

A EVOLUÇÃO DOS MATERIAIS POLIMÉRICOS AO LONGO DO TEMPO

Antonio Augusto Gorni

Editor Técnico, Revista Plástico Industrial

Na verdade, os materiais poliméricos não são novos - eles têm sido usados desde a Antiguidade. Contudo, nessa época, somente eram usados materiais poliméricos **naturais**. A síntese artificial de materiais poliméricos é um processo que requer tecnologia sofisticada pois envolve reações de **química orgânica**, ciência que só começou a ser dominada a partir da segunda metade do século XIX. Nessa época começaram a surgir polímeros **modificados** a partir de materiais naturais. Somente no início do século XX os processos de **polimerização** começaram a ser viabilizados, permitindo a síntese plena de polímeros a partir de seus meros. Tais processos estão sendo aperfeiçoados desde então, colaborando para a obtenção de plásticos, borrachas e resinas cada vez mais sofisticados e baratos, graças à uma engenharia molecular cada vez mais complexa.

1000 A.C.	Os chineses descobrem o verniz extraído de uma árvore (<i>Rhus vernicflua</i>), aplicado na forma de revestimentos impermeáveis e duráveis. Ele seria usado em móveis domésticos até a década de 1950.
79 A.C.	Descoberta do âmbar , uma resina termoplástica proveniente de árvores fossilizadas. Ele é encontrado principalmente na costa do Mar Báltico. Ele permite a fabricação de pequenas peças através de moldagem por compressão. Plínio, o Velho (23-79 A.C.) cita esse material em sua obra <i>História Natural</i> .
0 A.C.	Descoberta do chifre como material conformável. Ele se comporta como uma chapa de material termoplástico, podendo ser cortado e moldado após ter sido aquecido em água quente. Lâminas desse material podem ser sobrepostas de forma a se produzir peças com maior espessura. Antigamente botões de roupa e outros produtos eram feitos com chifre moído aglomerado com um ligante (como, por exemplo, sangue) através de moldagem por compressão.
400	Moldagem e corte de cascas de tartaruga , de forma similar ao chifre. Até há algumas décadas eram comuns os óculos feitos com esse material.
800	Surgimento da gutta-percha , uma resina natural presente na casca de árvores da Malaia.
1550	Primeira menção à borracha natural feita por Valdes após uma expedição à Central América. Os nativos usavam esse material como artigos esportivos e impermeáveis há milhares de anos.
1596	John Huyglen von Linschoeten relata usos da goma laca após uma visita à Índia.
1650	John Tradescant introduz o uso da gutta percha no Ocidente após suas viagens para coleta de plantas no Oriente. Esse material foi usado para fabricar desde mangueiras

	de jardim até móveis, tendo sido substituído como revestimento de cabos submarinos na década de 1940.
1770	Priestley atribui o nome de <i>rubber</i> à borracha, uma vez que ela consegue remover marcas em um papel (em inglês, "to rub" significa raspar, rasurar).
1820	Thomas Hancock (Inglaterra) descobre que a borracha vigorosamente plastificada se torna plástica e capaz de fluir.
1835	Regnault relata a produção, até então inédita, de cloreto de vinila , monômero do P.V.C.
1838	Descoberta do nitrato de celulose Regnault descobre o PVC na França, mas como uma curiosidade de laboratório.
1839	Charles Goodyear (E.U.A.) descobre a vulcanização , processo que consiste na adição de enxôfre à borracha natural, tornando-a mais forte e resiliente. Isso viabilizou seu uso como importante material de engenharia Descoberta, em laboratório, do poliestireno . Contudo não havia condições plenas para sua fabricação na época.
1840	Alexander Parkes (Inglaterra) desenvolve a <i>Parkesina</i> , um resina moldável a base de nitrato de celulose , material extremamente inflamável.
1845	Robert William Thompson inventa o pneu de borracha.
1851	Nelson Goodyear patenteia e comercializa a ebonite , material produzido pela vulcanização da borracha usando excesso de enxôfre. É uma resina dura, escura e brilhante usada por mais de 100 anos na fabricação de bolas de boliche e placas para uso dentário, neste caso com cor rosada. O surgimento deste material é um marco fundamental na história dos polímeros, pois foi o primeiro material termofixo usado comercialmente e também envolveu a modificação de um polímero natural.
1854	Uma mistura de goma-laca com serragem é patenteada como material para moldagem por Samuel Peck (E.U.A.), para uso em estruturas e maletas.
1858	Os químicos Friedrich Kekulé e Archibald Couper demonstram que as moléculas orgânicas são constituídas de átomos de carbono combinados quimicamente em diferentes formatos.
1859	Butlerov descreve os polímeros a base de folmaldeído.
1865	Descoberta do acetato de celulose.
1869	John Wesley Hyatt, dos E.U.A., vence uma competição para fabricar uma bola de bilhar melhor. Ele usou um novo material chamado celulóide , uma versão comercial do nitrato de celulose ou nitrocelulose com adição de cânfora para redução de fragilidade.
1870	Os irmãos Hyatt patenteiam o uso do nitrato de celulose e cânfora, obtendo-se um material semelhante ao chifre, o celulóide .
1872	Adolph Bayer, da Alemanha, registra reações entre fenóis e aldeídos, gerando substâncias resinosas.
1876	Sementes de seringueiras do Brasil são contrabandeadas por Sir Henry Wickham e mandadas posteriormente à Ásia, onde constituíram a base da indústria mundial de borracha.

