grandes quantidades de EPS podem ser encontradas desde a agricultura até a construção civil e a maioria das as indústrias de embalagens o utilizam como forma de proteção para eletrônicos, armazenamento de alimentos, bebidas e produtos fármacos e na área de decoração.

O EPS é utilizado por muitas indústrias para economizar energia térmica e também para diminuir o impacto durante o transporte dos produtos. Quem produz o próprio Isopor® também possui as vantagens de sua fabricação consumir pouca energia e gerar poucos resíduos sólidos ou líquidos. Além disso a sua versatilidade e facilidade em adquirir diferentes formatos e a simplicidade de manipulação também são grandes atrativos para a sua utilização na indústria e no comércio.

O EPS é totalmente reciclável e pode ser reciclado inúmeras vezes, pois não perde suas propriedades mecânicas, podendo voltar à condição inicial de matéria-prima. Porém, devido à falta de informação, estímulo por parte das administrações municipais e as associações cooperativas não reciclarem, muitos consumidores descartam o Isopor® como lixo comum, que acaba recebendo o destino menos adequado a ele:

o aterro sanitário, no qual ocupa um grande volume e levará centenas de anos para degradar.

Não obstante, o descarte inadequado do EPS pode gerar impactos secundários quando chega ao ambiente, pois

“com o passar do tempo, o plástico se quebra dando origem ao microplástico, que possui a capacidade de absorver compostos químicos tóxicos, como agrotóxicos e pesticidas e metais pesados, como mercúrio e chumbo.” (ECYCLE, 2016).

Estes microplásticos acabam sendo consumidos por animais, principalmente os que possuem como habitat os rios e os mares, contaminando-os.

Os tópicos a seguir abordarão um pouco mais sobre a importância do EPS no dia-a-dia, o seu processo produtivo e como é a sua reciclagem, tratando sobre as barreiras que ela possui.

#### 4.1.1 Aplicações do EPS

Como comentado anteriormente, o poliestireno expandido possui diversas características que o fazem ser um material completo e de abrangente utilização. Ele está presente em diversos setores da economia, especialmente na construção civil e na indústria de embalagens.

Machado (2013) afirma que “as propriedades mecânicas do EPS são extremamente satisfatórias para a aplicação na construção civil. A resistência à compressão e à flexão são elevadas, bem como a resistência à tração e a fluência sob compressão.”. O fato de ser um ótimo isolante térmico também estimula sua utilização nesta área, já que é responsável pela economia de uma grande quantidade de energia.

De acordo com a Comissão Setorial do EPS no Brasil (2017) o EPS é capaz de suportar variações de temperaturas entre -50 e 80°C. Além disso, por ser higroscópico, dificilmente absorve a umidade do ar, tornando rara a aparição de bolor e mofo. Quando embolora ou mofa é apenas superficialmente e não compromete suas propriedades. Entre outras vantagens ainda, a Comissão Setorial do EPS no Brasil afirma estarem o custo do m<sup>3</sup> do EPS, que é competitivo quando comparado ao custo do concreto usinado e da argamassa industrializada, a ampla compatibilidade físico-química com outros materiais utilizados na construção civil e a grande adequabilidade com os métodos e processos empregados nesta área.

Na construção civil, o EPS está presente em diversas estruturas. Ele pode ser usado como parte de sistemas construtivos, como é o caso de painéis monolíticos, onde painéis de EPS são “reforçados com telas

eletrossoldadas e revestidas nas duas faces com argamassa industrializada lançada manualmente ou com projetor. ” (PINI, 2017); e em diversas construções, atendendo requisitos para a instalação elétrica e hidráulica. Outro sistema construtivo é o Wall System, que é “composto por estrutura metálica e painel sanduíche de lâminas em compósitos reforçados com fibra de vidro e núcleo em EPS e gesso rígido” (COMISSÃO SETORIAL DO EPS NO BRASIL, 2017). A Figura 1 (a) e (b) são referentes aos painéis monolíticos e (c) e (d) correspondem ao Wall System.

Figura 1 - As imagens (a) e (b) representam o sistema construtivo de placas monolíticas em EPS e (c) e (d), o sistema construtivo Wall System.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Comissão Setorial do EPS no Brasil (2017).

O EPS também pode ser encontrado em outras partes da construção civil, como nas lajes, nas telhas, nos forros, rodapés e até mesmo junto ao concreto. Em todos esses locais o EPS exerce uma função importante no isolamento térmico das construções, sendo um material importante na

construção de frigoríficos. Além disso, também colabora na diminuição da carga das estruturas.

Ainda na área da construção civil, a solução geotécnica Geofoam é utilizada na estabilização de solos moles através do uso de blocos de EPS. “Seu baixo peso aliado à boa resistência mecânica o torna ideal para utilização em aterros na construção de estradas, além de proporcionar execução fácil e rápida. ” (COMISSÃO SETORIAL DO EPS NO BRASIL, 2017). Esta técnica é composta por blocos de EPS, geomembrana de PEAD (Polietileno de Alta Densidade), um geotêxtil e uma camada de proteção mecânica feita de terra, areia, brita ou concreto. As principais vantagens são a leveza que o EPS proporciona e o fato de diminuir a necessidade da construção de um sistema de drenagem. A Figura 2 mostra a diferença de estruturação do aterro convencional e do aterro com EPS de forma simplificada.

Figura 2 - Representação simplificada das diferenças de estrutura e de distribuição de pressões de um aterro convencional e de um aterro com EPS.



Fonte: Comissão Setorial do EPS no Brasil (2017).

No setor de embalagens o EPS também é muito importante, pois assegura os produtos dos riscos de choque durante o transporte e também no manuseio. Além do mais, devido à sua versatilidade, o EPS é ótimo para utilização na produção em série. Nesta divisão, o EPS está presente como caixas térmicas, embalagens para Linha Branca e Linha Marrom, em embalagens para alimentos e frutas, em que a característica de resistência à umidade é um diferencial, e em embalagens farmacêuticas. Ele também otimiza a produção de mudas no setor agrícola, pois “as bandejas racionalizam a formação de mudas e proporcionam plantas de qualidade, uniformes, bem desenvolvidas e saudáveis, conseqüentemente, lavouras mais uniformes e produtivas.” (COMISSÃO SETORIAL DO EPS NO BRASIL, 2017).

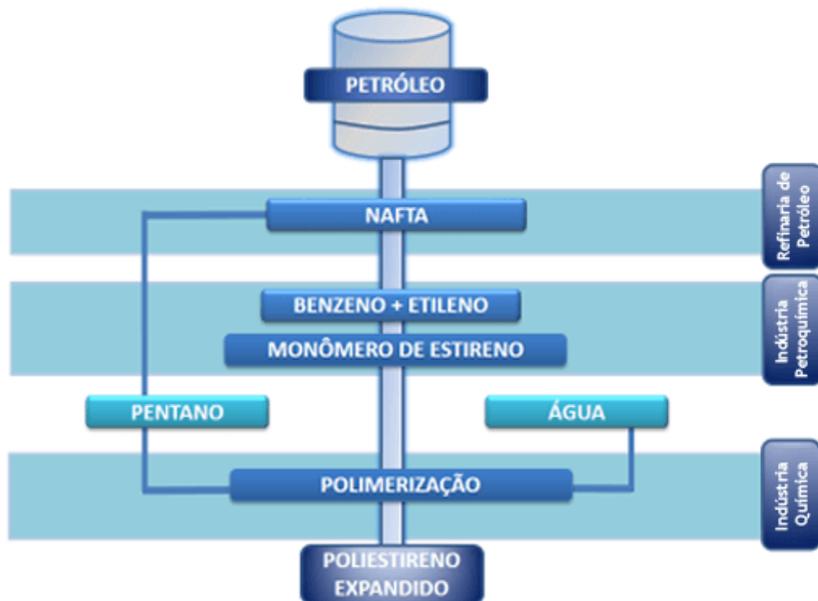
O poliestireno expandido também pode ter outras aplicações como em materiais de papelaria (chapas, bolas, blocos), sendo em geral usado para a montagem de maquetes, no âmbito escolar e profissional; é usado para a produção de flutuadores e pranchas, devido à sua baixa densidade e por ser inerte, não impactando o meio ambiente, e também está presente em solados de plásticos para sapatos.

#### 4.1.2 Processo produtivo do EPS

A produção do poliestireno expandido é um processo que causa poucos danos ao meio ambiente. O consumo de água é baixo, já que ela, desde que ainda limpa, é reutilizada várias vezes no processo. Os resíduos sólidos são mínimos e são, em sua maioria, o próprio material produzido, que acaba sendo reintroduzido na produção. Além disso, como o que é utilizado apenas pentano para expandir o EPS, as emissões atmosféricas acabam não causando um grande impacto ambiental.

A produção do EPS depende basicamente da indústria petroquímica, pois das refinarias de petróleo é extraído o agente expensor do EPS, que são os hidrocarbonetos voláteis com 5 a 7 carbonos na cadeia polimérica, e nas próprias indústrias petroquímicas são produzidos os polímeros de estireno (poliestireno). A produção do poliestireno expandido acontece de fato na indústria química, como explica a Figura 3.

Figura 3 - A cadeia produtiva da matéria-prima do EPS até sua produção.

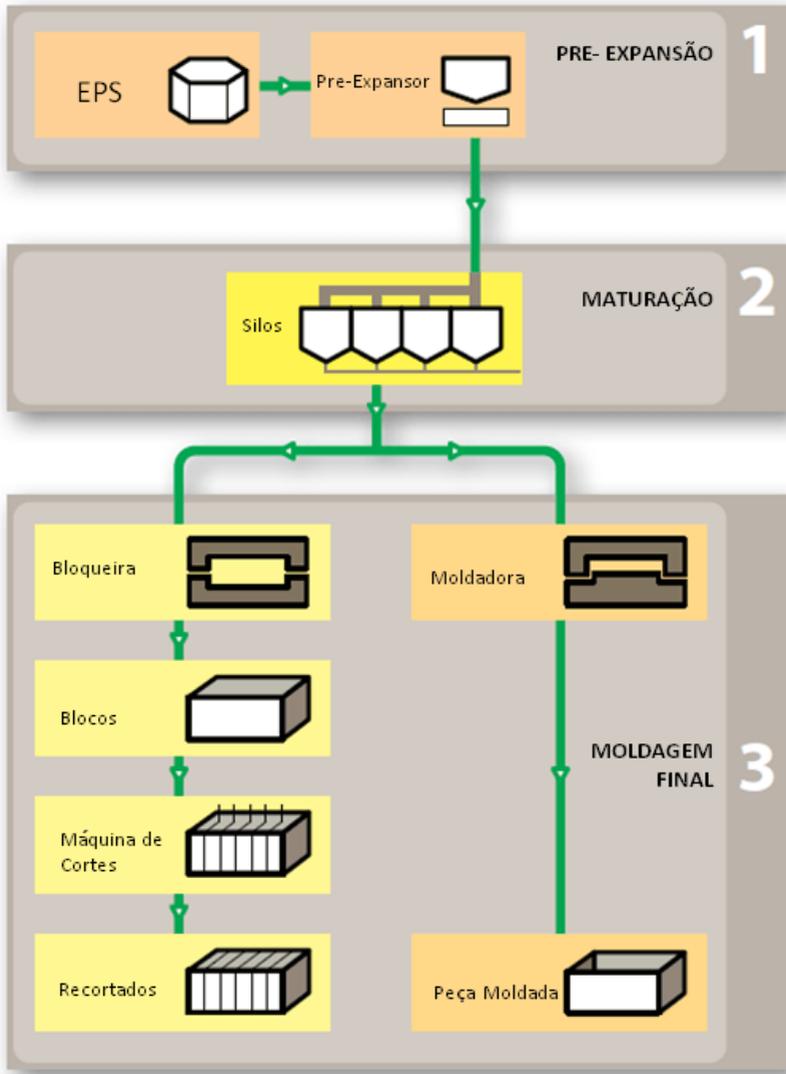


Fonte: Comissão Setorial do EPS no Brasil (2017).

A Figura 4 mostra como funciona a produção mais tradicional do EPS dentro da indústria química, chamado de expansão em moldes. Neste processo, a primeira etapa é chamada de pré-expansão, onde é feito o aquecimento do poliestireno com vapor de água ou ar quente entre 80 a 100°C em sistemas não confinados, em máquinas conhecidas como “pré-expansoras”, transformando os polímeros em pérolas de estireno. Na segunda etapa, conhecida como maturação, essas pérolas são depositadas em silos de descanso, para esfriarem e secarem, afim de que seja obtida maior elasticidade mecânica e capacidade de expansão. Após esta fase de maturação e equalização de pressões, é feita moldagem do EPS. As pérolas de estireno são novamente expostas a vapor d’água ou ar quente, levando-as a expandirem e soldarem-se umas nas outras, formando uma peça., elas se expandem, formando o poliestireno expandido. O agente de expansão, que na maioria das vezes é uma mistura de isômeros de pentano, é aplicado durante a primeira etapa do processo de produção e é responsável por aumentar o volume dos polímeros em até 50 vezes. De acordo com Neves (2002), estudos mostram que o pentano age como

plastificante e redutor da temperatura de transição vítrea, facilitando a expansão.

Figura 4 - Processo de produção de materiais de poliestireno expandido pelo método de expansão em moldes.



Fonte: Comissão Setorial do EPS no Brasil (2017).

