

# CMA – Poliuretanos

Felipe B. Pinto	61387	MIEQB
Antonio P. Torres		LEQB
Francisco Duarte		LEQB

26 de novembro de 2023

## Conteúdo

I	Introdução	1	1	Timeline[1] . . . . .	3
III	Ultilidade	3	2	Breakdown das propriedades[1] . . .	3

## I – Introdução

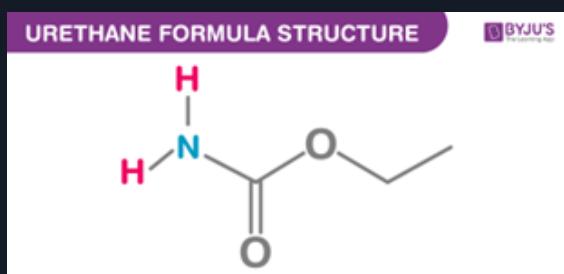
No nosso dia-a-dia contactamos várias vezes com polímeros ainda que, em caso geral, nem sequer estejamos completamente conscientes de que aquele objeto com o qual estamos a interagir seja polimérico, ou a que polímero se devem as suas características. De entre estes, um dos mais comuns é a Esponja. De entre o leque de componentes, um dos que é mais relevante para o mundo da Engenharia Química é o Poliuretano, material presente nas esponjas, frigoríficos, carros, ténis, entre outros.

O Poliuretano é um Polímero Sintético, criado pelo Professor Otto Bayer (Químico Alemão) em 1937. Como o nome indica, é constituído por várias “Poli” unidades do monómero “Uretano” ou Carbamato, ligados entre si por ligações covalentes. O Uretano tem a fórmula química:  $C_3H_7NO_2$ , de acordo com a configuração que podemos observar na figura abaixo:

O Poliuretano é um Elastómero extremamente versátil, dado que pode assumir propriedades de Elastómeros Termoplásticos (*TPEs*) ou Elastómeros Termoendurecíveis (*TSEs*), dependendo de qual for a metodologia de processamento.

O facto de ser um Elastómero garante-lhe a tendência de voltar à sua forma original depois ser deformado (característica mais comummente associada à borracha). Quando a fonte de tensão é removida do sistema, o material tende a reverter a deformação sofrida, re-configurando as suas cadeias de monómeros para voltar ao estado inicial. Deste modo, são compostos que se comportam como mola e cujo comportamento pode ser previsto usando o Modelo do Oscilador Harmónico (VERIFICAR).

O Poliuretano Termoendurecível é usado para a criação de materiais que sacrificam essa propriedade para em troca obter uma grande durabilidade, dureza e rigidez. São também materiais



que têm elevada resistência térmica, subindo o ponto de fusão consideravelmente, resultando na capacidade de aguentar temperaturas de ordem elevada (VALOR) e elevada resistência a fontes abrasivas, sendo por exemplo usado frequentemente na construção de edifícios mais eco-friendly (que será desenvolvido mais à frente na secção da [Utilidade](#)).

Estas características advêm da capacidade dos polímeros termoendurecíveis formarem redes tridimensionais. A formação destas redes é promovida pelo processo de cura, mas mais notoriamente conhecido como cross-linking. A forma original destes polímeros são resinas líquidas, que após serem aquecidas são sujeitas a Processamento de Feixe de Elétrões ou Electron Beam Processing (EBP). Este método consiste no disparo de elétrões, que colidem com átomos de hidrogénio, libertando-os da cadeira, o que possibilita a formação de ligações covalentes entre, no caso do Poliuretano, os átomos de carbono de cadeias adjacentes. Deste modo, o Poliuretano adquire uma estrutura definida e resistente, com a tridimensionalidade referida acima. Porém, por muito que seja sequencialmente aquecido e arrefecido, nunca poderá voltar ao seu estado original, dado que se degrada e torna inutilizável. Ainda que materiais com estas características tenham um tempo de vida substancial, não são a melhor escolha de uma perspectiva ambiental, visto não serem recicláveis.