1880	Uma gravadora berlinense começou a usar goma-laca para a fabricação de discos fonográficos, devido à capacidade desse material em reproduzir detalhes finos de formato. De fato, a goma-laca foi usada até 1952 na fabricação de discos fonográficos, quando foi substituído pelo P.V.C.
1884	Bernigaud produz fibras a partir da celulose, que posteriormente receberiam o nome de rayon .
1885	George Eastman Kodak patenteia a máquina para produzir filme fotográfico contínuo.
1887	Goodwin inventa o filme fotográfico de celulóide e seu processo de fabricação.
1891	Chardonnet, na França, regenera celulose via nitrato.
1892	Primeira síntese do celofane , um filme transparente produzido a partir da regeneração da viscose , ou seja, celulose dissolvida. Contudo, somente na década de 1910 esse material atingiria maturidade comercial
1894	Cross e Bevens introduzem o acetato de celulose após desenvolverem pesquisas sobre ésteres de celulose para se encontrar alternativas não-inflamáveis ao nitrato de celulose (celulóide).
1897	Adolph Spitteler, da Bavária (Alemanha), descobre (provavelmente por acidente) e patenteia resinas a base de caseína. Este material é feito a partir de leite batido e coalhado, curado por imersão em formaldeído. Seu nome comercial era galatita .
1899	Arthur Smith, da Inglaterra, patenteia resinas de fenol-formaldeído, que substituem a ebonite como isolador elétrico.
1900	Descoberta do silicone por Frederic Stanley Kipping.
1903	Stern & Topham desenvolvem método para se produzir seda artificial, a chamada viscose .
1907	Leo Baekeland, dos E.U.A., consegue a primeira de suas 177 patentes relativas a resinas de fenol-formaldeído.
1908	Charles Frederick Cross inventa o celofane , mistura de acetato de celulose e viscose rayon.
1909	Leo Baekeland, dos E.U.A., patenteia a Baquelite , a primeira resina termofixa a substituir materiais tradicionais como madeira, marfim e ebonite. Baquelite se tornou sinônimo deste material. Hermann Staudinger inicia o desenvolvimento da borracha sintética (isopreno) Hugh Moore funda a Dixie Cup Co., fabricante de copos descartáveis, especialmente para atender a uma lei promulgada no estado de Kansas (E.U.A.), a qual proibia o uso de xícaras comunitárias em trens. Seu objetivo era restringir a disseminação de doenças como a tuberculose.
1910	Iniciada a produção de meias femininas na Alemanha. Construída a primeira fábrica de rayon nos E.U.A.
1911	Brandenberger, na Suíça, inicia a produção comercial do celofane
1912	Ostromislensky, na Rússia, patenteia um processo de polimerização do cloreto de vinila, obtendo-se PVC . Contudo, a decomposição do polímero durante o processo inviabiliza seu desenvolvimento comercial. Fritz Klatte patenteia um método para a

