

PLACAS E TELHAS PRODUZIDAS A PARTIR DA RECICLAGEM DO POLIETILENO / ALUMÍNIO PRESENTES NAS EMBALAGENS TETRA PAK.

Mario Henrique de Cerqueira

Engenheiro de Desenvolvimento Ambiental - Tetra Pak

1. Introdução

Placas e telhas recicladas a partir de embalagens longa vida já estão disponíveis no mercado.

A Tetra Pak , fabricante das embalagens longa vida, vem desenvolvendo tecnologias e parcerias com diversos recicladores no país, com o objetivo de gerar negócios na área de reciclagem das embalagens longa vida pós-consumo.

A embalagem longa vida é composta por três materiais: papel, polietileno e alumínio, nas proporções, em peso, de 75%, 20% e 5%, respectivamente.

De acordo com NEVES (1999), a *etapa primária* da reciclagem é realizada em uma indústria papelreira, onde as embalagens são introduzidas em um hidrapulper para extração das fibras de papel, que fornecem alta qualidade aos insumos produzidos.

Após retirada das fibras de papel, restam ainda as camadas de polietileno e alumínio para serem processadas. Este material é matéria-prima para a *etapa secundária* da reciclagem, onde faz-se o beneficiamento destas camadas.

De acordo com ZUBEN e NEVES (1999), uma alternativa para a etapa secundária da reciclagem das embalagens longa vida é a extrusão das camadas de polietileno / alumínio, que possibilita a produção de diversos materiais como brindes, coletores de lixo, base de vassouras, entre outros. Outra alternativa é a produção de placas e telhas, objetivo deste trabalho.

As placas têm sido empregadas como matéria prima alternativa na a indústria moveleira e na construção civil. As telhas são opção para as de fibrocimento, principalmente em prédios, áreas cobertas e propriedades rurais.



Figura 1. Telhas produzidas com polietileno / alumínio das embalagens Tetra Pak, a primeira “in natura” e a segunda com recobrimento aluminizado.

No Estado de São Paulo, três empresas fabricantes de placas e telhas utilizam essa tecnologia, são elas: Ecoways, em Itupeva, Iba plac, em Ibaté e Reciplac, em Limeira.

2. Processo de Fabricação das Placas e Telhas

O princípio do processo de fabricação das placas e telhas consiste na fusão do material sob pressão e posterior resfriamento.

Primeiramente, o polietileno contendo alumínio é triturado em pequenos fragmentos usando-se moinhos de faca. A redução do tamanho do material facilita sua fusão e proporciona maior homogeneidade ao produto final.

Após trituração, o material é disposto em formas, para formatação das chapas. Essas formas repletas de polietileno / alumínio são introduzidas em prensas utilizadas para a produção de placas de compensado. Neste processo, as prensas são modificadas diminuindo-se de oito para quatro bandejas, visando permitir a entrada do material, já que possui densidade aparente menor que a madeira. Essas prensas normalmente são projetadas para trabalhar com temperaturas menores que 160°C.

No processo de fabricação das placas e telhas com plástico / alumínio das embalagens longa vida, a temperatura de trabalho é de aproximadamente 180°C, fazendo-se necessário que o sistema de aquecimento seja alterado, para que atinja temperaturas entre 160 e 200°C.

Os sistemas de aquecimento das prensas existentes no mercado basicamente são três: através de resistências elétricas, vapor e óleo térmico. As prensas elétricas são recomendadas para fábricas com pequena produção, devido a maior flexibilidade proporcionada. Já as prensas à vapor e óleo térmico são recomendadas para produção em larga escala., visando otimização de energia no processo.



Figuras 2 e 3. Prensa e formas usadas para fabricação de placas e telhas.

Após fusão do polietileno, as placas passam por processo de resfriamento, para cura e endurecimento das camadas plásticas. As espessuras das placas podem variar de 4 a 50mm, dependendo da quantidade de material alimentado e da pressão aplicada.

Espessuras maiores podem ser obtidas fazendo-se a repsagem de diversas placas pré-formadas, colocando-as umas sobre as outras.

