

### III-429 – EFETIVIDADE DAS AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA A SEGREGAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES EM SISTEMA DE COLETA POR CONTÊINERES EM ANTÔNIO PRADO - RS

**Verônica Casagrande<sup>(1)</sup>**

Engenheira Ambiental e Mestre em Engenharia e Ciências Ambientais pela Universidade de Caxias do Sul (UCS).

**Vania Elisabete Schneider<sup>(1)</sup>**

Bióloga

**Sofia Helena Zanella Carra<sup>(1)</sup>**

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Francisco , - Petrópolis – Caxias do Sul - RS - CEP: - Brasil - Tel: (54) 3218-2507- e-mail: vecasagrande@hotmail.com

#### RESUMO

A gestão integrada de resíduos sólidos demanda planejamento dos serviços públicos, mas também, comprometimento da população na participação no gerenciamento de resíduos. A busca por eficiência no gerenciamento ou na implementação de novos sistemas, como ocorre com a containerização da coleta de diversos municípios brasileiros, torna necessário desenvolver programas e projetos direcionados à educação ambiental e comunicação social, com o intuito de disseminar os conceitos e as boas práticas de segregação na fonte geradora, isto, devido à importância da população como agente segregador. Estas ações podem ser desenvolvidas com a aplicação de diversos métodos e para diferentes públicos-alvo. Considerando que grande parte dos métodos de avaliação da efetividade das referidas ações não reflete a real capacitação da população na segregação de resíduos e adesão às práticas recomendadas, este trabalho tem por objetivo apresentar os resultados da avaliação da segregação dos resíduos sólidos domiciliares gerados no Município de Antônio Prado, Rio Grande do Sul, Brasil, por meio caracterização física e análise da composição gravimétrica dos mesmos, em período pré e pós implementação de contêineres no sistema de coleta do referido município. Os resultados indicam que a containerização pode refletir melhorias na segregação de resíduos, quando o sistema for implementado de forma integrada a ações de educação ambiental. Os resultados deste estudo subsidiam a tomada de decisão em processos de planejamento dos serviços públicos, pois fundamentam, tecnicamente, a importância e necessidade de integrar programas e projetos compatíveis à realidade local, às ações do poder público.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos sólidos, educação ambiental, coleta de resíduos, contêineres, segregação de resíduos sólidos domiciliares

#### INTRODUÇÃO

A gestão integrada de resíduos sólidos, contemplando seus instrumentos de planejamento e operacionalização, constitui uma prioridade das políticas públicas ambientais. A necessidade do planejamento de estratégias para a gestão dos resíduos sólidos está relacionada ao crescimento populacional, à ampliação da oferta de produtos, à diversidade dos processos produtivos, e conseqüentemente, ao aumento da diversidade e quantidade de resíduos gerada.

Este cenário deve considerar ainda, os fatores econômicos, sociais e culturais, visto que estes diferenciam as regiões e os municípios do Brasil, interferindo diretamente nas características dos resíduos e, portanto, no sistema de gerenciamento a ser adotado. A disponibilidade de diferentes sistemas possibilita a adoção de métodos adequados para o atendimento às necessidades dos municípios, sendo que, para tanto, torna-se necessário avaliar critérios peculiares ao local, como por exemplo, quantidade de resíduos gerados, frequência e rota de coleta, aspecto visual do sistema de coleta, entre outros.

Na ausência de avaliações integradas entre as informações históricas dos resíduos gerados em municípios brasileiros e a adesão da população a novos sistemas de gerenciamento, a gestão pública acaba por não fundamentar a seleção do modelo de gerenciamento, nas necessidades locais e viabilidade da aplicação dos

recursos. Esta fragilidade também é identificada nas atividades de educação ambiental, as quais, por diversas vezes, não contemplam informações referentes à substituição do sistema e às orientações cabíveis.

