

Uma Breve Visão Geral sobre Plásticos Biodegradáveis

Original em Inglês preparado por: L.F. Doty, Ph.D
Oxo-biodegradable Plastics Institute
Janeiro de 2005

Tradução livre para o Português: Michael Jack Ktisti
(devidamente autorizada pelo Autor)

PROMOTING OXOBIODEGRADABLE PLASTICS  GLOBALLY

6308 - 131st Street, Edmonton AB, Canada T6H 3Y3 T: 1.780.434.3887 F: 1.780.438.9379 info@oxobio.org

www.oxobio.org



Sumário Executivo:

Este material foi preparado com a finalidade de fornecer uma base para os mentores de políticas em relação à adoção de plásticos biodegradáveis como uma parte de programas para o gerenciamento de resíduos sólidos em suas áreas de influência. Existem várias tecnologias biodegradáveis disponíveis e existem também vários métodos bem documentados e amplamente aceitos para a testagem do desempenho de produtos que utilizam essas tecnologias, desenvolvidos por organizações normatizadoras de padrões internacionalmente aceitas. Entretanto, existem muito poucos critérios publicados que definam o que é um desempenho aceitável para esses produtos, em parte por causa das diferentes necessidades dos usuários. Assim, é importante que os mentores de políticas considerem e quantifiquem as reais necessidades que eles esperam que sejam atendidas pelos plásticos biodegradáveis em suas áreas de atuação, e os custos e benefícios econômicos que esperam atingir. Todas as tecnologias descritas abaixo produzem biodegradabilidade em algumas circunstâncias, e não é provável que uma tecnologia possa suprir todas as necessidades.

Este estudo foi preparado pelo Oxo-Biodegradable Plastics Institute, uma associação comercial que representa os interesses de uma das tecnologias discutidas abaixo.



Objetivo: Este estudo foi preparado pelo Oxo-biodegradable Plastics Institute (OPI), buscando fornecer uma visão geral não-técnica dos plásticos degradáveis, que se espera possa vir a ser de alguma valia para os mentores de políticas em suas avaliações sobre a forma como esses materiais podem vir a contribuir com o gerenciamento seguro dos resíduos sólidos em suas regiões. De forma específica, este estudo discute os mecanismos pelos quais os materiais plásticos retornam ao ecossistema, e delinea os padrões existentes associados a esses processos. Deve ser observado, entretanto, que os plásticos degradáveis somente devem ser considerados como parte, e provavelmente uma pequena parte, de um plano de gerenciamento geral voltado à redução do resíduo sólido, e do retorno do máximo possível desses resíduos ao meio-ambiente na forma mais natural possível. Os leitores devem consultar a Diretiva do Conselho Europeu e Parlamentar sobre Embalagens e Resíduos de Embalagens 94/62/EC [*European Council and Parliament Directive on Packaging and Packaging Waste*] para a abrangência de considerações relacionadas aos resíduos de embalagens na Europa.

Introdução: Produtos fabricados a partir de plásticos vêm sendo largamente utilizados desde meados dos anos 50 do século passado. O número de aplicações para esses produtos continuou a crescer enquanto a ciência produzia resinas e blendas de resinas que aprimoravam suas propriedades, assim como as tecnologias para o processo dessas resinas em produtos e o seu uso. Algumas das características gerais dos plásticos que os tornam atrativos para a maioria dos usos comuns a que estão associados, incluindo embalagens, são a sua força e resistência, durabilidade e longa vida, baixo peso, excelente barreira contra água e gases, resistência à maioria dos agentes químicos, excelente processabilidade e baixo custo. Essas propriedades, que fazem do plástico o material de escolha para várias aplicações, são também um problema ao final da vida útil desses produtos, especialmente o uso único em produtos como sacolas e outras formas de embalagem. A sua inércia inerente permite que persistam no ambiente e o seu baixo custo fazem com que sejam altamente descartáveis.

Os plásticos, apesar de presentes por toda parte, não são o principal componente dos fluxos de resíduos municipais. Um estudo recente na Califórnia constatou que 9,6% dos resíduos em aterros sanitários eram plásticos, e que apenas uma fração disso era representada por materiais de embalagem. Resíduos de papel, material orgânico e resíduos de construção juntos representavam por quase $\frac{3}{4}$ do total de resíduos. Apesar de tudo, produtos plásticos descartados têm aparência desagradável e causam outros problemas quando ingeridos pela vida selvagem ou quando, na forma de sacolas, formam uma barreira entre o ambiente e o lixo que contém, e limitam a capacidade do material em biodegradar.

