

III-063 - LOCALIZAÇÃO CENTRAIS DE TRIAGENS DESTINADAS À LOGÍSTICA REVERSA DE EMBALAGENS EM ARRANJOS TERRITORIAIS ÓTIMOS

Maria Claudia Lima Couto⁽¹⁾

Engenheira Civil e Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).
Doutoranda em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).
Professora da Faesa.

Liséte Celina Lange

Química pela Universidade Federal do Paraná, UFPR, Mestre em Tecnologia Ambiental e Doutora em Tecnologia Ambiental pela London University, Inglaterra. Professora associada do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Renato Meira de Sousa Dutra

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo. Tecnólogo em Manutenção Eletromecânica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Possui pós-graduação em Educação e Gestão Ambiental pela Faculdade Ateneu. Pós-graduando em Engenharia em Segurança do Trabalho na Universidade Cândido Mendes. Mestrando do curso de Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da UFES.

Endereço⁽¹⁾: Rua Dionísio Rosendo, 125, 1102, Centro - Vitória - ES - CEP: 29010-100 - Brasil - Tel: (27) 3222-5662 - e-mail: mariaclaudial@gmail.com

RESUMO

A implantação de Sistemas de Logística Reversa (SLR) de produtos pós-consumo propicia benefícios ambientais e econômicos, visto que aumenta o potencial da reciclagem. Nestes sistemas os resíduos são coletados seletivamente e percorrem fluxos diferenciados, o que garante qualidade necessária para serem incorporados a novos processos produtivos. Alguns fatores fazem com que a logística reversa (LR) esteja cada vez mais em evidência, como a evolução da legislação ambiental, a busca pela melhoria na imagem das empresas, pressões de competitividade do mercado e pressões da sociedade em geral. Neste contexto, alguns modelos de SLR têm sido desenvolvidos. Para tanto, os objetivos deste artigo são apresentar um modelo logístico conceitual para a localização de Centros de Triagem de Resíduos (CTR) e Centrais de Valorização de Resíduos (CVR) para SLR de embalagens pós-consumo em Arranjos Territoriais Ótimos (ATOS); apresentar dados sobre estimativa de geração de embalagens no Estado do Espírito Santo; apresentar dados sobre a localização de associações de catadores como locais candidatos a localização de CTR.

PALAVRAS-CHAVE: Logística reversa, produtos pós-consumo, resíduos sólidos, centrais de triagem.

INTRODUÇÃO

A Logística Reversa (LR) aplicada ao gerenciamento de resíduos surgiu na década de 1990 na Europa e nos EUA simultaneamente. Nos EUA, foi impulsionada pela consciência ambiental dos consumidores que queriam a reciclagem de embalagens e de produtos em fim de vida, enquanto na Europa a LR surgiu por causa de restrições das regulamentações. Em conjunto surgiu o conceito de responsabilidade estendida do produto.

Considerando-se, especialmente, o arcabouço teórico desenvolvido por Gonçalves-Dias et. al. (2008), que realizou uma revisão abrangente sobre gestão da sustentabilidade na cadeia de suprimentos, a mais antiga referência localizada na literatura internacional sobre logística reversa data do início dos anos 70. A literatura revisada mostra que o conceito de logística reversa ganhou força a partir da década de 1980, mas apenas a partir dos anos 1990 ela passou a ser discutida com mais intensidade, quando foi implementada. Entretanto, apenas a partir de 1995 surgem os primeiros trabalhos focando a relação entre logística reversa e questões socioambientais (RUBIO et al., 2008).

Estudos realizados por Richey et al. (2005) e Autry (2005) já indicavam que existe um elevado grau de inovação em LR em termos de criação de sistemas e procedimentos, bem como na busca de soluções para lidar

com produtos e materiais devolvidos. A diversidade de produtos e materiais requer um alto grau de coordenação na gestão da LR, necessitando da participação de diversas empresas de tratamento e disposição final de resíduos (SHEU, 2007).

No Brasil, a partir dos novos conceitos contidos na Lei 12.305/2010, inicia-se um novo ciclo de discussões visando à estruturação de SLR, com a necessidade de incorporação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, com atribuições individualizadas e encadeadas entre todos os elos da cadeia produtiva, bem como com responsabilidades para o consumidor e o poder público.

Por outro lado a Lei traz um importante conceito de que visa ampliar a economia de escala no gerenciamento dos resíduos sólidos por meio de consórcios públicos, com intuito de juntar municípios, principalmente de pequeno e médio porte, garantindo uma quantidade maior de resíduos e portanto diluindo os custos fixos dos sistemas de coleta, transporte e destinação final. Estes consórcios por sua vez devem ser constituídos em Arranjos Territoriais Ótimos (ATOS).