Considerando que não há quantidade expressiva de estudos que abordem o impacto da substituição do modelo de gerenciamento de resíduos sólidos na segregação dos mesmos por parte da população, de forma relacionada com a efetividade das ações de educação ambiental desenvolvidas em um município, este trabalho apresenta os resultados obtidos com a avaliação do impacto da implementação de contêineres no sistema de gerenciamento de resíduos do Município de Antônio Prado.

Este trabalho contribui para a ampliação das discussões sobre as ferramentas utilizadas na tomada de decisão quanto à implementação de novo modelo de gerenciamento de resíduos, e subsidia a replicação dos métodos em outros municípios e unidades geográficas. Para o município em estudo, os resultados obtidos constituem informações relevantes para a promoção de melhorias nas linhas de ação da gestão pública municipal.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Antônio Prado localiza-se na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul, na Bacia Hidrográfica Taquari-Antas. De acordo com o Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010), o município possui população de 12.833 habitantes, sendo que destes, 72% residem na área urbana e 28%, na rural. A abrangência dos serviços de saneamento, especificamente no que se refere à coleta de resíduos, contempla 94,97% da população (ANTÔNIO PRADO, 2013).

As informações relativas às características dos resíduos sólidos domiciliares gerados no âmbito municipal foram obtidas por meio de cinco campanhas de caracterização de resíduos sólidos domiciliares (RSD), realizadas nos meses de dezembro de 2014, fevereiro e junho de 2015, julho e setembro de 2016. O objeto de análise contemplou os resíduos gerados em: bairros atendidos por sistema de coleta porta-a-porta; centro urbano do município, atendido por sistema de contêineres; e em uma área onde houve substituição do sistema de coleta porta-a-porta por contêineres. A última área citada refere-se à unidade geográfica amostral deste trabalho.

A partir dos resultados obtidos, foi possível avaliar o impacto da inserção do novo sistema, com base na segregação dos resíduos por parte da população, a partir da comparação entre os dados das campanhas realizadas nos períodos pré e pós implementação dos contêineres. O método adotado para a caracterização física e composição gravimétrica dos resíduos refere-se ao estabelecido por Schneider (1994). Assim, definiu-se a origem das amostras de resíduos conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1 - Origem das amostras de resíduos sólidos**

Amostra	Origem	Sistema de coleta	Data da campanha de caracterização	Tipo de coleta
A	Área central	Containerizada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dezembro de 2014</li> <li>• fevereiro e junho de 2015</li> <li>• julho e setembro de 2016</li> </ul>	Regular*
				Seletiva
B	Bairros	Porta-a-porta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dezembro de 2014</li> <li>• fevereiro e junho de 2015</li> <li>• julho e setembro de 2016</li> </ul>	Regular
				Seletiva
C	Unidade amostral	Containerizada	julho e setembro de 2016	Regular
				Seletiva

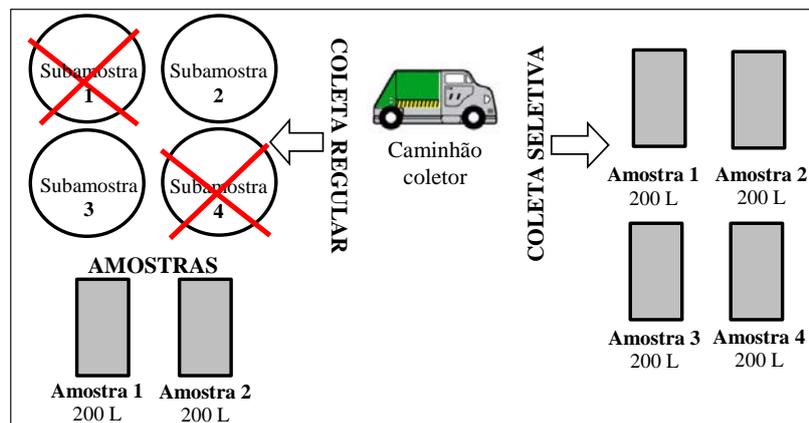
A composição das amostras dos resíduos da coleta seletiva seguiu a mesma metodologia, no entanto, foram compostas quatro amostras as quais foram acondicionadas em quatro tonéis de 200 litros, totalizando 800 litros (Figura 2).

