



CHEMICALS

PLASTICS

FIBRES

FABRICS

PACKAGING

ENGINEERING

# **“UTILIZAÇÃO DA CINZA DA CASCA DE ARROZ COMO CARGA EM MATRIZ DE POLIAMIDA 6”**

Waldir Pedro Ferro (Radici/IPEN)

Marcos Santana (Radici)

Hélio Wiebeck (EPUSP)

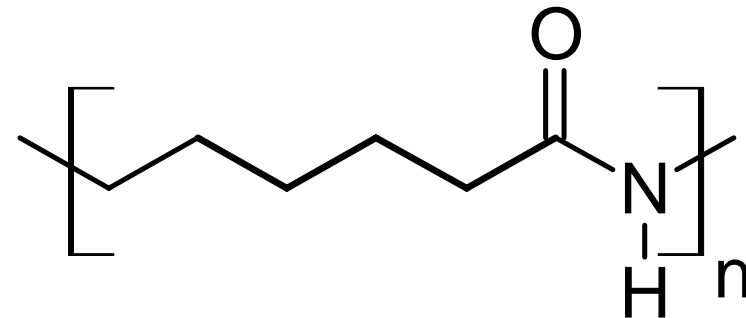
Leonardo Gondim (IPEN)

# Poliamida 6

- É um dos mais importantes plásticos de engenharia no mundo, com aplicações nas mais diferentes áreas:
  - Automobilística: maçanetas e gatilhos, portinholas, calotas, conectores, cover.
  - Elétrica: tomadas, disjuntores, conectores.
  - Engenharia, construção: fixadores, buchas, engrenagens.
  - Alimentício: embalagens.

# Estrutura PA 6

- Macromoléculas de segmentos alifáticos lineares unidos por ligações amida/amida para formar cadeias de massa molar numérica média ( $M_n$ ) entre 11.000 e 40.000 g/mol. São termoplásticos semicristalinos de fácil processabilidade, com boa resistência mecânica e química.

