

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS

“RECICLANDO NA UNIVERSIDADE: PRODUÇÃO DE PRANCHETAS ESCOLARES, A PARTIR DO REAPROVEITAMENTO DE MARCADORES DE QUADRO BRANCO, DE LAMINADO MELAMÍNICO BRILHANTE, DESCARTADOS NAS UNIDADES DE ENSINO DA UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE, EM SÃO PAULO, CAMPUS ITAMBÉ”.

São Paulo – SP

Junho de 2012

NILSON CASIMIRO PEREIRA

“RECICLANDO NA UNIVERSIDADE: PRODUÇÃO DE PRANCHETAS ESCOLARES, A PARTIR DO REAPROVEITAMENTO DE MARCADORES DE QUADRO BRANCO, DE LAMINADO MELAMÍNICO BRILHANTE, DESCARTADOS NAS UNIDADES DE ENSINO DA UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE, EM SÃO PAULO, CAMPUS ITAMBÉ”.

Relatório apresentado ao Fundo Mackenzie de Pesquisa – MACKPESQUISA – como parte da exigência de conclusão do Projeto de Pesquisa.

Área de Concentração: Materiais Não-metálicos.

Lider do Projeto: Prof. Dr. Nilson Casimiro Pereira

São Paulo – SP

Junho de 2012

EQUIPE TÉCNICA DO PROJETO

Nilson Casimiro Pereira – Prof. da Engenharia de Materiais – UPM – Líder do Projeto.

Fabíola da Silva Unzelte Caleffi – Aluna do Mestrado Profissionalizante em Engenharia de Materiais.

Tiago Martinez Régis – Aluno do Mestrado Profissionalizante em Engenharia de Materiais.

Ana Paua Momose Guimarães - Aluno do Mestrado Profissionalizante em Engenharia de Materiais.

Bruna Niccoli Ramirez – Aluna da graduação em Engenharia de Materiais.

Débora Cristina de Souza - Aluna da graduação em Engenharia de Materiais – Voluntária.

Felipe Klumpp Gamarra Hernandez - Aluno da graduação em Engenharia de Materiais.

Abner Cabral Neto - Técnico em Engenharia de Materiais.

Luiz Henrique Silveira – Técnico em Engenharia de Materiais – Voluntário.

Maria Lioba L. Crespo – Técnica em Engenharia de Materiais - Voluntária.

José Guilhermino Fachine - Professor da Engenharia de Materiais - UPM

Mauro Cesar Terence – Prof. da Engenharia de Materiais – UPM

Leila Figueiredo de Miranda – Profa. da Engenharia de Materiais – UPM

“RECICLANDO NA UNIVERSIDADE: PRODUÇÃO DE PRANCHETAS ESCOLARES, A PARTIR DO REAPROVEITAMENTO DE MARCADORES DE QUADRO BRANCO, DE LAMINADO MELAMÍNICO BRILHANTE, DESCARTADOS NAS UNIDADES DE ENSINO DA UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE, EM SÃO PAULO, CAMPUS ITAMBÉ”.

1 - Introdução e relevância da pesquisa

Por prévia pesquisa na Escola de Engenharia, que congrega as faculdades de Engenharia de Materiais, Civil, de Produção, Mecânica, Elétrica e Tecnologia Elétrica, foi constatado que no período aproximado de dois meses, a massa de marcadores para quadro branco (mais conhecido por canetão), utilizados por professores das citadas faculdades, em suas aulas, foi de, aproximadamente, 3,7Kg. Esses marcadores que são, em sua maior parte, formados por material termoplástico, após uso, passaram a fazer parte dos resíduos sólidos, descartados até então, como lixo comum. Se considerarmos que a Universidade Presbiteriana Mackenzie, além da Escola de Engenharia, é formada por outras unidades como Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), Centro de Ciências e Humanidades (CCH), Centro de Ciências Sociais e Aplicadas (CCSA), Escola Superior de Teologia (EST), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU), Faculdade de Computação e Informática (FCI), e Faculdade de Direito (FD), e também dos cursos de pós-graduação, com a maioria delas utilizando salas com quadro de laminado melamínico brilhante, o volume e massa de resíduos descartados tornam-se bastante expressivos (o Projeto prevê quantificar a massa desses resíduos sólidos a serem obtidos nessas unidades, no período de onze meses), justificam-se ações para minimizar a quantidade de resíduos sólidos descartados, de difícil degradação por microorganismos presentes nos aterros sanitários, contribuindo para a preservação do Meio Ambiente, e também beneficiando as comunidades carentes do Estado de São Paulo, e até mesmo do Brasil, com artefatos escolares provenientes de materiais reciclados.