Machado (2013) diz que, quimicamente, o EPS consiste de dois elementos que são o hidrogênio e o carbono e também não possui qualquer substância tóxica para a saúde e o ambiente e nem afeta a camada de ozônio, já que não utiliza CFCs para sua produção. Em contrapartida, Crevecoeur et al (1999, apud Neves, 2002, p. 13) explica que compostos orgânicos voláteis, como o pentano, sofrem foto-oxidação pelos raios solares, o que acaba dando origem a ozônio e gás carbônico na baixa atmosfera. Segundo Neves (2002) estudos têm demonstrado que o ozônio presente na baixa atmosfera está relacionado a irritações nos pulmões e também à uma fitotoxina suspeita de causar o declínio de florestas no hemisfério norte. Não obstante, o CO<sub>2</sub> contribui para o efeito estufa. Além disso, Neves (2002) ainda afirma que compostos orgânicos voláteis de baixo peso molecular como o pentano, possuem alta inflamabilidade, gerando, portanto, sérios riscos de explosões e incêndios nos silos de maturação do EPS, tornando alto o custo para equipamentos de segurança e seguros nas indústrias que usam esse tipo de composto. Entretanto, novos estudos estão sendo realizados para testar alternativas para agentes de expansão menos nocivos ao meio ambiente, como é o caso da água quente, já conhecido como W(EPS), sigla em inglês para Water Expandable Polystyrene.

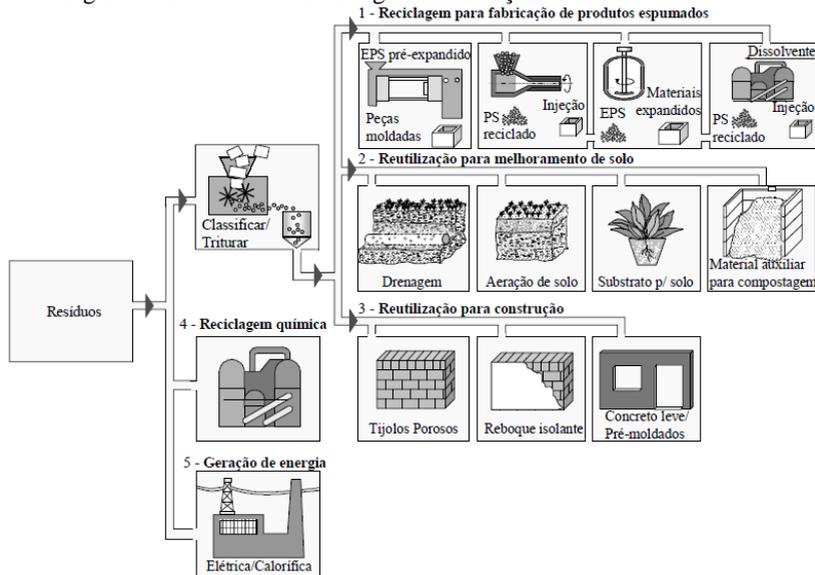
#### 4.1.3 Reciclagem e reutilização do EPS

Segundo Brisson (1993) *apud* Fletcher e Mackay (1996) os aterros tendem a ser preenchidos ao invés de terem sobrepeso. Ou seja, muito do espaço ocupado por resíduos no aterro é caracterizado por ser vazio, diminuindo a vida útil do aterro. Todos os processos de reciclagem de plásticos evitam a sua disposição em aterros sanitários, minimizando o problema de falta de espaço, principalmente nas grandes cidades. (SINDIPLAST, 2011). O plástico representa 13,5% do total de resíduos sólidos gerados, e é o principal produto reciclável enterrado ao invés de ter a destinação correta da reciclagem (IPEA, 2012 *apud* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO, 2015). Fletcher e Mackay (1996) dizem que a elevada relação de volume para peso do plástico significa que o plástico representa de 10 a 30% do volume de resíduos que vai para um aterro. Como 98% o EPS é ar, conclui-se que os seus resíduos caracterizam um grande volume útil perdido nos aterros sanitários, uma vez que é muito improvável que sejam devidamente compactados.

O EPS não é um produto biodegradável, mas é sim passível de reciclagem. A Figura 5 traz um fluxograma relacionando os métodos de

reciclagem mecânica e química e de que forma o EPS é reutilizado a partir dessas reciclagens.

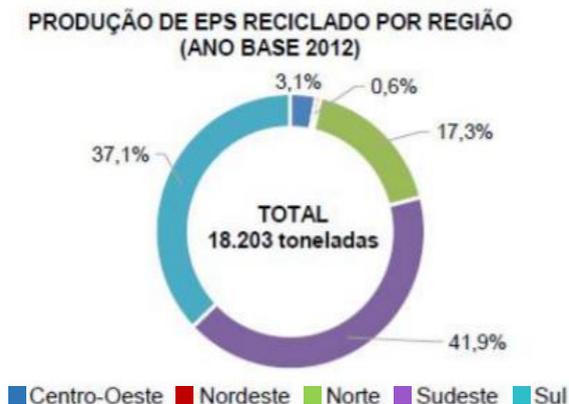
Figura 5 - Processos de reciclagem e utilização do EPS reciclado.



Fonte: GROTE e SILVEIRA (2002).

O índice de reciclagem do EPS está bastante relacionado com a presença das indústrias em uma região, que provavelmente geram este resíduo, como é possível perceber na Figura 6, onde a região sudeste (41,9%), seguida da região sul (37,1%) e centro-oeste (17,3%) é a que apresenta maior porcentagem de produção de material de EPS reciclado.

Figura 6 - Produção de EPS reciclado por região.



Fonte: Plastivida (2013).

Um dos principais obstáculos da reciclagem do Isopor<sup>®</sup> é o seu transporte. Pelo fato de possuir baixíssima densidade se comparado com outros resíduos recicláveis, o espaço ocupado pelo EPS é muito grande para a quantidade de material que realmente está sendo transportado, o que acaba gerando um custo alto para as indústrias e municípios. Este fator, juntamente com as elevadas cargas tributárias impostas pelo poder público, torna a logística reversa do isopor desinteressante economicamente. Conseqüentemente, o EPS vira um problema ambiental, uma vez que possui descarte inadequado nos aterros, e aumentado pela falta de informação do consumidor sobre a possibilidade de sua reciclagem. É neste sentido que a coleta seletiva por PEVs se faz interessante para o EPS.

#### 4.2 Coleta seletiva de resíduos através de pontos de entrega voluntária

Segundo Roviriego (2005) o objetivo da coleta seletiva é a separação, na própria fonte geradora, dos materiais descartados, separando-os por tipo de material ou grupo de materiais e que, para haver este tipo de coleta, é necessária a existência de um mercado para esses materiais e também a participação dos cidadãos no processo. De acordo com o Manual de Gerenciamento Integrado do IPT (IPT, 2000 apud

Ornelas, 2011), existem três tipos principais de coleta seletiva: a coleta porta a porta, em pontos de entrega voluntária e a realizada por catadores.

Os PEVs são, basicamente, recipientes de material resistente localizados em diversos pontos de uma cidade, onde “o próprio gerador deposita o material reciclável, deslocando-se até um contêiner e acondicionando os resíduos adequadamente” (ALVARENGA, 2015). Eles geralmente estão dispostos nas vias públicas e são de fácil acesso à população.

A utilização desses PEVs se caracteriza por promover, na maioria das vezes, a coleta de outros resíduos que ainda não possuem obrigatoriedade de logística reversa pelos seus responsáveis ou então de materiais que os cidadãos não sabem como descartá-los. Além disso, apresentam a vantagem de centralizar materiais passíveis de reciclagem.

“A centralização de materiais e consequente aumento no volume de resíduos tende a facilitar as negociações comerciais para compra e venda de materiais recicláveis [...]. Com isso, as associações e cooperativas aumentam a variedade de resíduos com potencial comercial de reciclagem e sua inserção nos mercados e, consequentemente, seus rendimentos”. (FERRI, CHAVES E RIBEIRO, 2015).

Entre outras vantagens, a implantação de PEVs facilita a coleta de resíduos no município, pois reduz custos de transporte ao diminuir percursos e permite o uso desses pontos para publicidades e patrocínios. Como desvantagens pode-se citar a necessidade da população se voluntariar a levar os resíduos à PEVs, maior quantidade de recipientes para armazenar os resíduos e a sujeição ao vandalismo quando em espaços públicos, gerando custos com manutenção e limpeza.

Estes pontos de entrega voluntária já podem ser vistos em algumas redes de farmácias que aceitam o retorno de medicamentos em forma de pílulas e cremes, alguns pontos de entrega de óleo de cozinha e também materiais eletrônicos. Em alguns países da Europa, como por exemplo na Alemanha, os PEVs são comuns para embalagens de vidro, onde se faz a separação por cor, e o mesmo sistema acontece para doação de roupas.

Atualmente no município de Florianópolis, estão sendo implantados PEVs exclusivos para embalagens de vidro. Segundo a COMCAP (2013) o potencial de coleta de vidros para Florianópolis é de 3.700 toneladas (8.300 m<sup>3</sup>) ao ano, e esta quantidade representa um custo de cerca de 430 mil reais se forem para os aterros e uma perda de

faturamento de 220 mil reais ao ano. A proposta de coleta seletiva de vidro através dos PEVs abrangerá as etapas de captação, coleta, triagem, beneficiamento e comercialização do vidro. Os ecopontos serão contêineres estacionários com capacidade 2.500 litros e serão instalados pela própria Companhia de Melhoramentos da Capital (COMCAP) em pontos de grande geração de resíduos de vidro e com intenso fluxo de pessoas.

Assim como o poliestireno expandido, o vidro é possível de ser 100% recuperado e “o vidro reciclado tem praticamente todas as características do vidro comum e pode ser reciclado muitas vezes sem perder suas características e qualidade.” (COMCAP, 2013). Portanto, a possibilidade de se implantar um sistema de coleta de EPS similar ao de coleta seletiva de vidros nesta cidade é algo que deve ser estudado, uma vez que já se tem uma brecha social devido à projetos anteriores, afim de propiciar uma melhor destinação do resíduo do EPS, incluindo-o de volta ao sistema de produção através de sua logística reversa.

Segundo Fletcher e Mackay (1996), quanto mais coletores forem distribuídos dentro de uma comunidade e conforme as pessoas se tornem mais educadas em reciclagem, a quantidade de plástico a ser reciclado inevitavelmente será maior com o passar dos anos. Não apenas plásticos, mas diversos tipos de materiais. Porém a sensibilização e a mobilização da sociedade para participar são consideradas uma das etapas mais importantes e complexas na implantação da coleta seletiva por envolver mudanças de hábitos e atitudes na rotina das pessoas (PEIXOTO, 2004 *apud* ALVARENGA, 2015).

Na coleta seletiva de resíduos através de PEVs, diversos fatores devem ser analisados na escolha do local de implantação dos pontos, para promover o armazenamento e conservação adequados dos resíduos. Os fatores principais são a localização e o modo de armazenamento. O modo de armazenamento está relacionado com a necessidade de manter o resíduo em boas condições para reciclagem ou reutilização, sem compromê-lo. A localização, que está atrelada à demanda, deve ser definida com a intenção de que o ponto de coleta seja de fácil acesso à população.

Além disso, também deve ser analisada a viabilidade de implementação e necessidade de manutenção dos pontos de coleta, além dos custos de transporte do resíduo a partir daquele ponto. É indicado que a instalação dos PEV seja feita em parceria com empresas privadas, que podem, por exemplo, financiar a instalação dos contêineres e explorar o espaço publicitário do local (IBAM, 2004).

Nos próximos tópicos, são analisados cases de municípios que utilizaram os PEV para realizar a coleta de poliestireno expandido.

#### 4.2.1 Case 1: Ponta Grossa, Paraná

A cidade de Ponta Grossa, localizada a cerca de 100 km de Curitiba, no Paraná, é uma das poucas cidades no Brasil que possuem um sistema de reciclagem para o poliestireno expandido. Com uma população de pouco mais de 300 mil habitantes, ela hoje conta com um programa de conscientização ambiental nas escolas particulares e que acaba atingindo outras comunidades, além de possuir um processo que otimiza a reciclagem de EPS.

A SINEPE/PR, Sindicato dos Estabelecimentos Particulares de Ensino do Estado do Paraná, juntamente com a MEIWA, empresa produtora de embalagens em poliestireno expandido formaram há cerca de 8 anos uma parceria para disseminar a reciclagem do EPS na comunidade. O projeto “Amigo da Natureza”, que surgiu como uma extensão de um projeto mais antigo da SINEPE/PR chamado “Planeta Reciclável”, teve Curitiba como pioneira no Paraná e, mais tarde, migrou para o município de Ponta Grossa. Ele visa incentivar adolescentes entre o 5º e o 9º ano das escolas particulares e, conseqüentemente, os adultos, a praticar a reciclagem do Isopor®, através de Workshops, palestras e concursos.

No início, o concurso dava prêmios como tablets e celulares para o primeiro e o segundo colocado de cada município participante, agora os escolhidos de cada cidade vão à Curitiba expor o trabalho realizado envolvendo o EPS e o primeiro, segundo e terceiro colocados ganham como prêmio uma poupança, para que possam estimular a educação financeira.

Porém, apenas desenvolver a consciência ambiental e também o hábito da reciclagem não era suficiente para os criadores do projeto. Eles queriam mostrar que era possível tornar a reciclagem do EPS uma atividade economicamente viável. Engajando-se ainda mais, a MEIWA foi doadora do protótipo que existe em Ponta Grossa utilizada para a reciclagem do EPS, além dos contentores que estão espalhados pela cidade.

