

**ELASTÔMEROS**

**DE**

**POLICLOROPRENO**

**CARACTERÍSTICAS**

**COMPOSTOS**

**APLICAÇÕES**



Índice:

- Histórico;
- Apresentação;
- Gráfico ASTM – Resistência ao Calor X Resistência ao Óleo nº-3
- Produção do Policloropreno;
- Microestrutura do Polímero de Cloropreno;
- Cristalização do Policloropreno;
- Viscosidade Mooney do Policloropreno;
- Famílias de Policloropreno;
- Tabela nº- 1 – Grades de Policloropreno Semelhantes de Diversos Produtores;
- Tabela nº- 2 – Seleção do Grade de Policloropreno em Função da Propriedade Predominante Desejada;
- Características Intrínsecas de Cada Grade de Policloropreno;
- Cloropreno Homopolímero;
- Tabela nº- 3 – Homopolímeros de Cloropreno ( sem modificadores );
- Cloropreno Modificado por Enxofre;
- Tabela nº- 4 – Polímero de Cloropreno Modificado por Enxofre;
- Copolímeros de Cloropreno;
- Tabela nº- 5 – Copolímeros de Cloropreno;
- Policloropreno Contendo Gel em Sua Estrutura Polimérica;
- Tabela nº- 6 – Policloropreno contendo Gel;
- Policloropreno com Estruturas Específicas;
- Tabela nº- 7 – Policloropreno com Estruturas Específicas;
- Vulcanização do Policloropreno;
- Sistemas de Vulcanização e Aceleradores para Compostos de Policloropreno;
- Tabela nº- 8 – Grades de Policloropreno Modificados por Enxofre;
- Tabela nº- 9 – Grades de Policloropreno sem Modificadores Estruturais;
- Tabela nº- 10 – Orientação Sobre Diversos Sistemas de Cura para Policloropreno;
- Indicação de Uso das Alternativas da Tabela nº- 10;
- Antidegradantes para Compostos de Policloropreno;
- Cargas Reforçantes e Inertes para Compostos de Policloropreno;
- Plastificantes para Compostos de Policloropreno;
- Tabela nº- 11 – Orientações sobre a Escolha de Plastificantes;
- Algumas Informações Relevantes sobre os Plastificantes para Policloropreno;
- Peptizantes;
- Tabela nº- 12 – Grades de Policloropreno Peptizáveis;
- Auxiliares de Processo para Compostos de Policloropreno;
- Tabela nº- 13 – Auxiliares de Processo para Compostos de Policloropreno;
- Algumas Informações Importantes sobre os Auxiliares de Processamento para Policloropreno;
- Outros Aditivos para Compostos de Policloropreno;
- Processamento de Compostos de Policloropreno;
- Mistura em Misturador Aberto;
- Tabela nº- 14 – Capacidade de Mistura em Kg para Processamento em Função do Diâmetro e Largura dos Rolos do Misturador Aberto;
- Mistura em Banbury;
- Estocagem do Composto de Policloropreno;
- Processamento de Conformação por Extrusão de Compostos de Policloropreno;
- Vulcanização Contínua dos Perfis em Policloropreno;
- Compostos de Policloropreno para Calandragem;
- Temperatura dos Rolos da Calandra para Produção de Lençóis;
- Temperatura dos Rolos da Calandra para Fricção do Composto sobre Tecidos;
- Processamento de Conformação por Moldagem;
- Moldagem por Compressão;
- Moldagem por Transferência;
- Moldagem por Injeção;
- Policloropreno – Propriedades Gerais e Aplicações;
- Dureza;
- Resistência a Abrasão;



- Adesão a Substratos;
- Deformação Permanente à Compressão “DPC” ;
- Resistência a Água e Produtos Químicos Diluídos;
- Propriedades Elétricas;
- Resistência a Trincas por Flexão;
- Artefatos Resistentes á Inflamabilidade;
- Artefatos Mais Resistentes ao Calor;
- Artefatos com Melhor Resistência a Baixas Temperaturas;
- Artefatos de Alta Resiliência;
- Artefatos de Alta Histerese ( amortecedores de vibração );
- Artefatos Resistentes ao Ozônio;
- Resistência ao Rasgamento;
- Resistência ao Intemperismo;
- Outras Tabelas Orientativas;
- Tabela nº- 15 – Orientação para Compostos de Policloropreno Segundo Algumas Propriedades Predominantes Desejadas;
- Tabela nº- 16 – Formulações de Referência;
- Tabela nº- 17 – Condição de Vulcanização e Propriedades dos Compostos vistos na Tabela nº- 16;
- Conclusão;
- Bibliografia.



## HISTÓRICO

Conforme informações descritas por diversas literaturas sobre o histórico da descoberta do Policloropreno contamos que em um simpósio sobre química orgânica ocorrido em 30 de Dezembro de 1925, na American Chemical Society em Rochester, Nova York, pesquisadores da Universidade de Notre Dame apresentaram alguns trabalhos sobre a estabilização do gás de acetileno, o que despertou a atenção do Dr. Elmer K. Bolton, cientista e pesquisador da DuPont Company.

Terminadas as apresentações do simpósio, Dr. Elmer reuniu-se com os pesquisadores da Notre Dame University, firmando uma aliança para pesquisas em conjunto unindo esforços entre os cientistas das duas unidades de pesquisas, Notre Dame University e DuPont Company. Neste grupo de trabalho participariam os Dres. Wallace Carothers, Arnold Collins, William Calcott e A.S. Carter, pois, estes homens já haviam desenvolvido alguns trabalhos no campo da estabilização do gás de acetileno por meio de gás de cloro estudando algumas das reações químicas que ocorriam. Tempo depois, o Dr. Arnold Collins foi condecorado com uma medalha recebida de Charles Goodyear, membro atuante da Rubber Division Association.

Numa reunião histórica entre os membros da Akron Rubber Group, ocorrida em 2 de Novembro de 1931, três cientistas da DuPont Company, discutiam diversos aspectos das pesquisas de um novo produto que tinham sintetizado, ao qual chamaram de “Duprene”, sendo esse um polímero de Policloropreno que mostrava estrutura do tipo 2 – Cloro – 1,3 Butadieno. Este produto, algum tempo depois, foi renomeado para “Neoprene” .

A discussão sobre este novo produto acabou por gerar grande interesse entre os pesquisadores envolvidos que se reuniam em instalações da Rubber Division, em Akron, porém, os interesses comerciais pelo novo produto eram muito pequeno, devido ao preço, pois, custaria em torno de US\$ 2,10 por Kg, sendo que a Borracha Natural era vendida por US\$ 0,6 a US\$ 1,0 por Kg, o que desencorajava os pesquisadores a continuar seus desenvolvimentos, porém, em vista das altas propriedades mecânicas, resistência a produtos químicos e à altas temperaturas, oferecidas por esse novo polímero o mercado começou a se interessar cada vez mais, nascendo então a primeira borracha sintética a ser comercializada à disposição que, ainda hoje é largamente usada para artefatos de altas performances técnicas.

Mais de 70 anos depois de seus primeiros lotes comercializados, muitas melhorias foram incrementadas aos polímeros de Cloropreno, originando então diversos grades adequados a cada aplicação, bem como, várias outras companhias se interessaram em manufaturar este polímero, citemos algumas:

- E.I. du Pont de Nemours & Company, EUA;
- Showa Neoprene K K., Japão ( produz sob licença da DuPont )
- Denka Comercial Corporation, EUA;
- Bayer – ( Baypen ) , Alemanha;
- Denki Kagaku – Denka , Japão;
- Disturgil ( Butaclor ), França;
- Toya Soda ( Skyprene ), Japão;
- U. S. S. R., Russia.

## APRESENTAÇÃO

Como já comentado acima, Policloropreno é o nome técnico dado ao polímero elastomérico originado a partir da estrutura 2 – Cloro – 1,3 – Butadieno. Este é produzido em base emulsão aquosa na presença de emulsificantes, catalisadores, ativadores, estabilizadores, terminadores de reação, antioxidantes, coagulantes, etc.

Polímeros de cloropreno normalmente são disponibilizados ao mercado consumidor no estado físico de chips sólidos, para utilização em compostos para produção de artefatos técnicos vulcanizados. Também, este material é comumente utilizado na produção de adesivos de altas performances, em que, para este fim, o cloropreno é dissolvido em solventes apropriados, conjuntamente com resinas e outros ingredientes específicos para o produto desejado.

Embora o Policloropreno seja largamente empregado na fabricação de adesivos, aqui, nestes nossos estudos, nos ateremos em utilização deste material somente para aplicação na produção de artefatos sólidos vulcanizados.



O processo de manufatura do Policloropreno dá origem partículas coloidais suspensas em emulsão, seja, em estado líquido, o que é chamado de Látex de Policloropreno. Este latex é estabilizado através de ajuste do nível de “pH”, para valores pré-estabelecidos, normalmente acima de 11. Este material também é comercializado para produção de adesivos base aquosa, impregnação de tecidos, fabricação de luvas cirúrgicas e outros fins de aplicação.

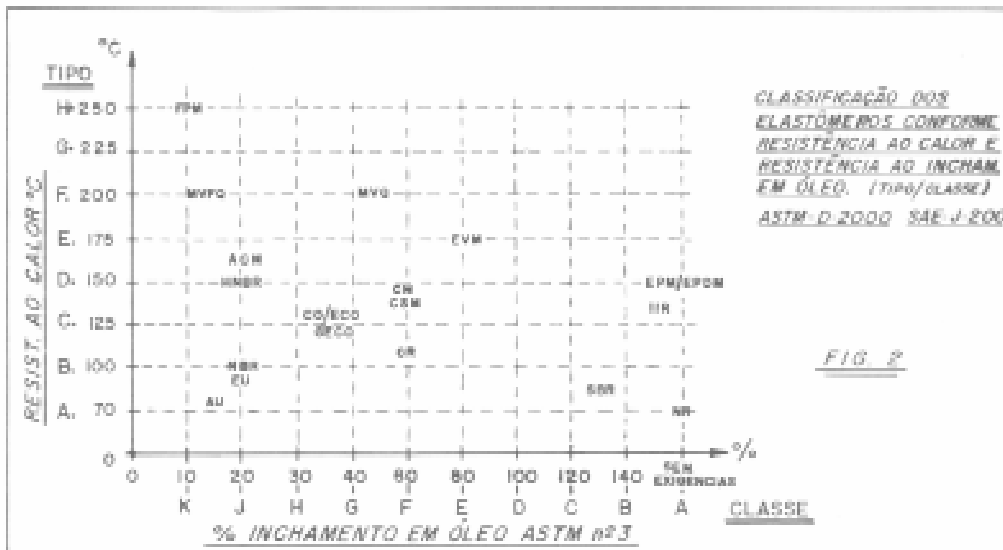
A preparação e ajustes adequados dos equipamentos reatores de polimerização, bem como, a combinação de ingredientes específicos durante a manufatura do polímero de cloropreno, permite a produção de várias famílias, com características singulares e ainda, dentro de cada família, pode-se conseguir vários grades que oferecem reologias diferentes, tendo também grades com menor ou maior tendência à cristalização, variação controlada do peso molecular médio, resistência ao fogo, etc.

Artigos fabricados em Policloropreno encontra um largo campo de aplicações, seja em peças técnicas industriais ou em componentes automotivos, aeronáuticos, naval, eletrodomésticos, etc.