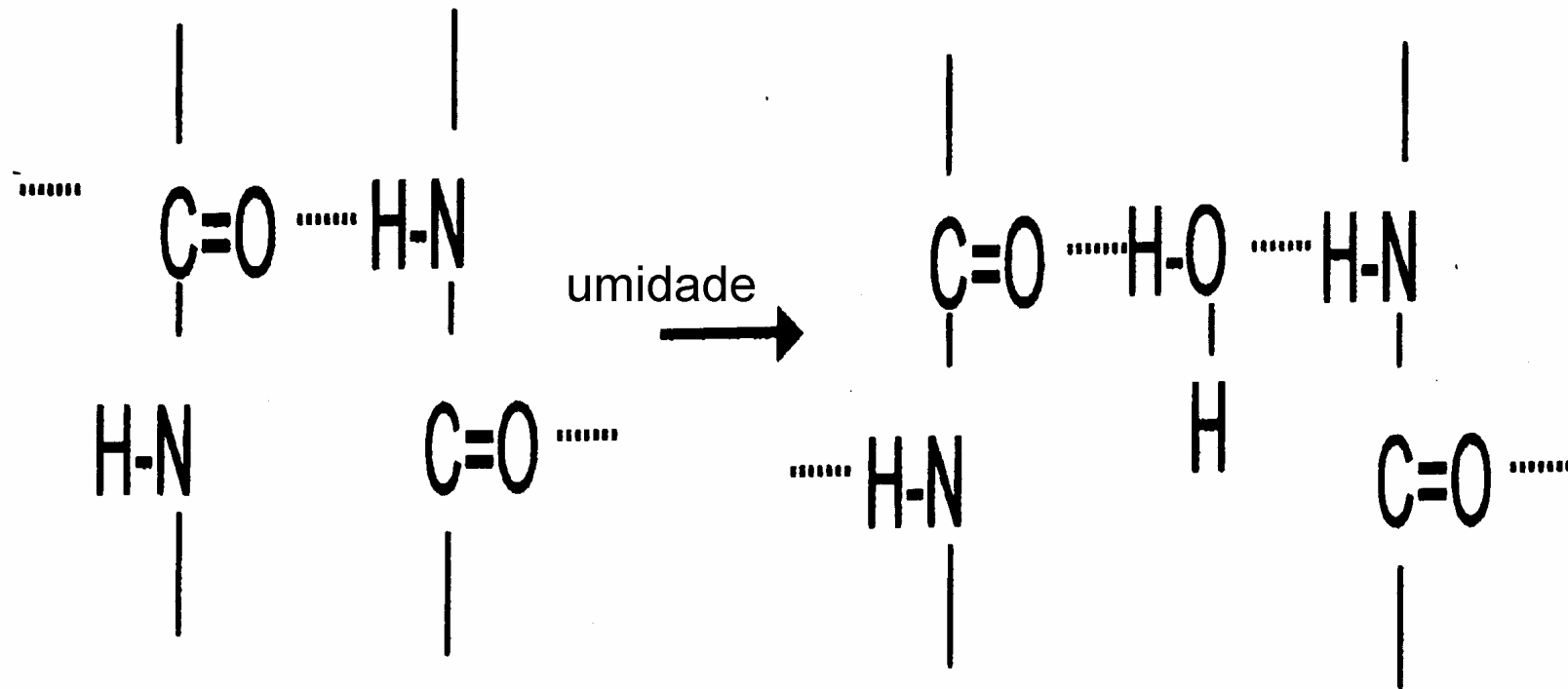


**poliamida 6 – poli( $\epsilon$ -caprolactama)**

# Comparativo

- $\text{H}_2\text{O}$ , MM = 18 g/mol,  $D = 1 \text{ g/cm}^3$ .  
 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$  ( $6,02 \times 10^{23}$  moléculas)  
 $V = 18 \text{ cm}^3$  ou 18 mL. Copo 200 mL.
- PE, MM até  $10^6$  g/mol,  $D = 0,91 \text{ g/cm}^3$ .  
 1 mol ( $6,02 \times 10^{23}$  moléculas)  
 $V = 1.098.901 \text{ mL}$  ou 1098 L (pouco mais de  $1 \text{ m}^3$ ).

# Ligações amida/amida e a hidratação da PA 6



# Cargas Minerais

- São substâncias que alteram a resistência do polímero a altas e baixas temperaturas, proporcionam ótima estabilidade dimensional (diminuição da contração pós-moldagem) e diminuição na absorção de água. Devido ao seu preço relativamente baixo, pode reduzir custos, dependendo da percentagem utilizada na composição da resina.
- CaCO<sub>3</sub>, Talco, MEV.