Diversos níveis de influência ao redor do mundo utilizaram uma variedade de estratégias para lidar com esta questão, particularmente no que se refere a sacolas plásticas; Taiwan banuiu as sacolas plásticas; a Irlanda aplica uma taxa sobre elas; a Califórnia obriga ao uso de uma fração de material reciclado em sua fabricação; a Europa obriga a sua exclusão do fluxo de lixo



orgânico destinado à compostagem, enquanto outros consideram o uso de tecnologias biodegradáveis. Existem prós e contras associados a cada uma dessas estratégias - de natureza ambiental e/ou econômica. O OPI representa uma indústria que oferece uma alternativa viável que se encaixa neste espectro geral – produtos degradáveis de custo relativamente baixo, que retornam ao ambiente em certas situações de descarte, através de uma rota cientificamente bem entendida.

Histórico

1. Famílias de Produtos

Plásticos oferecidos como degradáveis ou biodegradáveis estão comercialmente disponíveis há mais de 20 anos. Foram desenvolvidos especificamente para lidar com a questão da persistência de produtos plásticos descartados no ambiente, sejam descartados em aterros sanitários, locais de compostagem ou, de forma inapropriada, como lixo nos oceanos e cursos d'água. Os primeiros produtos eram baseados nas resinas plásticas tradicionais – por exemplo, polietileno – que eram misturados com uma quantidade inexpressiva de amido. Na presença de água, os produtos feitos a partir desses materiais desintegram-se em pequenos pedaços de resina, e o amido então biodegradava. Nos Estados Unidos, em particular, esses materiais foram duramente criticados, já que a base plástica não biodegradava; simplesmente desintegrava em pequenos pedaços que não podiam ser percebidos. A Comissão de Comércio Federal dos EUA forçou os produtores a remover o apelo degradável, e esses produtos, em sua maioria, saíram do mercado. Ainda existem companhias que oferecem produtos aparentemente similares, mas é importante que se entenda como eles desempenham.

Em seguida a isso, várias companhias, algumas delas importantes empresas químicas multinacionais, desenvolveram novos polímeros que biodegradam no ambiente. Alguns destes utilizam amido e outros produtos "naturais" como matérias-primas; outros utilizam derivados de petróleo. Essas matérias-primas são quimicamente modificadas, algumas em fábricas químicas tradicionais; algumas em reatores biológicos, buscando criar plásticos com propriedades úteis. Estes não devem ser confundidos com as blendas de amido mencionadas acima. Nenhum desses caminhos ou matérias-primas é inerentemente melhor do ponto de vista ambiental que o outro. Existem estudos reais publicados que mostram que as necessidades gerais de energia de alguns dos processos baseados em materiais naturais são maiores do que as necessidades gerais de energia dos processos derivados de petróleo ("*O Quão Verdes são os Plásticos Verdes?*", [*How Green are Green Plastics?*], T.U. Gerngross and S.C. Slater, *Scientific American* (agosto de 2000)). Vários desses produtos estão atualmente disponíveis comercialmente. Eles se enquadram na classe geral de polímeros hidrobiodegradáveis. Isso quer dizer que a molécula de polímero reage com a água e hidrolisa para formar moléculas menores que podem ser digeridas por microorganismos.



Um terceiro tipo de polímero degradável que está disponível há alguns anos é baseado em poliolefinas tradicionais (polietileno, polipropileno, poliestireno) às quais é adicionado um catalisador que acelera a oxidação do polímero, fazendo com que este quebre em moléculas menores que, diferentemente do polímero base, são passíveis de serem dissolvidas por água. Esses fragmentos menores ficam então disponíveis para os microorganismos sob a forma de uma fonte de energia - por exemplo, alimento. É esse tipo de produto – plásticos oxi-biodegradáveis – que os membros do OPI produzem.

2. **Questões de Desempenho:**

Um problema inerente que precisa ser superado no desenvolvimento de polímeros que biodegradam, é que as propriedades que os tornam úteis como embalagens são contrárias às propriedades que permitem a sua biodegradação. Por exemplo, o amido/blendas plásticas originais apresentam dois problemas básicos. O primeiro, mencionado acima, é que apenas a porção de amido da blenda realmente biodegrada. O segundo, é que esses produtos careciam de resistência e particularmente resistência à água. Quando sacolas fabricadas a partir desses produtos eram usadas para reter produtos contendo água, como por exemplo, rejeito doméstico, ou eram expostas à umidade ambiental (chuva), apresentavam tendência de desintegração antes que os produtos nelas contidos atingissem o seu destino.