As características estruturais do Policloropreno oferecem aos artefatos vulcanizados alta resistência ao intemperismo, oxigênio, ozônio e a queima, ótimas propriedades de resistência ao envelhecimento, moderada resistência a derivados de petróleo e a produtos químicos diversos.

Artefatos de Policloropreno vulcanizados oferecem excelentes propriedades mecânicas de resistência à tração, ao rasgo, à abrasão e ótimo comportamento elástico.

Observando-se o gráfico ASTM D 2000, podemos nos orientar com referência a escolha do Policloropreno segundo sua resistência ao calor e ao inchamento em óleo ASTM nº- 3, vejamos:



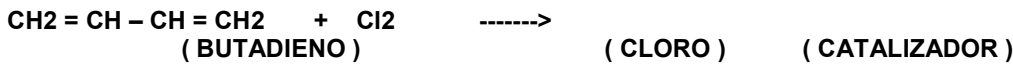
## PRODUÇÃO DO POLICLOROPRENO

A obtenção das unidades ( monômeros ) 2 – Cloro – 1,3 – Butadieno podem ter origem pelo processamento e tratamento do gás de acetileno ou do butadieno.

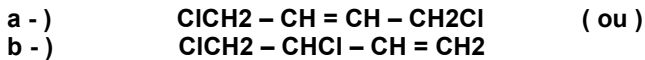
Atualmente a disponibilidade do gás de butadieno, pelas indústrias petroquímicas praticamente conduz aos fabricantes de Policloropreno ao uso desta matéria prima.

Basicamente obtém-se polímeros de cloropreno através de reações controladas da combinação de gás clorídrico com o gás de butadieno, como podemos ver abaixo.





Pode dar origem a duas formações, que são:



Qualquer destas formações permite a obtenção do cloropreno.

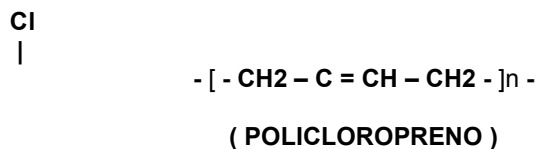
Tomemos a formação “ b “



Como vemos, o cloropreno é purificado por fracionamento e emulsionado em água normalmente por meio de sabões de breu; é polimerizado pela adição catalisadores a base de persulfato de potássio, também são adicionados, se desejado, modificadores das formações estruturais, assim, este sistema permite que ocorra a polimerização em condições de tempo e temperatura precisamente controlados. Quando o peso molecular devido é atingido, aditivos terminadores de reação

são adicionados, resultando em polímero quimicamente estabilizado, porém, ainda em estado de emulsão ( líquido).

O cloreto de sódio e a água, depois são retirados, resultando o polímero de cloropreno, como vemos abaixo.



Para obter-se então, o polímero no estado sólido, à emulsão são adicionados aditivos, ( ácidos específicos ) que provocam a coagulação da emulsão.

Este processo é feito após a emulsão de cloropreno ter sido vazada para um tanque, ( tanque de coagulação ) onde, neste, está montado um grande cilindro resfriado que gira lentamente, semi-imerso na emulsão em fase de coagulação, assim formando sobre a superfície do cilindro uma fina película de policloropreno que é destacada, ( raspada da superfície do cilindro por lâminas raspadoras ), em seguida é secada por meio de ar quente.

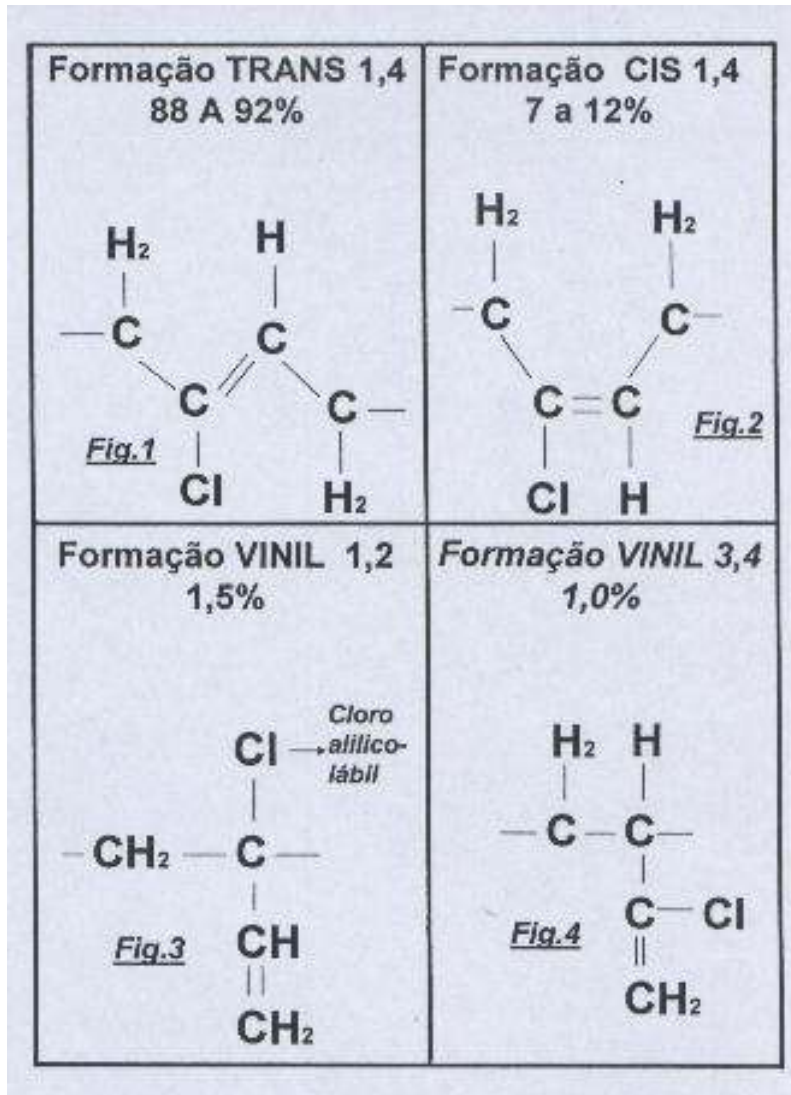
Esta película seca é enrolada, sobre si, depois é cortada em fatias ( chips ), entalhadas e embaladas em embalagens apropriadas para chegar com segurança até o mercado transformador de compostos.

### Microestrutura do Polímero de Cloropreno

Considerando-se agora as formações micro-estruturais do polímero de cloropreno temos, principalmente a formação de unidades Trans – Cloro – 2 – Butadieno, aproximadamente 90% da cadeia, seguindo pelas outras três

configurações, que também pode ocorrer em porcentagens bem inferiores, como mostrado pelas figuras abaixo:





A porcentagem de formação micro-estrutural 1,2 adição ( conf. Fig 3, acima ), de 2 – Cloro – 1,3 – Butadieno, oferece ao polímero de cloropreno alguns átomos de cloro na condição alílica.

Acredita-se ser estes cloros na condição alílica – lábil, a principal característica da estrutura do Policloropreno que permita acontecer as ligações entre as cadeias, seja, a vulcanização por meio do Óxido de Zinco.

Já a tendência à cristalização, ( tendência ao alinhamento das cadeias ) do Policloropreno está dependente da quantidade de TRANS configuração, ( conf. Fig. 1, acima ), sendo que, se no polímero aumentar esta condição micro-estrutural, também tende a aumentar o grau de cristalização deste.

#### Cristalização do Policloropreno

Como pode ser visto, a microestrutura do polímero de cloropreno apresenta mais de 88% de configuração 1,4 TRANS, na seqüência de sua cadeia estrutural.

Isto proporciona o seguinte fenômeno; quando o material é solicitado a esforços de tração, esta formação microestrutural tende a alinhar as cadeias do polímero, ( fenômeno da cristalização ), o que causa um auto-reforçamento de suas propriedades mecânicas, ( fenômeno similar ao que ocorre com a Borracha Natural ).



A tendência à cristalização também ocorre se o polímero de cloropreno for submetido a baixas temperaturas, ou permanecer estocado por muito tempo, independentemente de estar ou não sob solicitação de tração, porém, vale informar que a cristalização é completamente reversível por aquecimento à temperatura de aproximadamente 50°C, ou por submeter o material, ( peça ) a trabalhos dinâmicos vibratórios.

A cristalização do policloropreno é de certa maneira favorável, por exemplo; para fabricação de adesivos, e por outro lado, desfavorável, quando este material é indicado para fabricação de artefatos vulcanizados onde as características elastoméricas devem ser predominantes.

De qualquer maneira, a maior ou menor velocidade em que tende a ocorrer a cristalização é perfeitamente controlada pelos métodos e aditivos inseridos durante o processo de polimerização.

Policloropreno com alta tendência à cristalização oferece:

- Maior green strength;
- Maior tensão de coesão;
- Maior tensão de ruptura;
- Maiores módulos.

Policloropreno com baixa tendência à cristalização oferece:

- Melhor tack do composto cru;
- Maior facilidade de obter o tack;
- Melhor retenção das propriedades elásticas em baixas temperaturas.

Obs:- A tendência à cristalização é mais provável de ocorrer no polímero ( matéria prima ), sendo bem mais reduzida no composto e quase não acontece em artefatos vulcanizados. Vale enfatizar que alguns ingredientes de composição influenciam muito na tendência à cristalização, algumas resinas intensificam tal fenômeno, alguns plastificantes diminuem este efeito.

### Viscosidade Mooney do Policloropreno

Igualmente a outros tipos de borracha, alguns cuidados devem ser observados para escolha correta da Viscosidade Mooney do policloropreno, basicamente em função das características de processamento do composto e propriedades desejadas do artefato final, vulcanizado.

Compostos altamente estendidos por cargas e plastificantes conduzem à escolha de grades de policloropreno com Viscosidade Mooney mais elevada.

Também, para produção de artefatos de baixas durezas, induzem a seleção de grades com Viscosidade Mooney mais alta, isto porque, normalmente compostos para tal fim carregam altos teores de plastificantes e cargas inertes.

Por outro lado, para produção de artefatos ricos em polímero e com elevadas propriedades elastoméricas a escolha de grades de policloropreno com Viscosidade Mooney mais baixa oferece melhores resultados.

Vejamos a influencia da Viscosidade Mooney do policloropreno nas características do composto e do artefato vulcanizado.

A escolha de policloropreno de alta Viscosidade Mooney, oferece:-

- Compostos com maiores teores de cargas e plastificantes;
- Compostos e artefatos vulcanizados de menor custo;
- Melhor dispersão de cargas em compostos para artefatos de baixa dureza;
- Melhor estabilidade dimensional dos artefatos;
- Melhor green strength principalmente em artefatos altamente carregados;
- Menor tendência de aprisionar ar no molde no ato da moldagem;





- Melhor resistência ao rasgo;
- Maiores módulos;
- Maior Deformação Permanente à Compressão;
- Maior histerese ( menor resiliência ).

A escolha de policloropreno de baixa Viscosidade Mooney, oferece:-

- Fácil formação da banda sobre o rolo do misturador aberto;
- Menor geração de calor durante a mistura do composto;
- Menor consumo de energia durante a mistura;
- Melhor fluidez, principalmente em moldagem por injeção;
- Muito fácil extrusão e calandragem;
- Artefatos vulcanizados com maiores propriedades elastoméricas.

Basicamente, como podemos ver até este momento de nossos estudos, além das características microestruturais, também as macroestruturais, ( como uma delas a Viscosidade Mooney ), tem fundamental importância na escolha correta do grade de policloropreno para produzir os compostos e ou artefatos com a qualidade que desejamos.