O Poliuretano Termoplástico não tem as propriedades do Termoendurecível, não significando porém que terá menos utilidades. Ao não sacrificar a capacidade de retornar à sua forma original, é extremamente útil, e muito relevante na nossa rotina! As esponjas para lavar a loiça são uma ferramenta indispensável, mas nem sempre nos perguntamos “porque será que as esponjas conseguem sempre retornar à sua forma original?”. Primeiramente, termoplásticos são constituídos por stacking de cadeias lineares, sem fenómenos de cross-linking. As cadeias não se ligam por ligações covalentes, não obstante de poderem interagir por Forças de Van de Walls ou Pontes de Hidrogénio, tornando-se extremamente móveis e organizando-se de modo a formar estruturas cristalinas, ao contrário dos termoendurecíveis. Adicionalmente, estes polímeros podem ser sequencialmente aquecidos e arrefecidos, de modo a retornar ao seu formato original, sendo portanto recicláveis.

---

## III - Utilidade

---

### 1 Timeline[1]

1937 Alemanha Descoberto e patentado por Otto Bayer e colegas

1940 2ª Guerra Mundial

Brevemente após a criação desse novo polímero teve grande utilidade como um barato e fácil de obter alternativa a borracha. Foi extensivamente utilizado para revestimentos de diversos tipos, desde acabamentos de aviões até uniformes mais resistentes. Foi a primeira introdução de espuma rígida em aviões.

1941 Adesivos entre borracha, metal e vidro

1948 Primeiro uso de insulação em um barril de cerveja.

1953 Usado como couro sintético em sólas de sapatos

1959 Roupas Espaciais

Desenvolvido pela NASA, foi usado como revestimento em trajes espaciais para missões em mero

curto

1967 Alemanha BMW K67 "Plastic Car"

Considerando o primeiro carro completamente feito de plástico no mundo. Partes do carro foram feitos usando um novo processo de criação chamado *reaction injection molding* (RIM)

1973 Patins

Rodas de poliuretano termoplásticos melhoraram e popularizaram patins

1995 Incluído em rodas de bicicleta para melhorar performance

1979 Invenção da espuma isolante em spray

2001 Incluído em rodas de carro para melhorar performance

2004 Usado nos ventrículos do coração artificial *SynCardia* aprovado para uso clínico

2008 Pavimento poroso *Elastopave* permite permeabilidade de ar e água pelo pavimento

2010 Uso essencial na estrutura do primeiro avião movido a luz solar a voar ao redor do planeta

2011 Primeira planta que manufatura poliuretano a partir de dióxido de carbono aberta na Alemanha

### 2 Breakdown das propriedades[1]

Poliuretano é composto por isocianatos (em excesso) e poliols, normalmente na presença de catalizadores ou exposição a ultra violeta. A variação dos seus compostos e quão densa é formada a espuma (usando agentes de expansão) podem ser explorados para preparar um material que se encaixa nas mais variadas funções e necessidades.

## Densidade da espuma[1]

**Baixa** Uso comum de dioxido de carbono como agente extensor para criar uma espuma macia e confortável, comumente usado em sofás ou camas.

**Média** Em espumas rígidas, prendendo gás como pentano optimiza propriedades de insulação

**Alta** Não usando nenhum agente expansor resulta numa estrutura de consistência densa e resiliente que foi usada em rodas de patins por exemplo.

## 2.1 Isocianatos[2]

Costumam ser divididos em dois tipos: aromáticos e alifáticos, onde os primeiros são muito mais comumente usados.

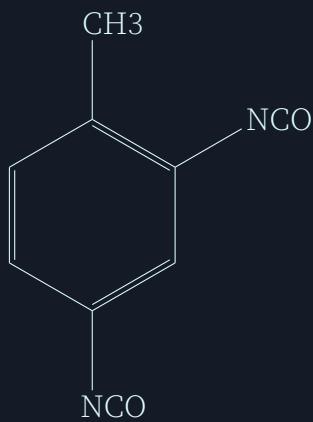
Os Isocianatos aromáticos se dividem (majoritariamente) em duas categorias tolueno diisocianato (TDI) e metilenodifétil diisocianato (MDI):



4,4'-diphenylmethane diisocyanate (MDI)

(i) MDIs

São divididos em duas formas: MDI puros e MDI Polimétricos (pMDI). Quando usados na produção de espumas de poliuretanos garantem **maior rigidez e propriedades isolantes**, essas espumas são bastante aplicadas no **isolamento de casas e refrigeradores** garantindo menor consumo energético também podemos encontrar em **sólas de sapatos**.