Após a composição das amostras, os resíduos foram segregados por tipologia de material, pesados em balança e agrupados, nos critérios de tratabilidade definidos por Schneider (1994), em:

- biodegradáveis: materiais passíveis de serem reincorporados aos ciclos biogeoquímicos, por ação de organismos decompositores;
- recicláveis: materiais passíveis de serem reincorporados aos ciclos produtivos industriais;
- descartáveis: materiais para os quais ainda não existem processos que possibilitem o retorno de seus constituintes aos ciclos naturais ou artificiais em um curto espaço de tempo, ou que sua reciclagem não seja economicamente viável.

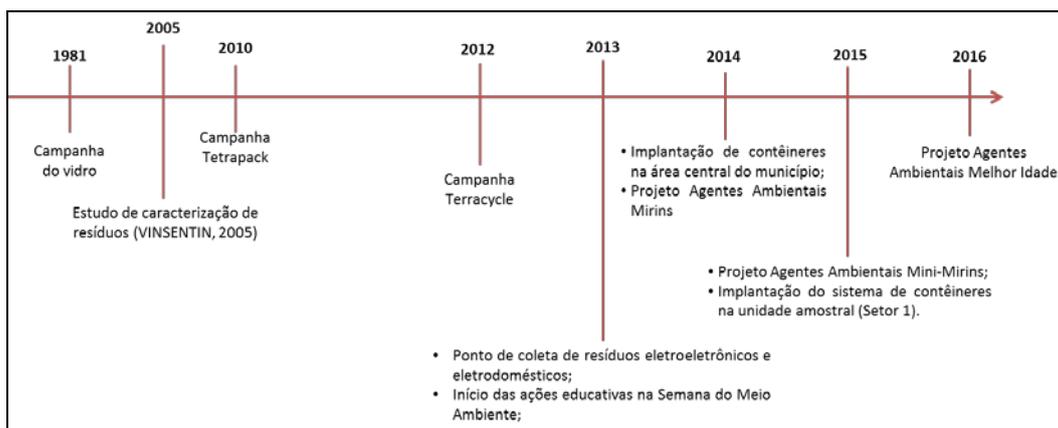
Cabe ressaltar que, a partir de conceitos e diretrizes legais vigentes, resíduos recicláveis podem ser compostos, tanto por resíduos orgânicos e biodegradáveis, considerando processos de compostagem e biodigestão, como por resíduos que, atualmente, são descartados na coleta seletiva, selecionados para diferentes processos de reciclagem. Para este trabalho, optou-se por manter a nomenclatura de recicláveis, pelo fato de constituir um termo usual, de referência para estes resíduos.

A categoria de descartáveis, conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos, é tratada como rejeito e definida como os resíduos sólidos que, depois de esgotadas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentam outra possibilidade, que não a disposição final ambientalmente adequada (art. 3º, inc. XV – BRASIL, 2010). Para a adequação da terminologia, a categoria ‘descartáveis’ passa a ser referida como ‘rejeitos’.



**Figura 2: Metodologia utilizada para composição das amostras de resíduos.**  
Fonte: Schneider *et al.* (2015).

Na avaliação quanto ao impacto da substituição do sistema de coleta na segregação dos resíduos sólidos domiciliares, ponderou-se que são desenvolvidas diversas ações de educação ambiental no município, as quais estão relacionadas ao cumprimento de metas do Plano Municipal de Saneamento Básico (ANTÔNIO PRADO, 2013c). O contexto cronológico das ações educativas e da implementação do novo sistema de coleta de resíduos foi considerado, visto que ambos podem indicar alterações da conduta de segregação dos RSD por parte de população. Outro aspecto relevante da avaliação refere-se à presença de estudos anteriores às ações educativas e ao sistema de coleta por contêineres. Na Figura 3 apresenta-se a sequência das ações realizadas no Município de Antônio Prado.