Diante deste cenário, a contribuição este artigo apresenta o desenvolvimento de um modelo conceitual para localização de infraestruturas necessárias à implantação de sistemas de logística reversa de embalagens em ATOS, que necessariamente incorporem os municípios de pequeno porte e otimizem os custos dos SLR e a receita auferida com a comercialização dos materiais recicláveis.

O modelo proposto propõe a localização de Centros de Triagem de Resíduos (CTR) e Centrais de Valorização de Resíduos (CVR) para SLR de embalagens, cujos resultados poderão ser expandidos para outros locais, considerando suas peculiaridades.

METODOLOGIA

Os dados foram coletados no Estado do Espírito Santo, considerando a divisão territorial de um projeto do Governo do Estado, intitulado "ES sem Lixo" que tem como objetivo principal a regionalização da gestão dos RSU.

Etapas 1: Levantamento de dados dos pontos de geração das embalagens.

Considerando que os SLR de embalagens terão uma gestão compartilhada entre indústria e comércio, os pontos de entrega pelo usuário das embalagens, que será o mesmo ponto de coleta do SLR, foi definido como sendo os supermercados existentes na área de estudo. No primeiro momento, o modelo será implementado tendo como ponto de geração as sedes municipais do estado. A localização da sede foi definida utilizando a Base de dados do IBGE, por meio dos arquivos Shapefiles e utilizando o Software ArcGis 10.1.

Etapas 2: Levantamento de dados dos locais candidatos para a localização dos CTR

Inicialmente foi realizado um levantamento de informações quanto à existência de associações de catadores de materiais reaproveitáveis junto ao Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA), Cáritas - ES e a Agência de Desenvolvimento do Estado do Espírito Santo (ADERES) e Instituto Sindimicro, que presta serviços para ADERES no desenvolvimento do Projeto "Fortalecimento dos Catadores/as de Materiais Recicláveis do ES".

Para as 57 associações/cooperativas de catadores que se encontram em operação, está sendo aplicado um questionário para levantamento de dados quantitativos sobre resíduos coletados, triados e comercializados e sobre a infraestrutura atual.

RESULTADOS

Este estudo tem como princípio norteador a proposição de uma metodologia para construção de Redes de Logística Reversa para embalagens pós-consumo em ATOS, representado por um agrupamento de municípios de pequeno e médio porte, que propicie uma minimização de custos das instalações necessárias à triagem e processamentos de embalagens pós-consumo, bem como dos custos inerentes dos fluxos de transporte desde o gerador até a destinação final.

Os Centros de Triagem de Resíduos (CTR) são locais onde ocorre a separação dos resíduos sólidos. Essa separação pode ser feita totalmente manual ou automaticamente, ou mesmo semiautomática. Segundo Vilhena (1999), o galpão de triagem é composto por uma prensa vertical, balança, esteira, fardos e empilhadeiras, sendo que todos os equipamentos devem seguir as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Para este estudo é considerado que as associações de catadores existentes no estado do Espírito Santo, estado referência para o modelo, poderão ser candidatas para a localização de CTR dos SLR de embalagens. Estas associações já realizam a triagem de RSU advindos da coleta seletiva municipal, doação de empresas e catação nas ruas. Neste sentido, o SLR de embalagens atenderia à exigência legal definida na Lei 12.305/2010, de inserção dos catadores de materiais recicláveis nos SLR.

O conceito de Central de Valorização de Resíduos (CVR) surge ao final do processo da CTR, em que os materiais reaproveitáveis depois de triados, prensados e enfardados nas CTR são encaminhados para um local de maiores dimensões para serem armazenados e/ou acumulados em grandes quantidades ou receberem um beneficiamento primário como objetivo agregar valor para posterior comercialização.

Após observar as características dos integrantes da cadeia produtiva reversa de pós-consumo, desde os catadores até as indústrias recicladoras, Aquino, Castilho Junior e Pires (2009) destacaram como fatores que limitam o avanço de associações de catadores a quantidade e exigências qualitativas das indústrias recicladoras para compra dos materiais triados. Em seu estudo os autores propuseram uma forma de organização logística para as associações de catadores realizarem a comercialização direta de seus produtos às indústrias recicladoras, visando à agregação de valor.

A Figura 1 apresenta um esquema de ATOS para SLR de embalagens, onde as embalagens pós-consumo geradas e coletadas nos municípios, serão encaminhadas para CTR. Após triagem e prensagem, estes materiais, já separados por tipologias, serão destinados a CVR visando uma agregação de valor. Das CVR estes materiais seguirão para as indústrias recicladoras.