Os novos produtos hidrobiodegradáveis, que são geralmente baseados em moléculas de ocorrência natural quimicamente modificadas, como os amidos, também apresentam o mesmo problema de desempenho na presença de água que as antigas blendas de amido, apesar de isso estar de certa forma sendo tratado pela nova tecnologia.

Os plásticos oxi-biodegradáveis – ou OPB's - não sofrem esse problema, já que não são afetados pela água; entretanto, existe um outro lado em relação a isso. Os OPB's não biodegradam tão rápido quanto alguns dos produtos hidrobiodegradáveis, apesar disso não ser geralmente uma questão/problema prático. Além disso, a taxa de degradação dos OPB's é relacionada com a temperatura ambiente. Apesar disso poder ser de certa forma controlado, são necessárias temperaturas acima de 40°C, (como é comum em aterros sanitários) instalações de compostagem controlada, e luz solar direta para a obtenção de taxas de degradação comercialmente expressivas.

Existem exemplos em todas as famílias de produtos que se mostram eficazes nos usos para que são projetados. É importante que os usuários escolham o produto certo para o uso pretendido. Uma questão atual da indústria é que a terminologia empregada vem apresentando diferentes significados para diferentes públicos, e algumas afirmações tem trazido um certo descrédito em relação à indústria como um todo.

3. **Questões Econômicas:**



Um recente artigo na *BioCycle* [*BioCycle*, pp 43-45, (setembro 2004)], uma revista de negócios ambientais, destacou uma questão que confronta os plásticos biodegradáveis – estes são mais caros do que os plásticos tradicionais. O benefício da degradabilidade/biodegradabilidade não é gratuito. Além disso, as propriedades dos plásticos com essas características são em geral relativamente diferentes daquelas dos plásticos tradicionais que substituem.

O artigo da *BioCycle* compara sacolas baseadas em uma tecnologia hidrobiodegradável (polímeros baseados em amido modificados quimicamente) com aquelas baseadas na tecnologia oxi-biodegradável oferecida por diversas empresas membros do OPI. As sacolas foram utilizadas para coleta de lixo para compostagem de restaurantes na área de São Francisco. Concluiu-se que as sacolas OBP (nome comercial ECOSAFE®) custavam ao redor de 55% a mais do que as sacolas não biodegradáveis, enquanto as sacolas hidrobiodegradáveis custavam 700-900% a mais do que as sacolas não biodegradáveis. Também importante mencionar que enquanto as sacolas OBP mostraram-se ligeiramente mais frágeis do que as sacolas não biodegradáveis (uma propriedade facilmente corrigível no caso das sacolas OBP), o seu desempenho foi satisfatório, enquanto as sacolas hidrobiodegradáveis não desempenharam de forma satisfatória para vários usuários.

De modo similar, já que a tecnologia oxi-biodegradável envolve apenas a adição de materiais catalisadores às tradicionais poliolefinas, sem modificar as estruturas químicas tradicionais desses materiais, podem ser processados nos produtos acabados através a utilização do mesmo equipamento e praticamente dentro de condições de processamento idênticas aos produtos que substituem. Este não é o caso dos sistemas hidrobiodegradáveis, que exigem condições de processamento muito diferentes.

3. Padrões, Especificações e Definições:

As blendas de amido/poliméricas foram desacreditadas porque, enquanto anunciadas como biodegradáveis, apenas a porção de amido da blenda realmente biodegradava. Recentemente, o Estado da Califórnia promulgou uma legislação que exige o atendimento de Normas ASTM para que os produtos possam ser anunciados como degradáveis, biodegradáveis ou compostáveis. Esta é uma reação à confusão envolvendo esses termos, e enquanto parece fazer sentido, assume que as especificações ASTM são atuais e precisas e se aplicam a todas as condições e necessidades.