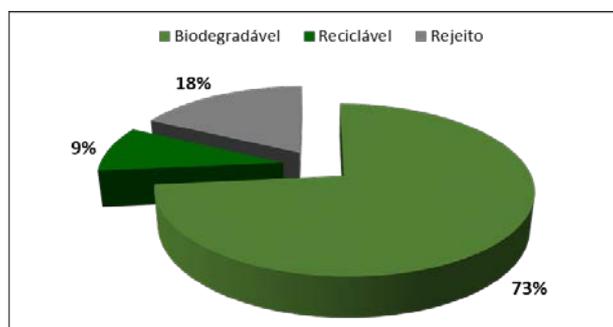


**Figura 3: Sequência cronológica das ações relacionada aos resíduos sólidos realizadas em Antônio Prado.**

Para a análise da efetividade das ações de educação ambiental promovidas no município foram identificadas as ações desenvolvidas no período entre os anos de 2013 e 2016, no PMSB, no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS (ANTÔNIO PRADO, 2013a), e em documentos e registros vinculados aos diferentes departamentos e secretarias da Prefeitura Municipal.

## RESULTADOS

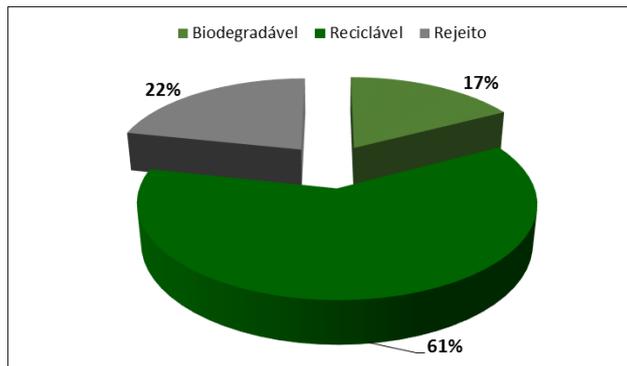
Os percentuais das categorias de resíduos destinados à coleta regular na área urbana, compreendendo a totalidade dos bairros, tanto atendidos por contêineres, como pelo sistema de coleta porta-a-porta, são apresentados na Figura 4.



**Figura 4: Representatividade das categorias de resíduos nas amostras da coleta regular.**

A categoria de resíduos biodegradáveis correspondeu a 73% dos resíduos descartados na coleta regular, enquanto que as categorias de resíduos rejeitos e recicláveis representaram 18% e 9%, respectivamente. Considerando que, atualmente, os rejeitos não possuem valor agregado para a comercialização, tampouco viabilidade econômica para a destinação a processos de reciclagem, estes são descartados na coleta regular, seguindo para o mesmo destino final dado aos resíduos biodegradáveis. Assim, obtém-se um percentual de 91% dos resíduos descartados adequadamente na coleta regular.

Na Figura 5 são apresentados os percentuais de representatividade das categorias dos resíduos destinados à coleta seletiva na área urbana, compreendendo a totalidade dos bairros, tanto atendidos por contêineres, como pelo sistema de coleta porta-a-porta.