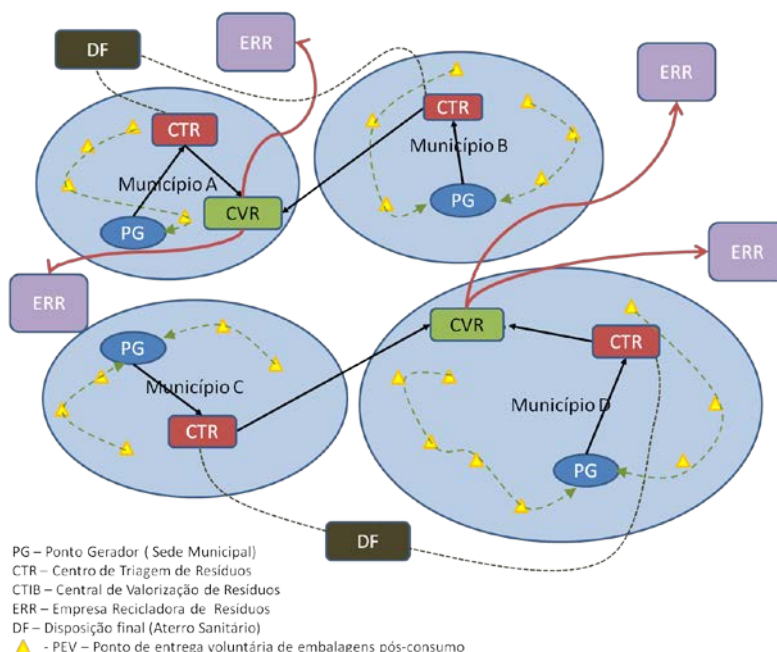


Figura 1 - Esquema de Arranjos Territoriais Ótimos para Redes de Logística Reversa de embalagens pós-consumo.

ETAPA 1: MAPEAMENTO E LEVANTAMENTO DE DADOS DOS PONTOS DE GERAÇÃO DAS EMBALAGENS

A geração de embalagens atual foi calculada considerando a população urbana dos municípios, projetada para 2015 (IBGE, 2015) e a taxa per capita de geração de resíduos considerando a base de dados do SNIS 2013 (Brasil, 2015).

O percentual gravimétrico foi calculado considerando o percentual obtidos em alguns estudos de composição gravimétrica realizados no ES, onde da parcela destinada à coleta seletiva tem-se 42,7% de papeis, 19,1% de plásticos, 11,1% de vidro e 4,3% de metais. O percentual médio de rejeitos destes estudos é de 22,9%. A Tabela 1 apresenta os dados utilizados para estimar a geração de embalagens nos municípios da área de estudo, por macro região administrativa do estado do Espírito Santo.

Tabela 1 - Estimativa de geração de embalagens por microrregião administrativa.

Macro Região	Nº municípios		Pop Urb. 2015 (hab.)		Resíduos projetados (t/dia)							
					RSU total ^(a)	RSU pop urbana ^(b)	Secos 31,9%	Papeis 42,7%*	Plásticos 19,1%*	Vidros 11,1%*	Metais 4,3%*	Rejeitos 22,9%*
Central	16	21%	425.194	13%	473,06	367,08	117,10	50,00	22,37	13,00	5,04	26,82
Metropolitana	7	9%	1.674.797	61%	1703,26	1675,93	534,62	228,28	102,11	59,34	22,99	122,43
Norte	16	21%	291.025	9%	342,57	243,64	77,72	33,19	14,84	8,63	3,34	17,80
Serrana	12	15%	97.358	3%	183,67	78,74	25,12	10,72	4,80	2,79	1,08	5,75
Sul	27	35%	466.900	14%	542,11	394,35	125,80	53,72	24,03	13,96	5,41	28,81
Total	78	100%	2.955.274	100%	3244,67	2759,73	880,36	375,91	168,15	97,72	37,86	201,60

Nota:

- a) Calculado com base nos percentuais de massa de RSU coletada por população urbana por de faixas dos SNIS considerando os municípios que tem balança;
- b) Calculado considerando o percentual da população urbana do Censo 2010 (IBGE, 2014);
- * Calculado considerando os valores médios de materiais encontrados em estudos sobre a coleta seletiva no município de Vitória ES.

ETAPA 2: LEVANTAMENTO DE DADOS DOS LOCAIS CANDIDATOS PARA A LOCALIZAÇÃO DAS CTR

Para este estudo foi considerado que as cooperativas/associações de catadores existentes no ES serão os locais candidatos à localização de CTR. Estas cooperativas/associações já realizam a triagem de RSU advindos da coleta seletiva municipal, doação de empresas e catação nas ruas. Neste sentido, o modelo logístico para o SLR de embalagens atenderia à exigência legal definida na Lei 12.305/2010, de que os catadores sejam inseridos nos SLR.

