



CARLOS ALBERTO FERREIRA DO AMARAL JUNIOR
Tradutor Público e Intérprete Comercial
Inglês

Matriculado na Junta Comercial do Estado de São Paulo sob nº 1863
CPF 135.584.188-75 – RG 18.605.711-8 SSP/SP – CCM 4.215.987-3 – INSS 18087669008

LIVRO Nº 002

FOLHA 1

14/05/2014

TRADUÇÃO Nº TS-42202(001)

Eu, Carlos Alberto Ferreira do Amaral Junior, Tradutor Público e Intérprete Comercial do idioma Inglês, matriculado na Junta Comercial do Estado de São Paulo sob nº 1863, tendo recebido um documento intitulado "Laudo Biodegradabilidade" exarado em língua inglesa para traduzi-lo para o vernáculo, assim o fiz, no cumprimento do meu ofício, na forma abaixo:

(Em papel timbrado da ECO Ventures)

RELATÓRIO

Tratado por, departamento

Ignacy Jakubowicz

Tecnologia de Química e Materiais

+46 10 516 53 05, ignacy.jakubowicz@sp.se

Data

2010-10-07

Referência

P804363F

Página

1(7)

P-Life Japan Inc

1-30- 16- 205, Todoroki, Setagaya Tóquio, Japão 1580082

A+B Degradabilidade de película de PEBD contendo aditivo pró-degradante de P-Life
(cinco apêndices)

Resumo

"P-Life 15 pm " película de PEBD soprada foi testada conforme as regras de certificação de SPCR 141 Apêndice 4 que está de pleno acordo com ASTM D 6954: "Expondo e Testando Plásticos que se degradam no Ambiente por uma Combinação de Oxidação e Biodegradação."

Uma peroxidação biótica do material para o teste subsequente de biodegradabilidade foi executada durante 240 horas (10 dias) a 65 °C. Teste de biodegradabilidade foi executado conforme ISO 17556, "Plásticos - Determinação da derradeira biodegradabilidade aeróbica no solo medindo a demanda de oxigênio em um respirômetro ou a quantidade de dióxido de carbônico evoluído."

O resultado do teste de biodegradabilidade no solo depois de 607 dias foi 79% de emissão de CO2 e ainda aumenta. O resultado do teste de eco-toxicidade foi executado no solo levado





CARLOS ALBERTO FERREIRA DO AMARAL JUNIOR
Tradutor Público e Intérprete Comercial
Inglês

2

Nº 42202(001)

Data: 14/05/2014

depois que o teste de biodegradabilidade conforme o método SP 4149 para assegurar que os produtos de degradação não causarão qualquer efeito negativo na germinação de plantas e seu crescimento.

Os resultados de teste preenchem todos os requisitos declarados em SPCR 141, Apêndice 4.

Antecedentes e Objetivo

A comissão incluiu prova do sistema pró-degradante P-Life usado em uma película PEBD para certificação como oxo-biodegradável. O material foi testado para provar a degradabilidade por uma combinação de processos de degradação abiótica e subsequente biológica (A + B degradável), de acordo com SPCR 141 Apêndice 4, que está de acordo com ASTM D 6954: "Expondo e Testando Plásticos que Degradam o Ambiente por uma Combinação de Oxidação e Biodegradação."

O procedimento de teste é usado em três tiers por acelerar e medir a perda em propriedades e peso

molecular através de processo de oxidação térmico (Tier 1), medindo a derradeira biodegradação (Tier 2),

e avaliando o impacto ecológico dos produtos destes processos (Tier 3). De acordo com ASTM D 6954

um teste de degradação abiótico simulará ou acelerará os processos de degradação que podem acontecer em

uma aplicação escolhida e ambiente de disposição provável. O material degradado abioticamente é

então examinado para quanto à derradeira biodegradabilidade sob condições ótimas em um ambiente

de disposição simulado.

SP Instituto Técnico de Pesquisa da Suécia

Comissão

Este relatório contém resultados do Teste Tier 1: um teste abiótico usando abordagem do tipo Arrhenius e também resumo de resultados dos Testes de Tier 2 e Tier 3 junto com a caracterização química do material para referência de acordo com SPCR 141 Apêndice 4, cláusula 3,.