### FAMÍLIAS DE POLICLOROPRENO

O policloropreno pode ser classificado como polímero elastomérico para uma larga gama de aplicações.

Compostos com este material encontra aplicação em artefatos para os mais diversos tipos de uso, como; mangueiras industriais ou automotivas, correias de transmissão ou transportadoras, cobertura de fios e cabos elétricos, solados, revestimento de rolos e rodas, gaxetas e vedações, cobertura de tecidos, materiais de impermeabilização em construção civil, etc.

Também adesivos para indústria calçadista, bem como, para montagens de conjuntos automotivos, colchões, embalagens, etc. podem ser fabricados com polímero de cloropreno.

Os diversos fabricantes de Policloropreno, como já listado acima, produzem vários grades deste material, tanto os tipos sólidos como os látices.

Os polímeros de cloropreno sólidos são apresentados em diversos ranges de viscosidade Mooney, ainda, pode ser adquirido grades com maior resistência à cristalização e ao frio, bem como, tipos contendo antioxidantes manchantes e não manchantes. Visando principalmente a maior facilidade de processamento de extrusão e calandragem, alguns grades deste material contém micro-gel em sua estrutura, o que proporciona artefatos extrusados ou calandrados mais lisos e brilhantes.

Excelentes produtos são fabricados pelas diversas companhias onde, muito embora cada fabricante reserve sua tecnologia própria, de produção sob patente, porém, características e propriedades muito parecidas são apresentadas por cada grade do polímero, dentro de sua família e tipo, assim, a **“Tabela nº- 1”**, abaixo nos mostra grades semelhantes como orientação, dos sete mais comuns e conhecidos fabricantes de Policloropreno, e na **“Tabela nº-2”** encontramos um roteiro para a escolha do grade mais indicado em função das propriedades predominantes, desejadas.



**“Tabela nº-1” Grades de Policloroprenos Semelhantes dos Diversos Produtores**

<u>DuPont</u> <u>Neoprene</u>	<u>Showa</u> <u>Neoprene</u> <u>KK</u>	<u>Denka</u> <u>Neoprene</u>	<u>Bayer</u> <u>Baypren</u>	<u>Denki</u> <u>Kagak</u> <u>Denka</u>	<u>Disturgil</u> <u>Butaclor</u>	<u>Toya</u> <u>Soda</u> <u>Skyprene</u>	<u>Viscos</u> <u>Moone</u> <u>ML1+4</u> <u>@</u> <u>100°C</u>	<u>Vel</u> <u>Cris</u> <u>t.</u>
AC	AC	#	321 e 331	TA-85 TA-95	MA41H,K MA40R,S	G-41	#	U
AD	AD	#	320 e 330	A-70 A-120	MA40R,S	G-40	#	U
AG	#	#	#	#	#	#	#	L
GN	#	S 5	#	#	SC 22	#	50 a 62	M
GNA	#	S 5 S	510	PM40	SC 22	#	42 a 59	M
GRT	GRT	S 3	611	#	SC 10	R 10	30 a 57	L
GW	#	#	#	OCR42	X 2211	#	26 a 54	L
W	W	M 1	210	M 40; M 41	MC30A MC30B	B - 30	40 a 49	R
W M1	#	M 1.1	211	M 30 M 31	MC 31	B - 31	34 a 42	R
WB	WB	#	214	EM-40	ME 20	Y-20E	43 a 52	M
WD	#	#	130	DCR30	#	#	100 a 120	S
WHV	WHV	M 2	230	M-120	MH 30	Y - 30	106 a 125	R
WHV- 100	WHV- 100	M 2.7	230	M-100	MH 31	Y - 31	90 a 105	R
WK	WK	#	124	ES-70	#	#	68 a 79	S
WRT	WRT	M 3.5	111	S-40V	MC 10	B - 5	41 a 51	S
TW	TW	EM 1	215	MT-40	DE 302	E-33	42 a 52	R
TW 100	TW 100	#	235	MT100	DE 305	#	85 a 102	R
TRT	TRT	#	114	ES-40	DE 102	#	42 a 52	S

- Velocidade de cristalização → Muito Rápida = U  
- Velocidade de cristalização → Lenta = L  
- Velocidade de cristalização → Rápida = R  
- Velocidade de cristalização → Muito Lenta = S  
- Velocidade de cristalização → Média = M

**Tabela nº-2.**  
**Seleção do**  
**Grade de**  
**Policloropreno**  
**em Função de**  
**Propriedade**  
**Predominante.**  
**Desejada:**

<u>Característica</u> <u>Desejada</u>	<b>Grades de Fácil Processabilidade de Mistura e Conformação</b>						
<u>Fabricante</u>	<u>DuPont</u>	<u>Showa</u>	<u>Denka</u>	<u>Bayer</u>	<u>Denki</u> <u>Kagaku</u>	<u>Disturgil</u>	<u>Toya</u> <u>Soda</u>
<u>Marca Coml.</u>	<u>Neoprene</u>	<u>Neoprene</u> <u>KK</u>	<u>Neoprene</u>	<u>Baypren</u>	<u>Denka</u>	<u>Butaclor</u>	<u>Skyprene</u>
<u>Grades</u>	TRT	TRT	#	115	S-40V	DE 102	#
	W M1	#	M 1.1	211	M 30	MC 31	B- 31
	WB	WB	#	214	EM 40	ME 20	Y-20E
	TW	TW	EM 1	215	MT 40	DE 302	E-33
<u>Indicados</u>	TW 100	TW 100	#	235	MT 100	DE 102	#

<u>Característica</u> <u>Desejada</u>	<b>Grades Para Fabricação de Compostos de Baixa Viscosidade</b>						
<u>Fabricante</u>	<u>DuPont</u>	<u>Showa</u>	<u>Denka</u>	<u>Bayer</u>	<u>Denki</u>	<u>Disturgil</u>	<u>Toya</u>



<u>Marca Coml.</u>	Neoprene	Neoprene KK	Neoprene	Baypren	<u>Kagaku</u> Denka	Butaclor	<u>Soda</u> Skyprene
<u>Grades</u>	WRT	WRT	M 3.5	110	S-40V	MC 10	B-5
	W	W	M 1	210	M 40	MC 30 A	B-30
	W M1	#	M 1.1	211	M 30	MC 31	B-31
	TW	TW	EM 1	216	MT 40	DE 302	E-33
<u>Indicados</u>	GRT	GRT	S 3	611	#	SC 10	R 10

<u>Característica Desejada</u>	<b>Grades Mais Indicados Para Fabricação de Compostos Altamente Carregados</b>						
<u>Fabricante</u>	<u>DuPont</u>	<u>Showa</u>	<u>Denka</u>	<u>Bayer</u>	<u>Denki Kagaku</u>	<u>Disturgil</u>	<u>Toya Soda</u>
<u>Marca Coml.</u>	Neoprene	Neoprene KK	Neoprene	Baypren	Denka	Butaclor	Skyprene
<u>Grades</u>	WD	#	#	130	DCR 30	#	#
<u>Indicados</u>	WHV	WHV	M 2	230	M 120	MH 30	Y-30

<u>Característica Desejada</u>	<b>Grades Mais Indicados Para Fabricação de Artefatos com Melhor Estabilidade Dimensional</b>						
<u>Fabricante</u>	<u>DuPont</u>	<u>Showa</u>	<u>Denka</u>	<u>Bayer</u>	<u>Denki Kagaku</u>	<u>Disturgil</u>	<u>Toya Soda</u>
<u>Marca Coml.</u>	Neoprene	Neoprene KK	Neoprene	Baypren	Denka	Butaclor	Skyprene
<u>Grades</u>	TRT	TRT	#	116	ES 40	DE 102	#
	WB	WB	#	214	EM 40	ME 20	Y-20E
	TW	TW	EM 1	215	MT 40	DE 302	E-33
	WHV	WHV	M 2	230	M 120	MH 30	Y-30
<u>Indicados</u>	TW 100	TW 100	#	235	MT 100	DE 305	#

**Tabela nº- 2 – Continuação**

<u>Característica Desejada</u>	<b>Grades indicados Para Produção de Compostos Com Melhor Tack e Resistência a Baixas Temperaturas</b>						
<u>Fabricante</u>	<u>DuPont</u>	<u>Showa</u>	<u>Denka</u>	<u>Bayer</u>	<u>Denki Kagaku</u>	<u>Disturgil</u>	<u>Toya Soda</u>
<u>Marca Coml.</u>	Neoprene	Neoprene KK	Neoprene	Baypren	Denka	Butaclor	Skyprene
<u>Grades</u>	WRT	WRT	M 3.5	111	S-40V	MC 10	B-5
	GRT	GRT	S.3	611	#	SC 10	R 10
<u>Indicados</u>	WD	#	#	130	DCR 30	#	#

<u>Característica Desejada</u>	<b>Grades Indicados Para Moldagem Por Injeção de Artefatos Com Alta Dureza</b>						
<u>Fabricante</u>	<u>DuPont</u>	<u>Showa</u>	<u>Denka</u>	<u>Bayer</u>	<u>Denki Kagaku</u>	<u>Disturgil</u>	<u>Toya Soda</u>
<u>Marca Coml.</u>	Neoprene	Neoprene KK	Neoprene	Baypren	Denka	Butaclor	Skyprene
<u>Grades</u>	WRT	WRT	M 3.5	111	S-40V	MC 10	B-5
	TRT	TRT	#	116	ES 40	DE 102	#



<u>Indicados</u>	<i>W</i>	<i>W</i>	<i>M 1</i>	<i>210</i>	<i>M 40</i>	<i>MC 30 A</i>	<i>B-30</i>
	<i>W M1</i>	<i>#</i>	<i>M 1.1</i>	<i>211</i>	<i>M 30</i>	<i>MC 31</i>	<i>B-31</i>
	<i>TW</i>	<i>TW</i>	<i>EM 1</i>	<i>216</i>	<i>MT 40</i>	<i>DE 302</i>	<i>E-33</i>

<u>Característica Desejada</u>	<b>Grades Indicados Para Moldagem Por Injeção de Artefatos Com Baixa Dureza ou Para Baixa D.P.C.</b>						
<u>Fabricante</u>	<u>DuPont</u>	<u>Showa</u>	<u>Denka</u>	<u>Bayer</u>	<u>Denki Kagaku</u>	<u>Disturgil</u>	<u>Toya Soda</u>
<u>Marca Coml.</u>	Neoprene	Neoprene KK	Neoprene	Baypren	Denka	Butaclor	Skyprene
<u>Grades</u>	<i>WD</i>	<i>#</i>	<i>#</i>	<i>130</i>	<i>DCR 30</i>	<i>#</i>	<i>#</i>
	<i>TW</i>	<i>TW</i>	<i>EM 1</i>	<i>215</i>	<i>MT 40</i>	<i>DE 302</i>	<i>E-33</i>
<u>Indicados</u>	<i>WHV100</i>	<i>WHV100</i>	<i>M 2.7</i>	<i>230</i>	<i>M 100</i>	<i>MH 31</i>	<i>Y-31</i>
	<i>TW 100</i>	<i>TW 100</i>	<i>#</i>	<i>235</i>	<i>MT 100</i>	<i>DE 305</i>	<i>#</i>

- Grades para fabricação de artefatos com maior resistência ao Ar Quente, ao Ozônio e ao Intemperismo → Todos os grades, menos os modificados por enxofre.

- Grades para fabricação de artefatos que exijam elevadas propriedades mecânicas ou compostos que serão aderidos a metais / tecidos → Todos os grades modificados por enxofre.