	<p>produção de seu monômero, cloreto de vinila; ele logra polimerizá-lo em PVC, mas essa resina ainda teria de esperar até a década de 1930 para ser produzida em escala comercial</p> <p>La Cellophane S.A. é a primeira empresa a produzir comercialmente celofane na França.</p>
1914	Início do uso de soluções de acetato de clulose como verniz para aviões e de madeira compensada para fuselagens.
1916	F.H. Banbury, dos E.U.A., patenteia o famoso moinho que leva seu nome.
1918	Hans John prepara resinas através da reação de uréia com formaldeído.
1919	Introdução comercial do acetato de celulose .
1920	A década de 1920 marca o início de uma "era de ouro" nas descobertas sobre síntese de polímeros. É quando Hermann Staudinger, da Alemanha, se envolve na pesquisa fundamental sobre os mecanismos de polimerização de moléculas orgânicas.
1921	O rayon começa a ser produzido comercialmente.
1922	Hermann Staudinger, da Alemanha, sintetiza a borracha.
1924	Fibras de acetato de celulose.
1926	<p>Hermann Staudinger inicia o trabalho que provará que os polímeros são constituídos de moléculas em forma de longas cadeias formadas a partir de moléculas menores a partir de polimerização. Anteriormente se acreditava que os plásticos eram compostos de anéis de moléculas ligados.</p> <p>Kurt Meyer & Herman Mark usam raios X para examinar a estrutura interna da celulose e outros polímeros, fornecendo evidência suficiente da estrutura multiunitária de algumas moléculas</p> <p>A primeira injetora comercial foi patenteada na Alemanha, mas a produção em escala industrial só se tornou possível em 1937.</p>
1927	<p>A descoberta de plastificantes adequados para o acetato de celulose viabiliza esse material como alternativa para o celulóide, que é bem mais inflamável.</p> <p>Aparece o PVC</p> <p>W. Semon, da B.F. Goodrich (E.U.A.), descobre como plastificar facilmente o PVC</p> <p>Otto Rohm, na Alemanha, desenvolve o poli(metilmetacrilato) e inicia sua produção, em escala limitada, em Darmstadt.</p>
1928	<p>Ziegler inicia seus trabalhos sobre química organometálica e lança os fundamentos para a catálise na polimerização do polietileno e polipropileno</p> <p>Início da produção de PVC nos E.U.A.</p>
1929	<p>A Dunlop Rubber Co., da Inglaterra, produz, pela primeira vez, a espuma de borracha.</p> <p>Surge a borracha sintética de polisulfeto (Thyokol) e resinas a base de uréia-</p>

	formaldeído.
1930	<p>A BASF/I.G. Farben (Alemanha) desenvolve o poliestireno. A Dow Chemical Co. (E.U.A.) iniciou o desenvolvimento dessa resina nesse mesmo ano, mas a produção comercial só se iniciou em 1937.</p> <p>W.L. Semon, da B.F. Goodrich (E.U.A.) modificou o P.V.C. de forma a melhorar sua transformação e aumentar seu potencial comercial.</p>
1931	<p>J.A.Hansbeke desenvolve o neoprene.</p> <p>A Imperial Chemical Industries - I.C.I. (Inglaterra) desenvolve o polietileno, quase por acidente, quando E.W. Fawcett e R.O. Gibson observam uma pequena quantidade de uma cera produzida após experimentos com etileno.</p> <p>Surge o neoprene, outro tipo de borracha sintética</p> <p>A empresa Formica patenteia o material homônimo (núcleo de papel fenólico revestido superficialmente de uréia-formaldeído), iniciando um negócio de enorme sucesso</p> <p>Início da produção do P.V.C. na Alemanha</p>
1932	<p>Aperfeiçoamentos em compostos de uréia-tiouréia-formaldeído na British Cyanides Co. gera a produção de resinas de uréia-formaldeído</p> <p>Desenvolvimento da Buna N (acrilonitrila-butadieno) e Buna S (estireno-butadieno) na Alemanha</p> <p>Início da produção comercial de neoprene nos E.U.A., pela Du Pont</p>
1933	<p>Descoberta do processo de polimerização do processo de polimerização sob alta pressão do polietileno</p> <p>Pesquisadores da I.C.I. (R. Hill e J.W.C. Crawford) iniciam o desenvolvimento do poli(metil metacrilato) - PMMA, que seria mais tarde comercializado com os nomes comerciais de lucite, plexiglas, acrílico, etc.</p> <p>Produção dos primeiros artigos de poliestireno moldados por injeção.</p>
1934	Wallace Hume Carothers, da Du Pont (E.U.A.) desenvolve o nylon , originalmente na forma de fibra.
1935	<p>Carothers e Du Pont patenteiam o nylon.</p> <p>A Henkel patenteia a produção de resinas baseadas em melamina.</p>
1936	<p>A I.C.I. patenteia a polimerização do polietileno a partir do etileno.</p> <p>Uso do PVA, poli(acetato de vinila), e do poli(vinilbutiral) em vidros laminados de segurança</p> <p>Iniciada a produção em larga escala de poliestireno na Alemanha.</p>