Depois de vários períodos de exposição, os efeitos de termo-oxidação foram avaliados por medições de alongamento na fratura. Uma curva apropriada foi então traçada através de valores obtidos a temperaturas elevadas e extrapolação dos dados de curto-prazo obtidos e usados para prever o desempenho a temperaturas de serviço diferentes. Finalmente, uma quantidade apropriada da película foi pré-oxidada à temperatura e período decidido por teste de Arrhenius, para os testes subsequentes de biodegradabilidade. O material pré-



CARLOS ALBERTO FERREIRA DO AMARAL JUNIOR
Tradutor Público e Intérprete Comercial
Inglês

3

Nº 42202(001)

Data: 14/05/2014

envelhecido foi caracterizado com respeito a peso molecular através de cromatografia de exclusão de tamanho (CET). A biodegradabilidade do material foi seguida usando medições da quantidade do dióxido de carbono evoluído. O solo do teste de biodegradabilidade foi usado para avaliar o impacto ecológico dos produtos dos processos de degradação.

Material

O material foi 15 /m de espessura em película soprada e consistiu em 99,7% de PEBD e 0,3% de pró-degradante de P-Life designado SMC 2522, produzido em maio de 2008. O material foi enviado pelo encarregado e chegou a SP no dia 26 de maio de 2008. O material foi mantido em um espaço de armazenagem a 3-5 °C até os testes.

Tier 1. Degradabilidade abiótica

Foi executada degradação termo-oxidativa em gabinetes aquecidos com fluxo de ar laminar baixo, a temperaturas diferentes, 55.65 e 75 ± 1 °C. Além disso, o material foi testado também depois de exposição a 40 °C e depois de mantido em atmosfera padrão (23 °C, 50% RH). Após vários períodos um conjunto de amostras de teste foi removido para as medições de alongamento da fratura. Ao término do teste foi executada análise de GPC.

Os testes de Tier 1 foram realizados pela Dra. Nazdaneh Yarahmadi.

Propriedades Mecânicas

Foram executadas provas de ruptura por tração usando Instron 5566 Máquina de Prova Universal equipada com uma Instron Static Load Cell ± 100 N. A velocidade de cruzeta foi fixada a 100 mm/min. O condicionamento e teste foram executados a atmosfera padrão de 23±2 °C e 50±10% RH.

Peso Molecular

A análise de GPC foi realizada usando as seguintes configurações::

Equipamento: Waters Alliance GPCV 2000 Solvente: 1,2,4-triclorbensen a 135 °C, concentração: 1 g/l Calibração: Poliestireno padrão com calibração universal. Data: 080825 e 080918

Técnico: Anders Mårtensson, CTH

Tier 2. Biodegradabilidade

A derradeira biodegradabilidade do material degradado foi examinada sob condições ótimas que simulam ambiente de solo a temperatura ambiente conforme ISO 17556. Método por análise de gás carbônico evoluído foi o analisador Maihak S710 equipado com detector MultorNDIR e medições a cada 14 horas e 40 minutos. Durante o gás carbônico dos recipientes de composto saíam ao ar livre à taxa de 300 ml/min. Três recipientes de composto paralelos (6 1 dissecadores) foram usados para o teste de material oxidado no solo.

Celulose (Merck, pó microcristalino para cromatografia de camada fina, Avicel, 11,0 g,



CARLOS ALBERTO FERREIRA DO AMARAL JUNIOR
Tradutor Público e Intérprete Comercial
Inglês

4

Nº 42202(001)

Data: 14/05/2014

contendo 44,4% C) foi usada como material de referência positivo em três recipientes. Três recipientes também foram usados como espaços em branco, embora só contendo a terra mas nenhum material de teste.

Imagem: Material moído que foi usado nos testes de biodegradabilidade

Os Testes de Tier 2 foram realizados pela Sra. Linda Eriksson e. Catrin Lindblad

Ambiente do solo

O ambiente de terra foi simulado usando-se uma mistura de partes iguais por volume de composto maduro, terra de planta e Vermiculite de tipo concreto. O teste foi executado em princípio de acordo com ISO 17556 a 23 ± 2 °C. Cada recipiente conteve 1239 g da mistura de terra da qual aproximadamente dois terços eram água (os detalhes das análises estão resumidos no apêndice 1).