Os contentores são feitos de material alumínio e suportam um big bag padrão de 90 cm x 90 cm x 100 cm, que suporta até 1000 kg, como mostra a Figura 7 e a Figura 8. São os chamados por eles de Pontos de Entrega Voluntária (PEV) de resíduos sólidos.

Figura 7 - Ponto de Entrega Voluntária de EPS em Ponta Grossa – PR.



Fonte: Acervo próprio (2017).

Figura 8 - Big bags com EPS armazenados na ACAMARO.



Fonte: Acervo próprio (2017).

Estes PEVs estão dispostos em lugares de grande circulação, na maioria das escolas particulares de Ponta Grossa, em alguns supermercados e também no shopping center da cidade. Em geral, cada um dos PEV enchem dois bags por semana com EPS. Indicações no próprio ponto solicitam às pessoas que somente depositem EPS limpos e secos, para que não gere odor e atraia vetores para o local, auxiliando também posteriormente no processamento do Isopor® no protótipo.

O material acumulado nos PEV é levado por funcionários da prefeitura que já são responsáveis pela coleta seletiva na cidade. Não existe uma programação para fazer o recolhimento do EPS. Os funcionários, por experiência, têm uma noção de quanto tempo os PEV demoram para encher ou, então, eles recebem notificações dos que trabalham nos locais onde estão os PEV, avisando que já podem ser recolhidos.

No caso das escolas, algumas vezes os pais dos alunos ou professores se voluntariam para levar os resíduos para a ACAMARO, associação onde encontra-se a máquina de reciclagem. Os resíduos de EPS também chegam através da coleta seletiva e é separado dos demais resíduos nas associações da cidade.

Atualmente são 3 as associações que participam do processamento do EPS: a ACAMARO, a ACAMARU e ACAMARUVA. A máquina, que está representada na Figura 9, chegou em Ponta Grossa em outubro de 2015 e passou a operar no início de 2016. A demora se deve ao fato de que foi necessário realizar modificações no galpão onde a máquina ficaria para poder abriga-la e fazê-la funcionar adequadamente. Esta máquina está na ACAMARO, porém as outras duas associações também a usam, em um sistema de rodízio.

Cada uma das associações utiliza a máquina durante a semana conforme a demanda e também por vez. Os associados de cada uma são responsáveis por realizar a reciclagem no dia que estiverem usando, sendo essas uma das condições para participarem da divisão dos lucros gerados pela reciclagem do EPS.

É preciso que quem for operar a máquina passe por um treinamento para evitar o máximo de danos e problemas possível, uma vez que o reparo da máquina é caro e pode levar certo tempo, já que os técnicos da MEIWA são, na maioria das vezes, de São Paulo, pouco mais de 500 km de Ponta Grossa. Quem está operando a máquina deve estar atento à qualidade do resíduo que está sendo colocado na máquina. Como o EPS é elevado à uma alta temperatura (160°C), outros materiais podem prejudicar o funcionamento da máquina.

Segundo os funcionários é comum eles receberem misturado às embalagens de EPS gesso e cristais, como aqueles utilizados para envolver frutas sensíveis a batidas. Eles afirmam que, como esses materiais são leves e parecem com EPS, as pessoas descartam nos PEVs equivocadamente. O material também não pode estar úmido ou sujo de alimentos. EPS que estão apenas manchados de molho, porém secos e limpos podem ser adicionados no processo. Os operadores também devem estar atentos às embalagens de Isopor® que estão cobertas com plástico-filme, pois pode danificar a máquina.

Figura 9 - Protótipo para reciclagem de EPS fornecido pela MEIWA às associações do município de Ponta Grossa – PR.



Fonte: Acervo próprio (2017).

Em geral, é necessário aquecer a máquina uma hora e meia antes de iniciar o processo de reciclagem, para que ela chegue na temperatura ideal de 160°C. O aumento da temperatura acima dessa faixa, só é permitida em momentos de emergência, como quando o EPS seca no orifício de saída do poliestireno derretido. O produto final do processo é um objeto em formato de rosca de polvilho, como mostrada na Figura 8. O processamento do poliestireno expandido é capaz de reduzir em 95% o seu volume. Um big bag de EPS pode ser transformado em até duas roscas do tamanho mostrada na Figura 10.

As associações vendem o EPS reduzido para a empresa Santa Luzia Molduras, no município de Braço do Norte - SC, que utiliza o poliestireno expandido para fabricar rodapés e molduras de boa qualidade e alta duração. As associações vendem o Isopor® reciclado por R\$

0,50/kg. A Santa Luzia envia um caminhão para buscar o EPS assim que der uma carga inteira que, em média, tem um peso de 5000 kg por carga. As quantidades de cargas levadas das associações variam de acordo com o mês. Em geral, é realizado um carregamento por mês, gerando um retorno de R\$ 2.500,00 para as associações, que dividem entre si o retorno financeiro.

Figura 10 - “Roscas” de EPS após o processamento no protótipo da Meiwa.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

#### 4.2.2 Case 2: São Paulo, SP

Em abril de 2016, foi instalado em frente à Câmara Municipal de São Paulo um Ponto de Entrega Voluntária Monitorado (PEV-M) para embalagens de poliestireno expandido. O projeto se chama “Recicla Isopor®” e foi uma iniciativa do então vereador Gilberto Natalini, da Plastivida, através do Comitê do EPS, e da Comissão Setorial do EPS da Abiquim.

O Comitê do EPS é composto por fabricantes, transformadores e recicladores de poliestireno expandido e é composto pela Copobras, Dart, Fibraform, Meiwa, Santa Luzia Molduras, Spumapac, Termotécnica e

Videolar-Innova. Este comitê foi criado pela Plastivida com a finalidade de promover as características e os benefícios do EPS.

A Comissão Setorial do EPS tem um objetivo muito próximo a este do Comitê do EPS, porém mais voltado ao crescimento sustentável do segmento e focado em promover a reciclagem deste material. Esta comissão é composta por algumas empresas que estão também no Comitê do EPS e outras não. São elas a Brisco do Brasil, a Innova, a Isoeste, a Knauf, a Styropek e a Termotécnica.

Todo o material reciclável de EPS acumulado na PEV-M é levado à cooperativa Cora, de onde é comercializado e então transformado em novos produtos. Além de incrementar a renda daqueles que vivem da reciclagem, o projeto “Recicla Isopor®” também tem a intenção de promover o conhecimento à população quanto a possibilidade de reciclagem do EPS e a importância do descarte correto e adequado deste resíduo.

#### 4.2.3 Case 3: Buenos Aires, Argentina

No caso de Buenos Aires, na Argentina, o programa de reciclagem de EPS se assimila e se diferencia em alguns aspectos dos casos apresentados anteriormente. O Governo da Cidade de Buenos Aires e a Associação Argentina de Poliestireno Expandido (AAPE) firmaram um convênio baseado na criação de um circuito fechado e autossustentável para a reciclagem do EPS, que envolve a coleta do resíduo, o tratamento, a recuperação e a reciclagem. Este convênio faz parte do Programa de Responsabilidade Social do Governo da Cidade, que tem como finalidade promover a articulação entre as instituições públicas e privadas, através de ações que tragam benefícios à comunidade. Este programa possui o apoio também da Fundação La Tierra Habla e de empresas do setor.

O resíduo do EPS é levado pela população aos chamados Centros Verdes Móveis, que equivalem aos PEVs no Brasil. Estes Centros Verdes recebem diversos materiais recicláveis como papel e papelão, vidros, metais e outros plásticos e tem horário e dia para abrir. Além disso, a população que leva os resíduos a esses Centros é atendida por um funcionário que as auxilia e orienta quanto a reciclagem de resíduos. Um exemplo de Centro Verde de Buenos Aires encontra-se nas Figura 11 e 12.

Figura 11 - Centro Verde Móvel em Buenos Aires, Argentina.



Fonte: Governo da Cidade de Buenos Aires (2016)

Figura 12 - Por dentro de um Centro Verde Móvel em Buenos Aires, Argentina.



Fonte: Governo da Cidade de Buenos Aires (2016)

Após a passagem do resíduo de EPS pelo Centro Verde, ele é levado a uma planta de reciclagem, onde ele será reduzido, moído, filtrado para remover impurezas e paletizado. Após esse processamento e agora com uma nova matéria-prima, ele é vendido para a indústria plástica e então transformado em novos produtos.

Um ponto forte deste projeto é a comunicação com a população e a educação ambiental promovida por esse convênio. Para promovê-lo, foram desenvolvidos três vídeos, um da AAPE e dois do governo, falando sobre o que é o EPS, o que é um centro verde e explicando que o EPS é reciclável. Estes vídeos circulam tanto na internet quanto em comerciais da televisão. De acordo com dados do Governo da Cidade de Buenos Aires (2016), a entrega de materiais recicláveis nos Centros Verdes aumentou cerca de 58% no ano de 2016 com relação à 2015. Cerca de 20% é referente à resíduos plásticos.

### **4.3 A análise espacial na gestão de resíduos sólidos urbanos**

Segundo Câmara et al. (2009 *apud* ORNELAS, 2011), a ênfase da análise espacial é mensurar propriedades e relacionamentos, levando em conta a localização espacial do fenômeno em estudo de forma explícita. Na gestão de resíduo sólidos urbanos (GRSU) um dos parâmetros a ser estudado no momento de implantação de um sistema é a questão econômica. Neste contexto,

os métodos de análise espacial apresentam-se como importantes ferramentas, uma vez que visam fornecer informações que podem auxiliar no planejamento das ações relacionadas à GRSU, que pressupõem o conhecimento do espaço geográfico com informações espacialmente distribuídas, tais como: áreas para implantação de aterros sanitários, rotas de coleta e dimensionamento de frota, pontos de entrega voluntária (PEV) de resíduos recicláveis, locais para unidades de transbordo (UT) e unidades de triagem e reciclagem (UTR), áreas para destinação dos resíduos de construção e demolição (RDC), dentre outras. (ORNELAS, 2011).

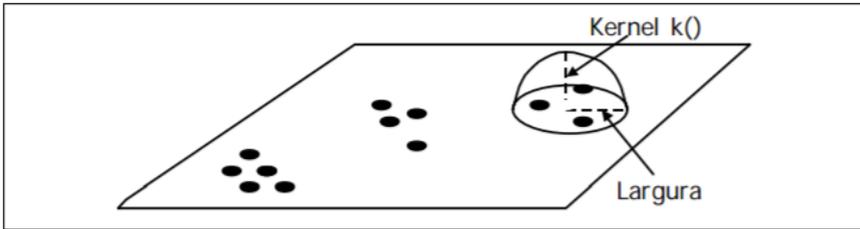
A escolha de locais mencionados acima depende de vários parâmetros que podem ser verificados através de mapas e dados em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), como a demanda de uma população através da quantidade resíduo que é gerado ou pela densidade populacional de uma área, a identificação e localização de locais públicos, como escolas, parques e postos de saúde, e as principais vias de acesso.

Segundo Ornelas (2011), o raio de influência de um PEV é de cerca de 200m, pois esta é a distância que uma pessoa estaria disposta a percorrer a pé para destinar os seus resíduos em um PEV.

Segundo Santos, Santos e Santo (2012), um dos tipos mais comuns de mapa para análise espacial são aqueles que utilizam pontos para representar um fenômeno estudado e a análise locacional da sua distribuição pode ser um primeiro passo em uma análise exploratória. Através das distribuições destes pontos em um mapa, é possível determinar a intensidade que o fenômeno estudado ocorre. Um destes métodos é conhecido como Mapas de Kernel ou mapas de calor ou ainda Estimador de densidade de Kernel.

O estimador de Kernel é um interpolador, que possibilita a estimação da intensidade do evento em toda a área, mesmo nas regiões onde o processo não tenha gerado nenhuma ocorrência real (SANTOS; SANTOS; SANTO, 2012). Segundo Druck et al (2004), o estimador de Kernel é uma função bidimensional que “realiza uma contagem de todos os pontos dentro de uma região de influência, ponderando-os pela distância de cada um à localização de interesse”, como mostra a Figura 13.

Figura 13 - Estimador de intensidade de distribuição de pontos.



Fonte: DRUCK et al, 2004.