É essencial definir alguns termos-chave: As seguintes definições são literalmente transcritas da norma ASTM 6400-04 "Especificação Padrão para Plásticos Compostáveis" [*Standard Specifications for Compostable Plastics*]:

- **Plástico Biodegradável:** um plástico degradável no qual a degradação resulta da ação de microorganismos de ocorrência natural, tais como bactérias, fungos e algas [*a degradable plastic in which the degradation results from the action of naturally occurring microorganisms such as bacteria, fungi and algae.*].



- **Plástico Compostável:** Um plástico que experimenta degradação por processos biológicos durante a compostagem, produzindo CO₂, água, componentes inorgânicos e biomassa a uma taxa consistente com outros materiais compostáveis conhecidos e que não deixa qualquer material visível, perceptível ou tóxico. [*a plastic that undergoes degradation by biological processes during composting to yield CO₂, water, inorganic compounds, and biomass at a rate consistent with other known compostable materials and leave no visible, distinguishable or toxic material.*].
- **Plástico Degradável:** Um plástico projetado para experimentar uma mudança significativa em sua estrutura química sob condições ambientais específicas, resultando em uma perda de algumas propriedades que podem ser medidas por métodos de teste padrão apropriados ao plástico e sua aplicação em período de tempo que determina a sua classificação. [*a plastic designed to undergo a significant change in its chemical structure under specific environmental conditions, resulting in a loss of some properties that may be measured by standard test methods appropriate to the plastic and the application in a period of time that determines its classification.*].

A especificação padrão ASTM e o correspondente Padrão Europeu EN13432:2000 fornecem os parâmetros de desempenho específicos que o plástico e as embalagens plásticas devem atender para serem considerados como compostáveis. Não existem padrões correspondentes que podem ser usados diretamente em relação a plásticos que entram no meio-ambiente de formas diferentes da compostagem – por exemplo, lixo marinho ou em aterros sanitários, apesar do seu desenvolvimento estar sendo considerado pela ASTM. Outro padrão-chave (não uma especificação) é a ASTM D 6954-04. Este padrão reconhece a oxi-biodegradação como um processo de dois estágios, e fornece um guia do caminho para medir a eficácia relativa dos produtos que utilizam essa tecnologia.

Todos os padrões acima contêm requisitos (apesar de que na ASTM6954-04 estes não são quantificados) nas seguintes áreas:

1. Devem degradar ou desintegrar em fragmentos visualmente imperceptíveis em um período de tempo especificado.
2. Devem biodegradar, em uma determinada taxa mínima, em CO₂, água, material inorgânico e biomassa.
3. Os produtos resultantes da biodegradação não devem ser ecotóxicos ou danosos ao meio-ambiente, e, no caso da compostagem não devem impactar negativamente a qualidade do composto.

Como base de fundamentação a esses requisitos estão vários métodos de teste padrão referenciados, pelos quais se mede o desempenho de produtos plásticos nas áreas prescritas. Esses métodos incluem amostragem, configuração experimental, interpretação de dados e seus assemelhados. Não é a finalidade deste artigo rever todos esses métodos, mas é importante que quem quer que esteja realizando os testes esteja bem informado sobre eles e siga os vários protocolos.



4. Plásticos Oxi-biodegradáveis

Os plásticos Oxi-biodegradáveis (OBP's) são plásticos que retornam ao ecossistema através de um processo de 2 estágios. A maioria dos plásticos comumente usados para aplicações únicas como embalagens, por exemplo, são poliolefinas — cadeias entrelaçadas e cruzadas de hidrocarbonetos simples. Essas cadeias possuem pesos moleculares muito altos (centenas de milhares) versus pesos moleculares de 18 para a água e 44 para o CO₂. Outros produtos familiares à base de hidrocarbonetos são os combustíveis, como a gasolina e o óleo diesel. Uma propriedade dos hidrocarbonetos é a insolubilidade em água e também o fato de que não são passíveis de serem umedecidos por água.

Quando se fala em biodegradação, isto se refere ao processo pelo qual os microorganismos utilizam o material em questão como uma fonte de energia ou alimento. Enquanto a cadeia de hidrocarbonetos das poliolefinas é uma excelente fonte de energia, existem dois problemas práticos. Primeiro, os microorganismos comumente associados aos processos biológicos “trabalham” em meios aquosos. Já que os hidrocarbonetos não são passíveis de serem umedecidos por água, não podem ser acessados por esses microorganismos. Segundo, as cadeias poliméricas são muito grandes para serem ingeridas por microorganismos, e não contêm qualquer oxigênio.