Resultados - Tier 1

Os resultados das provas de ruptura por tração como uma função de tempo de exposição às temperaturas de teste na Figura 1. Os períodos de exposição para alcançar 100% e 10% alongamento absoluto respectivamente na fratura foram tirados do diagrama abaixo. Leituras de períodos a 75, 65, 55 e 40 °C da Figura 1 para alcançar alongamento respectivamente à fratura de 100% e 10% respectivamente então para traçar curvas apropriadas usando a equação abaixo

$$\ln t = (E/R) 1/T + B$$

Um lote de $\ln t$ vs. $1/T$ deu linhas diretas com o declive E/R que é conhecido como lote Arrhenius (veja a Figura 2). O declive das linhas é uma medida da energia de ativação (E'') para o processo de degradação.

Figura 1. Alongamento na fratura como uma função de tempo de envelhecimento de calor

A energia de ativação E , foi calculada usando a equação: $E = \text{declive} \times R$ onde declive é calculado da Figura 2 e R é o gás constante.

E , foi calculado como sendo 66,6 kJ/mol

Extrapolação dos dados de curto-tempo obtidos pode ser usada para prever o desempenho a temperaturas de serviço diferentes e ambientes de disposição. A seguinte equação pode ser usada para calcular uma vida esperada:

$T_w = T_c \cdot \exp[E_a/R (1/T_w - 1/T_c)]$ onde T_w is o tempo de vida esperado, T_c é o tempo de vida à temperatura elevada,

T_w e T_c estão "em uso" e temperatura elevada respectivamente e E_a é a energia de ativação, que foi determinada como sendo 66,6 kJ/mol



CARLOS ALBERTO FERREIRA DO AMARAL JUNIOR
Tradutor Público e Intérprete Comercial
Inglês

5

Nº 42202(001)

Data: 14/05/2014

Se nós calculamos tempo de vida para o material definido como um período para alcançar 100% em alongamento à fratura e se nós assumirmos 23 °C então como a temperatura em uso, embora usando a determinada energia de ativação nós acharemos que levará aproximadamente 65 dias para o material alcançar este limite. O mesmo resultado é recebido se usarmos o diagrama na Figura 2 e extrapolamos a curva azul à temperatura de 23 °C. Porém, no teste de tempo real a 23 °C, o limite de 100% em alongamento à fratura foi alcançado depois de aproximadamente 98 dias. Este resultado indica que há uma divergência significativa da relação de Arrhenius a temperaturas abaixo de 40 °C para o material investigado.

Um cálculo correspondente de tempo de vida que usa 10% em alongamento à fratura como o critério dá o tempo de vida de cerca de 110 dias a 23 °C. Mas, levando em conta a divergência da relação de Arrhenius esta vida provavelmente deveria ser corrigida para aproximadamente 170 dias.

A partir da Figura 1 foi decidido executar o pré-envelhecimento do material para o teste subsequente de biodegradabilidade durante 240 horas (10 dias) a 65 °C. O peso molecular do novo material e do material pré-envelhecido é determinado na tabela abaixo. Alguns géis podem dissolver a degradação de oxidação adicional e tornar-se disponível para biodegradação derradeira. Porém, ASTM D 6954 declara que o teor de gel não deve ser mais alto que 10%

Tabela 1. Resultados das análises de GPCs

	Não envelhecido	Após 7 dias a 65 °C	Após 10 dias a 65 °C
Mw	131500	23000	8800
Mn	18300	2500	1700
Teor do gel (%)	0	-	Será dado mais tarde

Resultados - Tier 2

O teor de carbono no material de teste pré-envelhecido era 79%. A quantidade acumulada de CO₂ expressada como a porcentagem do máximo valor teórico é apresentada na Figura 3.

O teste de biodegradabilidade foi administrado durante o período de 18 de setembro de 2008 de setembro até julho de 2010.