Conforme apresentado por Druck et al (2004), supondo que  $u_1, u_2, \dots, u_n$  sejam localizações de  $n$  eventos observados em uma região  $A$  e que  $u$  represente uma localização genérica, cujo valor queremos estimar, a função bidimensional do estimador de Kernel, no caso a função de interpolação  $k$ , é computada a partir dos  $m$  eventos  $\{u_i, \dots, u_{i+m-1}\}$  contidos num raio de tamanho  $\tau$  em torno de  $u$  e da distância  $d$  entre a posição e a  $i$ -ésima amostra, a partir de funções, que possuem a seguinte forma geral:

$$\lambda_{\tau}(u) = \frac{1}{\tau^2} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{d(u_i, u)}{\tau}\right), d(u_i, u) \leq \tau \quad (1)$$

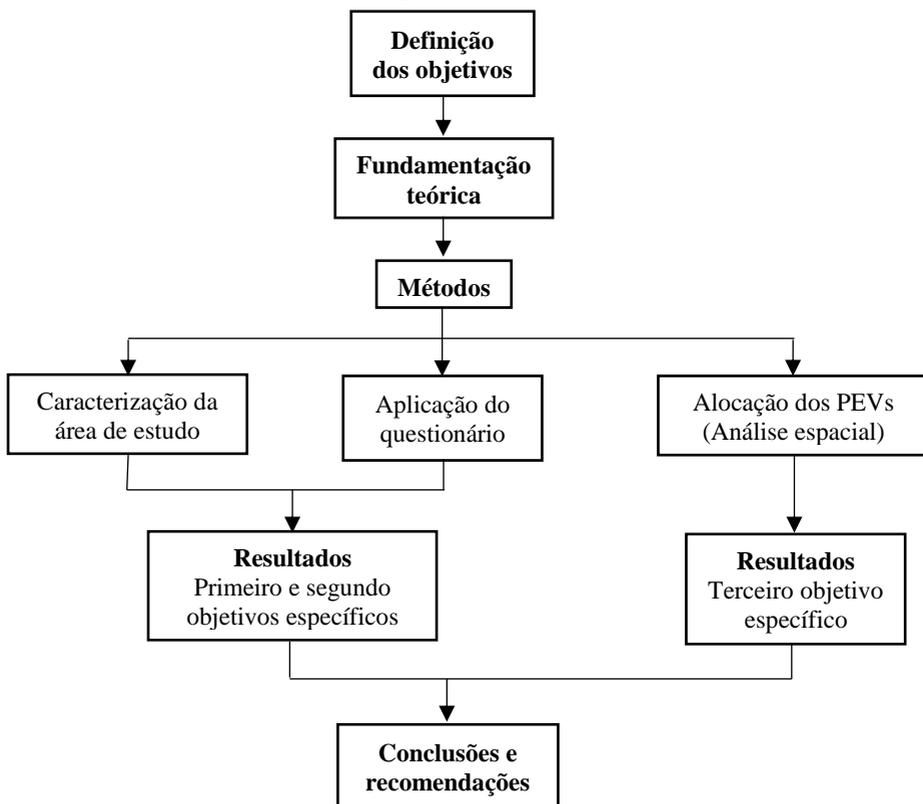
Este estimador é chamado *kernel estimator* e seus parâmetros básicos são: (s) um raio de influência ( $\geq 0$ ) que define a vizinhança do ponto a ser interpolado e controla o “alisamento” da superfície gerada; (b) uma função de estimação com propriedades de suavização do fenômeno. O raio de influência define a área centrada da função intensidade  $\lambda$ . Um raio muito pequeno irá gerar uma superfície muito descontínua; se for grande demais, a superfície poderá ficar muito amaciada. (DRUCK *et al*, 2004).



## 5. MÉTODOS

Afim de esclarecer a metodologia utilizada para realizar este trabalho, o presente capítulo disponibiliza as etapas que foram adotadas, sendo elas a caracterização da área de estudo, a aplicação de questionário para avaliar consumo de embalagens de EPS, a consciência, disponibilidade e interesse pelos habitantes de Florianópolis quando à reciclagem do EPS e análise espacial para alocação dos Pontos de Entrega Voluntária. A Figura 14 traz um fluxograma para melhor entendimento das etapas do trabalho.

Figura 14 - Fluxograma de trabalho.



## 5.1 Caracterização da área de estudo

A área de estudo contempla o município da Florianópolis, abrangendo a parte continental e a ilha. De acordo com o IBGE (2016), a população de Florianópolis apresentou um aumento de cerca de 65% desde o Censo Demográfico de 1991 (255.390 habitantes) até o último Censo Demográfico em 2010 (421.240 habitantes). Segundo o Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2010), aproximadamente 96% da população desta cidade moram em áreas urbanas do município.

O Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2010), também traz dados sobre a destinação final dada aos resíduos em Florianópolis. Cerca de 93% é coletado diretamente por serviços de limpeza, 6% é colocado em caçamba de serviço de limpeza e o 1% restante é caracterizado pela queima ou enterro dos resíduos pelo gerador em sua própria propriedade, além de abranger outras destinações.

Em Florianópolis a entidade responsável pela coleta dos resíduos sólidos é a Companhia de Melhoramentos da Capital (COMCAP), empresa de economia mista, que também é responsável pela limpeza urbana do município. Além da coleta convencional de resíduos, comumente chamado de lixo comum, a COMCAP também executa coleta de resíduos recicláveis porta a porta e têm à disposição da população uma rede de pontos de entrega de resíduos, conhecidos como ecopontos.

De acordo com dados da COMCAP (2016), apenas 6,92% do resíduo coletado é desviado do aterro sanitário. Este número é muito baixo quando se analisa as medidas que a empresa propõe para a coleta de resíduos recicláveis, que vão desde criação de ecopontos e PEVs à coleta seletiva que é realizada semanalmente em cada bairro do município.

Quanto à coleta de resíduos de poliestireno expandido, esta pode ser feita em ecopontos de produtos recicláveis gerais como papel, plástico, metais e vidros, ou então o material pode ser recolhido juntamente com os resíduos domiciliares secos, mas não possui local de entrega específico.

A rede de ecopontos é composta por quatro locais em Florianópolis: dois no continente, em Capoeiras e em Monte Cristo; um no bairro Morro das Pedras, no sul da ilha; e o último é no Itacorubi, no Centro de Transferência de Resíduos Sólidos (CTReS). Nestes pontos podem ser entregues diversos tipos de resíduos, especialmente aqueles cuja destinação é mais difícil, uma vez que não são considerados “lixo comum”, mas também não são usualmente identificados como recicláveis pela maioria da população. São eles os resíduos eletrônicos, de entulhos

e construção, madeiras, pilhas e baterias, óleos de cozinha, pneus, eletrodomésticos e móveis.

Estes ecopontos também recebem materiais recicláveis como plásticos, papéis, metais e vidros. Seria redundante comentar que eles também recebem poliestireno expandido, uma vez que já foi dito anteriormente que o EPS é um plástico passível de reciclagem. Mesmo assim, o Isopor® é apontado pela COMCAP através de seu Website como um dos materiais recicláveis que são recebidos nos ecopontos, justamente para enfatizar essa sua característica.

## **5.2 Aplicação de questionário**

O poliestireno expandido é um material cuja destinação correta como resíduo ainda é desconhecida para a maioria da população. Perguntando informalmente às pessoas sobre o que elas fazem com Isopor® usado que não lhes é mais útil – se elas jogam no lixeiro de resíduos comuns ou se elas colocam no lixeiro de recicláveis – não é incomum ouvir elas dizerem, com surpresa, que nem sabiam que o Isopor® poderia ser reciclado. Na literatura, não existem dados concretos sobre o conhecimento da população quanto à reciclagem de resíduos de poliestireno expandido.

Afim de obter um melhor parâmetro sobre o consumo doméstico de embalagens de EPS, o conhecimento da população sobre a reciclagem do EPS e o interesse deles em levar os resíduos de EPS para um PEV, na primeira etapa deste trabalho, aplicou-se um questionário à população, com enfoque nos habitantes de Florianópolis, porém não restrito a eles.

O questionário, o qual está presente no Apêndice A, foi aplicado de duas formas. Uma delas foi em versão online, através do Website Formulários Google, e a outra em versão física. A primeira foi divulgada em grupos do Facebook da comunidade acadêmica da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), e foi escolhida devida a sua praticidade em obter os dados. Porém, viu-se a necessidade de também aplicar a segunda forma, uma vez que a primeira estaria limitando a área de estudo a uma parte da população que está mais habituada a utilizar a Internet e que, supostamente, teria um nível de formação e facilidade de acesso à informação. Portanto, a versão física buscou obter dados mais próximos à realidade, questionando pessoas de classes sociais e condições financeiras variadas, no centro de Florianópolis.

No total, forma 143 entrevistados e 122 deles são da região da Grande Florianópolis. É importante salientar que, a amostragem feita é não probabilística e serve apenas para obter uma visão geral do assunto tratado. Dito isto, enfatiza-se que os dados específicos dos habitantes de

Florianópolis, obtidos através do questionário usado neste estudo, foram generalizados para toda a população deste município, afim de simplificar as análises feitas.

A parte introdutória do questionário dá enfoque aos dados pessoais de quem foi entrevistado. Na versão online, foi solicitado que identificassem o nome para que diminuíssem as chances de uma pessoa responder às perguntas mais de uma vez, diferentemente da versão física, onde o nome não foi questionado. O nome de nenhum entrevistado será mencionado durante este trabalho. Perguntou-se a cidade onde reside, para diferenciar os dados de quem mora na região da Grande Florianópolis e quem mora em cidades fora desta região, tanto na versão online quanto física.

Posteriormente, na primeira etapa do formulário são questionados os hábitos de consumo referentes ao poliestireno expandido. As questões fornecem uma análise dos meios mais comuns de se adquirir embalagens de EPS: através de produtos alimentícios, como frutas, verduras e carnes; recipientes de bebidas, tais como café e chá, e; embalagens tipo marmita; excluindo as que vem embalando eletrodomésticos e eletrônicos. Esta etapa foi a responsável por fornecer informações de geração doméstica de resíduos de EPS e também sobre onde as embalagens de poliestireno expandido estão mais presentes no uso da população.

Por fim, a segunda parte está voltada para questões envolvendo o conhecimento da população sobre a possibilidade de reciclagem do EPS e também sobre o seu interesse em destinar este material de maneira mais adequada, sabendo que ele é passível de reciclagem. A última pergunta vem apenas para aqueles que levariam o EPS à um PEV apenas quando fosse prático, isto é, não saísse da rotina habitual de deslocamento ou fosse perto da residência do entrevistado, ou se recusariam a levar o EPS para um PEV acreditando não ser prático ou por acreditar não apresentar vantagem alguma. Através dela é possível verificar se, com apenas um pouco mais de informação sobre as dificuldades da reciclagem do EPS e as consequências de quando ele recebe um destino incorreto, as pessoas mudariam de opinião ou, pelo menos, começassem a repensar a sua posição quanto ao assunto.

### **5.3 Alocação dos PEVs de poliestireno expandido**

A metodologia utilizada para determinação dos locais de implantação dos pontos de entrega voluntária foi baseada na metodologia do trabalho de Ornelas (2011). O software utilizado para auxiliar na análise espacial foi o QGis 2.18, software livre de Sistema de Informações

Geográficas (SIG), e a definição dos pontos de alocação dos PEVs foi baseada no conjunto das informações obtidas através dessas análises espaciais.

A primeira etapa do método utilizado foi definir os pontos de uso público, identificado por Ornelas (2011) como equipamentos públicos. São eles as escolas, praças, parques, que são locais naturalmente aptos para implantação de PEV. Foram determinados também os pontos onde se encontram supermercados, pela alta circulação de pessoas. Para facilitar, os supermercados também foram incluídos na denominação de equipamentos públicos. Com a compilação desses locais, utilizou-se a ferramenta de Mapas de Calor do QGis, também conhecido como Mapas de Kernel, para determinar a densidade desses locais no perímetro municipal de Florianópolis.

Na criação desses mapas de calor, para cada equipamento público identificado aplicou-se um *buffer* de 200m para definir a área de entorno, que, conforme justificado por Ornelas (2011), é a distância máxima que uma pessoa estaria disponível a percorrer a pé para depositar os resíduos recicláveis em um PEV. Para analisar a quantidade de equipamentos públicos em um local e a área de influência deles, definiu-se cinco níveis qualitativos: muito alta densidade, alta densidade, média densidade, baixa densidade e muito baixa densidade de equipamentos públicos.

A segunda etapa foi a criação de um mapa com as densidades populacionais de Florianópolis. Com os dados do último Censo Demográfico de 2010 do IBGE, referente ao número de habitantes por setor censitário e as suas áreas, foi possível definir as densidades populacionais por setor censitário em Florianópolis, utilizando os arquivos tipo shapefile dos setores censitários disponíveis no site do IBGE. O setor censitário foi escolhido para apresentar a densidade demográfica por ser a menor unidade territorial definida. Cada setor é formado por área contínua, e pertence totalmente à área urbana ou à área rural. Além disso, possui dimensão adequada à realização de coleta de dados por um recenseador durante os períodos de realização de Censo Demográfico. Para a análise deste mapa, definiu-se também cinco níveis de aptidão para o recebimento de um PEV, atrelado à densidade da população nos setores: muito alta aptidão, alta aptidão, média aptidão, baixa aptidão e muito baixa aptidão.

A terceira etapa foi a inclusão das principais vias de Florianópolis. Esta parte foi adicionada por julgar-se necessário verificar os locais onde também haveria maior passagem de automóveis, uma vez que aqueles que utilizam carro próprio para deslocamento diário, teriam a oportunidade de passar pelo ponto de entrega voluntário durante a ida

para o trabalho, por exemplo. As vias definidas como principais são referentes aos dados de vias interurbanas presentes em arquivos shapefile da Mapoteca Topográfica Digital de Santa Catarina (Epagri/IBGE, 2004).

Por fim, com a obtenção de todos esses dados e mapas, pôde-se proceder a uma análise espacial e então definir os pontos que teriam maior potencial de utilização pelos usuários e, portanto, viabilidade para implantação dos PEVs. Em uma primeira análise, foram escolhidas as áreas de maior quantidade de equipamentos públicos e de maior densidade populacional, definidas como áreas de maior aptidão para receber um PEV, e foi então refinada a escolha dos pontos pelas principais vias de Florianópolis.

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A seguir, são apresentados os resultados obtidos através do método aplicado. A primeira seção descreve os resultados do questionário, que mostra o potencial de geração de resíduos de EPS na Grande Florianópolis, o conhecimento da sua população sobre a reciclagem do EPS e seu interesse em levá-lo a um PEV. A segunda parte identifica os principais locais para implantação de PEVs para EPS no município.