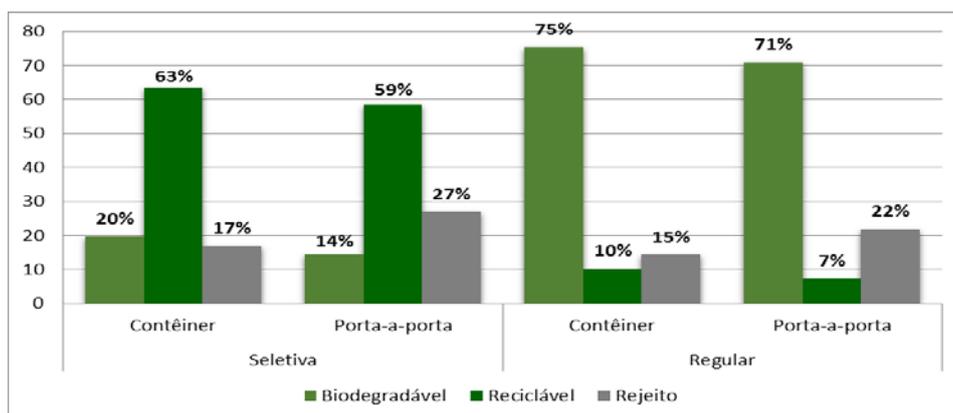


**Figura 5: Representatividade das categorias de resíduos nas amostras da coleta seletiva.**

A representatividade dos resíduos recicláveis não se apresentou expressiva, como os resíduos biodegradáveis e rejeitos na coleta regular, no entanto, pondera-se que, para esta coleta, este resultado não indique condições inferiores de segregação. Isso, pois o município desenvolve diversas ações educativas e de coleta de resíduos recicláveis no município, incluindo a coleta de vidros, que constitui um dos resíduos de massa significativa, geralmente contabilizado nas amostras de resíduos recicláveis. No que se refere às diferenças na composição dos resíduos para os diferentes tipos de coleta (Contêiner e Porta-a-porta), foram identificados os percentuais dos resíduos coletados na área urbana (Figura 6).

Na coleta seletiva, onde identifica-se o percentual de resíduos recicláveis significativamente superior à coleta regular, constatou-se que, no sistema de contêineres, 63% dos resíduos amostrados referiam-se a resíduos potencialmente recicláveis, enquanto que na coleta porta-a-porta, este valor foi representado por 59%. A tendência da diferença entre os tipos de coleta também foi identificada para os resíduos biodegradáveis, que representaram 20% da amostra dos resíduos descartados nos contêineres, enquanto que na coleta porta-a-porta, esta categoria de resíduos corresponde a 14%.

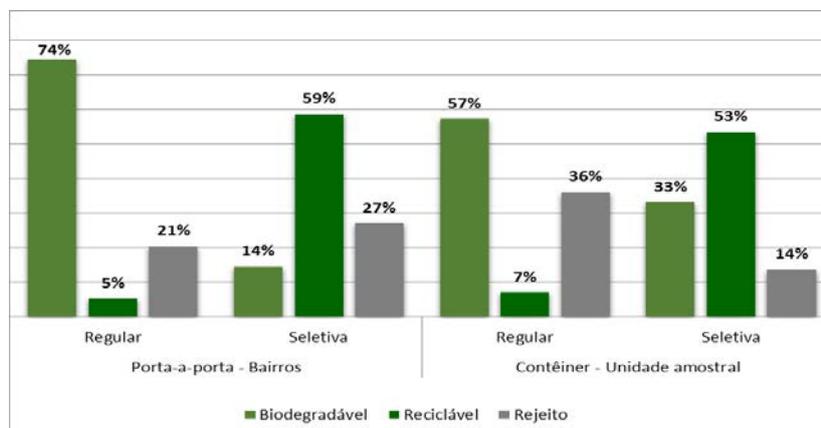
A categoria dos rejeitos correspondeu a 17% das amostras provenientes dos contêineres e 27% das amostras da coleta porta-a-porta. Esta categoria não indica, especificamente, a eficiência na segregação de resíduos na fonte geradora, visto que o Município de Antônio Prado não possui dispositivo disponível ao descarte de rejeitos.



**Figura 6: Representatividade das categorias de resíduos nas coletas seletiva e regular para os diferentes sistemas de coleta de resíduos.**

Na coleta regular observou-se que os percentuais de resíduos biodegradáveis apresentaram-se representativamente superiores, em relação aos resíduos recicláveis e rejeitos, sendo que na coleta por contêineres, identificou-se 75% desta tipologia, enquanto que, na coleta porta-a-porta, 71%. O percentual de resíduos recicláveis na coleta por contêiner correspondeu a 10% e nas amostras dos resíduos oriundos da coleta porta-a-porta, 7%. A categoria de rejeitos apresentou variação de 7% entre os dois tipos de coleta, sendo identificados 15% de rejeitos nas amostras dos resíduos descartados nos contêineres e 22%, na coleta porta-a-porta.