<p>1937</p>	<p>Wallace Carothers se suicida antes que o nylon seja apresentado ao público, o que ocorreria entre 1938 e 1939, com a marca comercial de Exton. O mais irônico é que Carothers se matou por se achar um fracasso.</p> <p>Otto Bayer começa o desenvolvimento dos poliuretanos na I.G. Farben.</p> <p>A Alemanha começa a produção comercial de borrachas sintéticas, estireno-butadieno (Buna S) e butadieno-acrilonitrila (Buna N).</p> <p>Inicia-se a produção de poliestireno nos E.U.A.</p>
<p>1938</p>	<p>Roy Plunkett (Du Pont) descobre acidentalmente o teflon ou PTFE - poli(tetrafluoretileno). Ele constatou que um cilindro cheio desse gás estava, na verdade, vazio. Ao cortá-lo, verificou-se a presença de um resíduo branco em seu interior. Nasceu assim o teflon...</p> <p>Surgem fibras de nylon 66, fabricadas nos E.U.A. pela Du Pont</p> <p>Iniciada a produção comercial de melamina.</p>
<p>1939</p>	<p>A I.C.I., da Inglaterra, patenteia o processo de cloração do polietileno.</p> <p>A mesma empresa inicia a produção comercial de polietileno de baixa densidade</p> <p>Iniciada a produção de resinas de melamina-formaldeído e poli(cloreto de vinilideno)</p> <p>Iniciada a produção industrial de PVC nos E.U.A.</p> <p>Mangueiras de gasolina feitas de neoprene, fornecido pela Du Pont, tornam-se comum nos E.U.A.</p>
<p>1940</p>	<p>Resinas de acrílico (PMMA) começam a ser largamente usadas em janelas de aviões.</p> <p>Produção de borracha butílica nos E.U.A.</p> <p>Início da produção de PVC na Inglaterra.</p>
<p>1941</p>	<p>A I.G. Farben (Alemanha) começa a produção de poliuretanos.</p> <p>A Kinetic Chemical Ltd patenteia o teflon.</p> <p>J.R. Whinfield e J.T. Dickson (Calico Printers Association) conseguem produzir fibras de PET - poli(tereftalato de etileno), sendo lançado com o nome comercial de Terylene.</p>
<p>1942</p>	<p>Alemanha: desenvolvimento de silicones e resinas a base de fluorcarbono</p> <p>E.U.A.: borrachas de estireno-butadieno (SBR).</p> <p>Início da produção industrial de silicone</p> <p>A Becton Dickinson Co. desenvolve a primeira embalagem "blister" termoformada.</p>