Para as 57 associações de catadores que se encontram em operação no Espírito Santo, foi aplicado um questionário para levantamento de dados quantitativos sobre resíduos coletados, triados e comercializados e sobre a infraestrutura atual. Foram respondidos 36 questionários, alcançando um percentual de respostas de 67%. O resumo dos dados coletados sobre as associações da catadores é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. - Informações sobre as associações/cooperativas de catadores do ES

Regiões	Central	Norte	Sul	Serrana	Metropolitana
Nº de município	16	16	27	12	7
Nº total de associações	10	9	16	6	11
Nº de respondentes	7	5	11	5	7
Nº de associados	69	50	97	32	106

Nota: A Macro Região Metropolitana está representada de forma dividida em suas microrregiões (Serrana e Metropolitana)

Os dados sobre as associações dos catadores foram exportados para o ArqGis 10.1. Foram realizadas análises estatísticas dos dados com o objetivo de avaliar se ocorre diferença entre as atividades desenvolvidas pelas associações em relação à produtividade, renda média e valores comercializados.

Pode-se observar na Figura 2 os tipos de origem dos materiais dos materiais reciclados triados pelas associações.

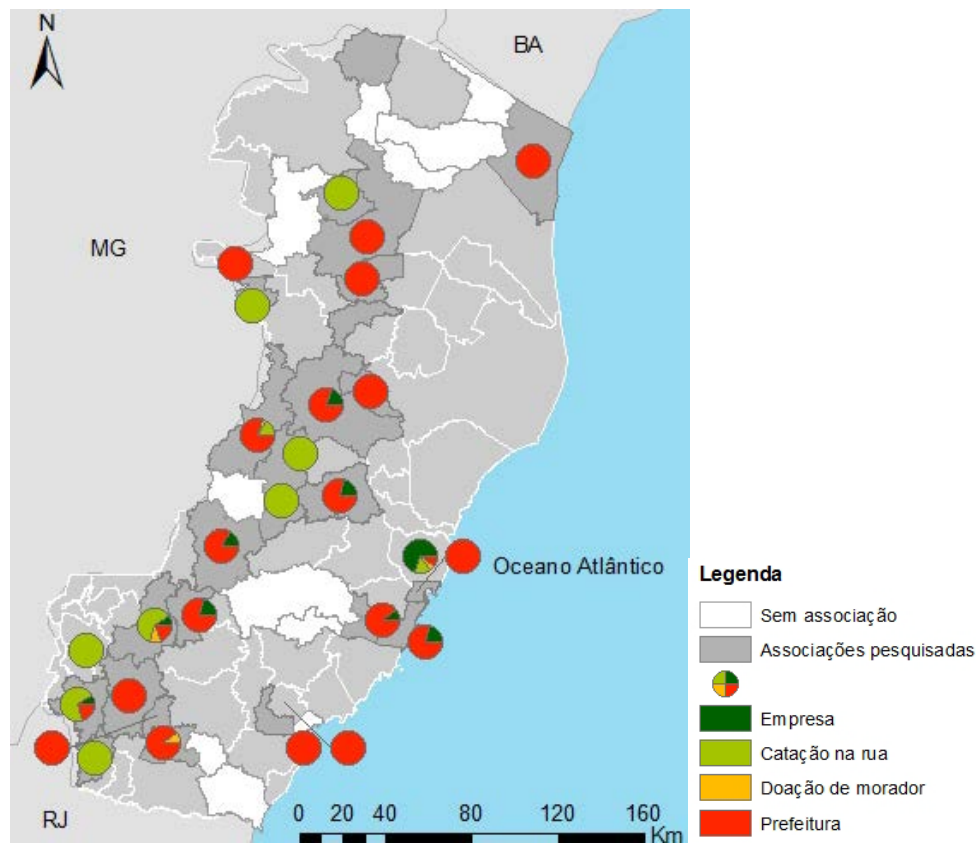


Figura 2 - Fontes dos materiais triados pelas associações de catadores no ES.

PRODUTIVIDADE

A produtividade das associações de catadores foi calculada com base nos dados coletados. A tabela 3 apresenta a estatística descritiva dos dados.