Na Figura 7 são apresentados os dados comparativos entre os percentuais das categorias de resíduos sólidos destinados às coletas regular e seletiva, para os diferentes sistemas de coleta, porta-a-porta e contêineres.



**Figura 7: Representatividade das categorias de resíduos sólidos nas coletas regular e seletiva na unidade amostral.**

A diferença entre os percentuais de resíduos biodegradáveis descartados na coleta regular constitui 17%, sendo superior no sistema de coleta porta-a-porta. A tendência de melhor segregação de resíduos biodegradáveis observada no sistema de coleta supracitado também foi observada para os resíduos recicláveis, ainda que pouco significativa, há diferença de 2% entre os tipos de coleta, sendo que 5% das amostras de resíduos da coleta regular porta-a-porta referem-se aos resíduos recicláveis e 7%, na coleta por contêineres.

No que se refere aos resíduos da coleta seletiva porta-a-porta, 14% foram classificados como biodegradáveis, enquanto que no sistema de contêineres, 33%. Os recicláveis foram identificados em percentual superior na coleta porta-a-porta, correspondendo a 59% dos resíduos amostrados, enquanto que na coleta por contêineres, os recicláveis referem-se a 53%. Os percentuais obtidos para a categoria de rejeitos referem-se a 27% e 14%, para a coleta porta-a-porta e por contêineres, respectivamente.

#### **Ações de educação ambiental**

As ações e campanhas educativas desenvolvidas pela gestão pública do Município de Antônio Prado possuem significativa relevância, devido a sua multidisciplinariedade e abrangência de diversos públicos alvos no município. A realização de atividades contínuas e com periodicidade anual propiciam um maior envolvimento e comprometimento da população.

Realizou-se análise comparativa entre os dados obtidos neste estudo e os resultados obtidos por Vinsentin (2005), referentes ao mesmo município, no ano de 2005. No referido período, a maior parte das ações educativas não havia sido iniciada, tampouco estavam instalados os contêineres.

Os resultados apontam que, no ano de 2005, a composição dos resíduos da coleta seletiva referia-se a: 46,7% de biodegradáveis; 24,9% de materiais com potencial de reciclabilidade (categoria Recicláveis), como por exemplo, os materiais poliméricos, papel, papelão, vidros e metais; e 28,4% de rejeitos. Para a coleta regular, foram identificados 61,9% de materiais biodegradáveis, enquanto que 14,8% referiam-se a resíduos recicláveis e 23,3% a rejeitos (VINSENTIN, 2005).

Para este estudo, na coleta seletiva, identificou-se 17% dos resíduos como biodegradáveis, 61% como recicláveis e 22%, rejeitos. Para a coleta regular, os percentuais referem-se a: 73% de resíduos biodegradáveis, 9% recicláveis e 18% de rejeitos.

A análise comparativa dos resultados permite constatar a expressiva melhoria na segregação dos resíduos por parte da população, pois identifica-se a redução significativa do percentual de resíduos biodegradáveis na coleta seletiva e o aumento do percentual deste tipo de resíduo destinado à coleta regular. A tendência na melhoria da segregação dos resíduos também foi identificada nos percentuais da categoria de recicláveis, que apresentaram expressiva redução na destinação à coleta regular e aumento na coleta seletiva.

## CONCLUSÕES

Este trabalho visou avaliar o impacto da implementação de contêineres sobre a segregação dos resíduos sólidos domiciliares por parte da população, considerando os resultados das ações de educação ambiental, visto que estas avaliações não são exploradas em estudos que associem tais resultados e que a substituição do sistema de coleta de resíduos sólidos requer estudos e avaliações que contemplem aspectos peculiares ao município, de forma a subsidiar a tomada de decisões com base em aspectos de viabilidade econômica, técnica e ambiental.