### **6.1 Questionário**

O questionário foi aplicado de duas maneiras: na versão digital, através do Website Formulários Google, e na versão física. A aplicação do questionário aconteceu entre os meses de março e abril de 2017. A finalidade da aplicação do questionário foi avaliar o potencial de geração de resíduo doméstico de poliestireno expandido em Florianópolis, o conhecimento da população sobre a possibilidade de reciclagem do EPS e também o interesse em levar este resíduo para um PEV.

Como explicado anteriormente, a etapa introdutória do formulário correspondia a dados pessoais e cidade onde morava. A primeira parte estava relacionada ao consumo de embalagens de poliestireno expandido no dia-a-dia dos entrevistados. Por fim, a segunda parte correspondia ao conhecimento sobre a reciclagem de EPS e o interesse na população em depositar o resíduo de EPS em pontos de entrega voluntária.

No total, 71 pessoas responderam ao questionário online e 72 responderam a versão física, totalizando 143 entrevistados. Deste total 122 moram na região da Grande Florianópolis, que é formada pelos municípios de Florianópolis, Biguaçu, Palhoça e São José, e as outras 21 pessoas residem fora desta região. Julgou-se importante concentrar as respostas dos residentes de toda Grande Florianópolis ao invés de apenas aqueles que vivem no município de Florianópolis, pelo fato de que muitos que vivem em Biguaçu, Palhoça ou São José trabalham ou estudam em Florianópolis, sendo possível para essas pessoas trazerem os seus resíduos de EPS para os PEVs implantados em Florianópolis.

A Tabela 1 apresenta os resultados da primeira etapa do questionário. Observa-se que 69 (56%) entrevistados dos 122 da Grande Florianópolis, utilizam por semana de 1 a 3 produtos alimentícios embalados em Isopor e 40 (33%) afirmam que não consomem alimentos com estas embalagens. Quanto aos copos, quase 88 (72%) disseram que utilizam nenhum copo de EPS durante a semana e 29 (24%) usam de 1 a 3 copos. Para as marmitas, 81 também confirmaram que não utilizam,

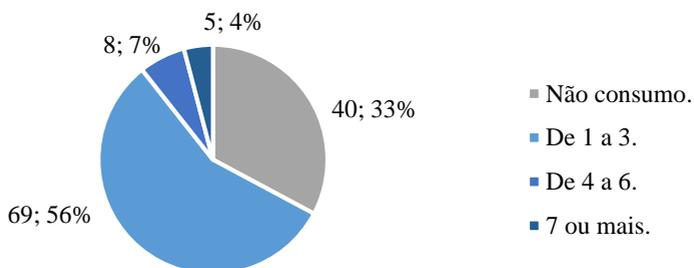
enquanto que 29 dizem que usam de 1 a 3 por semana. A Figura 15 mostra gráficos com os resultados para cada pergunta.

Tabela 1 - Resultado da primeira parte do questionário.

<b>PRIMEIRA PARTE</b>		
<b>Quantos produtos alimentícios que possuem embalagem de Isopor você consome por semana? (Frutas, verduras, carnes, etc.)</b>		
	Apenas moradores da grande Florianópolis	Porcentagem dos entrevistados (%)
Não consumo.	40	32,79
De 1 a 3.	69	56,56
De 4 a 6.	8	6,56
7 ou mais.	5	4,10
<b>Quantos copos de Isopor você utiliza por semana (Café, chá, etc.)</b>		
	Apenas moradores da grande Florianópolis	Porcentagem dos entrevistados (%)
Não consumo.	88	72,13
De 1 a 3.	29	23,77
De 4 a 6.	4	3,28
7 ou mais.	1	0,82
<b>Quantas embalagens de Isopor do tipo marmitta você utiliza por semana?</b>		
	Apenas moradores da grande Florianópolis	Porcentagem dos entrevistados (%)
Não consumo.	81	66,39
De 1 a 3.	29	23,77
De 4 a 6.	9	7,38
7 ou mais.	3	2,46

Figura 15 - Resultados da primeira parte do questionário para moradores da Grande Florianópolis.

Quantos produtos alimentícios que possuem embalagem de Isopor você consome por semana? (Frutas, verduras, carnes, etc.)



Quantos copos de Isopor você utiliza por semana (Café, chá, etc.)

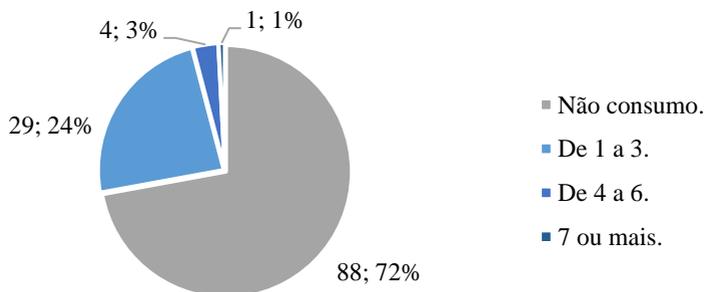
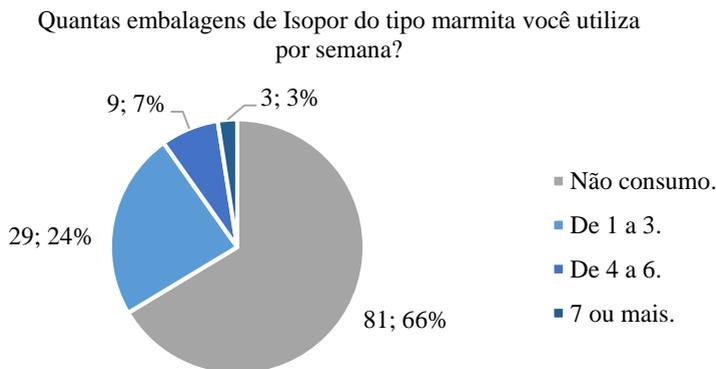


Figura 15 (continuação) - Resultados da primeira parte do questionário para moradores da Grande Florianópolis.



Para 2016, segundo o IBGE, a população estimada de Florianópolis era de 477.798 habitantes. Extrapolando as porcentagens obtidas nesta etapa do questionário para a população de Florianópolis em 2016, obteve-se os resultados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados da primeira parte do questionário, extrapolados para a população estimada de Florianópolis em 2016.

<b>PRIMEIRA PARTE</b>		
<b>Quantos produtos alimentícios que possuem embalagem de Isopor você consome por semana? (Frutas, verduras, carnes, etc.)</b>		
	Porcentagem dos entrevistados (%)	População
Não consumo.	32,79	156.655
De 1 a 3.	56,56	270.230
De 4 a 6.	6,56	31.331
7 ou mais.	4,10	19.582
<b>Quantos copos de Isopor você utiliza por semana? (Café, chá, etc.)</b>		
	Porcentagem dos entrevistados (%)	População
Não consumo.	72,13	344.641
De 1 a 3.	23,77	113.575
De 4 a 6.	3,28	15.666
7 ou mais.	0,82	3.916

Tabela 2 (continuação) - Resultados da primeira parte do questionário, extrapolados para a população estimada de Florianópolis em 2016.

<b>Quantas embalagens de Isopor do tipo marmitta você utiliza por semana?</b>		
	Porcentagem dos entrevistados (%)	População
Não consumo.	66,39	317.227
De 1 a 3.	23,77	113.575
De 4 a 6.	7,38	35.247
7 ou mais.	2,46	11.749

Um copo de poliestireno expandido de 200ml, uma bandeja de EPS de 23cm x 33cm x 50cm e uma marmitta redonda de 66cm x 37cm x 37cm pesam em média, respectivamente, 2,5g, 0,74g e 1,21g. Utilizando os dados extrapolados para a população, é possível estimar um valor de geração para cada embalagem de EPS analisados pelo questionário. Enfatiza-se que estes valores extrapolados devem ser analisados apenas como uma estimativa. Os pesos se encontram na Tabela 3.

Tabela 3 - Geração de resíduos de EPS a partir dos dados extrapolados da população estimada em 2016 para Florianópolis.

<b>PRIMEIRA PARTE</b>			
<b>Quantos produtos alimentícios que possuem embalagem de Isopor você consome por semana? (Frutas, verduras, carnes, etc.)</b>			
	Quantidade considerada	Quantidade consumida pela população	Peso total (kg)
Não consumo.	0	0	0,00
De 1 a 3.	2	540.460	399,94
De 4 a 6.	5	156.655	115,92
7 ou mais.	7	137.074	101,43
	<b>TOTAL</b>	834.189	617,3
<b>Quantos copos de Isopor você utiliza por semana? (Café, chá, etc.)</b>			
	Quantidade considerada	Quantidade consumida pela população	Peso total (kg)
Não consumo.	0	0	0,00
De 1 a 3.	2	227.150	567,88
De 4 a 6.	5	78.330	195,83
7 ou mais.	7	27.412	68,53
	<b>TOTAL</b>	332.892	832,23

Tabela 3 (continuação) - Geração de resíduos de EPS a partir dos dados extrapolados da população estimada em 2016 para Florianópolis.

<b>Quantas embalagens de Isopor do tipo marmitta você utiliza por semana?</b>			
	Quantidade considerada	Quantidade consumida pela população	Peso total (kg)
Não consumo.	0	0	0,00
De 1 a 3.	2	227.150	274,85
De 4 a 6.	5	176.235	213,24
7 ou mais.	7	82.243	99,51
	<b>TOTAL</b>	485.628	587,61

Com os dados apresentados, é possível perceber que o potencial de geração de EPS em Florianópolis é alto. As quantidades obtidas são de, aproximadamente, 834 mil embalagens utilizadas em alimentos, 332,9 mil copos de Isopor® e 485,6 mil marmittas, apresentando um peso respectivo de 617,3 kg, 832,23 kg e 587,61 kg. O potencial semanal de geração doméstica de resíduos de EPS pode ser estimado em um total de 2.037,14 kg.

Segundo a Prefeitura Municipal de Florianópolis (2015), em uma reunião do Comitê Gestor da Limpeza Urbana da COMCAP do dia 22 de julho de 2015, Ivam Michaltchuk, diretor técnico da MSI Treinamento e Desenvolvimento, afirmou que estima um potencial de recuperação do EPS em torno de 10 ton/mês. Considerando que as estimativas apresentadas neste trabalho não consideram as embalagens a mais que são geradas em situações adversas, como a compra de eletrodomésticos pela população, ou o descarte das embalagens por lojas ou supermercados, possivelmente o valor apresentado pelos cálculos será superior, quando se considerar uma análise mais completa da geração deste tipo de resíduo.

Na segunda parte do questionário, a primeira pergunta quanto à reciclagem do EPS possui resultados mais divergentes. Pouco mais da metade dos entrevistados que moram na Grande Florianópolis (58%) afirmam que reciclam o Isopor e destes menos que a metade não recicla as embalagens sujas de sangue, que, de fato, não são recicláveis. Cerca de 26% relatou que sabe que o Isopor é reciclável, porém não o recicla. A justificativa de alguns entrevistados era o fato de não existir coleta seletiva onde moravam ou então porque não possuíam o hábito de reciclar. Somente 16% desconhece a possibilidade de reciclar o EPS.

Na segunda pergunta, as respostas convergem para o fato de que as pessoas levariam para um ponto de entrega voluntária, porém cerca de 61% só levaria quando fosse possível, isto é, se estivessem em um local

onde passassem corriqueiramente, por exemplo, ao ir para o trabalho, não teriam problema em destinar o resíduo de EPS em um PEV, caso contrário destinariam na lixeira reciclável. O problema estaria se tivessem que sair da rotina habitual para fazê-lo. Apenas 28% dos entrevistados estariam dispostos a levar sempre os resíduos a um PEV e 11% acreditam que não seria prático.

A última pergunta, direcionada àqueles que afirmaram que não levariam a uma PEV ou não reciclarão, teve um resultado positivo: 46% afirmaram que levariam a embalagem a um PEV após saber um pouco mais dos desafios da reciclagem do EPS, 51% confirmaram que elas repensaram no assunto, mesmo não podendo garantir que levariam o EPS a um PEV e apenas 3% mantiveram a opinião anterior. A Tabela 4 traz o resultado desta segunda etapa do questionário e a Figura 16 apresenta um gráfico com as respostas.

Tabela 4 - Resultados da segunda parte do questionário.

<b>Você recicla embalagens de Isopor dos produtos que você consome/adquire?</b>		
	Apenas moradores da grande Florianópolis	Porcentagem dos entrevistados (%)
Sim, reciclo todas as embalagens de Isopor.	48	39,34
Sim, exceto as de carne que estão sujas de sangue.	23	18,85
Não, mas sei que pode ser reciclado.	31	25,41
Não, não sabia que o Isopor é reciclável.	20	16,39
<b>Se fosse possível entregar as embalagens de Isopor em um ponto específico, como um Ponto de Entrega Voluntária (PEV), você entregaria?</b>		
	Apenas moradores da grande Florianópolis	Porcentagem dos entrevistados (%)
Sim, sempre.	34	27,87
Sim, quando fosse possível, caso contrário colocaria no lixo reciclável.	74	60,66
Não, porque não acredito que seria prático.	14	11,48
Não, porque não vejo nenhuma vantagem.	0	0,00

Tabela 4 (continuação) - Resultados da segunda parte do questionário

**Você sabia que cerca de 98% do Isopor é ar? A grande dificuldade na sua reciclagem é justamente o seu transporte. E quando ele é colocado junto com os outros resíduos recicláveis, ele acaba ocupando um espaço muito grande, até que seja viável levá-lo para reciclagem. Porém, na maioria das vezes, ele é descartado no lixo comum e acaba indo parar em aterros sanitários, ocupando muito espaço e diminuindo a vida útil do aterro. Uma ação que facilitasse o acesso das empresas à grandes quantidades de Isopor, poderia diminuir os impactos causados por ele no ambiente e transformá-lo em novos produtos, como tijolos e rodapés, ou até mesmo voltar a ser uma embalagem. Essas informações fazem você repensar se entregaria as embalagens de Isopor em um PEV, por exemplo?**

	Apenas moradores da grande Florianópolis	Porcentagem dos entrevistados (%)
Sim, eu levaria as embalagens para um PEV.	40	32,79
Não tenho certeza, mas essas informações me fizeram repensar o assunto.	45	36,89
Não, essas informações não mudaram minha opinião.	3	2,46

Figura 16 - Resultado da segunda parte do questionário para moradores da Grande Florianópolis.