1943	<p>Construída a primeira planta em escala piloto para a fabricação de teflon (PTFE). A produção comercial só teria início em 1950.</p> <p>Começam os estudos sobre o uso de fibras de vidro como agentes de reforço para resinas plásticas.</p> <p>Primeiros usos industriais do poliuretano</p> <p>Introdução do poliisopreno nos E.U.A.</p>
1946	<p>Os organosóis e plastissóis são introduzidos no mercado americano</p> <p>A Wachusett Tools & Dies Co., dos E.U.A., inova usando ligas de cobre-berílio na cavidade de moldes para resinas plásticas</p> <p>A Chrysler usa, pela primeira vez, lentes de acrílico nas lanternas traseiras de seus veículos</p> <p>Earl S. Tupper começa a produzir copos de polietileno, dando início à famosa Tupperware Co.</p> <p>Valdes Kohinoor Inc., dos E.U.A., inicia a produção de "zippers" de náilon.</p>
1947	<p>Surgimento das resinas epóxi</p> <p>O.D. Black & D. Mackey, da R.C.A., criam o primeiro circuito impresso.</p>
1948	<p>Surgimento dos polímeros ABS e fibras de acrílico.</p>
1949	<p>Brasil: Fundada a primeira fábrica de poliestireno, a Bakol S.A., em São Paulo.</p>
1950	<p>Iniciada a produção comercial do poliestireno de alto impacto.</p> <p>Surgimento das fibras de poliéster</p> <p>Início da produção de PTFE (Teflon) em larga escala pela Du Pont</p> <p>A mesma firma introduz o polietileno clorossulfonado e fibras de acrílico no mercado americano</p> <p>A Kautex Werke introduz o primeiro equipamento comercial para moldagem por sopro, com pré-forma extrudada continuamente e extremidade aberta.</p>
1951	<p>Desenvolvimento do processo para produção de espuma de poliestireno, material mais conhecido pelo nome comercial de isopor. L. Meyer & A. Hwell requerem a primeira patente para o processo de pultrusão William H. Willert, dos E.U.A., inventou a injetora com plastificação através de rosca; a patente foi requerida em 1956 mas a indústria só a aceitou a partir de 1962, deflagrando uma revolução na moldagem por injeção.</p>
1952	<p>Iniciada a produção de discos LP (long-play) e compactos feitos de PVC, substituindo as resinas fenólicas e a base de goma laca que eram usadas até então</p> <p>A Du Pont inicia a comercialização de filmes de PET orientados.</p>

<p>1953</p>	<p>Iniciada a produção do PEAD - polietileno de alta densidade, sob a marca comercial Polithene, da Du Pont.</p> <p>Karl Ziegler (Alemanha) desenvolve catalisadores de íons metálicos para promover a polimerização regular do polietileno. Giulio Natta (Itália) desenvolve catalisadores de íons metálicos para a produção de polímeros isotáticos, tais como o polipropileno. Ambos receberam um Prêmio Nobel em 1963 pelo feito.</p> <p>Hermann Staudinger recebe o Prêmio Nobel de Química pelo seu estudo sobre os polímeros.</p> <p>Desenvolvimento do policarbonato por Hermann Schnell.</p> <p>A G.M., em associação com a Morrison Molded Fiberglass Products Co., produz experimentalmente 300 automóveis <i>Corvette</i> com carroceria totalmente feita em poliéster termofixo reforçado com fibra de vidro.</p>
<p>1954</p>	<p>Desenvolvimento de espumas de poliuretano nos E.U.A.</p> <p>A A.T.T. aprova o uso de cabos revestidos de PE no primeiro cabo telefônico submarino entre os E.U.A. e a Europa</p> <p>A Mobay (que mais tarde receberia o nome de Miles Inc.) introduz o poliuretano nos E.U.A.</p>
<p>1955</p>	<p>Produção comercial de PEAD através dos processos Phillips (catalisadores de óxido de metal) e Ziegler (catalisadores de alquila de alumina)</p> <p>Consegue-se a polimerização do poliisopreno, a porção sintética da borracha natural, pelo processo de Ziegler-Natta; a primeira aplicação comercial surgiu em 1959</p> <p>Brasil: entra em operação a Eletrocloro (atual <i>Solvay</i>), em Rio Grande da Serra SP, produzindo PVC.</p>
<p>1956</p>	<p>Surgimento dos poliacetais (polioximetileno)</p> <p>Iniciada a aplicação em larga escala de resina epóxi reforçada com fibra de vidro na fabricação de circuitos impressos.</p>
<p>1957</p>	<p>Produção comercial de polipropileno pela Montecatini, sob a marca Moplen, usando os catalisadores de Ziegler-Natta, que permitem maior controle sobre a estrutura do polímero.</p>
<p>1958</p>	<p>Pesquisas sobre policarbonatos produzidos a partir do bis-fenol A na Alemanha (Bayer) e E.U.A. (General Electric Co.) levam à produção comercial dessa resina.</p> <p>Brasil: Entra em operação a Union Carbide, em Cubatão SP, produzindo polietileno de baixa densidade</p> <p>Surgimento da primeira embalagem comercial de PEAD moldada por sopro nos E.U.A.</p>
<p>1959</p>	<p>Iniciada a produção de acetais (POM) pela Du Pont (E.U.A.), sob a marca comercial</p>