Tabela 3: Produtividade das associações da catadores

	Renda Mensal	Nº de catador	Dias trabalhado		Quantidade comercializada		Produtividade	
	(R\$/mês)	(cat)	(dias/sem.)	(dias/mês)	(kg/mês)	(kg/dia)	(kg/cat.dia)	(kg/m².dia)
Máximo	1.625,0	28,0	7,0	30,0	54.857,8	2.493,5	427,9	6,9
Mínimo	80,0	3,0	4,0	18,0	1.958,0	89,0	9,9	0,0
Mediana	788,0	8,0	5,0	22,0	9.800,0	442,5	69,0	0,8
Média	767,3	9,9	5,3	23,0	17.010,0	690,1	85,2	1,5
Desvio Padrão	386,1	5,6	0,6	2,4	16.319,0	682,3	94,7	2,0
N	33	35	35	35	27	26	26	13

A análise da produtividade aponta para um valor médio de 85,2 Kg/catador.dia, considerando todas as associações do pesquisas. Este valor difere do valor de 200Kg/dia, apresentado nos manuais para implantação de coleta seletiva do MMA (BRASIL, 2008), utilizado também pelo estudo de viabilidade para SLR de embalagem (IBAM, 2012).

A Figura 4 apresenta o histograma de distribuição dos dados sobre produtividades e o teste de distribuição normal

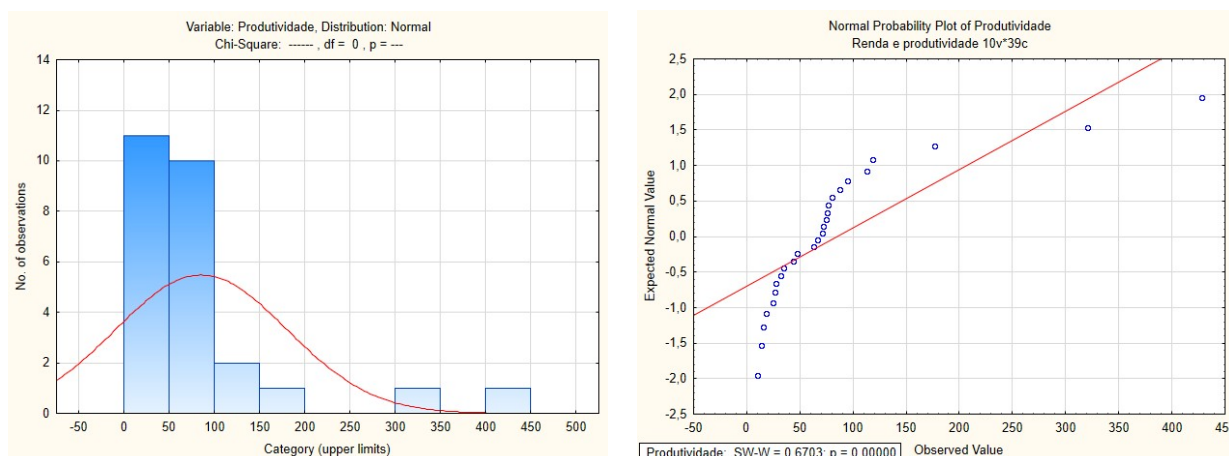


Figura 4: Teste de distribuição normal dos dados sobre a produtividade dos catadores

Pode-se observar que a distribuição da renda não se adaptou bem a curva normal, pois os Teste qui-quadrado (Chi-Square teste : $p=0,21159 > 0,05$) e no Teste ShapiroWilke: $p=0,0000 < 0,05$).

Com os dados obtidos também foi possível avaliar a produtividade das associações dos catadores por Macrorregião. Na Figura 5 é apresentado o Grafico BoxPlot, considerando as regiões do estudo.

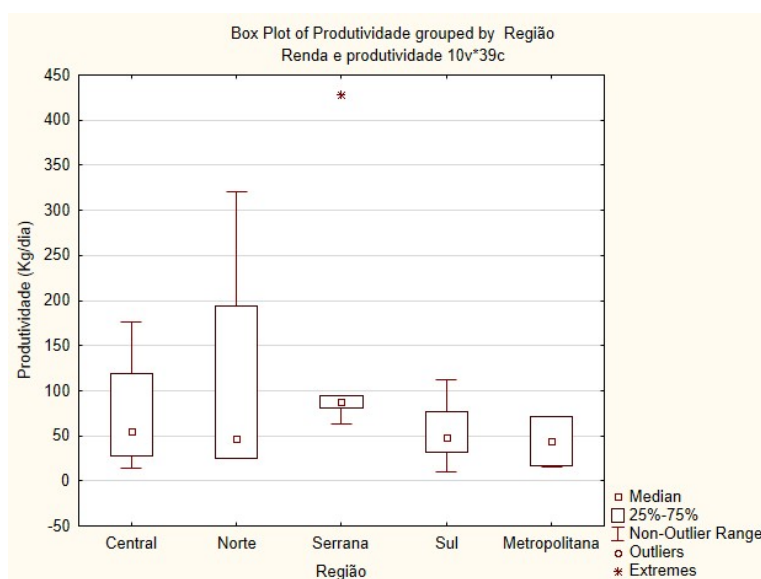


Figura 5 - Produtividades dos catadores

Devido a pouca quantidade de dados, foi realizado o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis. Com resultado obteve-se que não há evidências de diferenças significativas entre as medianas dos grupos ($p=0,3074 > 0,05$).