Você recicla embalagens de Isopor dos produtos que você consome/adquire?

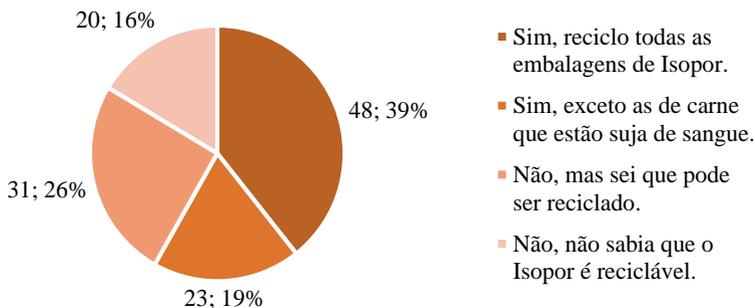
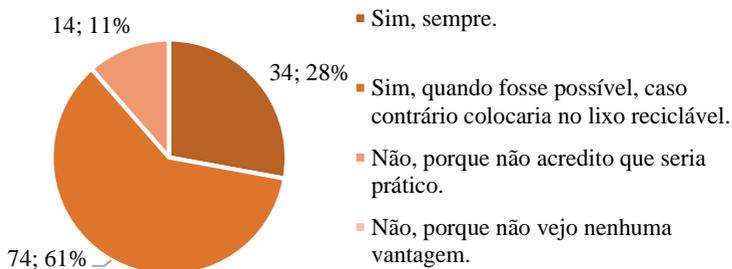


Figura 16 (continuação) - Resultado da segunda parte do questionário para moradores da Grande Florianópolis.

Se fosse possível entregar as embalagens de Isopor em um ponto específico, como um Ponto de Entrega Voluntária (PEV), você entregaria?



Você sabia que cerca de 98% do Isopor é ar? [...]



Como feito com os dados da primeira parte do questionário, extrapolaram-se os resultados da segunda parte para a população estimada da população em 2016 para Florianópolis. Os resultados estão apresentados na Tabela 5. É válido salientar aqui que, como a abordagem desta pesquisa é não probabilística, alguns resultados da extrapolação pode ser inverídicos, uma vez que os entrevistados provavelmente tenham abrangido níveis educacionais, culturais e de poder aquisitivo específicos.

Tabela 5 - Resultados da segunda etapa do questionário extrapolados para a população estimada em 2016 para Florianópolis.

<b>SEGUNDA PARTE</b>		
<b>Você recicla embalagens de Isopor dos produtos que você consome/adquire?</b>		
	Porcentagem os entrevistados (%)	População
Sim, reciclo todas as embalagens de Isopor.	39,34	187.986
Sim, exceto as de carne que estão sujas de sangue.	18,85	90.077
Não, mas sei que pode ser reciclado.	25,41	121.408
Não, não sabia que o Isopor é reciclável.	16,39	78.328
<b>Se fosse possível entregar as embalagens de Isopor em um ponto específico, como um Ponto de Entrega Voluntária (PEV), você entregaria?</b>		
	Porcentagem os entrevistados (%)	População
Sim, sempre.	27,87	133.157
Sim, quando fosse possível, caso contrário colocaria no lixo reciclável.	60,66	289.812
Não, porque não acredito que seria prático.	11,48	54.829
Não, porque não vejo nenhuma vantagem.	0,00	0

Tabela 5 (continuação) - Resultados da segunda etapa do questionário extrapolados para a população estimada em 2016 para Florianópolis.

**Você sabia que cerca de 98% do Isopor é ar? A grande dificuldade na sua reciclagem é justamente o seu transporte. E quando ele é colocado junto com os outros resíduos recicláveis, ele acaba ocupando um espaço muito grande, até que seja viável levá-lo para reciclagem. Porém, na maioria das vezes, ele é descartado no lixo comum e acaba indo parar em aterros sanitários, ocupando muito espaço e diminuindo a vida útil do aterro. Uma ação que facilitasse o acesso das empresas à grandes quantidades de Isopor, poderia diminuir os impactos causados por ele no ambiente e transformá-lo em novos produtos, como tijolos e rodapés, ou até mesmo voltar a ser uma embalagem. Essas informações fazem você repensar se entregaria as embalagens de Isopor em um PEV, por exemplo?**

	Porcentagem os entrevistados (%)	População
Sim, eu levaria as embalagens para um PEV.	32,79	156.655
Não tenho certeza, mas essas informações me fizeram repensar o assunto.	36,89	176.237
Não, essas informações não mudaram minha opinião.	2,46	11.749

Com o valor total estimado de 2.037,14 kg para geração de resíduos de EPS apresentado anteriormente e com as porcentagens das respostas da segunda parte, é possível estimar valores de reciclagem do EPS, extrapolando os resultados do questionário para toda a população. Os pesos dos resíduos de acordo com a pergunta estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores para os resíduos de EPS possivelmente reciclados ou não, a partir dos dados extrapolados de geração de resíduos para população estimada em 2016 para Florianópolis.

<b>SEGUNDA PARTE</b>		
<b>Você recicla embalagens de Isopor dos produtos que você consome/adquire?</b>		
	Porcentagem de entrevistados (%)	Peso de EPS relacionado (kg)
Sim, reciclo todas as embalagens de Isopor.	39,34	801,50
Sim, exceto as de carne que estão sujas de sangue.	18,85	384,05*
Não, mas sei que pode ser reciclado.	25,41	517,63
Não, não sabia que o Isopor é reciclável.	16,39	333,96
<b>Se fosse possível entregar as embalagens de Isopor em um ponto específico, como um Ponto de Entrega Voluntária (PEV), você entregaria?</b>		
	Porcentagem de entrevistados (%)	Peso de EPS relacionado (kg)
Sim, sempre.	27,87	567,73
Sim, quando fosse possível, caso contrário colocaria no lixo reciclável.	60,66	1.235,64
Não, porque não acredito que seria prático.	11,48	233,77
Não, porque não vejo nenhuma vantagem.	0,00	0,00

Tabela 6 (continuação) - Valores para os resíduos de EPS possivelmente reciclados ou não, a partir dos dados extrapolados de geração de resíduos para população estimada em 2016 para Florianópolis.

<b>Você sabia que cerca de 98% do Isopor é ar? A grande dificuldade na sua reciclagem é justamente o seu transporte. E quando ele é colocado junto com os outros resíduos recicláveis, ele acaba ocupando um espaço muito grande, até que seja viável levá-lo para reciclagem. Porém, na maioria das vezes, ele é descartado no lixo comum e acaba indo parar em aterros sanitários, ocupando muito espaço e diminuindo a vida útil do aterro. Uma ação que facilitasse o acesso das empresas à grandes quantidades de Isopor, poderia diminuir os impactos causados por ele no ambiente e transformá-lo em novos produtos, como tijolos e rodapés, ou até mesmo voltar a ser uma embalagem. Essas informações fazem você repensar se entregaria as embalagens de Isopor em um PEV, por exemplo?</b>		
	Porcentagem de entrevistados (%)	Peso de EPS relacionado (kg)
Sim, eu levaria as embalagens para um PEV.	32,79	667,91
Não tenho certeza, mas essas informações me fizeram repensar o assunto.	36,89	751,40
Não, essas informações não mudaram minha opinião.	2,46	50,09

\* Considerou-se que todas as embalagens seriam recicladas neste caso.

Através desta extrapolação, pode-se assumir que, a princípio a quantidade de resíduo doméstico de Isopor® enviados para reciclagem em Florianópolis por semana é de 1.185,55 kg (considerando os pesos de 801,5 kg e 384,05 kg para as primeiras duas respostas da primeira pergunta, que afirmam que reciclam EPS), correspondendo a 58,19% do que foi estimado para geração. Os 851,59 kg de EPS por semana não são reciclados, por motivos apresentados anteriormente, como não existência de coleta seletiva onde moram, falta de costume em reciclar e até mesmo por desconhecimento.

Com os dados da segunda pergunta, 567,73 kg de resíduos de EPS seriam entregues em PEVs por semana e 1.235,64 kg poderiam ser destinados em PEVs ou seriam destinados para a reciclagem através da coleta seletiva. Porém, nota-se um possível aumento de 617,82 kg nos resíduos de EPS que iriam para reciclagem com a implantação de PEVs no município, elevando o percentual de reciclagem para 88,52%. Analisa-se também 233,77 kg por semana não seriam reciclados.

A terceira pergunta, como já explicado, traz ao entrevistado um pouco das dificuldades da reciclagem do EPS. Após os entrevistados serem apresentados a estes problemas, 667,91 kg dos que anteriormente não seriam reciclados (233,77 kg) e dos que poderiam ir ou não para um PEV (1.235,64 kg) passariam a ser destinados para a reciclagem através de um PEV, o que resultaria em uma destinação em PEVs de resíduos de EPS para reciclagem de 1235,64 kg, coincidindo com o valor que seria ou não levado à um PEV referente à segunda pergunta e mantendo-se o percentual de 88,52% de reciclagem dos resíduos gerados.

Segundo a Plastivida (2013), em 2012 o Brasil reciclou 13.570 ton dos 39.340 ton de EPS pós-consumo, equivalente a 34,5%. Este valor é próxima ao valor conseguido na primeira pergunta (39,34% reciclam todo tipo de EPS), porém bastante distante do que se pôde concluir com a última pergunta do questionário (88,52%). Um dos possíveis motivos seria o fato de que a pesquisa da Plastivida envolve outras regiões do país e isso poderia fazer esta porcentagem variar. Além do mais, a pesquisa deste trabalho se restringiu ao resíduos de EPS doméstico e apenas para embalagens relacionadas ao setor alimentício. O que também poderia alterar o resultado do questionário para um valor mais próximo ao da Plastivida seria aplicá-lo a um maior número de habitantes.

## **6.2 Análise espacial para implantação de PEVs de EPS**

A análise espacial para alocação dos PEVs foi realizada determinando a localização dos equipamentos públicos, utilizando a densidade populacional obtida através dos dados populacionais e de área dos setores censitários do Censo Demográfico de 2010 do IBGE e a localizando as principais vias com dados da EPAGRI/CIRAM. Assim, foi possível criar mapas que auxiliassem na definição dos possíveis locais onde os pontos de entrega voluntária de EPS podem ser alocados. Para uma melhor visualização, dividiu-se o município de Florianópolis em regiões: Centro (Figura 17), Norte (Figura 18), Sul (Figura 19) e Continente (Figura 20), região mais densamente povoada.

As áreas prioritárias para instalação de PEV devem ser aquelas que apresentam maior densidade populacional e, dentro dessas áreas, deve-se dar preferência pelos locais onde há maior densidade da área de influência de equipamentos públicos. Assim, atinge-se o maior número de pessoas, seja por moradores de locais perto de PEVs, seja por residentes de outras áreas que circulem por estes locais com equipamentos públicos.