	<p>Delrin</p> <p>Início da produção de fibras de carbono pela Union Carbide.</p>
1960	Surgimento da borracha de etileno-propileno e das fibras <i>spandex</i> .
1961	Construído o primeiro vagão-tanque ferroviário com plástico reforçado nos E.U.A.
1962	<p>As poliimidas são introduzidas comercialmente pela Du Pont (E.U.A.)</p> <p>A Phillips lança o copolímero em bloco de estireno-butadieno</p> <p>A Du Pont lança a poliimida, resina termoplástica que suporta até 400°C</p> <p>A Pennwalt Co. lança o polivinilideno</p> <p>A Shell Chemical lança um amplo programa promovendo o uso de PEAD na fabricação de garrafas para acondicionamento de leite.</p>
1963	<p>Ziegler e Natta recebem o Prêmio Nobel de Química pelos seus estudos sobre catalisadores para a síntese de polímeros.</p> <p>F.H. Lambert desenvolve um processo para a moldagem de poliestireno expandido, material mais conhecido pela marca comercial Isopor (R).</p>
1964	<p>A G.E. lança o poli(óxido de fenileno)</p> <p>Os projetistas britânicos Gibbs & Cox iniciam um estudo de viabilidade de um navio caça-minas com 92 metros de comprimento, o qual se tornou realidade posteriormente</p> <p>Entrada em operação comercial da primeira máquina para a produção de garrafas sopradas de PEAD para acondicionamento de leite.</p>
1965	<p>A Du Pont (E.U.A.) inicia a produção comercial das polissulfonas.</p> <p>A General Electric (E.U.A.) e a Aku (Holanda) introduzem o P.P.O.</p> <p>Surgem os poliésteres aromáticos e os ionômeros.</p> <p>Surgem os copolímeros em bloco de estireno-butadieno, dando origem aos elastômeros termoplásticos.</p> <p>Desenvolvimento do Kevlar, fibra de alta resistência, por Stephanie Kwolek</p> <p>A Owens-Corning Fiberglass inicia a construção de tanques subterrâneos de gasolina feitos de plástico reforçado.</p>
1966	<p>A Shell Chemical lança o Kraton, um elastômero termoplástico estirênico usado em adesivos sensíveis à pressão e componentes de sapatos</p> <p>Introdução de fibras óticas feitas de polímero.</p>
1967	Criada, no Brasil, a Petroquisa, subsidiária da Petrobrás dedicada à petroquímica.