# Talco ( $3\text{MgO}\cdot 4\text{SiO}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$ ) - silicato de magnésio



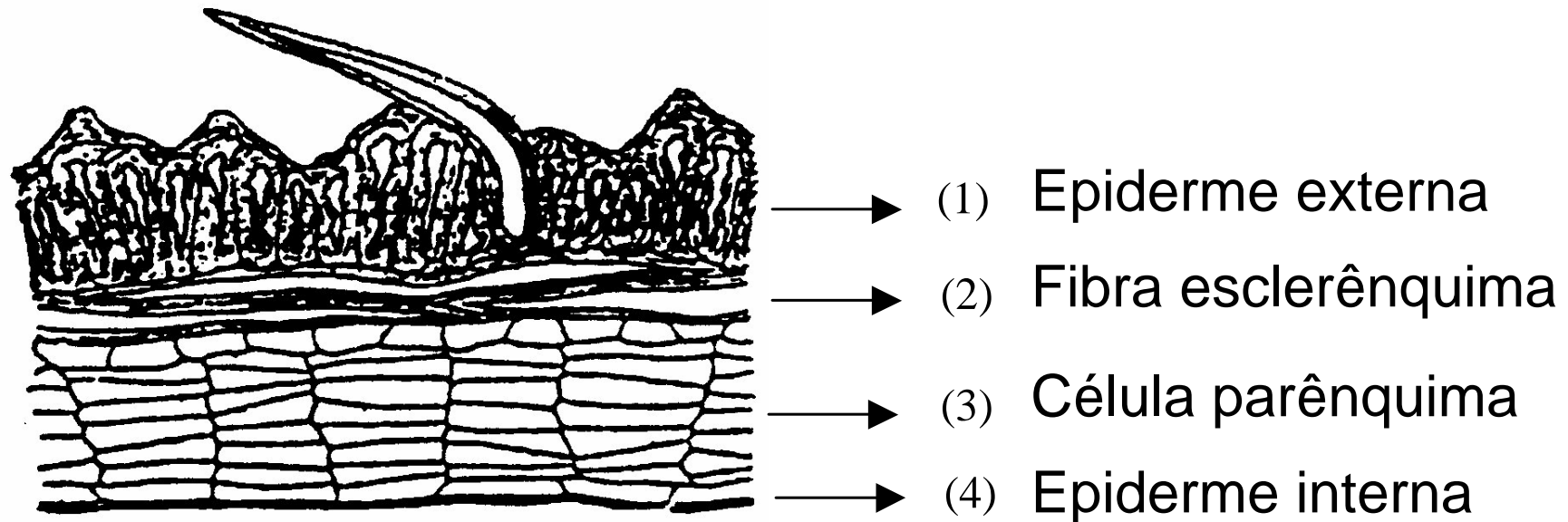
- Textura lamelar, hidrofóbico, baixa dureza.
- Estabilidade dimensional, reduz a absorção de água e a contração na moldagem, aumentando a resistência à deflexão térmica. O talco é adicionado aos termoplásticos por simples mistura mecânica, pois existem agentes de ligação (silanos) que servem como ponte entre o talco e o polímero melhorando a performance do produto acabado.
- Tem a desvantagem de alterar o acabamento superficial da peça.



# Casca de arroz

- CA é um revestimento ou capa protetora formada durante o crescimento dos grãos de arroz.
- Removidas durante o refino do arroz, estas cascas possuem baixo valor comercial, pois o  $\text{SiO}_2$  e as fibras contidas não possuem valor nutritivo e por isso não são usados na alimentação humana ou animal.
- A produção total de arroz no Brasil: 10.600 mil t, 20% é casca portanto 2.120 mil toneladas é rejeito. Há alguns anos, quase todo esse material ia parar no fundo de rios, num descarte prejudicial e criminoso.
- CA é constituída por 50% de celulose, 30% de lignina e 20% de resíduo inorgânico. O resíduo inorgânico contém, em média, 95 a 98% em massa de sílica.