Após 20 anos de espera, o Congresso Nacional acaba de assinar o Projeto de Lei que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. O texto da Lei que cria a Política Nacional de Resíduos Sólidos prevê a introdução da responsabilidade compartilhada na legislação brasileira, envolvendo sociedade, empresas, prefeituras e governos estaduais e federal na gestão dos resíduos sólidos. Estabelece, ainda, que as pessoas terão de acondicionar de forma adequada o lixo para o recolhimento do mesmo, fazendo a separação onde houver a coleta seletiva. A indústria de reciclagem e os catadores de material reciclável devem receber incentivos da União e dos governos estaduais. Os municípios brasileiros só receberão dinheiro do governo federal para projetos de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos depois de aprovarem planos de gestão. Terão prioridade no financiamento federal os consórcios intermunicipais para gestão do lixo. A Política Nacional de Resíduos Sólidos proíbe a criação de "lixões", onde os

resíduos são lançados a céu aberto. Todas as prefeituras deverão construir aterros sanitários adequados ambientalmente, onde só poderão ser depositados os resíduos sem qualquer possibilidade de reaproveitamento ou compostagem. Será proibido catar lixo, morar ou criar animais em aterros sanitários. O PL também veta a importação de qualquer tipo de lixo. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, por meio dos incentivos e novas exigências, o país tentará resolver o problema da produção de lixo das cidades, que chega a 150 mil toneladas por dia. Deste total, 59% são destinados aos "lixões" e apenas 13% têm destinação correta em aterros sanitários (<http://www.jusbrasil.com.br/politica/5410276/bacchim-acompanha-assinatura-da-lei-que-cria-politica-nacional-de-residuos-solidos>).

Os artefatos poliméricos fabricados e consumidos pela população mundial são obtidos a partir de resinas sintéticas, de matérias-primas de origem natural, como o petróleo, o gás natural, o carvão ou o sal comum. De todo petróleo obtido no mundo, apenas 5% é destinado à produção de resinas sintéticas (Piva e Wiebeck, 2004).

Os plásticos podem ser classificados em Termoplásticos e Termofixos. **Termoplásticos** são plásticos que não sofrem alterações em sua estrutura química durante o aquecimento e que após o resfriamento podem ser novamente moldados. Exemplos: Polipropileno (PP), Polietileno de Alta Densidade (PEAD), Polietileno de Baixa densidade (PEBD), Poli(tereftalato de etileno)(PET), Poliestireno (PS), Poli(cloreto de Vinila) (PVC), e outros. **Polímeros termofixos**, são aqueles que uma vez moldados não podem ser fundidos e remoldados novamente, portanto não são recicláveis mecanicamente. Exemplos: baquelite, Poliuretanos (PU) e Poli(acetato de Etileno Vinil)(EVA), poliésteres, resinas fenólicas, e outros.

Os plásticos descartados podem ser classificados como: **pós-industriais**, os quais provêm principalmente de refugos de processos de produção e transformação como aparas e rebarbas. **Pós-consumo**: que são os descartados pelos consumidores, sendo a maioria provenientes de embalagens(http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/reciclagem_de_plastico.html).

A indústria do plástico no Brasil apresentou crescimento, no período de 1995 a 2001, com aumentos anuais nas quantidades produzidas, exportadas e consumidas. Entre os principais tipos de polímeros produzidos, e com maior presença nos resíduos sólidos urbanos, podem-se citar os polietilenos (de alta e baixa densidades) (PEAD e PEBD), o polipropileno (PP), o poli(cloreto de vinila) (PVC), o poliestireno e o poli(tereftalato de etileno) (PET) (Zanin e Mancini, 2004).

Embora os plásticos apresentem uma contribuição de, aproximadamente, 6% de todo o resíduo sólido urbano traz consigo o aspecto extremamente negativo, que é o seu volume aparente ou o chamado lixo “visual” (Piva e Wiebeck, 2004).

A geração de resíduos sólidos apresenta três aspectos a serem considerados: (1º) o seu volume crescente, em função do crescimento demográfico e introdução da cultura

de produtos descartáveis; (2º) complexidade do resíduo, devido ao desenvolvimento de novos materiais introduzidos no mercado, resultando em resíduos sintéticos nem sempre biodegradáveis ou assimiláveis pelo Meio Ambiente; (3º) poluição visual, causado pelo crescente volume de resíduos plásticos (Piva e Wiebeck, 2004).