### Características Intrínsecas de Cada Grade de Policloropreno

Antes de estudarmos as características intrínsecas de cada grade de Policloropreno, disponível ao mercado transformador, para produção de artefatos em geral, entendo que seja válido observar ainda algumas informações de suma relevância.

#### **Cloropreno Homopolímero**

A alta reatividade do monômero de cloropreno conduz à polimerização espontânea tendendo a formar homopolímero.

Esta reação de polimerização espontânea deve ser, em certo momento, interrompida e estabilizada, originando daí uma das famílias do Policloropreno, conforme podemos ver pela "Tabela nº- 3".

**Tabela nº- 3, Homopolímeros de Cloropreno ( sem modificadores )**

<u>DuPont</u> Neoprene	<u>Showa</u> Neoprene KK	<u>Denka</u> Neoprene	<u>Bayer</u> Baypren	<u>Denki</u> <u>Kagaku</u> Denka	<u>Disturgil</u> Butaclor	<u>Toyo-</u> <u>Soda</u> Shyprene	Visc. Mooney ML 1+4@100°C	Den- sida- de
<i>W</i>	<i>W</i>	<i>M 1</i>	<i>210</i>	<i>M 40</i> <i>M 41</i>	<i>MC30A</i> <i>MC30B</i>	<i>B-30</i>	<i>40 a 50</i>	<i>1,23</i>
<i>W M1</i>	<i>#</i>	<i>M 1.1</i>	<i>211</i>	<i>M 30</i> <i>M 31</i>	<i>MC 31</i>	<i>B-31</i>	<i>34 a 42</i>	<i>1,23</i>
<i>WHV</i>	<i>WHV</i>	<i>M 2</i>	<i>230</i>	<i>M 120</i>	<i>MH 30</i>	<i>Y-30</i>	<i>106 a 125</i>	<i>1,23</i>
<i>WHV 100</i>	<i>WHV 100</i>	<i>M 2.7</i>	<i>230</i>	<i>M 100</i>	<i>MH 31</i>	<i>Y-31</i>	<i>90 a 105</i>	<i>1,23</i>

Conforme mostrado pela tabela acima, nesta família são apresentados os principais grades de homopolímeros de Cloropreno simplesmente, muitas vezes estabilizados por mercaptanas O fator que distingue os grades é a viscosidade Mooney

Estes grades não possuem enxofre nem dissulfeto de tiuram ou outro aditivo qualquer, que tendam à decomposição para produzir, entre eles, enxofre livre ou algum acelerador de vulcanização. Também não contém antioxidantes.



Grades de Policloropreno desta família oferece ótima uniformidade na distribuição de peso molecular médio, estando próximo a 200000. Algumas características relevantes são:

- Excelente estabilidade de estocagem do polímero como matéria prima;
- Durante o processamento de mastigação, o peso molecular não tende a decrescer, o que prejudicaria as propriedades mecânicas do artefato vulcanizado. Somente os grades de alta viscosidade Mooney, se submetido a excessivo trabalho de mastigação ( cisalhamento ), poderá apresentar ligeira diminuição da viscosidade.
- Compostos com cloropreno desta família são processados rapidamente gerando menor quantidade de calor durante a mistura, também tendem a grudar menos, nos rolos do misturador aberto.
- Os artefatos vulcanizados apresentam melhor resistência ao envelhecimento pelo calor e baixa Deformação Permanente à Compressão.
- O principal agente de vulcanização é o Óxido de Zinco, porém, aceleradores orgânicos como as Tiocabanilidas ou Etileno Tiureas, devem compor as formulações para vulcanização mais rápida e melhores propriedades dos artefatos finais.
- Compostos para artefatos extrusados apresentam excelente resistência ao colapso e à distorção com ótima estabilidade dimensional.
- Grades desta família de policloropreno são considerados, dentro de seu campo de aplicação, como polímeros de uso geral para artefatos de alta performance técnica.

#### **Cloropreno Modificado por Enxofre**

Utilizando da alta reatividade do monômero de cloropreno, durante o processo de polimerização, adiciona-se o enxofre como modificador estrutural e posterior estabilização, com dissulfeto de tiuram originando daí a família de Policloropreno modificado por enxofre. Vemos na **“Tabela nº- 4”**.

**Tabela nº- 4 Polímero de Cloropreno Modificado por Enxofre**

<u>DuPont</u> Neoprene	<u>Showa</u> Neoprene KK	<u>Denka</u> Neoprene	<u>Bayer</u> Baypren	<u>Denki</u> Kagaku Denka	<u>Disturgil</u> Butaclor	<u>Toyo-</u> <u>Soda</u> Shyprene	Visc. Mooney ML 1+4@100°C	Den- sida- de
GN	#	S 5	510	#	SC 22	#	42 a 62	1,23
* GNA	#	* S 5 S	#	* PM40	#	#	42 a 59	1,23
GW	#	#	611	#	SC 10	R 10	26 a 54	1,23

**Nota:-** Os grades precedidos por ( \* ) possuem em sua estrutura um antióxidante aminico manchante com o objetivo de oferecer ao produto maior resistência à cristalização e estabilidade na estocagem.

A tabela acima mostra os grades mais comuns de Policloropreno modificado por enxofre e estabilizado com dissulfeto de tiuram.

Tal modificação estrutural promove a esta família de polímero a singular característica de larga distribuição do peso molecular médio, assim, para maior facilidade de processamento ( mistura e conformação ) torna-se necessário a peptização o que reduz a viscosidade do composto.

Também, a modificação por enxofre permite que a vulcanização ocorra somente através de óxidos metálicos, sem necessidade de aceleradores, muito embora em alguns compostos muito especiais os aceleradores também podem ser empregados, observando-se sempre a segurança de processamento necessária, caso a caso.

Artefatos produzidos a partir desta família de Policloropreno apresenta ótimas propriedades de resistência a rasgo, resistência a trabalhos dinâmicos, bom alongamento, excelente tack e adesão em outros polímeros como NR e SBR, oferece baixa deformação permanente à compressão e altos módulos.



Alguns cuidados devem ser observados com referência a estocagem, dos grades desta família, tanto do polímero de cloropreno na forma de matéria prima, como dos compostos, pois, apresenta limitada estabilidade, se comparado com outras famílias. { melhor os grades sinalizados por (\*) }

O scorch do composto também é bastante reduzido o que tende a prejudicar a segurança de processamento.

Compostos com esta família de Policloropreno admitem elevados teores de carga com mínima quantidade de plastificantes, pois, durante o processamento de mistura, tende a tornar-se macio e a incorporação dos ingredientes de formulação é bastante facilitada.

Artefatos para atender os requisitos FDA podem ser produzidos com esta família de Policloropreno usando somente óxidos metálicos como agente de cura ( sem uso de aceleradores ).

### **Copolímeros de Cloropreno**

Ainda a alta reatividade do monômero de cloropreno possibilita a copolimerização com uma série de outros monômeros copolimerizáveis. O monômero 2,3 - Dicloro – 1,3 Butadieno, é o mais comumente empregado, sendo copolimerizado ao monômero de cloropreno o que proporciona extrema resistência à cristalização da estrutura polimérica deste material de forma a conseguir-se propriedades específicas, principalmente para produção de artefatos que exija alta performance em trabalho a baixas temperaturas, os grades desta família são apresentados na “**Tabela nº- 5**”.

**Tabela nº- 5 Copolímero de Cloropreno**

<u>DuPont</u> Neoprene	<u>Showa</u> Neoprene KK	<u>Denka</u> Neoprene	<u>Bayer</u> Baypren	<u>Denki</u> Kagaku Denka	<u>Disturgil</u> Butaclor	<u>Toyo-</u> <u>Soda</u> Shyprene	<u>Visc.</u> <u>Mooney</u> <u>ML</u> 1+4@100°C	<u>Den-</u> <u>sida-</u> <u>de</u>
<b>WRT</b>	<b>WRT</b>	<b>M 3.5</b>	<b>111</b>	<b>S-40V</b>	<b>MC 10</b>	<b>B-5</b>	<b>41 a 51</b>	<b>1,25</b>
<b>WD</b>	<b>#</b>	<b>#</b>	<b>130</b>	<b>DCR30</b>	<b>#</b>	<b>#</b>	<b>100 a 120</b>	<b>1,25</b>

Estes grades de policloropreno apresentam excelentes características de resistência à cristalização, superior propriedades para emprego na produção de artefatos que irão trabalhar por longos períodos de tempo a condições de baixas temperaturas o que diminui a tendência do artefato tornar-se rígido, ainda, a adição de pequenas quantidades ( até 15 phr ) de plastificantes ésteres como o D.O.S, incrementa esta propriedade. Vale informar que esta família de policloropreno oferece a vantagem de ser não manchante.

Também é importante frisar que os grades desta família de cloropreno não sofre demasiada diminuição do peso molecular por cisalhamento durante o processamento de mastigação mantendo a alta performance do polímero. Estes grades não necessitam de peptizantes.

Compostos produzidos com esta família de policloropreno processa-se facilmente não gerando elevados níveis de calor durante a mistura, e não ocorre significativa tendência de grudar nos rolos do misturador.

Basicamente o que distingue os dois grades desta família é a viscosidade Mooney, permitindo assim, a escolha do grade que ofereça compostos mais carregados com cargas e plastificantes, ( maior viscosidade ) ou para artefatos com características bastante elastoméricas, ( menor viscosidade ).

A vulcanização ocorre através do Óxido de Zinco, porém, é imprescindível a adição de aceleradores para obter a cura em tempo apreciável.

### **Policloropreno Contendo Gel em Sua Estrutura Polimérica**

A grande versatilidade oferecida pela alta reatividade no processo de polimerização do Cloropreno permite também que com a adição de ingredientes químicos específicos se consiga produzir micro cross-lincks em partes ainda no estado coloidal de cada cadeia em sua estrutura, ao que chamamos de micro-gel, isso permite conseguir-se grades com excelentes características para produção de compostos direcionados a artefatos extrudados ou calandrados com alisamento e brilho singular, na superfície da peça. “**Tabela nº- 6**”.



**Tabela nº- 6 Policloropreno Com Gel**

<u>DuPont</u> Neoprene	<u>Showa</u> Neoprene KK	<u>Denka</u> Neoprene	<u>Bayer</u> Baypren	<u>Denki</u> <u>Kagaku</u> Denka	<u>Disturgil</u> Butaclor	<u>Toyo-</u> <u>Soda</u> Shyprene	Visc. Mooney ML 1+4@100°C	Den- sida- de
WB	WB	#	214	EM 40	ME 20	Y-20E	43 a 52	1,23
TW	TW	EM 1	215	MT 40	DE 302	E 33	42 a 52	1,23
TW 100	TW 100	#	235	MT100	DE305	#	85 a 102	1,23

Os grades indicados na primeira linha da tabela acima contém alta porcentagem de gel na sua estrutura polimérica, para superior características de processabilidade.

Compostos produzidos com grades desta família de policloropreno apresenta baixo nervo, porém, mantendo-se firme, extrusão fácil e rápida oferecendo perfis lisos e brilhantes com boa resistência ao colapso mantendo fiel a forma dada pela matriz da extrusora.

Igualmente apresenta excelentes propriedades para calandragem oferecendo laminados lisos e brilhantes.

A velocidade de vulcanização é média para os grades da primeira linha da tabela acima, porém, os grades da segunda e terceira linha vulcanizam-se rapidamente.