A produção de placas segue o mesmo processo da fabricação de telhas, no entanto, as placas, ainda quentes, são introduzidas em um processo de prensagem a frio com formas onduladas, em que o material adquire a geometria de telhas ao resfriar. O tempo de resfriamento é da ordem de 5 a 10 minutos, dependendo-se da espessura do insumo produzido. A figura abaixo demonstra este tipo de equipamento.



Figura 4. Prensa a frio para formatação das telhas a partir de placas

2.1. Características das telhas – Resultados preliminares

FERREIRA (2001) realizou testes de impermeabilidade nas telhas de polietileno / alumínio produzidas pela empresa A, conforme NBR 5642 (Telha de Fibrocimento – Verificação da Impermeabilidade), não ocorrendo formação de manchas de unidade nem formação de gotas nas superfícies dos corpos de prova.

Testes referentes ao conforto térmico também foram realizados por VECCHIA (2002), comparando-se as telhas fabricadas de polietileno / alumínio da empresa A, com similares de cerâmica e de zinco. Concluiu-se que, ao longo do ano, a temperatura superficial constatada pela telha de zinco foi de 67 °C, seguida pela de polietileno /

alumínio, com 47 °C, e de cerâmica, 41 °C. Já as temperaturas internas não apresentaram diferenças significativas - entre 22 e 23,5 °C, em média - e nos dias mais quentes do ano variação de 32 a 33 °C.

3. *Materiais e Métodos:*

Para os ensaios realizados foram utilizados equipamentos do IPT (Laboratório de Plásticos e Borrachas/APO/DQ – itens 3.1, 3.2 e 3.3 - e Laboratório de Segurança ao Fogo/AISF/DEC – item 3.4).

- 3.1. Resistência à tração – ASTM D 698/98, “Tensile Properties of Plastics”;
- 3.2. Resistência à flexão – ASTM D 790 / 98, “Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials”;
- 3.3. Absorção de Água - ASTM 570 / 98, “Water Absorption of Plastics”;
- 3.4. Determinação do Índice de Propagação Superficial de Chama - NBR 9442/1986, “Materiais de Construção – Determinação do Índice de Propagação Superficial de Chama pelo Método do Painel Radiante”.

4. *Resultados Obtidos:*

Os resultados obtidos nos ensaios de resistência à tração, resistência à flexão e absorção de água para as placas recicladas constam da Tabela 1:

Tabela 1: Resistência à Tração, Resistência à Flexão e Absorção de Água das Placas Recicladas

<i>ENSAIOS</i>		<i>RESULTADOS OBTIDOS</i>	
Resistência à Tração	Média	<i>Tensão na Ruptura (MPa)</i>	<i>Alongamento na Ruptura (MPa)</i>
	Desvio Padrão	7,62	4,2
		0,49	0,84
Resistência à Flexão	Média	<i>Tensão na Ruptura (MPa)</i>	
		15,1	
	Desvio Padrão	1,4	
Absorção de Água	Média	<i>Absorção de água (%)</i>	
		5,3	
	Desvio Padrão	1,2	

Foram também obtidos dados para de Resistência à Tração, Resistência à Flexão e Absorção de água para as telhas recicladas, conforme tabela 2:

Tabela 2: Resistência à Tração, Resistência à Flexão e Absorção de Água das Telhas Recicladas

<i>ENSAIOS</i>		<i>RESULTADOS OBTIDOS</i>	
Resistência à Tração	Média	<i>Tensão na Ruptura (MPa)</i>	<i>Alongamento na Ruptura (MPa)</i>
	Desvio Padrão	7,58	4,2
		0,49	0,98
Resistência à Flexão	Média	<i>Tensão na Ruptura (MPa)</i>	
		15,1	
	Desvio Padrão	2,0	
Absorção de Água	Média	<i>Absorção de água (%)</i>	
		6,5	
	Desvio Padrão	2,5	

O índice superficial de chama foi determinado para o polietileno/alumínio que compõem as placas e telhas, conforme tabela 3:

Tabela 3: Determinação do índice de propagação superficial de chama.

	Valores		
	Médio	Mínimo	Máximo
Índice propagação superficial de chama (Ip)	160	138	195
Fator de evolução de calor (Q)	44,8	38,3	55,9
Fator de propagação de chama (Pc)	3,6	3,5	3,6
<i>Classificação</i>	<i>Classe D</i>		

5. Discussão dos Resultados:

Observamos que os resultados obtidos para as placas e telhas foram muito semelhantes nos ensaios realizados, apesar das diferenças de geometria. Isso demonstra que o polietileno / alumínio empregado, após fusão nas prensas, demonstrou fornecer materiais com características homogêneas.