REND A MÉDIA

A análise da renda dos catadores a ponta para um valor médio mensal de R\$ 767,30/catador. Deve-se no entanto, atentar para valores máximos e mínimo de R\$ 1.625,00 e R\$80,00. A distribuição espacial da renda dos catadores no estado pode ser observada na Figura 6.

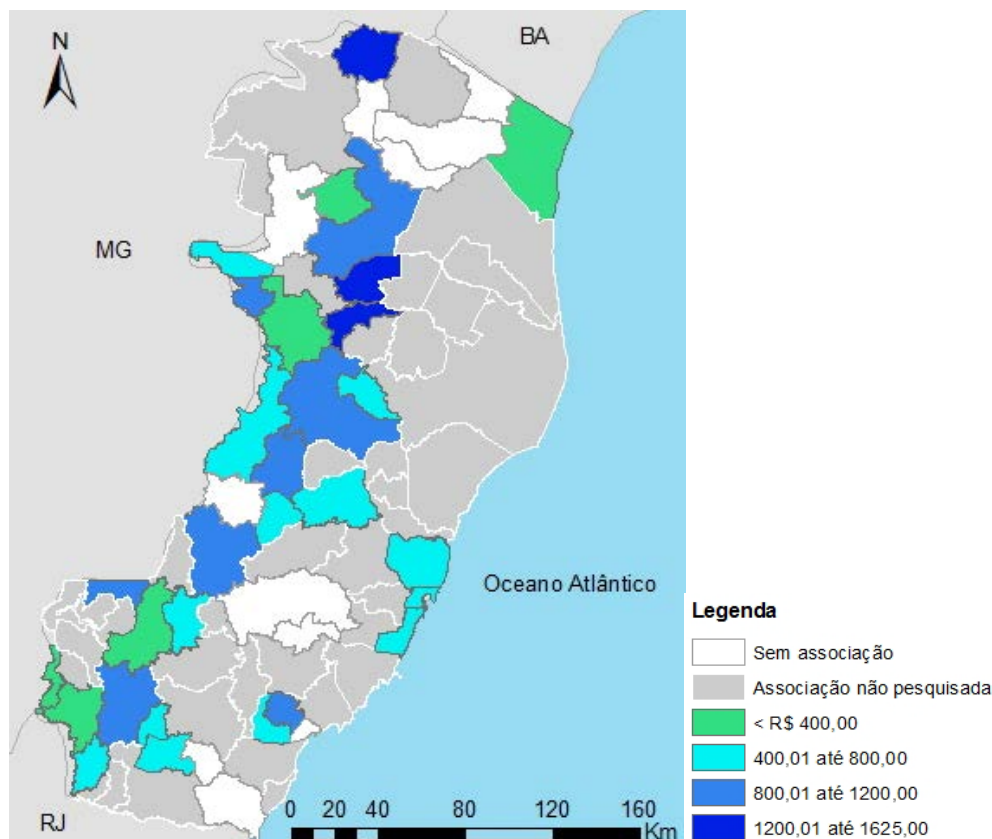


Figura 6 - Renda média das associações de catadores no ES.

A Figura 7 apresenta o histograma de distribuição dos dados sobre a renda dos catadores e o teste de distribuição normal.