Sugere-se que o plano de ação para instalação dos PEVs proceda-se em 3 etapas:

Primeira etapa: instalação de PEVs em áreas com muito alta e alta aptidão, ou seja, muito alta e alta densidade populacional, e locais onde haja muito alta ou alta densidade de equipamentos públicos;

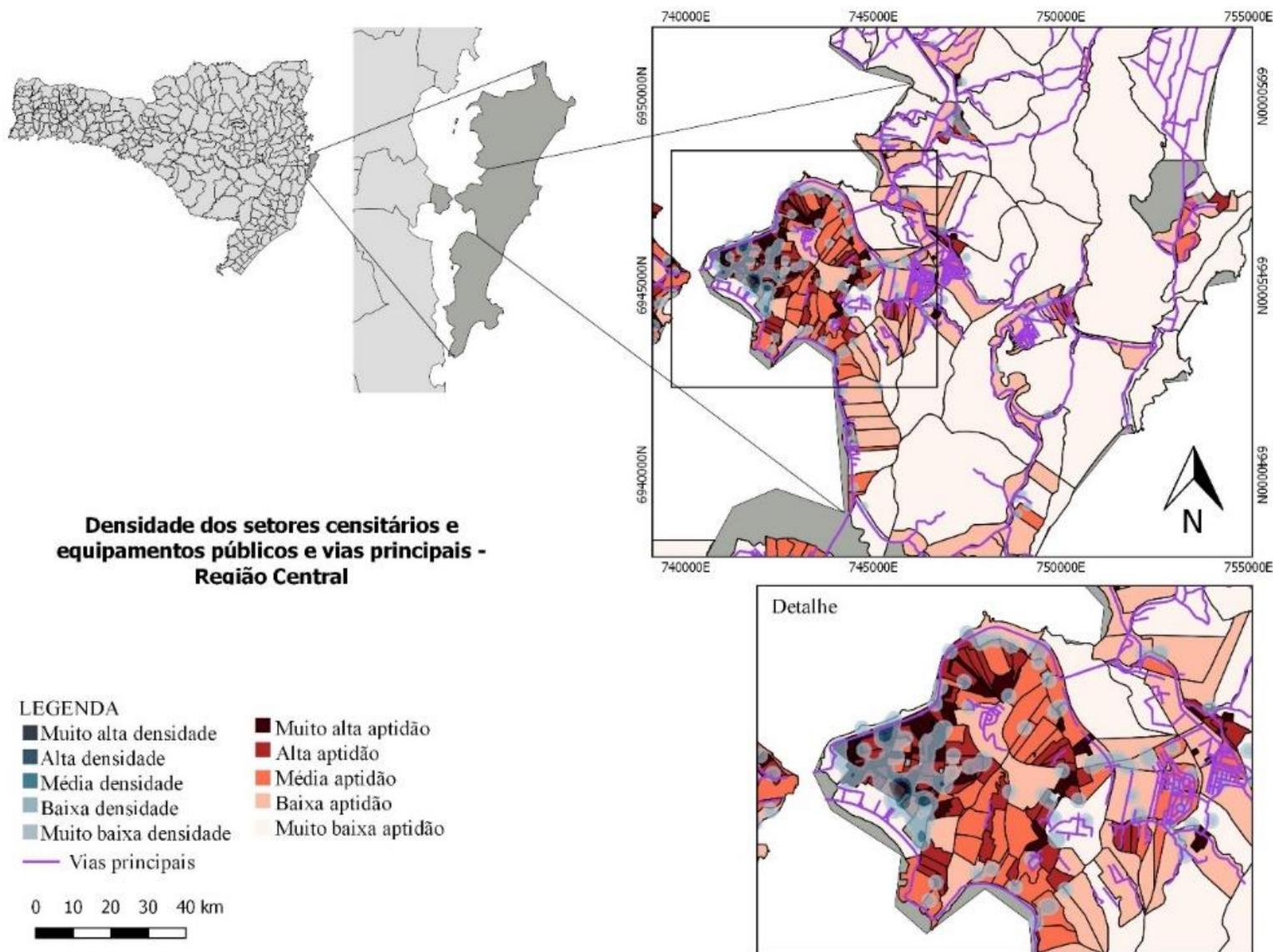
Segunda etapa: áreas entre muito alta e média aptidão e em locais onde haja entre muito alta e média densidade de equipamentos públicos;

Terceira etapa: verificar os locais que ainda podem apresentar demanda por PEVs e que possuem grande potencial de geração de resíduos de EPS.

Para a primeira etapa do plano de ação, identificou-se 9 pontos na porção continental, 4 no centro e 1 tanto para a região norte quanto para região sul. Já para a segunda etapa, encontrou-se, descartando os pontos que já teriam PEVs da primeira etapa, 4 locais no continente, 8 na região central, 8 no norte e 5 no sul.



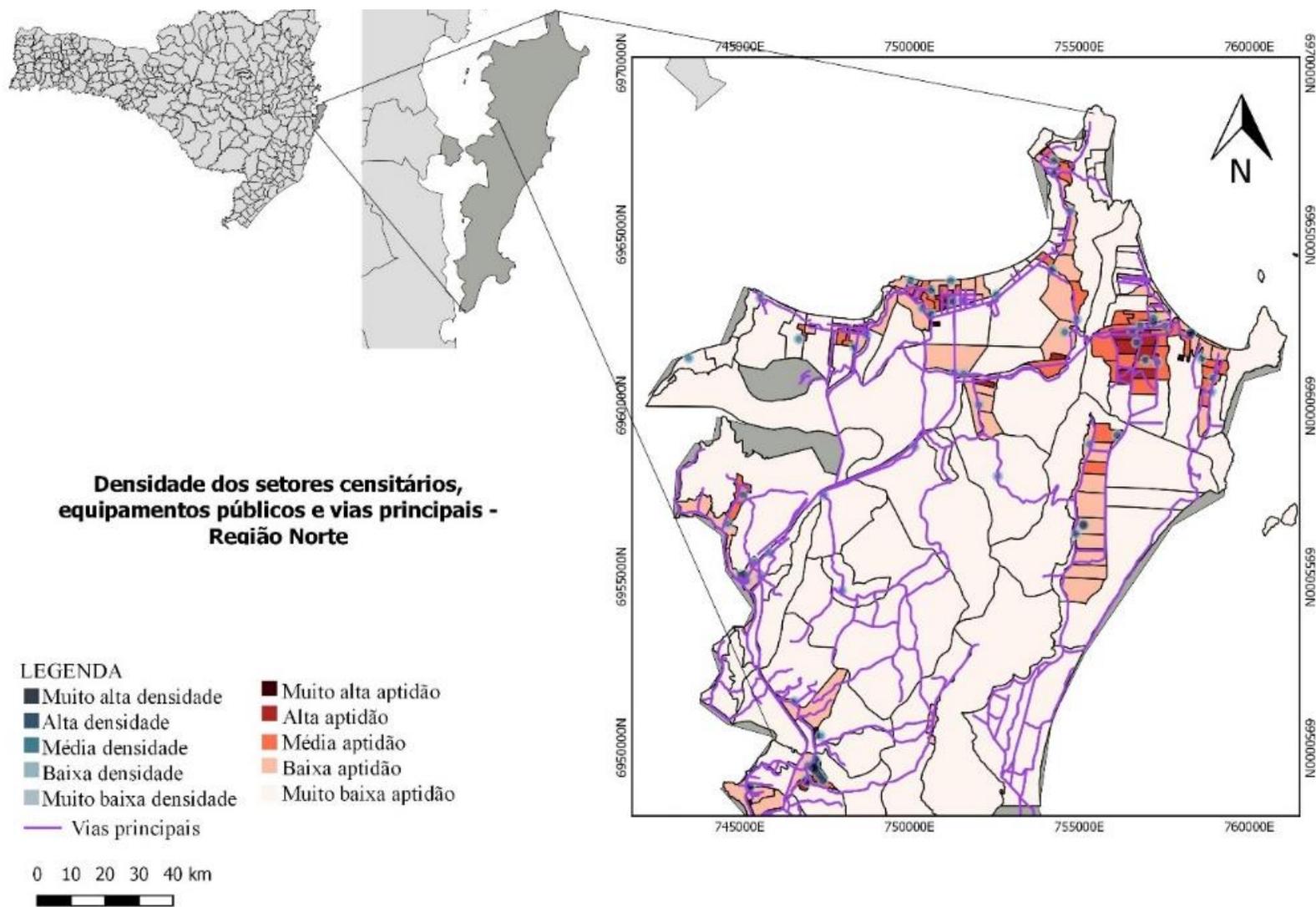
Figura 17 - Densidade dos setores censitários (tons vermelhos) e de equipamentos públicos (tons azuis) e vias principais, região central.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).



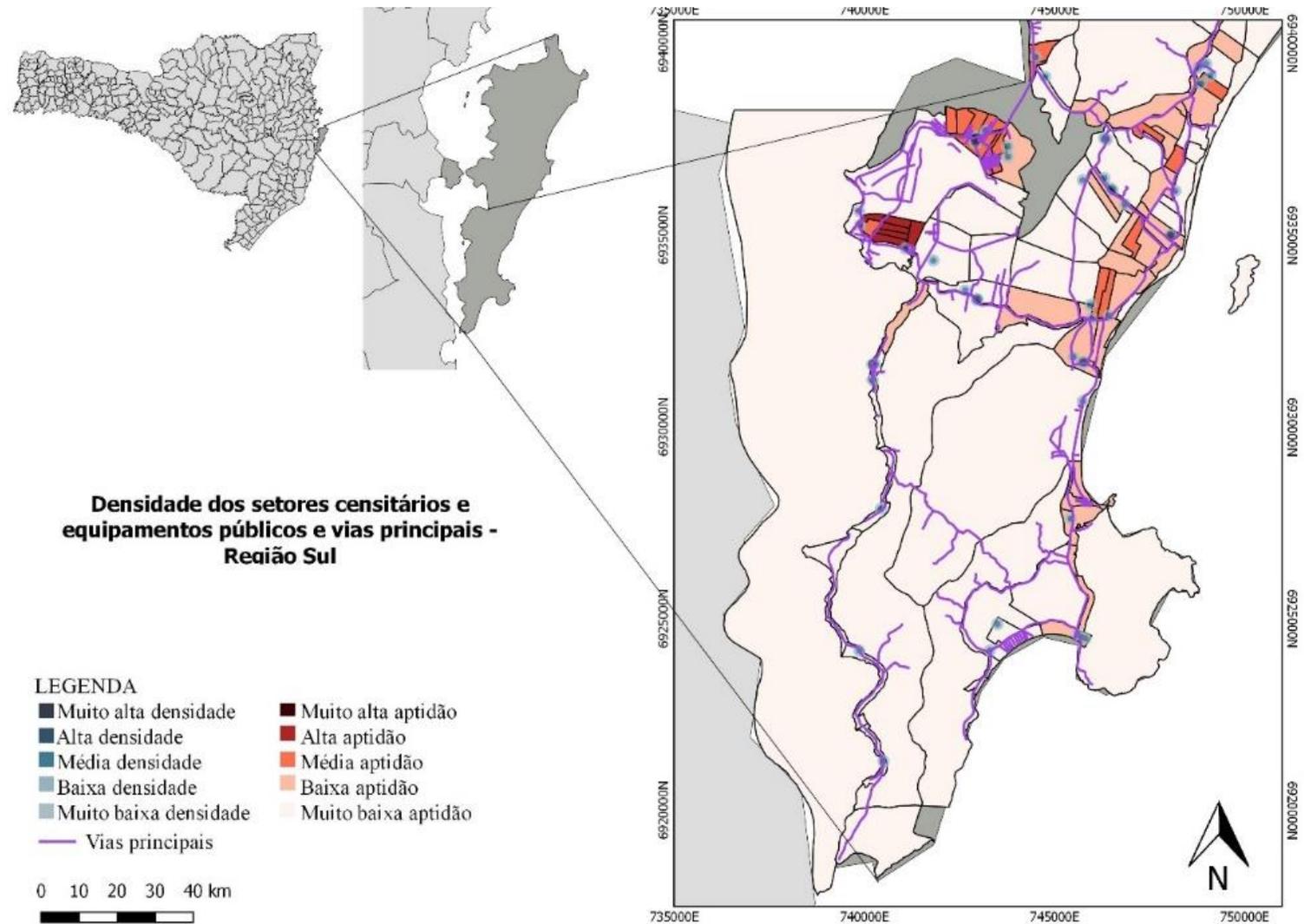
Figura 18 - Densidade dos setores censitário (tons vermelhos) e de equipamentos públicos (tons azuis) e vias principais, região norte.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).



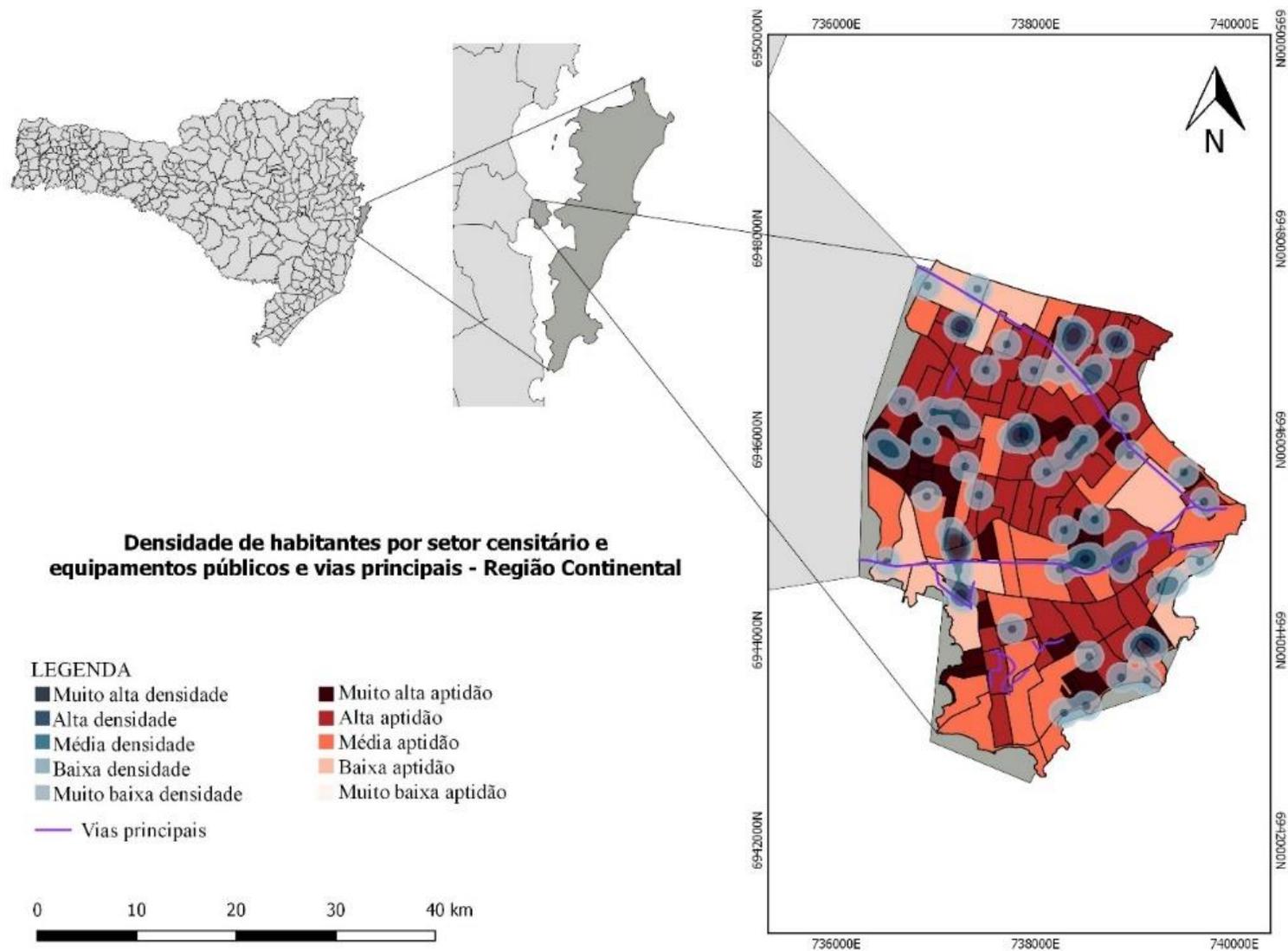
Figura 19 - Densidade dos setores censitários (tons vermelhos) e de equipamentos públicos (tons azuis) e vias principais, região sul.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).