Devido ao gel contido na estrutura molecular dos grades desta família de policloropreno, as propriedades mecânicas apresentadas pelos artefato poderão mostrar resultados inferiores, se comparado com os de outras famílias deste material. Todos os grades são não manchantes.

O fator que distingue os grades da primeira linha da tabela é que estes possuem alto teor de gel na estrutura, enquanto os da segunda e terceira linhas contém menores teores, aproximadamente a metade.

**Policloropreno Com Estruturas Específicas**

Durante o processo de polimerização também é possível produzir sistemas híbridos, seja, copolímeros de Cloropreno modificados por enxofre adicionado do co-monômero 2,3 – Dicloro – 1,3 Butadieno, e ainda , contendo gel na estrutura do polímerica “**Tabela nº- 7**”.

**Tabela nº-7 Policloropreno Com Estruturas Específicas**

<u>C</u> <u>o</u> <u>d.</u>	<u>DuPont</u> Neoprene	<u>Showa</u> Neoprene KK	<u>Denka</u> Neoprene	<u>Bayer</u> Baypren	<u>Denki</u> <u>Kagaku</u> Denka	<u>Disturgil</u> Butaclor	<u>Toyo-</u> <u>Soda</u> Shyprene	Visc. Mooney ML 1+4@100°C	Den- sida- de
a	GRT	GRT	S 3	611	#	SC 10	R 10	30 a 57	1,23
b	WK	WK	#	126	ES 70	#	#	68 a79	1,25
c	TRT	TRT	#	116	ES 40	DE102	#	42 a 52	1,25

**Os grades da linha “a”, da tabela acima:**

Os grades de policloropreno da linha “a”, na tabela acima, são copolímeros de cloropreno modificados por enxofre, estabilizados por dissulfeto de tiuram e copolimerizados com 2,3 - Dicloro – 1,3 Butadieno, contendo também um antioxidante não manchante.

Estes grades oferecem a mais alta resistência à cristalização proporcionando longa vida, do polímero no estado matéria prima, em estoque ( aprox. 1 ano ).

Artefatos vulcanizados produzidos com estes grades apresentam excelente resistência à baixa temperatura ( até aprox. – 25°C ) e excepcionais propriedades de resistência ao rasgo e à flexão em trabalhos dinâmicos, que combinado com um ótimo tack e adesão a fibras têxteis, mostram-se como material singular na produção de correias de transmissão automotivas e industrial. Também, são os grades de policloropreno mais indicados para processamento de fricção por calandragem sobre tecidos ou mesmo espalmação.

São de cura rápida somente através de óxidos metálicos ( Óxido de Zinco ), não sendo necessário o emprego de aceleradores.

**Os grades da linha “b”, da tabela acima:**

Os grades de policloropreno da linha “b”, na tabela acima, são copolímeros de cloropreno mais 2,3 – Dicloro – 1,3 Butadieno contendo gel em sua estrutura para melhor processabilidade.

Estes grades proporcionam excelente resistência a baixas temperaturas,

( até – 25°C ) combinado com fácil e rápida processabilidade de mistura e conformação.

São grades de policloropreno normalmente indicados para perfis extrusados de desenho delicado e de alta qualidade técnica oferecendo também, boa resistência a elevadas temperaturas, ( até 100°C ) e baixa Deformação Permanente à Compressão.

Processamento de calandragem, de compostos usando estes grades de policloropreno apresentam laminados lisos e brilhantes com ótimas propriedades mecânicas.

**Os grades da linha “c”, da tabela acima:**

As características dos grades de policloropreno da linha “c”, da tabela acima são similares às já comentadas para os grades da linha “b”, onde basicamente o diferencial esta na viscosidade Mooney do polímero.

**Obs para todas as famílias:-** Ainda, durante a polimerização, adicionando-se conjuntamente, vários modificadores químicos pode-se controlar precisamente o comprimento ( peso ) das cadeias moleculares, e suas ramificações, se desejado. Também, é importante mencionar que a temperatura de polimerização tem fundamental influência na formação da micro, e macro estrutura permitindo preciso controle do peso molecular e mesmo da distribuição do peso molecular médio deste tipo de polímero.

**VULCANIZAÇÃO DO POLICLOROPRENO**

Diferentemente dos outros tipos de elastômeros diênicos, normalmente utilizados nas indústrias transformadoras de artefatos de borracha, que são vulcanizados através do enxofre, a vulcanização dos polímeros de cloropreno ocorre por meio de óxidos metálicos.

A combinação de Óxido de Zinco com Óxido de Magnésio, são os principais agentes promotores de vulcanização dos compostos de policloropreno para produção de ampla gama de artefatos com os mais elevados requisitos técnicos.

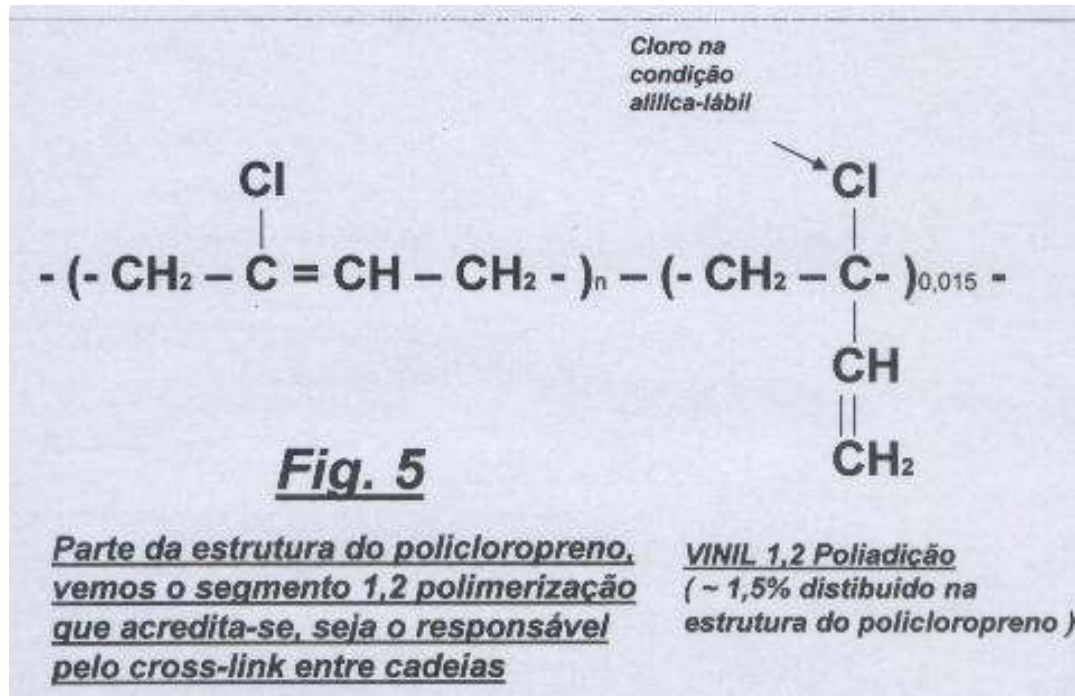
Também, o emprego de Litargírio Sublimado ou Óxido de Chumbo, em substituição aos óxidos de zinco e do magnésio, pode ser usado em compostos de policloropreno isso, quando máxima resistência à absorção de água é exigido do artefato vulcanizado.

Acredita-se que a ligação, ( cross-link ou vulcanização ) entre as cadeias poliméricas do cloropreno ocorra devido a reação entre os átomos de cloro na condição alílica existentes na estrutura molecular deste material, e a alta reatividade do Óxido de Zinco.

Os átomos de cloro na condição alílica que aparecem, em função da configuração micro-estrutural VINIL 1,2 Poliadição, encontrada em aproximadamente. 1,5% das macromoléculas do policloropreno, como pode ser visto na Fig. 5, abaixo.







Entende-se que o restante dos átomos de cloro ( não alílicos ), predominantes na cadeia polimérica não são reativos, embora combinado em toda estrutura, não participam assim, no cross-link entre cadeias.

Da reação entre o óxido de zinco e os átomos de cloro ocorre o cloreto de zinco ( ZnCl<sub>2</sub> ) e, em segunda instancia, devido ao rearranjo estrutural obtém-se hidrogênio livre, que também provoca a formação de cloreto de hidrogênio, ambos esses ácidos, apresentam reações catalíticas extremamente ativas, suficientes para promover a vulcanização, porém, tal efeito catalítico deve, em certo momento, ser neutralizado, de maneira a manter a devida segurança de processamento, necessária para produção dos artefatos com a qualidade desejada.

O Óxido de Magnésio, também adicionado ao composto, muito embora ofereça certa reatividade com os átomos de cloro e hidrogênio livres, tem como principal função capturar os gases ácidos formados, ( cloreto de zinco e cloreto de hidrogênio ), provavelmente porque o MgO tenha efeito competitivo com o ZnO na combinação com os átomos de cloro e hidrogênio, formando daí o cloreto de magnésio e o cloreto de hidrogênio, encerrando e estabilizando

desta maneira a ação catalítica de cura e ainda, neutralizando reações secundárias que poderiam provocar aceleração sobre o envelhecimento do artefato vulcanizado.

Assim a adição do óxido de magnésio é de primordial importância ao composto de policloropreno para obter-se a segurança de processamento e ajuste do tempo de scorch desejado.

Exaustivos estudos desenvolvidos com inúmeros compostos de policloropreno mostraram que a combinação de 4,0 phr do MgO com 5,0 phr do ZnO apresentam um ótimo balanço entre as características da razão de vulcanização, ( Tempo de Cura X Estado de Cura ) e segurança de processamento, produzindo artefatos vulcanizados com as melhores propriedades mecânicas e resistência ao envelhecimento térmico.

Na elaboração do composto com policloropreno, é de fundamental importância que o Óxido de Magnésio seja adicionado logo no início do processamento de mistura, após a mastigação do polímero, pois, a eficácia da combinação deste material nas reações químicas posteriores é muito superior, bem como, a dispersão no composto é melhorada.



Já, a adição do Óxido de Zinco, ao composto deverá ser na última fase da mistura, após o composto base ter sido misturado e descansado, porque a reatividade deste material com o polímero é extremamente alta. A adição do ZnO no final do ciclo de mistura garante maior segurança processamento e tempo de scorch mais largo.

Como podemos ver, o MgO e o ZnO são os principais agentes de cura para compostos de policloropreno, assim, algumas considerações importantes devem ser observadas, sobre estes óxidos metálicos.

O Óxido de Magnésio a ser usado deverá ser altamente ativo, seja, de elevada razão entre área superficial por unidade de volume, ( ideal, os que apresentam n°- de iodo acima de 130 ), isto significa tamanho de partículas muito pequeno ( escala de nano-partículas ). Também o MgO deverá ser de altíssima pureza, ( superior a 95%).

Óxido de Magnésio é um produto altamente higroscópico, portanto deve ser armazenado em local protegido da umidade atmosférica, bem como, do dióxido de carbono, pois, a umidade e o gás de carbono provocam contaminação e perda da atividade superficial do MgO, o que o torna inadequado ao emprego no composto de policloropreno.

O Óxido de Zinco usado em compostos de policloropreno deverá também, ser de alta pureza, ( superior a 99,5% de ZnO ), ainda, a escolha de ZnO com elevada área superficial, ( acima de 30 m<sup>2</sup>/g ) produzem os melhores resultados nas propriedades técnicas do artefato vulcanizado. Os cuidados com a contaminação deste material seguem as mesmas orientações já observadas acima, para o MgO.