Segundo Spinacé e De Paoli, os polímeros são considerados os grandes vilões ambientais, em função do longo período que esses materiais levam para se degradarem nos aterros sanitários (Spinacé e De Paoli, 2004).

A reciclagem de resíduos sólidos poliméricos é apontada como uma contribuição para a conservação do Meio Ambiente.

A reciclagem de resíduos sólidos poliméricos pode ser classificada em quatro categorias: primária, secundária, terciária e quaternária.

A reciclagem primária consiste na conversão dos resíduos poliméricos industriais por métodos de processamento padrão em produtos com características equivalentes àquelas dos produtos originais produzidos por polímeros virgens (Spinacé e De Paoli, 2004).

A reciclagem secundária ocorre com a conversão dos resíduos poliméricos provenientes dos resíduos sólidos urbanos por um processo ou uma combinação de processo em produtos que tenham menor exigência do que o produto obtido com polímero virgem (Spinacé e De Paoli, 2004).

A reciclagem terciária é o processo tecnológico de produção de insumos químicos ou combustíveis a partir de resíduos poliméricos (Spinacé e De Paoli, 2004).

A reciclagem quaternária é o processo tecnológico de recuperação de energia de resíduos poliméricos por incineração controlada (Spinacé e De Paoli, 2004). A reciclagem dos resíduos sólidos poliméricos também pode ser apresentada como:

Reciclagem Química: Na reciclagem química re-processa plásticos, transformando-os em petroquímicos básicos que servem como matéria-prima em refinarias ou centrais petroquímicas. Seu objetivo é a recuperação dos componentes químicos individuais para reutilizá-los como produtos químicos ou para a produção de novos plásticos. Os novos processos desenvolvidos de reciclagem química permitem a reciclagem de misturas de plásticos diferentes, com aceitação de determinado grau de contaminantes como, por exemplo, tintas, papéis, entre outros materiais. Entre os processos de reciclagem química existentes, destacam-se:

- **Hidrogenação:** As cadeias são quebradas mediante o tratamento com hidrogênio e calor, gerando produtos capazes de serem processados em refinarias.
- **Gaseificação:** Os plásticos são aquecidos com ar ou oxigênio, gerando-se gás de síntese contendo monóxido de carbono e hidrogênio.

- **Quimólise:** Consiste na quebra parcial ou total dos plásticos em monômeros na presença de Glicol/Metanol e água.
- **Pirólise:** É a quebra das moléculas pela ação do calor na ausência de oxigênio. Este processo gera frações de hidrocarbonetos capazes de serem processados em refinaria.
(http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/reciclagem_de_plastico.html).

Reciclagem Mecânica: A reciclagem mecânica consiste na conversão dos descartes plásticos pós-industriais ou pós-consumo em grânulos que podem ser reutilizados na produção de outros produtos, como sacos de lixo, solados, pisos, conduítes, mangueiras, componentes de automóveis, fibras, embalagens não-alimentícias e outros. Este tipo de processo passa pelas seguintes etapas:

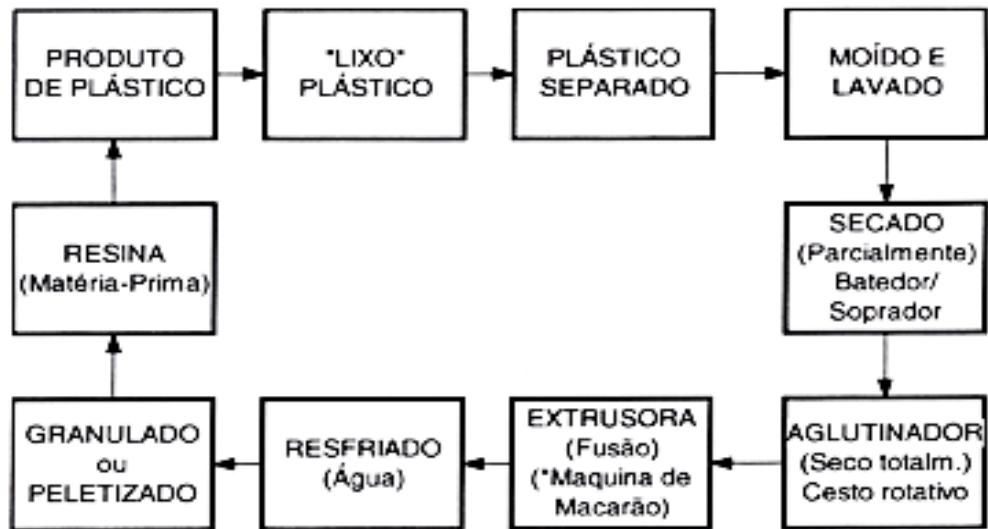
- **Separação:** separação em uma esteira dos diferentes tipos de plásticos, de acordo com a identificação ou com o aspecto visual. Nesta etapa são separados também rótulos de diferentes materiais, tampas de garrafas e produtos compostos por mais de um tipo de plástico, embalagens metalizadas, grampos, etc.