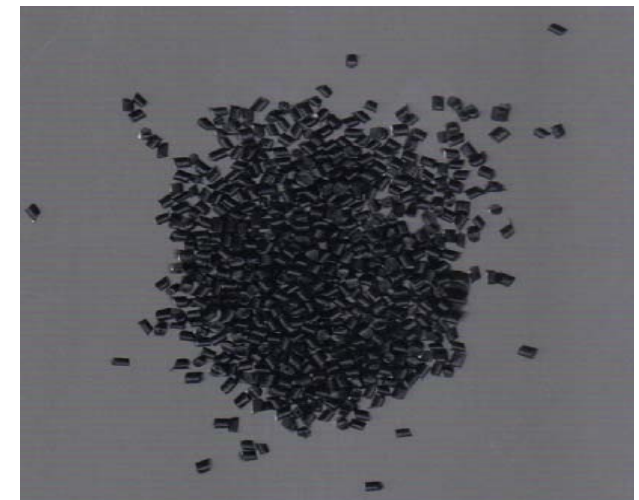
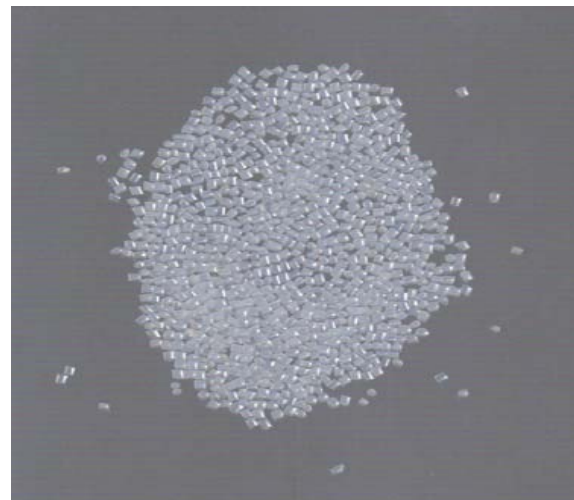
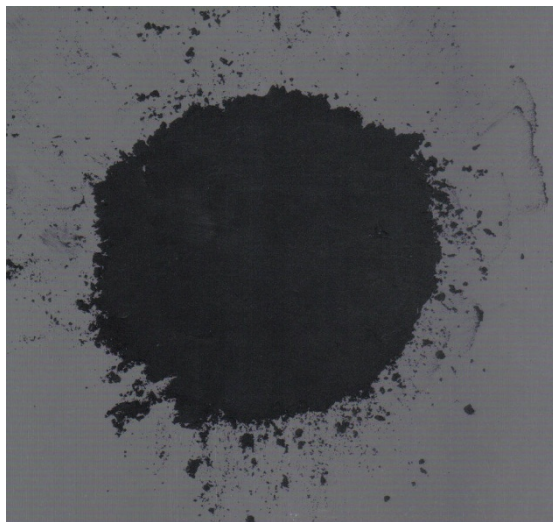
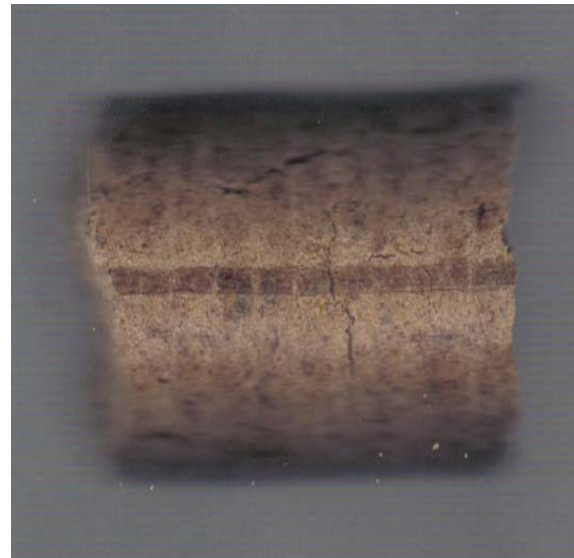
# Casca de arroz



- Si encontra-se na CA na forma opalina (fase hidro-amorfa da sílica).
- Absorvida pelas raízes como ácido monossilícico ( $\text{H}_4\text{SiO}_4$ ).
- Concentra-se no caule e casca por evaporação e se polimeriza para formar a membrana sílico-celulósica.

# CCA utilizada

- O arroz é beneficiado e a CA não pode ser descartada.
- Faz-se um aglomerado de CA chamado briquete que é fornecido para termoelétrica para gerar energia.
- A cinza é moída e armazenada.
- CCA de cor preta.
- CCA utilizada é a Microsílica MS-325 comercializada pela empresa Intersílica com sede em São Borja RS, que comercializa essa sílica para compostos de borracha, empresa esta que está fazendo parceria para o desenvolvimento desta sílica para plásticos com produção de 20t/dia.