2,4 - toluene diisocyanate (TDI)

(ii) TDI

Os TDIs são primariamente usados para produção de espumas **flexíveis e leves**, essas são usadas na **fabricação de móveis, roupas de cama e revestimento de automóveis**. Em aplicações no transporte garante **peças mais leves** aumentando a eficiência energética.

## 2.2 Peças de automóveis

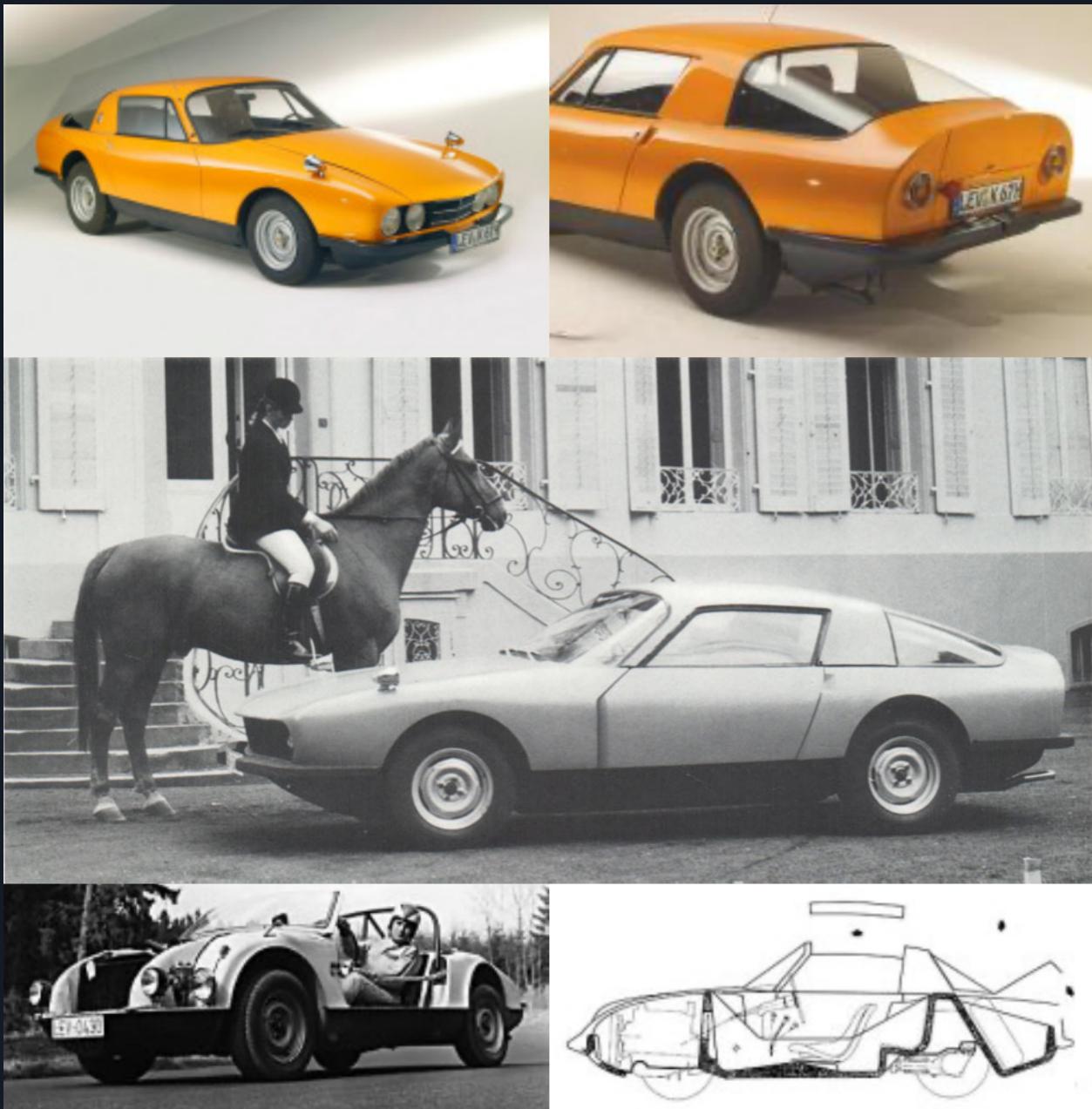


Figura 1: Compilação de fotos do *Bayer's All plastic car*, também conhecido como o [carro de poliuretano](#), foi o primeiro carro feito completamente de plástico no mundo, poliuretano foi extensamente usado na composição das peças[3]

## 2.3 Isolamento de casas e refrigeradores

### (i) Spray de Poliuretano (SPF)[4]

Dois líquidos combinam para reagir e formar o SPF no momento que ele é expelido pelo spray, esses dois líquidos vêm em diferentes containers geralmente referidos por profissionais como parte “A” composto de MDI e pMDI e parte “B” composto de um blend de poliols, catalizadores, agente expansor, retardador de chama e surfactante.

**Nota:** Os lados “A” e “B” podem se reverter fora dos estados unidos. Esta é uma aplicação bastante utilizada por sua versibilidade superar a menor qualidade do material comparado com outros iso-

lantes, os barris podem ser trazidos para a construção e a reação ser feita diretamente nas paredes permite acomodar qualquer forma alem de ocupar uma area muito maior como espuma do que como reagentes.



Figura 2: Aplicação do SPF na parte interna de paredes em construções[5]

## 2.4 Isolamento de freezers[6]

Em 2012 foi comercializada por Whirlpool Corp. o primeiro freezer que usa como isolante a espuma de poliuretano usando como agente extensor HFO (Hidrofluorolefinas).