CARLOS ALBERTO FERREIRA DO AMARAL JUNIOR
Tradutor Público e Intérprete Comercial
Inglês

6

Nº 42202(001)

Data: 14/05/2014

O resultado do teste de biodegradabilidade depois de 607 dias em terra às 23 °C foi 79% do máximo valor teórico e ainda aumenta. Detalhes sobre análises são resumidos nos apêndices 1 e 2.

---- MP9 P-Life 15 um	MP12 P-Life 15 um	---- MP15 P-Life 15 um
— Amostras Médias	MP11 Controle Positivo	---- MP14 Controle Positivo

Figura 3. Quantidade de CO₂ expressa como porcentagem do valor teórico máximo
Resultados - Tier 3

O relatório completo da teste de eco-toxicidade por triagem de plantas mais altas é apresentado no relatório P804363 D, datado 9 de julho de 2010.

Teste de germinação e teste de crescimento foram realizados em terra de três testes de biodegradação viz. Solo de teste: consistiu em mistura de terra e os resíduos do teste de biodegradabilidade do material de teste depois de 623 dias.

Branco: mistura de terra apenas; depois de 623 dias.

Referência positiva: mistura de terra e os resíduos do teste de biodegradabilidade do material de referência (Avicel) depois de 623 dias.

Os testes foram executados em triplicado usando três diferentes plantas viz. Feijão, rabanete e aveia. Foram plantadas 15 sementes em cada teste.

Tabela 2. Resultados da germinação

Planta	Solo	Número de sementes	% do branco
Feijão	Branco	75	100
	Ref. positiva	84	112
	Solo de teste	91	121



CARLOS ALBERTO FERREIRA DO AMARAL JUNIOR
Tradutor Público e Intérprete Comercial
Inglês

7

Nº 42202(001)

Data: 14/05/2014

Rabanete	Branco	73	100
	Ref. positiva	84	115
	Solo de teste	75	103
Aveia	Branco	53*	too
	Ref. positiva	69	130
	Solo de teste	80	151

* De acordo com OCDE 208 pelo menos 70 % dessas sementes em branco devem germinar para marcar o teste como válido.

Tabela 3. Resultados das medições de biomassa secas

Planta	Solo	Biomassa seca (g)	% do branco
Feijão	Branco	39,5	100
	Ref. positiva	42,2	107
	Solo de teste	45,1	114
Rabanete	Branco	28,6	100
	Ref. positiva	31,5	110
	Solo de teste	25,6	90
Aveia	Branco	34,4	100
	Ref. positiva	42,9	125
	Solo de teste	32,2	94



CARLOS ALBERTO FERREIRA DO AMARAL JUNIOR
Tradutor Público e Intérprete Comercial
Inglês

8

Nº 42202(001)

Data: 14/05/2014

Conclusão

O material de teste preenche todos os requisitos declarados em SPCR 141 apêndice

4: elementos estão abaixo dos valores limite altos de acordo com EN 13432

Tier 1 — perda de força mecânica ocorre após 10 dias a 65 °C e Mw está abaixo de 10000.

Tier 2 – biodegradabilidade é > 60 % após 607 dias em solo e ainda aumenta Tier 3 –
germinação e biomassa é >90 % para todas as plantas em comparação com controles.

SP Instituto de Pesquisas Técnicas da Suécia

Tecnologia Química e de Materiais – Tecnologia de Polímeros

(Consta assinatura)

Ignacy Jakubowicz

Especificação técnica para o teste de biodegradabilidade no solo

Tabela 1. Resultados das análises do solo

Análise	Composto maduro	Solo plano	Vermiculite	Solo
pH	7,8	6,9	-	7,5
Teor seco [peso-%]*	44,2	57,8	-	35,1
C, [peso-%]*	7,4	12,7	-	5,7
H, [peso-%]*	6,9	6,0	-	7,9
N, [peso-%]*	0,6	0,33	-	0,29
C/N-quociente*	12,3	38,5	-	19,7
C, amostra seca [peso-%]	16,8	22,0	-	16,3
H, amostra seca [peso-%]	1,6	2,3	-	2,0