Comparando-se as telhas de polietileno / alumínio às de fibrocimento, que é o material similar mais comum encontrado no mercado, temos o seguinte quadro:

Tabela 4. Comparativo entre telhas de fibrocimento e plástico/alumínio

ENSAIOS	Parâmetros para telha de fibrocimento	Resultados Obtidos para telhas de plástico/alumínio
Resistência à flexão ^[A] (N/m)	4×10^3	$7,63 \times 10^6$
Absorção de Água (%)	37	6,5

^[A] Newton por metro de largura por telha.

Os parâmetros da telha ondulada de fibrocimento foram obtidos a partir da NBR 7581 (Telha ondulada de fibrocimento), item 5.

Através do comparativo acima, podemos perceber que as propriedades obtidas nas telhas produzidas de embalagens longa vida nas análises realizadas são superiores se comparados aos parâmetros de mercado, pois apresentaram alta resistência à flexão e baixa absorção de água, devido à sua origem plástica.

Em relação ao índice de propagação de chama para placas e telhas, o método de ensaio NBR 9442/1986 propõe o enquadramento dos materiais em cinco classes distintas, conforme abaixo descrito:

Tabela 5: Índice de propagação de chama, conforme NBR 9442/1986.

Classe	Índice de Propagação de Chamas (Ip) médio
A	0 a 25
B	26 a 75
C	76 a 150
D	151 a 400
E	Superior a 400

As classes A e E são, respectivamente, de melhor e pior desempenho. Assim, notamos que o material analisado enquadra-se na classe D, quase no limite máximo na classe C, o que pode ser classificado como medianamente auto-extinguível.

6. *Conclusões*

Através de análise dos dados, podemos perceber que as telhas produzidas com plástico/alumínio proveniente das embalagens longa vida podem ser empregadas em aplicações similares às das telhas comumente utilizadas em construções sem maiores restrições, pois atende aos parâmetros determinados para as telhas de fibrocimento.

As placas apresentaram comportamento semelhante às das telhas, pelo fato de serem constituídas pelo mesmo material. A diferença de formatação entre elas não foi determinante para os valores encontrados nos testes de Resistência à Tração e Flexão. Outros ensaios serão realizados para comparação na utilização destes materiais com placas de compensado.

Desta forma, a produção destes materiais constitui uma nova tecnologia que oferece benefícios estruturais e técnicos, pois trata-se de um produto alternativo com melhores propriedades, como pudemos constatar neste artigo. Além disso, traz uma série de **benefícios econômicos e sociais**, relacionado ao menor custo de mercado e geração de empregos relacionados à coleta seletiva e ao processamento dos materiais, possibilitando o resgate da cidadania dos envolvidos e **benefícios ambientais**, pois incentiva a reciclagem das embalagens longa vida, proporcionando um melhor aproveitamento destes materiais, evitando disposição em lixões e aterros sanitários.

7. *Referências bibliográficas*

1. NEVES, F. L.; “Reciclagem de embalagens cartonadas Tetra Pak”. Revista ‘O Papel’ nº 2, pág. 38-45, 1999
2. ZUBEN, F. von; NEVES, F. L.; “Reciclagem do alumínio e do polietileno presentes nas Embalagens Cartonadas Tetra Pak”. In: *Seminário Internacional de Reciclagem do Alumínio*, São Paulo, 1999. anais. São Paulo: ABAL, 1999, pág. 96 – 109.
3. FERREIRA, O. P.; Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos – Departamento de Arquitetura e Urbanismo, laudo datado de 13/12/2001.
4. VECCHIA, F.; Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos – Departamento de Hidráulica e Saneamento, laudo datado de 24/09/2002.
5. Relatório de Ensaio do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) – Laboratório de Plásticos e Borrachas/APO/DQ nº 890.824, datado de 05/06/2002.
6. Relatório de Ensaio do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) – Laboratório de Segurança ao Fogo/AISF/DEC nº 890.868, datado de 06/06/2002.