### **Etapas de incorporação da CCA na PA 6**

**(a) arroz a ser beneficiado (b) aglomerado chamado briquete (c) cinza logo após a queima da casca (d) cinza já micronizada (e) o polímero base (f) a CCA incorporada ao polímero**

# Resultados e Discussão

# Espectrometria de fluorescência de Raios-X CCA - comparativo

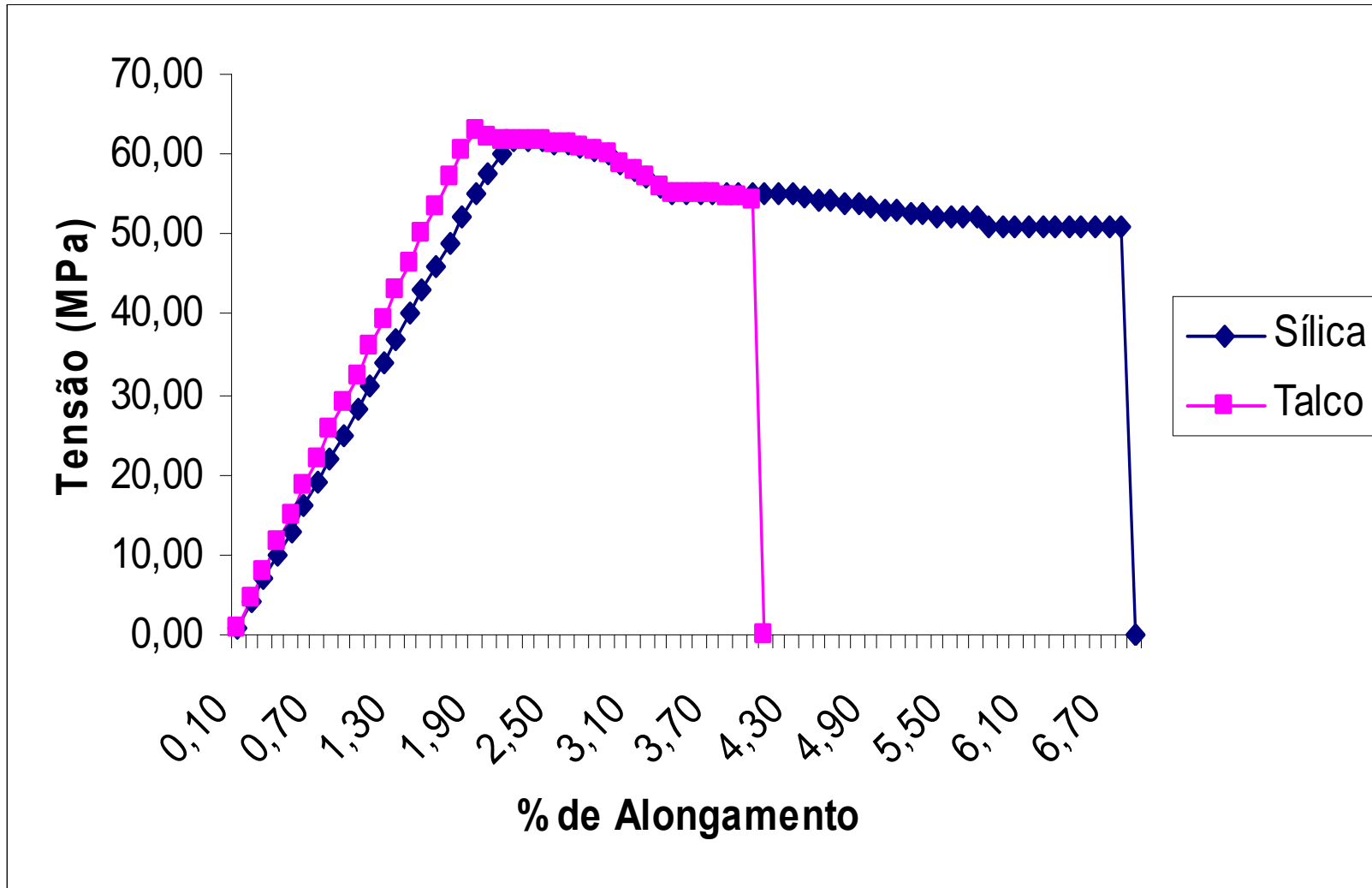


Composição Química (% em peso)			
Compostos	*Talco	**CCA	CCA (MS-325)
SiO <sub>2</sub>	58,0	89,70	91,89
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,9	0,50	0,06
CaO	0,4	1,10	0,52
MgO	31,0	2,00	0,33
K <sub>2</sub> O	0,02	1,50	1,50
Na <sub>2</sub> O	0,04	1,60	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-	1,90	0,25
S	-	0,90	0,06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,2	-	0,09