### **Sistemas de Vulcanização e Aceleradores para Policloropreno**

Antes de seguirmos com o texto referente aos sistemas e aceleradores e vulcanização, torna-se importante observar as informações das; **“Tabelas nº- 8 e 9”**

A **“Tabela nº- 8”** abaixo apresenta os grades comerciais de policloropreno com estrutura modificada por enxofre. Observar na **“Tabela nº- 10”** os tipos de ingredientes para vulcanização e sua devidas proporções, específicos para estes grades de policloropreno

**Tabela nº- 8 – Grades de Policloropreno Modificados por Enxofre**

<u>DuPont</u> Neoprene	<u>Showa</u> Neoprene KK	<u>Denka</u> Neoprene	<u>Bayer</u> Baypren	<u>Denki</u> <u>Kagaku</u> Denka	<u>Disturgil</u> Butaclor	<u>Toyo-</u> <u>Soda</u> Shyprene	<u>Visc.</u> <u>Mooney</u> ML 1+4@100°C
<b>GN</b>	<b>#</b>	<b>S 5</b>	<b>510</b>	<b>#</b>	<b>SC 22</b>	<b>#</b>	<b>42 a 62</b>
<b>GNA</b>	<b>#</b>	<b>* S 5 S</b>	<b>#</b>	<b>* PM40</b>	<b>#</b>	<b>#</b>	<b>42 a 59</b>
<b>GW</b>	<b>#</b>	<b>#</b>	<b>#</b>	<b>OCR42</b>	<b>X2211</b>	<b>#</b>	<b>26 a 54</b>
<b>GRT</b>	<b>GRT</b>	<b>S 3</b>	<b>611</b>	<b>#</b>	<b>SC 10</b>	<b>R 10</b>	<b>30 a 57</b>

A **“Tabela nº- 9”**, abaixo apresenta os grades comerciais de policloropreno sem modificação estrutural. Observar na **“Tabela nº- 10”**, os tipos de ingredientes para vulcanização e aceleradores, bem como, suas devidas proporções.



**Tabela nº- 9 – Grades de Policloropreno ( sem modificação estrutural )**

<u>DuPont</u> <u>Neopre</u> <u>ne</u>	<u>Showa</u> <u>Neopre</u> : <u>ne</u> <u>KK</u>	<u>Denka</u> <u>Neopr</u> <u>e-</u> <u>ne</u>	<u>Bayer</u> <u>Baypen</u>	<u>Denki</u> <u>Kagak</u> <u>u</u> <u>Denka</u>	<u>Disturgil</u> <u>Butaclor</u>	<u>Toya</u> <u>Soda</u> <u>Skypre</u> : <u>ne</u>	<u>Viscos.</u> <u>Mooney</u> <u>ML1+4@</u> <u>100°C</u>
<b>W</b>	<b>W</b>	<b>M 1</b>	<b>210</b>	<b>M 40;</b> <b>M 41</b>	<b>MC30A</b> <b>MC30B</b>	<b>B – 30</b>	<b>40 a 49</b>
<b>W M1</b>	<b>#</b>	<b>M 1.1</b>	<b>211</b>	<b>M 30</b> <b>M 31</b>	<b>MC 31</b>	<b>B – 31</b>	<b>34 a 42</b>
<b>WB</b>	<b>WB</b>	<b>#</b>	<b>214</b>	<b>EM-40</b>	<b>ME 20</b>	<b>Y-20E</b>	<b>43 a 52</b>
<b>WD</b>	<b>#</b>	<b>#</b>	<b>130</b>	<b>DCR30</b>	<b>#</b>	<b>#</b>	<b>100 a 120</b>
<b>WHV</b>	<b>WHV</b>	<b>M 2</b>	<b>230</b>	<b>M-120</b>	<b>MH 30</b>	<b>Y – 30</b>	<b>106 a 125</b>
<b>WHV-100</b>	<b>WHV-100</b>	<b>M 2.7</b>	<b>230</b>	<b>M-100</b>	<b>MH 31</b>	<b>Y – 31</b>	<b>90 a 105</b>
<b>WK</b>	<b>WK</b>	<b>#</b>	<b>124</b>	<b>ES-70</b>	<b>#</b>	<b>#</b>	<b>68 a 79</b>
<b>WRT</b>	<b>WRT</b>	<b>M 3.5</b>	<b>111</b>	<b>S-40V</b>	<b>MC 10</b>	<b>B – 5</b>	<b>41 a 51</b>
<b>TW</b>	<b>TW</b>	<b>EM 1</b>	<b>215</b>	<b>MT-40</b>	<b>DE 302</b>	<b>E-33</b>	<b>42 a 52</b>
<b>TW 100</b>	<b>TW 100</b>	<b>#</b>	<b>235</b>	<b>MT100</b>	<b>DE 305</b>	<b>#</b>	<b>85 a 102</b>
<b>TRT</b>	<b>TRT</b>	<b>#</b>	<b>114</b>	<b>ES-40</b>	<b>DE 102</b>	<b>#</b>	<b>42 a 52</b>

Os grades de policloropreno mostrados na “Tabela nº- 8” acima, ( grades com estrutura modificada por enxofre ) vulcanizam-se somente com a adição de Óxido de Magnésio e Óxido de Zinco ao composto, porém, em

casos muito especiais, algumas vezes ocorre a adição de aceleradores orgânicos, conforme mostrado nas colunas “Alt. 1” e “Alt.2”, da “Tabela nº- 10, abaixo

Os grades de policloropreno sem modificação estrutural, mostrados na “Tabela nº- 9”, acima, além dos Óxidos de Magnésio e de Zinco, como agentes de cura, ainda necessitam da adição de aceleradores orgânicos às composições, para conseguir-se rápidas velocidades de vulcanização e as melhores propriedades técnicas dos artefatos vulcanizados.

Basicamente os aceleradores de vulcanização mais empregados para estes grades de policloropreno ( “Tabela nº- 9” ), são da família das “Tiureas”, principalmente o “Etileno Tiurea”.

Muito embora estes grades de policloropreno, ( “Tabela nº-9” ) ofereçam excelentes resultados técnicos quando vulcanizados pela combinação de MgO + ZnO + ETU, vale enfatizar que este último o ETU ( Etileno Tiurea ) apresenta elevado grau de toxicidade, devendo então, ser observado um extremo cuidado no manuseio, o que torna-se imprescindível aos profissionais que manuseiem este produto o uso de todos os EPIs, ( Equipamentos de Proteção Individual ) necessários, bem como, no ambiente existam sistemas de exaustão de pó altamente eficientes.

O Etileno Tiurea, também conhecido como 2 – Mercapto Imidasoline, é talvez o mais simples e popular acelerador usado em compostos de policloropreno, é extremamente eficaz, mesmo empregado em pequenos teores, entre 0,25 a 1,0 phr, pode ser aplicado em compostos para artefatos de cores claras, pois, não é manchante nem provoca descoloração, aos artefatos vulcanizados. Para minimizar riscos, devido à toxicidade, alguns fabricantes de ETU oferecem este, ao mercado em forma de máster batches, normalmente pré-dispersos em EPDM.

Os grades de policloropreno ( “Tabela nº- 9” ) comumente são formulados empregando o ETU como único acelerador, porém, a alta reatividade deste durante a reação de vulcanização poderá causar redução da segurança de processamento do composto, bem como, diminuição do tempo de scorch, em que, para minimizar estes efeitos indesejados, muitas vezes são combinados o ETU com TMTD ou com MBTS, proporcionando assim, certo retardamento da ativação na reação de cura, do artefato.

Compostos de policloropreno, ( “grades da Tabela nº- 9” ) contendo negro de fumo, como carga reforçante oferecem altas velocidades de cura e excelentes características técnicas aos artefatos vulcanizados porém, a segurança de processamento, às vezes é comprometida, assim, é de boa prática combinar as proporções de 0,4 a 0,8 phr de ETU com 0,5 a 1,0 phr de TMTD ou CBS.



O mesmo raciocínio pode ser utilizado quando o composto é carregado com cargas minerais, porém, o TMTD ( ou CBS ), deve ser substituído pelo MBTS, nas mesmas proporções.

A “**Tabela nº-10**”, abaixo orienta sobre alguns sistemas de cura normalmente empregados para compostos de policloropreno.

**Tabela nº- 10 – Orientações Sobre Diversos Sistemas de Cura Para Policloropreno**

<b>Ingredientes</b>	<b>Alt.1 phr</b>	<b>Alt.2 phr</b>	<b>Alt.3 Phr</b>	<b>Alt.4 phr</b>	<b>Alt.5 phr</b>	<b>Alt.6 phr</b>	<b>Alt.7 phr</b>	<b>Alt.8 phr</b>	<b>Alt.9 phr</b>	<b>Alt.10 phr</b>	<b>Alt.11 phr</b>
Óx. de Magnésio	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Óx. de Zinco	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0
TMTM	0	0	0,5 a 1,0	0	0	0,5	0	0	0	0	0
DOTG	0	0	0,5 a 1,0	0	0	0,5	0	0	0	0	0
Enxofre	0	0,2 a 1,0	1,0 a 1,5	0	0	1,0	0	0	0	0	0
ETU	0,2 a 0,6	0	0	0,6 a 0,8	0,4 A 0,8	0,2 a 0,4	0,4 a 0,8	0	0	0	0
MBTS	0	0	0	0,5 a 1,0	0	0	0	0	0	0	0
TMTD ou CBS	0	0	0	0	0,5 a 1,0	0	0	0	0	0	0
Trietileno Tiurea	0	0	0	0	0	0	0	3,0	0,8 a 1,5	0	0
Resina Epoxy	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0 a 2,0	0	0
Óx. de Chumbo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
Ácido Salicílico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0 a 2,0	0

**Alternativas de Indicação de Uso “Tabela nº-10**

**Nota:-** As Alternativas 1 e 2, são empregadas somente em compostos produzidos à base de policloropreno modificados por enxofre.

**Alternativa 1:-** Baixa segurança de processamento, cura muito rápida, pobres propriedades dinâmicas, regular DPC. Composto indicado para peças moldadas por compressão e de geometria simples.

**Alternativa 2:-** Baixa segurança de processamento, alta rigidez, altos módulos, indicação de uso similar à alternativa 1.



Nota:- As Alternativas 3 a 11, são empregadas para todos os grades de policloropreno não modificados por enxofre.

Alternativa 3:- Máxima segurança de processamento; empregada em compostos para artefatos de uso geral; sistema de cura preferido quando se deseja blendas de policloropreno com SBR; atende as especificações 177.2600 da norma FDA, para artefatos que terão contato com produtos alimentícios.

Alternativa 4:- Boa segurança de processamento; produz compostos para artefatos de cores claras contendo cargas minerais. Indicada para artefatos de uso geral.

Alternativa 5:- Boa segurança de processamento; indicada para compostos carregados com Negro de Fumo; ótimo balanço entre as propriedades técnicas dos artefatos e baixo custo.

Alternativa 6:- Moderada segurança de processamento; velocidade de cura de média a rápida; para artefatos com desenho geométrico simples e de uso geral.

Alternativa 7:- Composto de baixo custo; ótima resistência a elevadas temperaturas ( até 110°C ); baixa DPC; regular segurança de processamento; uso também em compostos de artefatos de cores claras.

Alternativa 8:- Boa segurança de processamento; excelente resistência ao ozônio; baixa DPC; indicada para artefatos não manchantes.

