

# Cloreto de Polivinil - PVC

Renato R. Wang, 992906-1

**Resumo** – Trabalho apresentado à disciplina *Materiais Elétricos sobre Cloreto de Polivinil (PVC)*, apresentando suas características, método de fabricação e aplicações, especialmente sua utilização na fabricação de cabos.

**Palavras-chave** - Cloreto de Polivinil, PVC, cabos anti-chama.

## I. INTRODUÇÃO

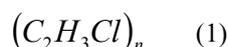
O Cloreto de Polivinil, comumente chamado pela sigla PVC, é um dos plásticos mais utilizados no mundo, sendo utilizado em uma ampla variedade de aplicações. Descoberto em 1835, o PVC começou a ser produzido comercialmente em 1927, tornando-se popular devido às suas boas características físicas, seu preço baixo e processo de obtenção fácil.

O PVC pode ser considerado um polímero polivalente pois pode se apresentar com formatos muito rígidos (como tubos e conexões) ou altamente flexíveis (como bolsas de sangue, fios e cabos). O produto de PVC pode ser em qualquer cor, transparente ou opaco. Com características anti-chama e auto-extinguível, além de ser bom isolante elétrico, é bastante utilizado na fabricação de cabos elétricos.

Sendo bastante popular, o PVC é um dos plásticos mais produzidos do mundo, tendo uma produção de milhares de toneladas por ano. Os Estados Unidos, juntamente com a Europa, são os maiores produtores, e consumidores, deste plástico.

## II. CARACTERÍSTICAS

O PVC é um polímero termoplástico pertencente à família do etileno, na qual predomina uma cadeia de átomos de carbono (C) que pode ter vários tipos de átomos ligados a ela. No caso do PVC, átomos de cloro (Cl) substituem alguns átomos de hidrogênio (H). Abaixo temos a fórmula molecular do PVC:



onde  $n$  é o número de monômeros.

A presença do cloro na cadeia do polímero torna o PVC um dos termoplásticos conhecidos mais versáteis. É o responsável pelo caráter natural anti-chama e pelas inúmeras formas e propriedades do PVC. Devido à instabilidade da ligação carbono-cloro na cadeia, o polímero é sensível à temperaturas acima de  $700^\circ\text{C}$  e à luz ultravioleta. Ele é compatível com diversos aditivos que, dependendo das quantidades empregadas, podem modificar completamente as características dos produtos finais, obtendo-se produtos transparentes ou opacos, rígidos ou flexíveis, etc. É possível também diversas formas de processamento como extrusão, injeção,

entre outras. Possui características anti-chama e auto-extinguível, ou seja, basta retirar a fonte de calor que imediatamente a chama se apaga. É quimicamente inerte: não é afetado por ácidos, bases, soluções aquosas e mesmo fortes agentes oxidantes têm fraca ação sobre o material.

A estrutura molecular do PVC é mostrado na figura 1.

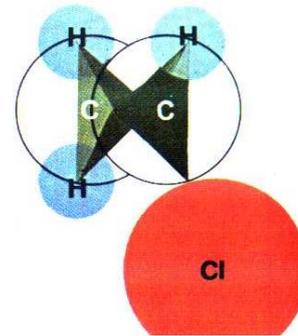


Figura 1. Estrutura molecular do PVC

Como o PVC é um polímero formado por monômeros iguais, ele é classificado como homopolímero, como mostra a figura 2.