TiO <sub>2</sub>	0,1	-	-
PF	5,4	5,00	4,80

# Ensaio mecânicos



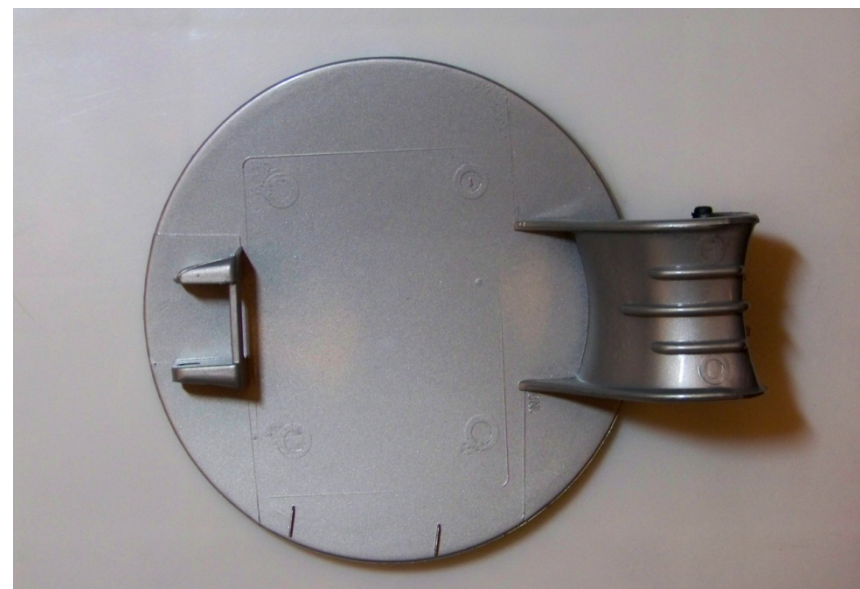
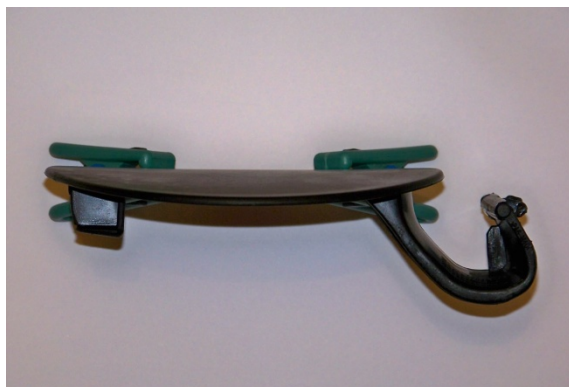
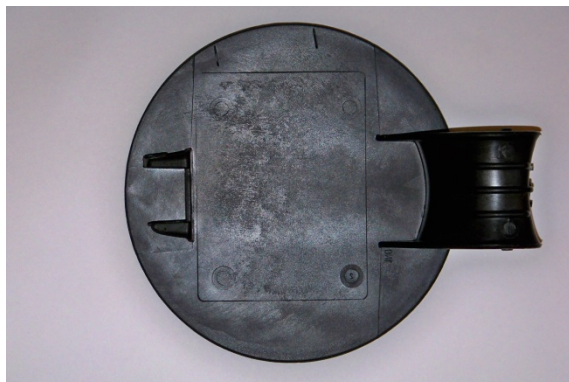
	PA 6 30% CM	PA 6 30% CCA
Resistência a tração (MPa)	62,78	60,36
Alongamento a ruptura %	4,00	4,37
Resistência a flexão (MPa)	114,00	116,97
Módulo de flexão (MPa)	5000,00	4530,78
Módulo de elasticidade (MPa)	4800,00	3331,50
Resistência ao impacto Charpy s/entalhe (kJ/m <sup>2</sup> )	25,00	20,99
Resistência ao impacto Charpy c/entalhe (kJ/m <sup>2</sup> )	4,2	3,651
Resistência Impacto por queda livre (mm)*	300	1000
Teor de carga %	30,00	27,62
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	1,30	1,30