Por ser uma etapa geralmente manual, a eficiência depende diretamente da prática das pessoas que executam essa tarefa. Outro fator determinante da qualidade é a fonte do material a ser separado, sendo que aquele oriundo da coleta seletiva é mais limpo em relação ao material proveniente dos lixões ou aterros sanitários.

- **Moagem:** Após separados os diferentes tipos de plásticos, estes são moídos e fragmentados em pequenas partes.
- **Lavagem:** Após triturado, o plástico passa por uma etapa de lavagem com água para a retirada dos contaminantes. É necessário que a água de lavagem receba um tratamento para a sua reutilização ou emissão como efluente.
- **Aglutinação:** Além de completar a secagem, o material é compactado, reduzindo-se assim o volume que será enviado à extrusora. O atrito dos fragmentos contra a parede do equipamento rotativo provoca elevação da temperatura, levando à formação de uma massa plástica. O aglutinador também é utilizado para incorporação de aditivos, como cargas, pigmentos e lubrificantes.
- **Extrusão:** Na extrusora funde-se os resíduos poliméricos, onde se torna a massa plástica homogênea. Na saída da extrusora, encontra-se o cabeçote, do qual sai um "espaguete" contínuo, que é resfriado com água. Em seguida, o "espaguete" é picotado em um granulador e transformando-se em pellet (granulado).
(http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/reciclagem_de_plastico.html).

O roteiro da reciclagem mecânica é apresentado no esquema 1, a seguir.

Processos de Reciclagem de Plástico



Esquema 1 – Roteiro da reciclagem mecânica dos resíduos poliméricos

http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/reciclagem_de_plastico.html)

Reciclagem Energética: É a recuperação da energia contida nos plásticos através de processos térmicos. A reciclagem energética distingue-se da incineração por utilizar os resíduos plásticos como combustível na geração de energia elétrica. Já a simples incineração não reaproveita a energia dos materiais. A energia contida em 1 kg de plástico é equivalente à contida em 1 kg de óleo combustível. Além da economia e da recuperação de energia, com a reciclagem ocorre ainda uma redução de 70 a 90% da massa do material, restando apenas um resíduo inerte esterilizado. (http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/reciclagem_de_plastico.html)

O Plástico e a Geração de Energia

- A presença dos plásticos é de vital importância, pois aumenta o rendimento da incineração de resíduos municipais.
- O calor pode ser recuperado em caldeira, utilizando o vapor para geração de energia elétrica e/ou aquecimento.
- Testes em escala real na Europa comprovaram os bons resultados da co-combustão dos resíduos de plásticos com carvão, turfa e madeira, tanto técnica, econômica, como ambientalmente.
- A queima de plásticos em processos de reciclagem energética reduz o uso de combustíveis (economia de recursos naturais).

- A reciclagem energética é realizada em diversos países da Europa, EUA e Japão e utiliza equipamentos da mais alta tecnologia, cujos controles de emissão são rigidamente seguros, anulando riscos à saúde ou ao meio ambiente.
(http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/reciclagem_de_plastico.html)

Este Projeto de Pesquisa desenvolveu a Reciclagem Mecânica, em função da disponibilidade dos equipamentos básicos de reciclagem de polímeros, alocados nos Laboratórios de Caracterização e Processamento de Polímeros, do Departamento de Engenharia de Materiais, da Universidade Presbiteriana Mackenzie, ou seja, lavadora de resíduos plásticos, aglutinador, estufa com circulação de ar, moinho de facas, extrusora mono rosca, também uma injetora Romi de 65 toneladas de fechamento, para as moldagens de corpos de prova para a caracterização da matéria-prima, e produção das pranchetas escolares, que foi o principal objetivo do Projeto.