Para o Município de Antônio Prado, os resultados da análise comparativa entre a coleta porta-a-porta e a unidade amostral na qual foram implementados os contêineres, indicaram que a alteração do sistema de coleta pode resultar em uma redução na eficiência de segregação dos resíduos por parte da população. Ainda que pouco expressiva, a diferença de eficiência na segregação entre os dois tipos de coleta foi identificada, tanto para a coleta regular, como para a coleta seletiva. Ressalta-se que a avaliação ponderou o gerenciamento de resíduos adotado atualmente, que contempla os resíduos destinados às coletas regular e seletiva, não havendo uma coleta específica aos rejeitos.

No que se refere à efetividade das ações de educação ambiental, constatou-se relevante melhoria na segregação dos resíduos amostrados neste trabalho, em relação aos resultados obtidos por Vinsentin (2005) no ano de 2005. Os estudos do referido autor foram utilizados visto que constituem o único registro histórico sobre a geração e composição física e gravimétrica dos resíduos coletados no Município de Antônio Prado.

Considerando que no ano de 2005 o sistema de coleta era, em sua totalidade, porta-a-porta, e as ações ambientais educativas não haviam sido iniciadas, é possível relacionar as ações de educação ambiental à eficiência da segregação de resíduos sólidos na fonte geradora.

Os resultados obtidos neste trabalho se tornam relevantes ao Município de Antônio Prado, pois apresentam o comportamento da população perante o novo sistema de coleta de resíduos, o qual foi adotado na parcela central do território municipal. Os dados gerados neste estudo podem vir a subsidiar o planejamento e a operacionalização das ações de educação ambiental, assim como a tomada de decisão quanto à ampliação da área de implantação dos contêineres e/ou a adoção de novas tecnologias aplicadas à gestão integrada de resíduos.

Este trabalho possibilita ainda, que novas relações entre fatores que impactam a segregação dos resíduos sejam avaliadas, pois torna disponíveis informações relevantes sobre a geração, composição e segregação dos resíduos domiciliares. Recomenda-se a continuidade de estudos que contemplem análises comparativas entre os diferentes fatores que impactam a segregação dos resíduos sólidos domiciliares por parte da população, visto que as diferentes etapas do gerenciamento se tornam eficientes quando há adesão e comprometimento da população para com os sistemas adotados pela gestão pública. As avaliações futuras devem priorizar estudos continuados referentes às relações entre as estruturas e informações disponibilizadas à população e a resposta da mesma na prática.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANTÔNIO PRADO. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. 2013a.
2. ANTÔNIO PRADO. Plano Municipal de Mobilização Social. 2013b.
3. ANTÔNIO PRADO. Plano Municipal de Saneamento Básico. 2013c.
4. BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: D.O.U., 2010.
5. FARROUPILHA. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Universidade de Caxias do Sul – Instituto de Saneamento Ambiental. 2014.
6. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2000 – Características Gerais da População. Antônio Prado. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/censo/>>. Acesso em: 5 mai 2016.
7. SCHNEIDER, V. E. Estudos da geração de resíduos sólidos domésticos no município de Bento Gonçalves – RS. 180 p. 1994. Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade de Campinas - SP (Dissertação). Campinas, SP, 1994.

8. SCHNEIDER, V. E; CARRA, S. H. Z; PERESIN, D; MANFREDINI, K; CASAGRANDE, V. Caracterização de resíduos sólidos domésticos: avaliação preliminar do sistema de coleta de resíduos sólidos domésticos em um município de pequeno porte na Serra Gaúcha – Brasil. In: *Memoria del VI Congreso Interamericano de Residuos Solidos de la Asociacion Interamericana de Ingenieria Sanitaria y Ambiental*. San Salvador, El Salvador, 19 a 22 de maio, 2015.
9. VINSENTIN, A; DE CONTO, S. M. Caracterização dos resíduos sólidos do município de Antônio Prado. 2005. Acervo da Prefeitura Municipal de Antônio Prado.