Alternativa 9:- Excelente combinação entre segurança de processamento e altas propriedades técnicas dos artefatos vulcanizados; boa resistência ao calor; baixa DPC; pode ser usada em compostos para artefatos de cores claras.

Alternativa 10:- Ótima segurança de processamento; alto alongamento; alta resistência ao rasgamento; baixa descoloração.

Alternativa 11:- Ótima estabilidade de estocagem de compostos contendo cargas minerais, sistema de cura indicado para compostos de artefatos com excepcional resistência à água.

### **Antidegradantes Para Composto de Policloropreno**

Artefatos vulcanizados produzidos à base de policloropreno apresentam superior resistência ao envelhecimento e ao ataque de oxigênio e ozônio, que os fabricados com outros tipos de elastômeros como NR, SBR ou BR. Porém, se observarmos a estrutura do policloropreno ( Fig. 5, acima ), verificamos a existência de certa quantidade de insaturações, na cadeia molecular, desta forma, tornando o produto susceptível ao ataque de agentes atmosféricos, o que conduz ao emprego de aditivos antidegradantes aos compostos.

A adição de antioxidantes protege os artefatos vulcanizados do ataque do oxigênio melhorando ainda a resistência ao envelhecimento em temperaturas mais elevadas oferecendo extensão da vida útil.

Os melhores resultados de proteção à oxidação tem-se conseguido pela adição de 1 a 4 phr de aditivos da família das Difenilaminas Octiladas, estas apresentam excelentes resultados de proteção sem interferência nos sistemas de cura ou nas propriedades dinâmicas a que, muitas vezes os artefatos vulcanizados são submetidos.

Como orientação de marcas comerciais destes antioxidantes, tem-se :-

- Permanax ODP A ----- ( marca registrada da Flexsys )
- Octamine ----- ( marca registrada Uniroyal )
- Vulkanox OCD / SG ----- ( marca registrada Bayer )
- Agerite Stalite ----- ( marca registrada Vanderbilt )

Obs:- Artefatos técnicos em policloropreno que exijam superior resistência à fadiga por flexão dinâmica devem ser produzidos com polímeros de cloropreno modificados por enxofre e como antioxidante usar um tipo da família "MMBI"

( 5-Metilmercaptobenzimidazol ), por ex:- Vulkanox MB2 Bayer.



Outro fator de singular importância a ser considerado é resistência ao ozônio que os artefatos em policloropreno devam oferecer.

Igualmente, as insaturações contidas nas cadeias poliméricas, deste elastômero é que estão sujeitas ao ataque do ozônio. Aqui, cuidados especiais deverão ser observados, pois, a maioria dos aditivos químicos antiozonantes tendem a ativar o sistema de cura do policloropreno, ou reduzir as características de resistência a trabalhos dinâmicos dos artefatos vulcanizados ou ainda, provocar manchamento e descoloração em artigos de cores claras.

Estudos e ensaios desenvolvidos com os diversos ingredientes antiozonantes químicos adicionados em compostos de policloropreno mostraram que os melhores resultados em todas as propriedades, incluindo segurança de processamento foram conseguidos com os antiozonantes da família das Para - Fenilenos – Diaminas ou misturas de Diaril – Para – Fenileno – Diaminas, sendo observado somente uma pequena redução no tempo de scorch.

A adição de 1,5 a 3 phr destes tipos de antiozonantes oferecem excelente balanço entre a proteção, segurança de processabilidade / estocagem do composto e propriedade técnicas (principalmente dinâmicas), dos artefatos vulcanizados, porém, tendem a uma pequena migração para a superfície causando possíveis manchamento em contato com partes pintadas.

Como orientação das marcas comerciais destes antiozonantes, tem-se:-

- Santoflex 6PPD ----- ( marca registrada Flexsys )
- Vulkanox 3100 ou 4020 ----- ( marca registrada Bayer )
- Wingstay 100 ----- ( marca registrada Goodyear )
- Flexzone 7F ou 7L ou 7P ----- ( marca registrada Uniroyal )
- Antozite 67 P ----- ( marca registrada Vanderbilt )

Também, bons resultados são conseguidos combinando os antiozonantes químicos, acima, com ceras microcristalinas, como por ex. as parafinas cloradas, ( em teores de até 6 phr ), que tem efeito protetor físico, pois, tendem a migrar para superfície do artefato, oferecendo proteção antiozonante em condições estáticas.

### **Cargas Reforçantes e Inertes Para Compostos de Policloropreno**

Elastômeros de policloropreno, embora apresente ótimas propriedades mecânicas em seu estado “goma-pura”, muitas vezes, ainda são adicionadas cargas reforçantes, para intensificar os resultados de tais propriedades ou cargas inertes, para baixar custos e auxiliar no processamento dos compostos.

Artefatos vulcanizados, produzidos a base de policloropreno contendo cargas inertes oferecem resultados de resistência à tração e ao rasgamento superiores àqueles encontrados em artefatos feitos com polímeros de SBR ou NBR, porém, inferiores aos oferecidos por artefatos em Borracha Natural.

Todas as cargas inertes como; Caulins, Carbonatos, Silicatos, e outras, comumente empregadas em compostos de borracha, também podem ser usadas em compostos de policloropreno.

Embora as cargas inertes sejam largamente utilizadas em compostos de policloropreno, ainda as cargas reforçantes são as mais importantes. O Negro de Fumo e as Sílicas Precipitadas estão presentes em quase todos os compostos de policloropreno quando propriedades técnicas superiores são exigidas dos artefatos vulcanizados.

A adição de Sílicas Precipitadas em compostos de policloropreno permite a produção de artefatos de cores claras com elevadas propriedades mecânicas, porém, é importante observar que juntamente com a Sílica deverão ser adicionados um Organo-Silano ( por ex:- Silquest A 189, da Crompton ou SI 69 da Degussa ), em proporção de 1,5 a 2 % sobre a quantidade de Sílica adicionada ao composto, e também, Polietilenoglicol, ( AT Peg 4000 ) em teores de 4 a 5% sobre a quantidade de Sílica. Estes aditivos periféricos fazem-se necessário para que ocorra superior acoplamento entre a carga e o polímero apresentando assim o real fator reforçante.

Compostos para artefatos de cores pretas e com excelentes características técnicas são conseguidas adicionando ao composto de policloropreno os grades de Negro de Fumo como; N – 550, N - 660 ou N – 762, ou em condições



mais específicas de resistência ao rasgo emprega-se o N – 330. Também, comumente combina-se vários grades de Negro de Fumo ou mesmo Negro de Fumo com Sílica, no mesmo compostos. Não obstante, a combinação de cargas reforçantes com cargas inertes, são normalmente observadas em muitos compostos.

A escolha de grades de policloropreno de alta viscosidade Mooney, permite a fabricação de compostos com elevados teores de cargas e plastificantes. Neste caso é aconselhável empregar cargas inertes ou de baixo poder reforçante, combinado com plastificantes Aromáticos.

Artefatos de policloropreno para melhor resistência a soluções químicas ácidas, deverão ser compostos com cargas do tipo Silicato de Magnésio, ( Talco ) ou, Sulfato de Bário, ambos de finas partículas.

Artefatos que serão aplicados em contato com água quente, melhores resultados são conseguidos se forem fabricados de compostos de

policloropreno contendo elevadas quantidade de caulim calcinado, ou silicato de magnésio ou ainda, cargas de baixo poder reforçante.

Compostos em policloropreno resistentes à queima deverão estar aditivados com Trióxido de Antimônio, Borato de Zinco, Dacabromo-Difenil-Oxido, Hidróxido de Magnésio, e como carga, deverá ser usada a Alumina Tri-Hidratada.

Compostos para melhor resistência a abrasão ou com características anti-estáticas poderão ser formulados usando Negro de Fumo N – 220 ou N – 330, onde maior condutividade elétrica é conseguida adicionando ao composto aproximadamente 20 phr de Ferrita Magnética.

### **Plastificantes Para Compostos de Policloropreno**

Plastificantes são adicionados aos compostos de borracha com objetivo de melhorar as características de processamento, modificar algumas propriedades dos artefatos vulcanizados e também, reduzir o custo.

Normalmente os plastificantes usados em compostos de policloropreno incluem óleos ou ceras derivados de petróleo; óleos sintéticos ésteres e poliésteres; óleos vegetais; parafinas cloradas; resinas diversas e alguns elastômeros de baixo peso molecular compatíveis.

A “Tabela nº- 11”, abaixo oferece orientações gerais sobre escolha de plastificantes em função das propriedades desejadas do composto ou do artefato vulcanizado, em policloropreno.

**Tabela nº- 11 Orientação sobre a Escolha de Plastificantes**

<b><i>Propriedades Desejadas</i></b>	<b><i>Tipo de Plastificante Mais Indicado</i></b>
Composto para Artefatos de Uso Geral de Baixo Custo	Óleos Aromáticos ou Naftênicos derivados de Petróleo são os mais compatíveis
Artefatos Submetidos a Baixas Temperatura de Trabalho	Plastificantes Ésteres D.O.A., D.O.S, ou Polímero CIS – 4 - Polibutadieno
Artefatos Para Melhor Resistência a Altas Temperaturas	Plastificantes Poliésteres ou Poliméricos, Parafina Clorada, Derivados de Petróleo de Baixa Volatilização
Artefatos Claros e Coloridos ou Não Manchantes	Plastificantes Ésteres, D.O.P., D.O.A., D.O.S. T.O.T.M., Parafinas Cloradas
Artefatos Resistentes à Queima	Plastificantes Ésteres – Fosfatos – Orgânicos ( Disflamoll TKP –Bayer ), Parafinas Cloradas
Compostos Para Cura por Peróxidos	Plastificantes Ésteres, Plastificantes Poliméricos, Parafinas Cloradas
Compostos Para Artefatos Resistentes a Fungos	Plastificante Poliéster [ Di – ( Butoxi – Etoxi – Etil ) Formol ]



### **Algumas Informações Relevantes Sobre os Plastificantes para Policloropreno.**

Plastificantes derivados de Petróleo, principalmente os óleos Aromáticos e Naftênicos são comumente usados em compostos de policloropreno devido a alta eficiência e baixo custo.

A escolha destas famílias de plastificantes depende de diversos fatores, como:

- Compatibilidade com os demais ingredientes do composto;
- Facilidade de incorporação;
- Propriedades desejadas dos artefatos vulcanizados;
- Baixo custo.

Os óleos aromáticos são os mais compatíveis com o policloropreno sendo largamente usados em compostos que irão produzir artefatos de uso geral na cor preta.

Na elaboração de compostos altamente carregados, normalmente baseados em polímeros de alta viscosidade Mooney, teores de até 90 phr de plastificantes aromáticos podem ser adicionados.

Plastificantes aromáticos apresentam efeito manchante e de descoloração aos artefatos vulcanizados, ainda, não são indicados para compostos que serão curados por peróxidos.

Os óleos naftênicos, embora também empregados como plastificantes em compostos de policloropreno, são bem menos compatíveis, podendo ser usados em teores máximos de 25 phr.

Os óleos parafínicos deverão ser evitados, oferecem baixíssima compatibilidade com o policloropreno e tendem à exudação com muita facilidade, característica pela qual, em alguns compostos, mínimas quantidades são adicionadas com a finalidade de diminuir a tendência de o composto grudar nos rolos do misturador aberto.

Óleos derivados de petróleo de elevada viscosidade apresentam menor tendência à extração do composto de policloropreno e melhor resistência ao calor, porém, plastificantes muito viscosos produzem artefatos vulcanizados com baixa resiliência, aumentam a dureza, diminui a resistência a baixas temperaturas e ao envelhecimento.