Para que aconteça a biodegradação, essas cadeias poliméricas precisam ser reduzidas, passíveis de serem umedecidas por água e incorporar oxigênio em sua estrutura. É sabido [G. Scott *et al*, Ed. *Atmospheric Oxidation and Antioxidants 2nd ed*, Elsevier, London (1993) [*Oxidação Atmosférica e Antioxidantes*]) que as poliolefinas reagem muito lentamente com o oxigênio atmosférico, e que o processo oxidativo “quebra” a cadeia polimérica em fragmentos menores passíveis de serem umedecidos por água. Nas poliolefinas tradicionais, essa reação é muito lenta para levar à biodegradação em um período de tempo significativo. Os OBP's contêm aditivos que catalisam ou aceleram essa reação oxidativa sob condições específicas. Essas condições são tais que o produto plástico não degrada até que seja necessário, mantendo assim suas funcionalidades como material de embalagem. Além disso, a água não é necessária à reação oxidativa e dela não participa. Isso significa que os produtos fabricados com OBP's não são afetados pela presença de água até que sejam oxidados, diferentemente dos produtos baseados em amido ou hidrobiodegradáveis, que precisam da água para iniciarem a degradação.

Os aditivos usados para promover ou catalisar o processo de oxidação são tipicamente de origem orgânica, (carbono ou hidrogênio) contendo sais de metais de transição. Os metais de transição por si só são micronutrientes necessários, em pequenas quantidades, à vida. As condições que provocam a iniciação da reação de degradação nos OBP's são: temperatura e/ou luz, juntamente com a disponibilidade de oxigênio atmosférico. Essa reação pode ser de certa forma programada para permitir a diferenciação em determinadas condições e usos.



Tipicamente, esses plásticos são projetados para degradar em pequenos pedaços imperceptíveis no período de alguns meses, dependendo do método de descarte. Os pequenos pedaços, contendo uma proporção de cadeias reduzidas de polímeros oxidados, continuam então a oxidar e as moléculas oxidadas a biodegradar.

A capacidade dos plásticos oxi-biodegradáveis em degradar (requisito 1 acima) e biodegradar (requisito 2 acima) foi demonstrada em laboratório e em situações reais de compostagem, aterros sanitários e lixões. A ausência de efeitos ecotoxicológicos adversos (requisito 3 acima) também foi demonstrada e estes não apresentam nenhum impacto negativo na qualidade do produto em uma situação de compostagem. [*Environmental Degradable Plastics based on Oxo-biodegradation of Conventional Polyolefins*". N.C. Billingham et al, 7th World Conference on Biodegradable Polymers and Plastics, Tirrenia (Pisa) Itália (4-8 junho, 2002)].

Considerações Políticas

É relativamente fácil demonstrar, através de testes aceitos e bem documentados, a capacidade ou incapacidade dos produtos plásticos em degradar e biodegradar, na extensão e velocidade com que isso acontece. Atualmente, entretanto, especificações padrão somente estão disponíveis para degradação/biodegradação em situações de compostagem. É importante definir os tipos de produtos que estão sendo considerados (por exemplo, sacolas plásticas, outras embalagens plásticas, utensílios plásticos, etc), o ambiente de descarte (lixões, solo, aterro sanitário, compostagem) e entender os custos associados às várias opções de políticas. Em geral, supondo que o produto plástico atenda o critério de desempenho para o seu uso pretendido, é importante:

1. Definir o tipo de produto que será descartado.
2. Definir as condições sob as quais se espera que ocorra o descarte, incluindo:
 - O perfil de temperatura.
 - exposição à água, luz solar, ar – quanto e por quanto tempo
 - método de descarte – aterro sanitário, compostagem, lixões (terrestres ou marítimos), solo
3. Obter certificação do fornecedor, por exemplo, Folha de Dados de Segurança de Material [*Material Safety Data Sheet*] confirmando que o produto é seguro.
4. Amostras de teste do produto sob condições de laboratório que simulem o ambiente de descarte em relação à sua capacidade de degradar e biodegradar.
 - A desintegração é tipicamente medida como a fração do produto que consegue ultrapassar uma tela de 2 mm ou o teste de tensão do produto degradado ou a redução de peso molecular.
 - A biodegradação é medida pela inoculação da amostra com microorganismos adequados e a medição da evolução de CO₂ ou



evolução de metano (em condições anaeróbicas) através de um período de tempo.