1968	<p>A Union Carbide desenvolve seu processo de polimerização sob baixa pressão denominado Unipol, tornando possível a síntese de polímeros otimizados, tais como o polietileno linear de baixa densidade - PELBD.</p> <p>Lançada a primeira garrafa de PVC para bebidas alcoólicas nos E.U.A. Contudo, ela é logo removida do mercado por não ter sido aprovada pelo governo. Isso não ocorreu na Europa, onde o PVC foi muito popular na fabricação de garrafas para água e vinho</p>
1960-1970	<p>Outros desenvolvimentos no período: adesivos de cianoacrilato, copolímeros de etileno-acetato de vinil, ionômeros, polibenzidiazolas, tanques de combustível feitos de PEAD.</p>
1970	<p>A Coca-Cola inicia testes de mercado usando garrafas de plástico transparentes. Tratava-se da primeira garrafa plástica do mundo para acondicionar bebidas carbonatadas, feita de metacrilonitrila/estireno - AN. Este, sem dúvida, é um marco histórico dos mais importantes na história do plástico, quando se considera o enorme impacto que a garrafa de plástico teve no mercado de refrigerantes, substituindo totalmente as garrafas de vidro no final da década de 1970 nos E.U.A. e no final da década de 1990 no Brasil. A garrafa de AN, infelizmente, foi proibida em 1977 pela Food and Drug Administration para uso em bebidas carbonatadas. Foi a oportunidade para que o projeto de garrafa da Du Pont, que usava o PET como resina, ganhasse o mercado. Um aspecto vital para a viabilização dessa aplicação do plástico foi o desenvolvimento do processo de sopro de garrafas com estiramento biaxial, processo que a Du Pont desenvolveu neste ano e patenteou em 1973.</p> <p>A Hoechst lança o poli(tereftalato de butileno) - PBT na Alemanha</p> <p>As primeiras garrafas plásticas para óleos comestíveis nos E.U.A. são feitas de PVC</p>
1972	<p>Começa a funcionar, em Mauá (SP), a Petroquímica União, que viabilizou a produção de resinas plásticas em grande escala no Brasil, com a criação da Poliolefinas (atual OPP, produtora de PEBD), Polibrasil (PP), Porquigel (PS), Trikem (PVC), etc.</p> <p>A I.C.I. lança a poli(étersulfona) na Inglaterra</p> <p>A Toyo Seikan, no Japão, desenvolve uma garrafa multicamada feita de polipropileno e poli(álcool etilenovinil) para aplicações envolvendo produtos alimentícios</p>
1973	<p>A produção mundial de plásticos supera a de aço, tomando como base o volume de material fabricado.</p>
1974	<p>Ocorre o primeiro grande choque do petróleo após conflitos no Oriente Médio, afetando profundamente a indústria dos plásticos. O óleo cru sobe 300%, forçando um aumento de 200% no preço do etileno, o principal insumo da indústria petroquímica, e uma elevação de 50 a 100% no preço de polímeros sintetizados por via petroquímica. Cresce o interesse pela reciclagem de plásticos. Até então a reciclagem era paga pelos proprietários da sucata plástica! Depois de 1974 esse insumo passa a ser comprado pelos interessados.</p>
1975	<p>A Union Carbide começa a produção comercial de polietileno linear de baixa</p>

	densidade - PELBD nos E.U.A. usando seu processo Unipol
1976	<p>A Du Pont lança o Zytel ST (PA 6,6).</p> <p>As patentes sobre os catalisadores de Ziegler-Natta para a produção de PP, que eram propriedades da Montedison, estão para vencer, motivando a construção de inúmeras plantas na Europa para a produção dessa resina. Tal massificação fará com que o PP seja apelidado de "o novo aço doce" nos anos seguintes...</p> <p>São lançados no mercado utensílios de plástico para uso em fornos de micro-ondas</p> <p>As primeiras garrafas de PET para refrigerantes são produzidas em escala comercial pela Amoco para a Pepsi-Cola</p>
1977	A I.C.I. sintetiza, pela primeira vez, o PEEK .
1978	Atuando de forma independente, a Union Carbide e a Dow Chemical conseguem grandes reduções no custo do PEBDL, viabilizando economicamente o filme feito com essa resina.
1979	O início de atividades do Polo Petroquímico de Camaçari (BA) e a implantação de sua Central de Matérias Primas (COPENE) viabilizou o surgimento de outros fabricantes brasileiros de plásticos: Politeno (PEBD e EVA), Polialden (PEAD), Trikem (PVC), EDN (PS), Polipropileno (atual Polibrasil, fabricante de PP), Policarbonatos (PC), CPB (ABS/SAN) e outras.
1970-1980	Outros desenvolvimentos no período: polibuteno isotático , poli(tereftalato de butila) , elastômeros termoplásticos baseados em copoliésteres , poli(sulfeto de fenileno) , borracha de polinorborno , poliarilatos , polifosfazenos , lentes de contato flexíveis, moldagem por injeção reativa (RIM), garrafas para bebidas feitas de PET, espumas estruturais, poliétersulfona , polimerização em fase gasosa (Unipol), poliarilatos , sacos de supermercado feitos de PEAD.
1980	<p>Lançamento comercial do polietileno linear de baixa densidade (PEBDL).</p> <p>Neste ano foram produzidas 2,5 bilhões de garrafas para refrigerante em PET; que eram virtualmente inexistentes em 1976.</p> <p>Inicia-se o uso intensivo de esterilização através de radioatividade, abrindo um novo mercado para o uso dos plásticos na medicina</p>
1981	A Monsanto introduz o Santoprene , que foi o primeiro elastômero olefínico com vulcanização dinâmica a ser introduzido no mercado.
1982	<p>A G.E. introduz a poli(éterimida).</p> <p>Pesquisadores da Bayer, em conjunto com os desenvolvedores da tecnologia de <i>compact discs</i>, desenvolvem novos graus de policarbonato de alta transparência mais adequados para este tipo específico de aplicação.</p>
1983	<p>A I.C.I. e a Bayer lançam o PEED, PES e PPS como novos termoplásticos de engenharia.</p> <p>A FCC, agência federal americana, exige que carcaças de plástico que alojam</p>