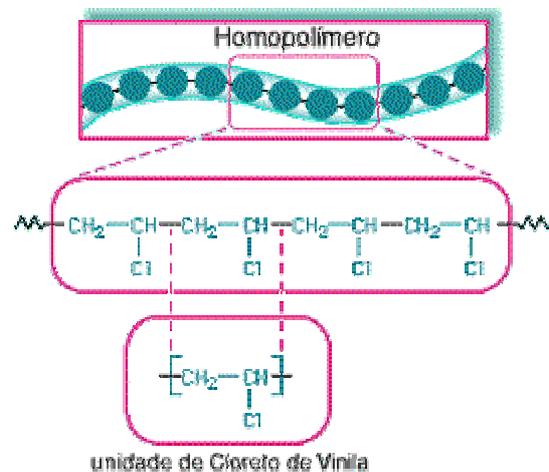


Figura 2. Monômero do PVC

### A. Características Gerais

- Leve ( $1,4\text{g/cm}^3$ ), facilita o manuseio e aplicação;
- Resistente à ação de fungos, bactérias, insetos etc;
- Resistente à maioria dos reagentes químicos;
- Bom isolante térmico, elétrico e acústico;
- Sólido e resistente a choques;
- Impermeável a gases e líquidos;
- Resistente às intempéries;
- Não propaga chamas, é auto-extinguível;
- Reciclável
- Fabricado com baixo consumo de energia.

## B. Propriedades

TABELA I  
PROPRIEDADES DO PVC

| Propriedades                            |           |
|---|-----------|
| Índice de refração (h)                  | 1,53-1,56 |
| Resistência à tensão, 1000psi           | 7-9       |
| Resistência à compressão, 1000psi       | 9-11      |
| Elongação (em 5cm) %                    | 4-6       |
| Dureza Rockell R                        | 115-125   |
| Temperatura de amolecimento (°C)        | 60-90     |
| Temperatura de carbonização (°C)        | ~400      |
| Temperatura de soldagem (°C)            | ~200      |
| Densidade Relativa (g/cm <sup>3</sup> ) | 1,4       |
| Absorção de água (24h) %                | 0,10      |
| Coefficiente de expansão térmica        | 3,7       |

## C. Performance perante o fogo

Devido a presença do cloro, o PVC possui características anti-chama. Abaixo estão os fatores que influenciam diretamente a performance do PVC no fogo.

- **Ignitabilidade:** quanto menor o tempo para o material entrar em ignição, mais seguro ele é. O PVC dificilmente entra em ignição, exceto em formulações altamente plastificadas. Usualmente as amostras queimam somente enquanto a chama teste está em contato e, normalmente, não há propagação da chama.
- **Propagação de chama:** os testes de propagação de chama mostram a tendência do material em contribuir para o alastramento do fogo, a rapidez de queima e a capacidade do material em sustentar a combustão. Normalmente o PVC (exceto as altamente plastificadas) apresenta uma baixa taxa de propagação de chama mesmo em ensaios críticos de aquecimento.
- **Taxa de calor liberado:** Corresponde a extensão da chama, ou seja, a capacidade do material em combustão de passar energia suficiente para materiais vizinhos para que estes entrem em ignição. A inerente capacidade do PVC de impedir o avanço da chama faz com que sua performance neste teste aponte resultados excelentes.

Essa excelente performance perante o fogo é um fator que faz com que o PVC seja usado no recobrimento de fios e cabos.

A tabela II apresenta a identificação à chama de alguns materiais plásticos.

TABELA II  
IDENTIFICAÇÃO À CHAMA DOS MATERIAIS PLÁSTICOS

|                  | Materiais                     |                   |                               |                               |                   |
|------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|
|                  | Policloreto de vinil PVC      | Poliestireno PS   | Polioléfinos PE e PP          | Poliâmido PA                  | Celulósido CN     |
| <b>Chama</b>     | Amarelo-verde na base         | Amarelo Laranja   | Amarelo no topo, azul na base | Amarelo no topo, azul na base | Amarelo brilhante |
| <b>Fumaça</b>    | Branco                        | Preto             |                               |                               |                   |
| <b>Combustão</b> | A chama apaga-se fora do bico | moderado          | fácil                         | moderado                      | Muito vivo        |
| <b>Odor</b>      | Clorado                       | Flor (maravilhas) | Parafina queimada             | Vegetais queimados            | Cânfora           |

|                 |                         |               |                      |  |               |
|-----------------|-------------------------|---------------|----------------------|--|---------------|
| <b>Diversos</b> | Brilhos verde e amarelo | Floco espesso | Goteja como uma vela |  | Nenhuma cinza |
|-----------------|-------------------------|---------------|----------------------|--|---------------|

## III. OBTENÇÃO DO PVC

O PVC é composto de duas matérias-primas básicas: etileno e cloro. O cloro aparece com 57% do peso, sendo obtido do sal comum ou de cozinha (NaCl) pelo processo de eletrólise, e o etileno com 43%, vindo do craqueamento do petróleo.