5. Medição da toxicidade do resíduo biodegradado através da observação de tópicos como: taxas de germinação, taxas de sobrevivência, peso de organismos sensíveis em meios contendo o resíduo.

A informação acima irá fornecer medidas relativas em relação à capacidade dos vários produtos de degradar e biodegradar; entretanto, além das medidas de toxicidade, não existem especificações "aprovado/reprovado" como algo necessário ao atendimento dos objetivos da região/jurisdição de aplicação da política. Por exemplo, se a visão desagradável do lixo em forma de sacolas plásticas for a questão principal, a ação primária deve ser a educação da população para a sua prevenção - através da promoção da reutilização, reciclagem e descarte final em um meio aprovado - por exemplo, lixões ou uma instalação de compostagem. Sacolas que degradam e biodegradam podem ser parte do "conserto", mas não devem ser comunicadas como tal, já que isso simplesmente valida o ato de descartar detritos.

Os atributos das sacolas para essa finalidade devem incluir:

- Um período de degradação em um ambiente externo típico da região (temperatura, exposição à luz do sol, umidade, etc), com alongamento por tensão como uma medida de degradação.
- Evidência de biodegradação do produto degradado, através de medição por respirometria.
- Testes de ecotoxicidade demonstrando a ausência de impacto em organismos sensíveis.
- Qualidade do composto ou do solo.

As medições específicas para cada um desses pontos devem ser definidas pela autoridade local. Alternativamente, diretrizes intermediárias podem ser adotadas antes do estabelecimento de especificações para vários meios, a partir de organismos internacionais normatizadores de padrões, como a ASTM e o CEN. Essas diretrizes estão sendo desenhadas e o OPI é parte neste processo. Entretanto, deve ser mencionado que este é um processo lento e que poderá levar vários anos para ser concluído.

Exemplos de Testes Exigidos:

O Apêndice A (não disponível neste material) é uma breve compilação dos testes que suportam as afirmações quanto ao desempenho da degradabilidade de produtos baseados nas tecnologias oxi-biodegradáveis. Esses testes foram fornecidos por cortesia da EPI, Environmental Products Inc, uma empresa membro do Oxo-biodegradable Plastics Institute, e são indicativos dos tipos de testagem exigida pelos usuários desta tecnologia antes da aquisição de produtos que a utilizam.



Além disso, dependendo do ambiente de descarte, os mentores de políticas podem exigir medições de biodegradação. A ASTM especifica os Métodos de Teste D5988 e D5338 para medir a biodegradação em ambientes de compostagem e de solo, respectivamente. Esses, em resumo, medem a taxa de mineralização dos plásticos através da medição da geração de dióxido de carbono em um ambiente controlado representativo das condições de descarte. Finalmente, será importante também que os plásticos em questão não produzam resíduos ecotóxicos. Nesses testes, o impacto de certas plantas e animais específicos (agrião, minhocas, daphnias), medidos por taxas de germinação, taxas de sobrevivências e taxas de crescimento em ambientes de descarte contendo os resíduos da degradação, é determinado em relação aos mesmos ambientes sem esses resíduos.

O Guia Padrão ASTM 6954-04 especifica os testes e procedimentos necessários para comparar e classificar materiais oxi-biodegradáveis em uma variedade de ambientes de descarte. Esses testes são virtualmente iguais aos prescritos pela ASTM D6400-04, que é a especificação padrão para plásticos compostáveis. Esse último padrão, entretanto, oferece critério "aprovado/reprovado" para compostagem e é direcionado a plásticos hidrobiodegradáveis. Como observado acima, o Padrão D6954-04 não oferece critério "aprovado/reprovado". Está em andamento um processo para o desenvolvimento de tais especificações em uma variedade de ambientes de descarte (Consulte www.oxobio.org e entre na página "Membros").

Espera-se que isso dê aos mentores de política um direcionamento em relação às necessidades do mercado e o tipo de complexidade de testes exigidos.

(Todos os Direitos da Versão em Português Reservados para a GMCJ e para o Tradutor, Michael Jack Ktisti; Tradução Livre para o Português autorizada pelo autor do Estudo, Mr. Lee Doty em 21 de setembro de 2005. Proibida Publicação ou Reprodução total ou parcial da versão em inglês e da tradução para o português sem Prévia Autorização do Tradutor, que detém todos os Direitos Autorais da Versão em Português e os Direitos de Publicação da Versão em Inglês no Brasil).