2 – Objetivos

- a) Contribuição da Universidade para a preservação do Meio Ambiente, diminuindo a quantidade de resíduos sólidos poliméricos descartados em aterros sanitários, e elevando dessa maneira, o tempo de vida útil desses aterros.
- b) Com o aproveitamento da infraestrutura dos Laboratórios de Caracterização e Processamento de Materiais, do Departamento de Engenharia de Materiais, da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie, que conta com equipamentos para a reciclagem mecânica de polímeros, transformarem os resíduos sólidos poliméricos, a serem coletados nas unidades de ensino, em matéria-prima para a produção de pranchetas escolares, para serem utilizadas nas escolas de comunidades carentes, como instrumento auxiliar para pesquisas externas.

3 – Metodologia

3.1 – Materiais

Os materiais que foram utilizados neste Projeto de Pesquisa foram obtidos a partir de Coleta Seletiva nas unidades de ensino da Universidade Presbiteriana Mackenzie, campus Itambé.

Os marcadores de quadro, que após uso passaram a constituir os resíduos sólidos, foram desmontados para separação da parte interna, que é fibrosa, deixando apenas a carcaça termoplástica, que foi utilizada para a produção das pranchetas escolares.

3.2 – Fragmentação dos resíduos termoplásticos

Após separação das partes componentes do marcador de quadro, as carcaças termoplásticas de resíduos plásticos foram fragmentadas no moinho de facas, do Laboratório de Processamento, da Engenharia de Materiais.

3.3 – Processamento por extrusão dos resíduos termoplásticos

Após a fragmentação dos resíduos termoplásticos, os mesmos foram submetidos ao processamento por extrusão, em matriz para fio, para obtenção de granulados de tamanho uniforme, que daqui por diante passou a ser denominada matéria-prima, a ser utilizada para a obtenção dos novos artefatos (pranchetas escolares).

3.4 – Caracterização da matéria-prima

A matéria-prima foi caracterizada por infravermelho (FTIR), para pesquisa da estrutura química. Por ensaios mecânicos de resistência à tração e impacto, para avaliação de propriedades físicas do material. Determinação de índice de fluidez, para avaliar a característica de fluxo, pesquisando assim, a matéria-prima quanto ao seu processamento em moldagem por injeção. Também foram realizados ensaios de Ponto de Amolecimento Vicat, e Deflexão Térmica ao Calor, sob Carga, para verificação das propriedades térmicas da matéria-prima.

3.5 – Projeto do molde para obtenção da prancheta escolar

Foi desenvolvido um molde de uma cavidade, com dimensões de 2,2mm x 180mm x 250mm, para a moldagem por injeção da prancheta escolar. Foi desenvolvido também, um molde com três cavidades para produção dos prendedores da prancheta escolar.

3.6 – Moldagem por injeção da prancheta escolar

A moldagem por injeção das pranchetas escolar foi realizada na injetora Romi 65R, do Laboratório de Processamento de Termoplásticos, do Departamento de Engenharia de Materiais.

3.7 – Acabamento da prancheta escolar

O acabamento da prancheta escolar ocorreu com a colocação do prendedor de papel, produzido com a mesma matéria-prima utilizada para a produção da parte principal da prancheta.

4 - Resultados e Discussão

Durante o período da pesquisa, em 2011 foram coletados, aproximadamente, 42,24 Kg de resíduos sólidos poliméricos (canetões) nas unidades escolhidas da Universidade Presbiteriana Mackenzie.

Para a caracterização da matéria-prima reciclada, para a produção das pranchetas, foram realizados alguns ensaios mecânicos e térmicos, a saber: ensaios de resistência à tração, de resistência ao impacto, de dureza, ponto de amolecimento Vicat e de distorção térmica ao calor, sob carga (HDT), e determinação do índice de fluidez.

4.1 – Caracterizações da matéria-prima por espectroscopia por infravermelho

Os resíduos sólidos foram caracterizados pela técnica de infravermelho, e o espectro mostrou que a estrutura química é do polietileno de alta densidade, que na faixa de número de ondas de 400 a 4000 cm^{-1} apresentou bandas de 965 cm^{-1} (grupo vinileno), 908 cm^{-1} (grupo vinil) e 888 cm^{-1} (grupo vinilideno), que são bandas características de polietileno de alta densidade.

4.2 – Ensaios de resistência à tração

Os ensaios de resistência à tração foram realizados de acordo com a norma ASTM D 638, na máquina de ensaio universal Q Teste, do laboratório de Caracterização, da Engenharia de Materiais, da UPM. Os resultados estão apresentados na tabela 1, a seguir:

Tabela 1: Resultados dos ensaios de resistência à tração.