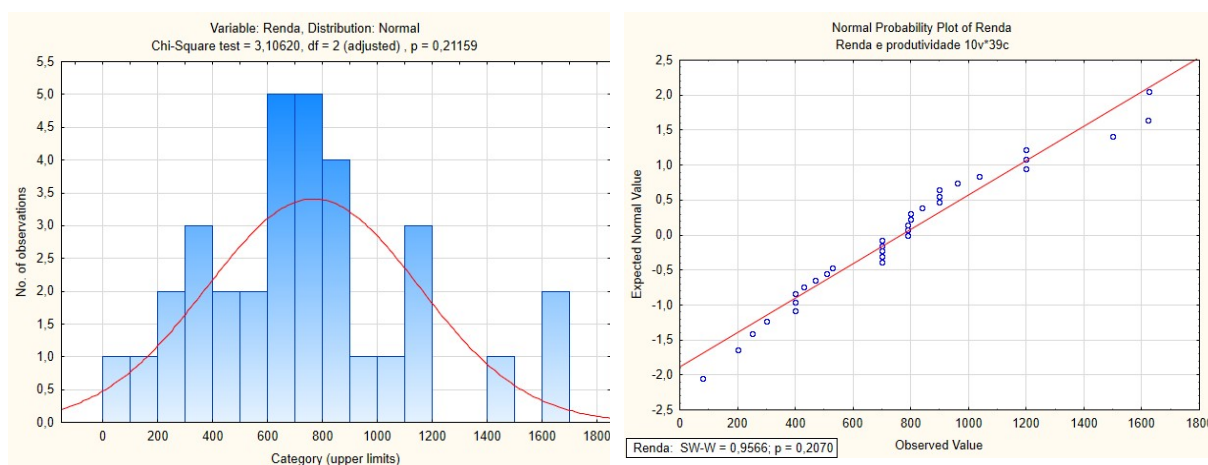


Figura 7: Teste de distribuição normal dos dados sobre a renda dos catadores

Pode-se observar que a distribuição da renda se adaptou bem a curva normal, pois os Teste qui-quadrado (Chi-Square teste : $p=0,21159 > 0,05$) e no Teste ShapiroWilke: $p = 0,2070 > 0,05$).

Com os dados obtidos também foi possível avaliar a renda dos catadores por Macrorregião. Na Figura 8 é apresentado o Grafico BoxPlot, considerando as regiões do estudo.

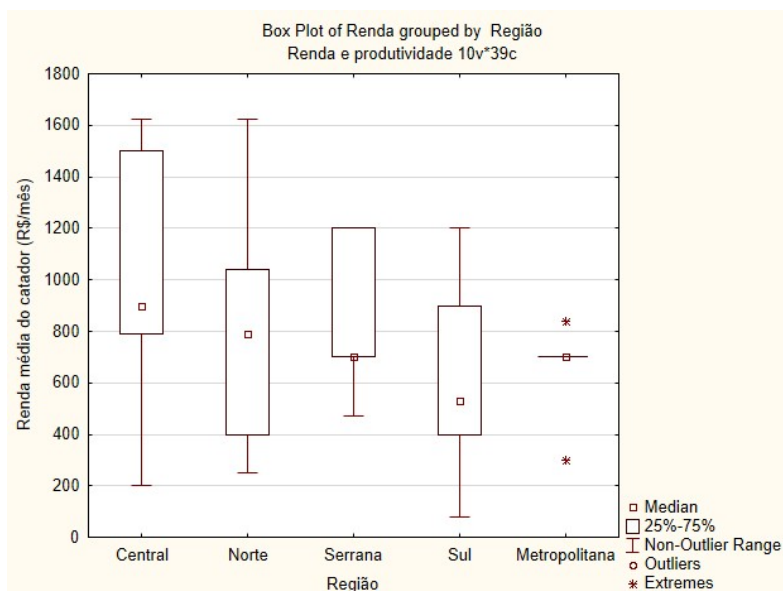


Figura 8- Comparação entre a renda média dos catadores nas regiões administrativas do ES

Por se ter poucos dados para cada região analisada, foi realizado o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis para verificar a existência de diferença significativa entre as regiões do estudo, a pesar da distribuição normal da amostra. O resultado apontou que não há evidências de diferenças significativas entre os grupos ($p=0,6691 > 0,05$).

MATERIAIS COMERCIALIZADOS

Os materiais comercializados pelas associações da catadores são basicamente embalagem ou produtos de papel, plástico, metal e vidro.

Das 36 associações que responderam ao questionário 11 não registram os dados de forma sistematizada de registro de comercialização, sendo que 4 delas guardam os em recibos de venda ou anotações em cadernos, as demais 25 associações possuem uma forma sistematizada de registrar a comercialização, sendo que 3 não quiseram informar. A Tabela 4 apresenta o percentual de distribuição dos materiais triados pelas associações de catadores.

Tabela 4: Percentual de distribuição dos materiais triados pelas associações de catadores

Materiais	Papel (%)	Plástico (%)	Metal (%)	Vidro (%)
Máximo	100,00	46,92	35,20	19,21
Mínimo	30,53	7,66	0,85	5,49
Mediana	75,83	17,43	9,71	7,88
Média	70,28	20,70	13,32	10,26
Desvio Padrão	18,49	10,86	11,37	5,54
N	26	25	13	8

O papel é o material mais comercializado, seguido de Plástico, metais e vidro, tanto em percentual, como em número de associações que triam e comercializam estes materiais.

Na Figura 9, pode-se observar que o papel e o plástico são os materiais mais comercializados. Os percentuais de cada material correspondem à quantidade comercializada em peso.