CARLOS ALBERTO FERREIRA DO AMARAL JUNIOR
Tradutor Público e Intérprete Comercial
Inglês

9

Nº 42202(001)

Data: 14/05/2014

N, amostra seca [peso-%]	1,3	0,57	-	0,81
Matéria volátil, 550 °C [peso-%]	19,8	24,6	-	17,0
Matéria seca/recipiente [g]	152	160	135	447**

* a condição do material conforme recebido

** o peso total incluindo água foi 1239 g

Tabela 2. Pontos de medição e pesos da amostra no início do teste

Ponto de medição	Peso total incluindo recipiente [kg]	Amostra	Peso da amostra [g]
9	4,5650	P-Life 15 mm; A	12,035
10	4,5735	Controle de branco; A	-
11	4,5395	Controle positivo; A	14,523
12	4,5945	P-Life 15 um; B	12,020
13	4,5430	Controle de branco; B	-
14	4,5285	Controle positivo; B	14,543
15	4,5430	P-Life 15 jim; C	12,040



CARLOS ALBERTO FERREIRA DO AMARAL JUNIOR
Tradutor Público e Intérprete Comercial
Inglês

10

Nº 42202(001)

Data: 14/05/2014

16	4,5300	Controle de branco; C	-
17	4,4750	Controle positivo; C	14,445

Detalhes sobre análises e resultados do teste de biodegradabilidade após 180 e 607 dias no solo a 23 °C. Tabela 1: Peso total dos recipientes após 180 dias do teste e pH após 180 e 607 dias

Amostra	Peso total após 180 dias [kg]	pH após 180 dias	pH após 607 dias
P-Life 15 jim; A	4,4935	6,6	7,9
P-Life 15 jun; B	4,5220	7,4	7,6
P-Life 15 jim; C	4,4695	7,6	7,7
Valor médio: P-Life 15 jun	-	7,2	7,7
Controle positivo; A	4,4675	7,3	7,4
Controle positivo; B	4,4570	7,3	7,5
Controle positivo; C	4,4020	7,5	7,6



CARLOS ALBERTO FERREIRA DO AMARAL JUNIOR
Tradutor Público e Intérprete Comercial
Inglês

11

Nº 42202(001)

Data: 14/05/2014

Valor médio: Controle positivo	-	7,4	7,5
Branco; A	4,5010	6,8	7,3
Branco; B	4,4735	7,3	7,3
Branco; C	4,4600	7,5	7,4
Valor médio; Branco	-		7,4

Tabela 2: Quantidade calculada e medida de dióxido de carbono. Biodegradabilidade = (medida - branco)/teórica

amostra	Teórica máxima CO ₂ [g] após 180 dias 607 dias		Medida CO ₂ [g] após 180 dias 607 dias		Biodegradabilidade [%] após 180 dias 607 dias	
P-Life 15 jim; A	34,86		39,64	85,68	9	79
P-Life 15 jim; B	34,82		37,48	85,09	4	79
P-Life 15 jim; C	34,88		37,07	84,99	2	79



CARLOS ALBERTO FERREIRA DO AMARAL JUNIOR
Tradutor Público e Intérprete Comercial
Inglês

12

Nº 42202(001)

Data: 14/05/2014

Valor médio:	34,85		38,18	85,25	5	79
P-Life						
Controle positivo; A	23,64	46,74	57,57	100,54	87	90
Controle positivo; B	23,68	49,01	57,96	100,69	88	91
Controle positivo; C	23,52	46,84	58,94	102,34	93	94
Valor médio; Controle positivo	23,61	47,53	58,17	101,19	89	92
Branco; A			36,24	56,02		
Branco; B			40,19	63,44		
Branco; C			34,77	55,47		
Valor médio; Branco			37,07	58,31		

* Quantidade total incluindo a contribuição do composto

Nada mais continha o referido documento, que fielmente traduzi para o vernáculo, conferi, achei conforme e dou fé

São Paulo - SP, data ut supra.


Carlos Alberto Ferreira do Amaral Junior

CARLOS ALBERTO F. DO AMARAL JR.
Tradutor Público e
Intérprete Comercial
JUCESP 1863 - Inglês