	<p>circuitos eletrônicos em eletrodomésticos apresentem bloqueio eletromagnético.</p> <p>A crescente popularização dos fornos de micro-ondas promove o desenvolvimento das primeiras embalagens próprias para cozimento neste tipo de forno.</p>
1984	<p>Pela primeira vez é usado um tanque de combustível feito de plástico num automóvel americano, usando PEAD sulfonado para aumentar as propriedades de barreira da resina. Esse tipo de tanque já era usado na Europa e em veículos militares americanos.</p>
1985	<p>Entrada em operação do Polo Petroquímico de Triunfo (RS) que, com sua Central de Matérias-Primas (COPEsul), viabilizou novas empresas produtoras de plásticos: Poliolefinas (atual OPP, produtora de PEBD e EVA), PPH (atual OPP, produtora de PP), Ipiranga Petroquímica (PEAD) e Petroquímica Triunfo (PEBD).</p>
1987	<p>A 3D Systems (E.U.A.) introduz a estereolitografia.</p>
1980-1990	<p>Outros desenvolvimentos no período: polissilanos, polímeros de crystal líquido, fibras com alto módulo, poli(éter-éter-cetona), polímeros condutores, poli(metilpenteno), conformação por pultrusão, substituição dos agentes de expansão a base de fluorocarbono.</p>
1990	<p>Começa a era dos plásticos biodegradáveis: a Warner Lambert desenvolve o Novon, resina a base de amido; a I.C.I. lança do Biopol.</p> <p>A Eastman Chemical Co. e a Goddyear conseguem reciclar com sucesso garrafas de PET pós-consumo, transformando o polímero em monômero puro.</p>
1995	<p>Lançados as primeiras resinas polimerizadas usando-se os catalisadores de metaloceno</p> <p>Ocorre, no Brasil, a privatização do setor petroquímico.</p>
2000	<p>Novas tendências no desenvolvimento de polímeros. O desenvolvimento de resinas a partir do zero se torna bem mais raro. A ênfase atual está na formulação de polímeros já existentes de forma a se obter materiais com propriedades otimizadas.</p> <p>A preocupação com a reciclagem dos polímeros torna-se assunto de máxima importância, uma vez que seu desenvolvimento e uso serão inviáveis caso esse problema não seja adequadamente resolvido. Começa a reciclagem em larga escala de garrafas de poliéster e PEAD.</p>

- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. [Plastics Timeline](#), @ Tangram Technology Site.
2. ANON. Curso Básico Intensivo de Plásticos. Jornal de Plásticos, Niterói, 1997.
3. RODRIGUEZ, F. Principles of Polymer Systems, Taylor & Francis, Washington, 1996.
4. ANON. [Chemistry and Progress](#), Clariant Magazine, 2/2000, p.20-27.
5. ROSATO, D.V. Rosato's Plastics Encyclopedia and Dictionary. Hanser Publishers, Munich, 1993.