## 2.5 Couro de Poliuretano (PU Leather)

1950 – Sneackers[7] Nessa época vários móveis e roupas que faziam uso de couro ou borracha vulcanizada passaram a usar o couro artificial, reduzindo o preço de produção.



Figura 3: Propaganda de Sneakers em 1990 que utilizavam PU Leather[7]

## Referências

- [1] “What is polyurethane? - Polyurethanes — polyurethanes.org.” <https://www.polyurethanes.org/what-is-it/>, Aug 2022. [Accessed 26-11-2023].
- [2] “Diisocyanates Explained - American Chemistry Council — americanchemistry.com.” <https://www.americanchemistry.com/industry-groups/diisocyanates-dii/diisocyanates-overview/diisocyanates-explained/>. [Accessed 26-11-2023].
- [3] hatari007, “1967 bmw bayer k67 “plastic car”.” <https://hatari007.tumblr.com/post/168857304449/1967-bmw-bayer-k67-plastic-car-the-bayer-k67>, Dec 2017. [Accessed 26-11-2023].
- [4] “Spray Polyurethane Foam (SPF) Basics — spraypolyurethane.org.” <https://www.spraypolyurethane.org/spf-insulation-basics/>, Aug 2018. [Accessed 26-11-2023].
- [5] “Spray polyurethane foam insulation service by Insulation Masters Inc. — insulationmasters.com.” <https://insulationmasters.com/spray-polyurethane-foam-insulation/>. [Accessed 26-11-2023].
- [6] “Whirlpool refrigerators become first commercial application for a polyurethane insulation system using HFO blowing agent — plasticstoday.com.” <https://www.plasticstoday.com/whirlpool-refrigerators-become-first-commercial-application-polyurethane-insulation-system-using-hfo>. [Accessed 26-11-2023].
- [7] D. Foster, “We got a new GTI (July – August 1983)..” <https://fostersfamousshoes.wordpress.com/2020/07/21/we-got-a-new-gti-july-august-1983/>, Jul 2020. [Accessed 26-11-2023].