Da reação dos dois produtos resulta o dicloroetano, da onde se obtém o gás cloreto de vinil, monômero do PVC. Através da reação de polimerização, as moléculas do cloreto de vinil vão se ligando formando o PVC, um pó quimicamente estável e inerte.

Após o processo de polimerização, o PVC pode passar por diversos acabamentos, tais como extrusão, injeção etc.

A fabricação do PVC está esquematizada na figura 3.

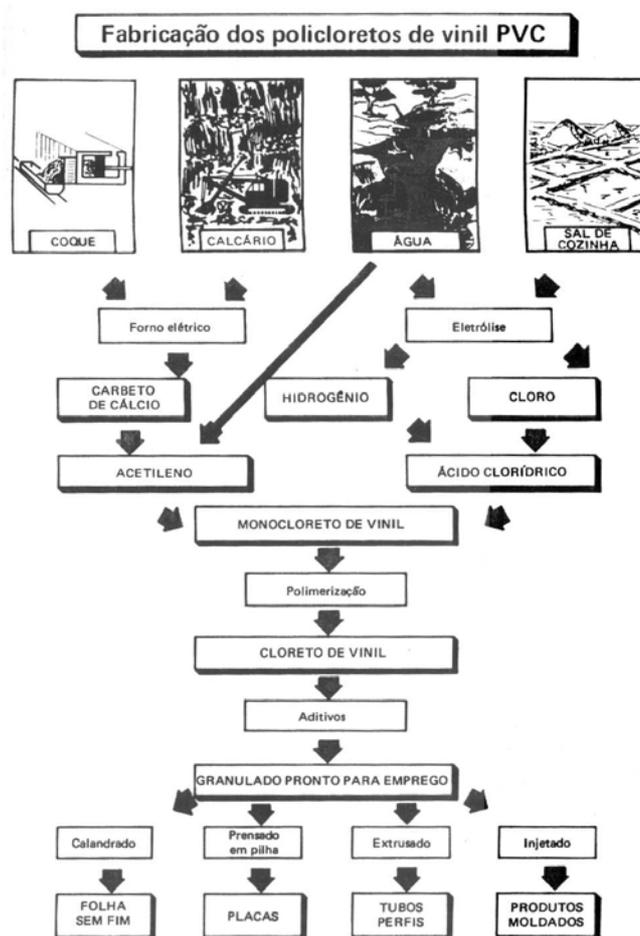


Figura 3. Esquema de fabricação do PVC

## IV. APLICAÇÕES

Para que o PVC possa ser utilizado em máquinas de transformação de resinas plásticas é preciso acrescentar aditivos. Os aditivos são usados de maneiras diferentes, dependendo da propriedade que se quer obter no produto acabado. Nenhuma mudança química de grandes proporções ocorre neste processo. Desse modo, o que genericamente é chamado de PVC inclui vários produtos de composições diferentes, utilizados em diversos setores. Alguns exemplos: Perfis de janelas, tubos e conexões, revestimento de fios e cabos elétricos,

acondicionamento de alimentos, frascos para cosméticos, bolsas de sangue, móveis, vestuário, revestimento interno de automóveis, estruturas de computador e muitas outras aplicações. A figura 4 apresenta algumas das aplicações do PVC.



Figura 4. Exemplos de aplicações do PVC

#### A. Revestimentos de fios e cabos elétricos

Os cabos isolados a PVC não são muito usados em redes de distribuição, em virtude da alta permissividade e elevadas perdas dielétricas inerentes ao PVC, que conduziriam a uma atenuação muito elevada. Seu uso então está limitado às baixas tensões como instalações elétricas interiores, ligações de painéis, pequenas redes privadas e outras que utilizem baixas tensões. Contudo o PVC tem a vantagem de não propagar a chama, sendo recomendado o seu uso em instalações interiores.