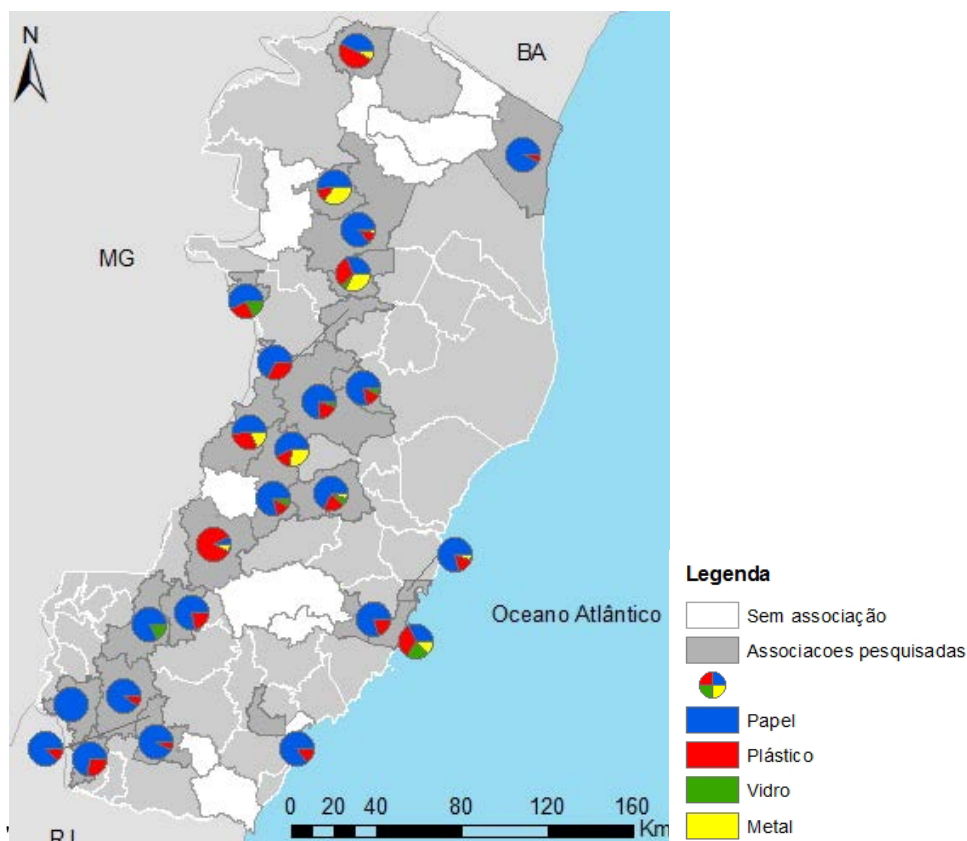


Figura 9 - Tipos de materiais comercializados pelas associações de catadores no ES.

Chama atenção o fato do vidro aparecer como material comercializado em apenas uma associação. Neste caso, as associações informaram sobre a dificuldade em comercializar o material, visto que no estado não existe empresa recicladora de vidro ou mesmo beneficiadora o que torna a comercialização para outros estados inviável.

CONCLUSÃO

Para este estudo foi considerado que as associações de catadores existentes no ES poderão ser candidatas para a localização de CTR dos SLR de embalagens. Estas associações já realizam a triagem de RSU advindos da coleta seletiva municipal, doação de empresas e catação nas ruas. Neste sentido, o SLR de embalagens atenderia à exigência legal definida na Lei 12.305/2010, de que os catadores fossem inseridos nos SLR.

A projeção da geração de embalagens recicláveis tem que considerar a participação da população e as metas dos acordos setoriais de embalagens. No entanto, a capacidade de produção das associações pode ser um fator limitante para a participação destas associações já existentes como centrais de triagem de resíduos para a logística reversa de embalagens pós consumo.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AUTRY, CH. Formalization of reverse logistics programs: a strategy for managing liberalized returns. *Industrial Marketing Management*, v. 34, p. 749–757, 2005.
2. Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Modernização do Setor Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico de manejo de resíduos sólidos urbanos – 2013. Brasília, 154p. 2015.
3. GONÇALVES-DIAS, S. L. F.; LABEGALINI, L.; CSILLAG, J. M. Sustentabilidade e cadeia de suprimentos: uma perspectiva comparada de publicações nacionais e internacionais. *Produção* [online], v.18, n. 3, p. 540-555, 2012.
4. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas populacionais para os municípios brasileiros em 01.07.2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa_2013/default.shtm>. Acesso em: 18 set. 2015.
5. RICHEY, R.; CHEN, H.; GENCHEV, S.; DAUGHERTY, P. Developing effective reverse logistics programs. *Industrial Marketing Management*, v. 34, p. 830–840, 2005.
6. RUBIO, S.; CHAMORRO, A.; MIRANDA, F.J. Characteristics of the research on reverse logistic (1995-2005). *International Journal of Prod. Research*, v. 46, p. 1099-1120, 2008.
7. SHEU, J. A coordinated reverse logistics system for regional management of multi-source hazardous wastes. *Computers and Operations Research*, v. 34, p. 1442–1462, 2007.