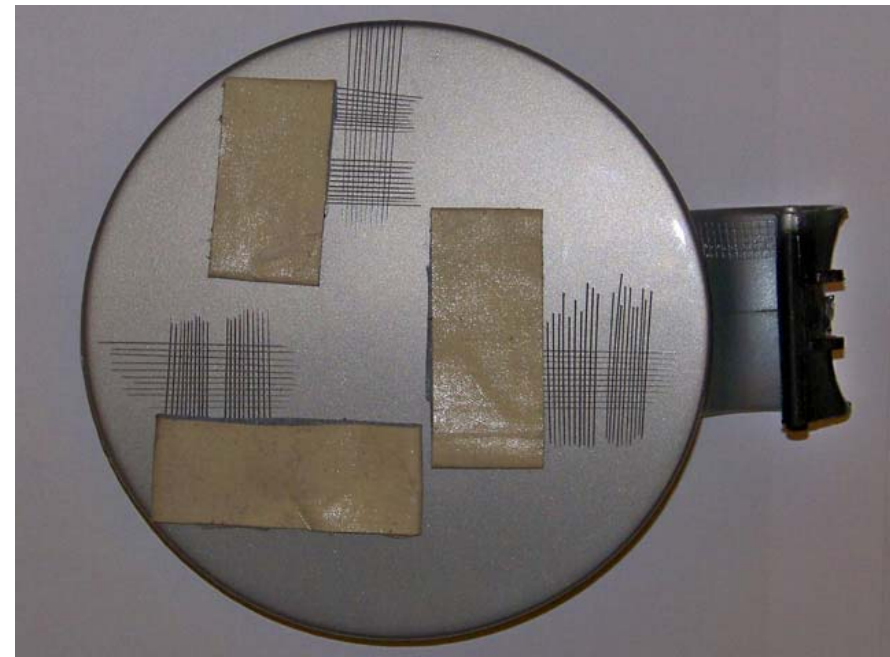


# Moldagem por injeção

# Portinhola VW Polo



# Ensaio de aderência



# Conector Fox



# Tampa Correia GM



# Processo Injeção



# Processamento PA 6 30% CCA

- Manteve ciclo não interferindo no tempo de cristalização da PA 6.
- Boa fluidez garantindo dimensional.
- Chupagem.
- Permite acabamento (pintura).
- Manteve contração 0,7%.
- Não apresenta marcas de fluxo e melhor resistência ao risco.

# Viabilidade Econômica

Composto	Custo R\$/kg
PA 6 30% CM (talco) preto	4,03
PA 6 30% CM (CCA) preto	4,05
PA 6 30% CM (talco) MI preto	4,16



# Conclusões

- A CCA pode ser uma alternativa viável para a substituição do talco como uma carga para a PA 6 por apresentar resistências mecânicas e térmicas muito parecidas com a do talco.
- A CCA apresentou resultado muito superior ao talco na resistência ao impacto por queda livre, comparável a um produto formulado com modificador ao impacto.
- A coloração da CCA nas concentrações acima de 20% elimina a necessidade de acrescentar negro de fumo (manchas de fluxo e resistência ao risco).
- Boa processabilidade.
- Custo: ganho no produto e ambiental.