As principais vantagens em usar o PVC nestes produtos são a excelente resistência ao fogo, à água, alta resistividade elétrica e à sua grande flexibilidade.

O PVC pode ser utilizado tanto para o revestimento quanto para a isolação de fios e cabos elétricos.

A norma NBR 6148 – Condutores isolados com isolação extrudada de cloreto de polivinil (PVC) para tensões até 750V – especifica o padrão para fios e cabos elétricos.

A Pirelli, fabricante de fios e cabos elétricos, possui uma linha de produtos para uso em baixa tensão (até 1000 volts), composta por fios e cabos isolados em PVC, em EPR e em XLPE, com ou sem cobertura. São ideais para utilização em todos os tipos de instalações previstas na norma NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Os compostos de PVC utilizados conferem características especiais quanto à não propagação e auto-extinção do fogo. Os cabos AFUMEX da Pirelli, além das características de não propagação e auto-extinção do fogo, possuem exclusivas propriedades de baixa emissão de fumaça e gases tóxicos e corrosivos.

#### V. VANTAGENS, DESVANTAGENS E RECICLAGEM

Algumas das vantagens do PVC são expostas abaixo:

- O PVC utiliza muito menos petróleo, que é um recurso natural não renovável. O cloro provém do sal, que também é um recurso natural, mas que possui reservas praticamente inesgotáveis.
- A alta concentração de cloro permite a mistura do PVC com vários tipos e quantidades de aditivos, possibilitando uma grande versatilidade nas formulações.
- O cloro contido no PVC confere a ele uma propriedade de retardância de chama quando exposto ao fogo.

As desvantagens do PVC são a fumaça tóxica exalada e a formação de ácido clorídrico quando ele é queimado.

Com o crescimento da preocupação ambiental, o PVC tem sido atacado por ambientalistas ao redor do mundo por conter cloro, mas intensos estudos demonstraram não haver

qualquer problema com o uso desse produto.

#### A. Reciclagem

O PVC é reciclável e reciclado.

Através do processo mecânico, químico ou energético, o PVC proveniente do lixo doméstico, da coleta seletiva ou da indústria, pode ser reciclado. A figura 5 mostra o símbolo da reciclagem para o PVC.



Figura 5. Símbolo da reciclagem do PVC

#### VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

##### Artigos da Internet:

- [1] Solvay Indupa do Brasil, "O PVC", 2001, disponível em: <http://www.solvayindupa.com.br/pvc/pvc.htm>.
- [2] Solvay Indupa do Brasil, "Aplicações - Eletricidade", 2001, disponível em: <http://www.solvayindupa.com.br/aplic/elec.htm>.
- [3] Revista Eletrônica do Departamento de Química, "A era dos plásticos", UFSC. <http://www.quimica.matrix.com.br/artigos/polimeros.html>.
- [4] General Cable CelCat, "Cabos e Condutores Isolados a PVC", [http://www.generalcablecelcat.com/cabos\\_telecom/cabconiso\\_pvc.html](http://www.generalcablecelcat.com/cabos_telecom/cabconiso_pvc.html).
- [5] Rose de Moraes, "Novos desenvolvimentos para construção civil consolidam o uso do PVC", 2001, disponível em: <http://www.plastico.com.br/revista/pm316/pvc2.htm>.
- [6] Departamento de Engenharia Química, "Características e propriedades do PVC", UFBA, 1997, disponível em: <http://www.deq.eng.ufba.br/polimeros/pvc.html>.

##### Livros:

- [7] J. H. Dubois, F. W. John, *Plastics*, Fifth Edition. Van Nostrand Reinhold Ltd., 1974, p. 68.
- [8] J. O. E. Clark, "Química", Tradução: Fernando de Castro Ferro, Edições Melhoramentos, Editora da USP, 1971, p. 140.