Figura 20 - Densidade dos setores censitário (tons vermelhos) e de equipamentos públicos (tons azuis) e vias principais, região continental.



Fonte: Elaborado pela autora (2017).



## **7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Apresenta-se neste capítulo as conclusões chegadas através dos resultados obtidos e recomendações para trabalhos futuros.

### **7.1 Conclusões**

Através dos resultados obtidos no questionário, pode-se chegar à conclusão de que, com relações às embalagens de alimentos, copos e marmitas de EPS, uma boa parte dos habitantes não as utiliza (33%, 72% e 62%, respectivamente). Porém, é importante salientar que, para um projeto completo de implantação de pontos de entrega voluntária para EPS, deve-se considerar também outros meios de geração e fontes geradoras desses resíduos, como é o caso das embalagens utilizadas para proteção de eletrodomésticos e recipientes utilizados para reter calor, que podem surgir das residências como um resíduo menos frequente, ou então em lojas de móveis e supermercados.

Com o questionário também pode-se perceber que a maioria dos entrevistados sabe que o EPS é reciclável, porém desconhecem algumas informações quanto às condições que o EPS deve estar para poder ser reciclado. É necessário fazer uma amostragem probabilística mais profunda para poder conseguir dados mais precisos, porém, com os resultados do questionário, pode-se concluir que é necessário instruir melhor a população quanto à reciclagem do EPS, informar que ele é passível de reciclagem e também as condições em que ele deve estar e como deve ser armazenado.

A questão da informação também refletiu nos resultados sobre o interesse das pessoas em levar o resíduo de EPS para um PEV. Após serem conscientizadas das dificuldades, principalmente relativas ao transporte deste resíduo, as pessoas tendiam a concordar mais em levar o EPS para um PEV, ou pelo menos consideraram repensar o seu posicionamento de levar apenas quando fosse conveniente ou simplesmente não levar.

Quanto à distribuição dos PEVs no município, através dos dados analisados, pode-se chegar a um número de 15 PEVs para primeira etapa de implantação e 25 para a segunda. Depois, na terceira etapa, deve-se então verificar a adesão da população à entrega voluntária de resíduos de EPS. Caso esteja baixa, é interessante rever os locais de instalação dos PEVs e analisar a possibilidade de realocação. Por questões de facilidade de acesso, não só da população, mas também daqueles que coletarão os resíduos é importante que os PEVs se encontrem próximos às vias principais da cidade.

## 7.2 Recomendações

Para que o plano de ação de implantação dos PEVs fique mais preciso, sugere-se que seja feito um estudo de potencial de geração de resíduos de EPS, analisando-se não somente a geração de resíduos domésticos, mas também o comercial e os possíveis resíduos das indústrias da região, além de outras gerações pontuais como presídios e canteiros de obras da região, onde pode-se haver grande consumo de marmitas com embalagens de EPS.

Indica-se que seja realizada uma análise probabilística para a aplicação do questionário, afim de se obter dados mais precisos quanto ao conhecimento da população e seu interesse em levar os resíduos de EPS para um PEVs. É interessante também realizar um estudo do potencial de geração de resíduos do EPS acompanhando a coleta e recebimento dos resíduos nas associações e centros de reciclagem.

Como demais sugestões para futuros trabalhos, indica-se que seja realizada uma análise de roteiros (roteirização) dos caminhões que coletariam os resíduos de EPS nos PEVs e os levariam para reciclagem e desenvolver uma análise econômica do processo de logística reversa dos resíduos do EPS por meio de entrega em PEVs e dos roteiros de coleta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAPEX. **O que é EPS.** Disponível em: <<http://www.abrapex.com.br/01OqueeEPS.html>>. Acesso em: 05 out. 2016.

ALMEIDA, J. E. de; LOGSDON, N. B.; JESUS, J. M. H. de. Painéis de madeira aglomerada produzidos com serragem e poliestireno expandido. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 42, n. 1, p.189-200, mar. 2012. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/26317>>. Acesso em: 30 jan. 2017.

ALVARENGA, J. C. F. de. Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos: uma análise da distribuição espacial dos pontos de entrega voluntária de material reciclável em Viçosa/MG. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, S. l., v. 2, n. 1, p.45-66, jan. 2015.

ARAÚJO, M. P. M. et al. **Estudo de viabilidade técnica e econômica para implantação da logística reversa por cadeia produtiva:** Componente produtos e embalagens pós-consumo. Rio de Janeiro: Mma/ibam, 2012. 147 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO (Org.). **Perfil 2015.** São Paulo: Associação Brasileira da Indústria do Plástico, [2015]. 79 p. Disponível em: <[http://file.abiplast.org.br/download/2016/perfil\\_2015\\_ok.pdf](http://file.abiplast.org.br/download/2016/perfil_2015_ok.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2017.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União.** Brasília, DF, 03 ago. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 04 out. 2016.

CELLA, R. F. **Reciclagem de espumas semi-rígidas de poliestireno pela dissolução em terpenos e secagem em secador de tambor.** 2012. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/103433/316857.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 01 jun. 2017.

COMCAP. **Projeto:** Coleta seletiva vidro. Florianópolis: COMCAP, 2013. 7 p.

COMCAP – Companhia de Melhoramentos da Capital (Florianópolis). **Valorização de resíduos sólidos.** 2015. Disponível em: <<http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/comcap/index.php?cms=valorizacao+de+residuos+solidos&menu=6>>. Acesso em: 27 nov. 2016.

COMISSÃO SETORIAL DO EPS NO BRASIL. **O que é o EPS.** Disponível em: <<http://www.epsbrasil.eco.br/eps/index.html>>. Acesso em: 11 abr. 2017.

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. (eds). **Análise Espacial de Dados Geográficos.** Brasília, EMBRAPA, 2004 (ISBN: 85-7383-260-6).

ECYCLE. **Isopor é útil, mas tem grande impacto ambiental.** Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/57-plastico/209-isopor-e-reciclavel.html>>. Acesso em: 05 out. 2016.

EPAGRI. **Mapoteca Topográfica Digital de Santa Catarina.** Epagri/IBGE, 2004.

FERRI, G. L.; CHAVES, G de L. D.; RIBEIRO, G. M. **Análise e localização de centros de armazenamento e triagem de resíduos sólidos urbanos para a rede de logística reversa: um estudo de caso no município de São Mateus, ES. Production,** [s.l.], v. 25, n. 1, p.27-42, mar. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-65132014005000014>.

FLETCHER, B. L.; MACKAY, M. E. A model of plastics recycling: does recycling reduce the amount of waste? **Elsevier: Resources, conservation and recycling,** Brisbane, v. 17, p.141-151, 1996.

GOVERNO DA CIDADE DE BUENOS AIRES. **Cada vez más vecinos dejan sus reciclables em los Puntos Verdes.** 2016. Disponível em: <

<http://www.buenosaires.gob.ar/noticias/cada-vez-mas-vecinos-dejan-sus-reciclables-en-los-puntos-verdes>> acessado em 05 de junho de 2017.

GROTE, Z. V.; SILVEIRA, J. L. **Estudo energético e econômico aplicado a um processo de reciclagem de poliestireno expandido (Isopor)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS TÉRMICAS, 9., 2002, S. 1. . S. 1.: ABCM, 2002. p. 1 - 10.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 27 nov. 2016.

IBAM – INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2004. 200 p.

MACHADO, Rui Pedro. **Into the box: O panorama actual, a mega-estrutura, o poliestireno expandido e o empreendedorismo**. 2013. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Departamento de Arquitectura, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2013. Disponível em: <<https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/24419>>. Acesso em: 25 nov. 2016.

NEVES, Carlos Henrique. **Estudo do processo produtivo do poliestireno expandido utilizando água como agente de expansão física: Controle da granulometria e morfologia do polímero**. 2002. 155 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

ORNELAS, A. R. **Aplicação de métodos de análise espacial na gestão dos resíduos sólidos urbanos**. 2011. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais, Universidade Federal de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2011.

PLASTIVIDA. Brasil recicla 34,5% do EPS pós-consumo. 2013. Disponível em: <[http://www.plastivida.org.br/images/releases/Release\\_092\\_Indice\\_Reciclagem.pdf](http://www.plastivida.org.br/images/releases/Release_092_Indice_Reciclagem.pdf)>. Acessado em 25 de abril de 2017.

PINI. **Tecnologia:** Paredes de painéis monolíticos de EPS. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/129/artigo285706-1.aspx>>. Acesso em: 11 abr. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **Ação para ampliar reciclagem de isopor.** 22 de julho de 2015. Disponível em: <<http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/comcap/index.php?pagina=notpagina&noti=14798>>. Acessado em 29 de janeiro de 2017.

QUARTIM, Elisa. **Logística reversa de embalagens.** 2010. Disponível em: <<http://embalagensustentavel.com.br/2010/01/09/logistica-reversa/>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

ROVIRIEGO, L. F. V. **Proposta de uma metodologia para a avaliação de sistemas de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares.** Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

SANTOS, B. S.; SANTOS, R. L.; SANTO, S. M. **Análise espacial aplicada à expansão de condomínios fechados na cidade de Feira de Santana (BA).** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 4., 2012, Recife. **Anais do IV SIMGEO.** Recife: Ctg/ufpe, 2012. p. 1 - 9. Disponível em: <[https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIV/CD/artigos/SIG/149\\_5.pdf](https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIV/CD/artigos/SIG/149_5.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2017.

SIGRIST, C. S. L. et al. Desenvolvimento de ponto de coleta de resíduos eletroeletrônicos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p.1423-1438, ago. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/16959/pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2017.

SINDIPLAST – Sindicato da Indústria de Material Plástico, Transformação e Reciclagem de Material Plástico do Estado de São Paulo. Guia ambiental da indústria de transformação e reciclagem de materiais plásticos. São Paulo, 2011. Disponível em <[http://file.sindiplast.org.br/download/guia\\_ambiental\\_internet.pdf](http://file.sindiplast.org.br/download/guia_ambiental_internet.pdf)>. Acessado em 15 de abril de 2017.

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOBRE POLIESTIRENO  
EXPANDIDO**



---

**QUESTIONÁRIO**

---

**UTILIZAÇÃO DE EMBALAGENS DE ISOPOR®**

---

**Dados Pessoais**

Idade:

Cidade onde mora:

Se mora em Florianópolis, que bairro reside:

---

**Consumo de Isopor®**

---

Quantos produtos alimentícios que possuem embalagem de Isopor® você adquire por semana? (Frutas, verduras, carnes, etc.)

Não consumo       De 1 a 3.       De 4 a 6.       7 ou mais.

Quantos copos de Isopor você utiliza por semana? (Café, chá, etc.)

Não consumo       De 1 a 3.       De 4 a 6.       7 ou mais.

Quantas embalagens de Isopor do tipo marmita você utiliza por semana?

Não consumo       De 1 a 3.       De 4 a 6.       7 ou mais.

---

**Destinação do resíduo de Isopor®**

---

Você recicla embalagens de Isopor® dos produtos que você consome/adquire?

Sim, reciclo todas as embalagens de Isopor®.

Sim, exceto as de carne que estão sujas de sangue.

Não, mas sei que pode ser reciclado.

Não, não sabia que o Isopor é reciclável.

Se fosse possível entregar as embalagens de Isopor® em um ponto específico, como um Ponto de Entrega Voluntária (PEV), você entregaria?

Sim, sempre.

Sim, quando fosse possível, caso contrário colocaria no lixo reciclável.

Não, porque não acredito que seria prático.

Não, porque não vejo nenhuma vantagem.

Você sabia que cerca de 98% do Isopor é ar? A grande dificuldade na sua reciclagem é justamente o seu transporte. E quando ele é colocado junto com os outros resíduos recicláveis, ele acaba ocupando um espaço muito grande, até que seja viável levá-lo para reciclagem. Porém, na maioria das vezes, ele é descartado no lixo comum e acaba indo parar em aterros sanitários, ocupando muito espaço e diminuindo a vida útil do aterro. Uma ação que facilitasse o acesso das empresas a grandes quantidades de Isopor poderia diminuir os impactos causados por ele no ambiente e transformá-lo em novos produtos, como tijolos e rodapés, ou até mesmo voltar a ser uma embalagem. Essas informações fazem você repensar se entregaria as embalagens de Isopor em um PEV, por exemplo?

Sim, eu levaria as embalagens para um PEV.

Não tenho certeza, mas essas informações me fizeram repensar o assunto.

Não, essas informações não mudaram minha opinião.