Módulo de Elasticidade (MPa)	Tensão máxima no escoamento (MPa)	Tensão máxima na ruptura (MPa)	Deformação (%)
681,05 ± 41,45	12,03 ± 0,62	26,86 ± 1,70	18,75 ± 4,46

Os resíduos sólidos poliméricos apresentaram módulo, relativamente compatível para a obtenção do produto (pranchetas escolares).

4.3 – Ensaios de resistência ao impacto e dureza shore D

Os ensaios de resistência a impacto foram realizados de acordo com a norma ASTM D 256, e os ensaios de dureza Shore D, de acordo com a norma ASTM D 2240. Os resultados estão apresentados na tabela 2 a seguir:

Tabela 2: Resultados dos ensaios de resistência ao impacto, Izod, em corpos de prova sem entalhe, e dureza shore D.

Resistência ao impacto (J/m)	Dureza Shore D
26,34 ± 5,29	71.1 ± 0,96

4.4 – Ensaio de ponto de amolecimento Vicat, HDT e índice de fluidez.

Os ensaios térmicos de ponto de amolecimento Vicat, de distorção térmica ao calor, sob carga (HDT), e índice de fluidez. Os ensaios foram realizados de acordo com as normas ASTM D 1525, ASTM D 648, e ASTM D 1238, respectivamente. Os resultados estão apresentados na tabela 3, a seguir:

Tabela 3: Resultados dos ensaios de Ponto de amolecimento Vicat,, HDT, e índice de fluidez.

Ponto de amolecimento Vicat (°C)	Temperatura de distorção térmica (HDT) (°C)	Índice de fluidez (g/10min)
145,62 ± 0,29	114,82 ± 0,62	6,80

Estes resultados mostraram, principalmente quanto ao índice de fluidez, que são resíduos adequados ao processamento em moldagem por injeção.

4.5 – Produção das pranchetas a partir do polímero reciclado

Após a caracterização do polímero reciclado e ajustes de processamento foram produzidas as pranchetas escolares, em moldagem por injeção. A fotografia 1 mostra a transformação dos marcadores de quadro branco em pranchetas.



Fotografia 1 – a) Marcadores de quadro branco b) Pranchetas escolares

Após 20 anos de espera, o Congresso Nacional acaba de assinar o Projeto de Lei que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. O texto da Lei que cria a Política Nacional de Resíduos Sólidos prevê a introdução da responsabilidade compartilhada na legislação brasileira, envolvendo sociedade, empresas, prefeituras e governos estaduais e federal na gestão dos resíduos sólidos. Estabelece, ainda, que as pessoas terão de acondicionar de forma adequada o lixo para o recolhimento do mesmo, fazendo a separação onde houver a coleta seletiva.

5 – Conclusões

- O desenvolvimento do Projeto de Pesquisa mostrou que é possível o reaproveitamento de resíduos sólidos gerados a partir dos marcadores de quadro branco descartados nas unidades de ensino da Universidade Presbiteriana Mackenzie, para a produção de artigos escolares.
- A massa de cada prancheta produzida foi de, aproximadamente, 100 g, significando que em 1 kg de resíduo reciclado é possível produzir dez pranchetas.
- O Projeto de Pesquisa mostrou que é possível que a sociedade, empresas, prefeituras e governos estaduais, pratiquem a Lei que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, recentemente assinados no Congresso Nacional.

6 – Bibliografias

- 1- Piva, A. M.; Wiebeck, H.; Reciclagem do Plástico – como fazer da reciclagem um negócio lucrativo, 1ª ed., Artliber Editora Ltda, São Paulo, 2004.
- 2- http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem/reciclagem_de_plastico.html, acessado em agosto de 2010.
- 3- Zanin, M.; Mancini, S. D.; Resíduos Plásticos e Reciclagem – aspectos gerais e tecnologia, 1ª Ed., EdUFSCar, São Carlos, 2004.
- 4- Spinacé, M. A. S.; De Paoli, M.; A Tecnologia da Reciclagem de Polímeros, Química Nova, vol. 28, nº 1, 65-7, 2005.
- 5- <http://www.jusbrasil.com.br/politica/5410276/bacchim-acompanha-assinatura-da-lei-que-cria-politica-nacional-de-residuos-solidos>, acessado em agosto de 2010.