Parafina Clorada:- Pertence a uma família de plastificantes muito usada em compostos de policloropreno. Esta proporciona um ótimo balanço entre as propriedades técnicas dos artefatos e processabilidade do composto, ainda oferece muito boas características de resistência à queima, porém, torna pobre a resistência à baixa temperatura, dos artefatos vulcanizados.

De maneira geral, compostos de policloropreno contendo parafinas cloradas como plastificante, oferecem:

- Boas propriedades de resistência a queima;
- Boas propriedades de resistência ao rasgo;
- Pobres propriedades de resistência a baixas temperaturas;
- Pode ser usada em compostos para artefatos de cores claras;
- Regular compatibilidade com o polímero de cloropreno;
- Baixo poder plastificante;
- Aumenta a emissão de fumaça na queima.

Plastificantes Resinosos: São normalmente empregados em compostos de policloropreno e tem como principal finalidade a de melhorar o “tack” para facilitar o manuseio em montagem de determinados tipos de artefatos, como; Correias Transportadoras, Lençóis, Rolos e Cilindros, etc...

Basicamente nesta família de plastificantes estão compreendidas as resinas Cumarona – Indeno, Resinas de Breu, Derivados de Asfalto Oxidados, resinas Hidrocarbônicas, Alcatrão de Pinho, entre outras.

Plastificantes resinosos podem ainda oferecer aos compostos / artefatos:-

- Melhora o tack e o friccionamento do composto sobre tecido;
- Melhora a resistência ao calor;
- Melhora a resistência ao rasgamento;





- Melhora o green strenght de lençóis calandrados;
- Melhora a resistência a abrasão dos artefatos vulcanizados;
- Reduz a resiliência em artefatos vulcanizados;
- Reduz a resistência a baixas temperaturas;
- Aumenta a dureza e rigidez dos artefatos vulcanizados;
- Pode aumentar a resistência à cristalização do polímero.

Plastificantes Poliméricos:- Alguns plastificantes desta categoria tendem a inibir a cristalização do polímero de cloropreno, devido principalmente a sua formação microestrutural, como é o caso do Cis – 1,4 – Polibutadieno, que normalmente emprega-se combinado com D.O.S. ( dioctil – sebacato ), quando deseja-se do artefato superior resistência a baixas temperaturas.

Compostos de policloropreno contendo plastificantes poliméricos produzem artefatos com melhor resistência ao calor, menor extração e volatilidade, porém, esta família de aditivo tem baixa eficiência plastificante.

Plastificantes Ésteres:- Estes oferecem grande poder plastificante aos compostos de policloropreno, similar aos derivados de petróleo. Somente como parâmetro de referência pode-se considerar que com a adição de 3 phr de um plastificante éster,( por ex: D.O.S. ), consegue-se a redução de dureza equivalente àquela obtida quando empregado 4 phr de óleo naftênico, ao composto de policloropreno.

Plastificantes ésteres como; D. O. S. ( mais indicado ). D.O.A., D.O.P, são comumente empregados em compostos de policloropreno quando deseja-se artefatos de cores claras ou para melhorar a resistência ao frio, porém, os teores máximos recomendados situam-se em até 12 phr, mesmo assim, deve-se observar redução no tempo de scorch, diminuição da segurança de processamento e maior tendência a provocar cristalização do polímero de cloropreno.

Deve-se evitar a adição de plastificantes ésteres em compostos de policloropreno para produção de artefatos que devam apresentar isolamento elétrico, melhor usar os plastificantes derivados de petróleo.

Factis:- Como o policloropreno oferece muito boas propriedades mecânicas em seu estado goma-pura, é possível, com a ajuda de factices e plastificantes produzir artefatos vulcanizados bastante macios com características interessantes para emprego em revestimento de cilindros para máquinas gráficas, perfis e mangueiras extrusadas, entre outros.

O uso de factis como plastificante em compostos de policloropreno melhora a processabilidade, principalmente de extrusão e calandragem, ainda, ajudando na estabilidade dimensional do artefato.

Factis também melhora a compatibilidade entre o polímero de cloropreno e os óleos minerais usados como plastificantes nos compostos, porém, os factis não são recomendados em compostos de policloropreno cujo polímero escolhido contenha gel na estrutura.

### Peptizantes

Peptização é o processo pelo qual polímeros de alto peso molecular são submetidos para redução, de seu peso molecular, pela ação de agentes químicos, trabalho mecânico ou a combinação de ambos.

Pela peptização consegue-se tornar mais fácil a incorporação de cargas e outros ingredientes de composição sem perdas significativas das propriedades dos artefatos vulcanizados.

Poucos são os grades de policloropreno que necessitam ser peptizados, estes são mostrados na “Tabela nº- 12” , abaixo. Para estes grades de policloropreno, melhores resultados de peptização são conseguidos adicionando ao polímero, logo no início, ( fase da mastigação ) a proporção de 0,25 a 1,0 phr de PPDTC, Piperidiniun Pentamethylene Ditiocarbamate, ( Vanax 552 – Vanderbilt ).



**Tabela nº- 12 Grades de Policloropreno Peptizáveis**

<u>DuPont</u> Neoprene	<u>Showa</u> Neoprene KK	<u>Denka</u> Neoprene	<u>Bayer</u> Baypren	<u>Denki</u> Kagaku Denka	<u>Disturgil</u> Butaclor	<u>Toyo-</u> <u>Soda</u> Shyprene	Visc. Mooney ML 1+4@100°C
GN	#	S 5	510	#	SC 22	#	42 a 62
GNA	#	* S 5 S	#	* PM40	#	#	42 a 59
GRT	GRT	S 3	611	#	SC 10	R 10	30 a 57

Todos os outros grades do policloropreno não necessitam de peptização, pois, somente o trabalho mecânico no ato da mastigação já oferece plastificação suficiente para bom processamento do composto durante a mistura e na conformação dos artefatos.

**Auxiliares de Processamento para Compostos de Policloropreno**

Muito embora polímeros de cloropreno apresentem fácil processabilidade, comumente costuma-se adicionar auxiliares de processo com finalidades específicas, aos compostos.

Aditivos como desmoldantes internos minimizam o efeito de adesão do composto aos rolos do misturador aberto ou da calandra. Outros aditivos são adicionados para aumentar a fluidez e dar brilho em perfis extrusados. Determinados tipos de aditivos ajudam na incorporação de cargas aos compostos e propocionam alimentação mais uniforme em injetoras ou moldagem por transferência.

A “Tabela nº- 13”, abaixo oferece orientação sobre os mais comuns auxiliares de processo e suas indicações aos compostos de policloropreno.

**Tabela nº- 13 Auxiliares de Processo para Compostos de Policloropreno**

<b>Auxiliares de processo</b>	<b>Indicação de uso</b>
Estearina	É um eficiente agente desmoldante interno numa ampla gama de temperatura. Pode apresentar certo retardamento na vulcanização do artefato
Cera de Polietileno de baixo peso molecular ( tipo a AC 617 A )	Só é eficiente abaixo da sua temperatura de fusão. Especialmente usada como desmoldante interno para facilitar o descolamento das mantas em misturador aberto e calandras, ( temperaturas abaixo de 75°C )
Cis – 1,4 Polibutadieno ( Polibutadieno de Alto Cis )	Extremamente eficaz, principalmente se combinado com alguma cera, para reduzir o efeito de o composto grudar nos rolos do misturador aberto e calandra. Também, usado para reduzir a migração de aditivos vulcanizantes do composto.
Ceras microcristalinas, Parafinas Comum e Vaselina	Parafinas comum, bom efeito desmoldante devido a sua baixa compatibilidade com o policloropreno. Cera de Abelha e outras ceras microcristalinas, bom efeito desmoldante e não interfere na adesão. Vaselina é um ótimo lubrificante para o composto, previne a aderência entre mantas cruas do composto e é um excelente auxiliar para esponjamento.
Trietanolamina; Ácido Benzoico e Estearato de Cálcio	Melhora a processabilidade do composto, os que contém altos teores de Sílica
Estearato de Zinco e Estearato de Magnésio	Ajuda na desmoldagem e processamento de calandragem



### **Algumas informações relevantes sobre os Auxiliares de processamento para policloropreno**

Estearina:- Funciona muito bem como auxiliar de fluxo, desmoldante interno e dispersante de óxidos metálicos, no composto de policloropreno.

A estearina é de fácil manuseio podendo ser adicionada ao composto juntamente com as cargas, o que ajuda na dispersão, diminuindo a adesão da massada aos rolos do misturador aberto ou da calandra.

O processamento de compostos de policloropreno em misturadores aberto ou em calandras deverão acontecer em temperatura inferior a 50°C, isso diminui a tendência de o composto aderir nos rolos.

A acidez da estearina, ( ácido esteárico ) tende a retardar a velocidade de vulcanização, assim, deve ser adicionada em pequenos teores, entre 0,5 a 0,8 phr, para a maioria dos grades de policloropreno. Nos grades de policloropreno modificados por enxofre, emprega-se teores até 2 phr.

Cera de Polietileno de Baixo Peso Molecular:- Este ingrediente também é comumente usado em compostos de policloropreno como auxiliar de processamento, principalmente para produção de perfis extrusados, o que proporciona certo alisamento e brilho na superfície das peças.

Teores entre 4 a 6 phr, são normalmente indicados e, os melhores resultados são obtidos quando a temperatura do composto atinge aproximadamente 80°C, ( temperatura de fusão da cera ).

Esta família de ceras de polietileno, adicionadas ao composto de policloropreno não interfere negativamente na adesão a substratos metálicos ou têxteis, nem tampouco, no tack, e ainda ajuda a reduzir a sujidade nos moldes.

No Brasil, os principais fornecedores são; Dinaco e Ceralit, com a marca comercial, Cera de Polietileno AC 617 A com ponto de fusão próximo a 75°C e a Cera de Polietileno AC 1702 com ponto de fusão próximo a 50°C.

Polibutadieno Cis – 1,4 :- Comumente o polibutadieno de alto Cis – 1,4, é o mais recomendado, podendo ser usado em teores de 2 a 10 phr, nos compostos de policloropreno.

O emprego deste ingrediente reduz o efeito de adesão do composto ao rolo do misturador, elimina problemas de migração de aditivos e melhora a resistência do artefato a baixas temperaturas.

A combinação de 5 phr de Cis – 1,4 polibutadieno mais 2 phr de parafina melhora ainda mais os resultados das características já mencionadas.

Ceras Microcristalinas:- Parafinas, cera de abelha, ceras a base de ácidos láuricos, óleos palmíticos, vaselina sólida, sabões de cálcio ou magnésio, algumas resinas vegetais, também funcionam como auxiliares de processamento para compostos de policloropreno.

Compostos em policloropreno para artefatos esponjosos, normalmente contém até 3 phr de vaselina sólida.

Estearato de Zinco ou Talco Industrial:- São agentes que costuma-se aspergir sobre as mantas de compostos de policloropreno, misturados, com objetivo de impedir que estas grudem, umas sobre as outras, antes de seguirem para os processamentos de conformação em artefato.

Durante a preparação ou pré formação do artefato, estes ingrediente se dissolvem no composto não afetando nenhuma das características técnicas do artefato os de processamento.

Ácido Benzoico :- Compostos em policloropreno carregados com Sílicas Precipitadas, para conseguir-se melhores resultados, principalmente em perfis extrusados, deverão conter entre 4 a 6 % de ácido benzoico ( ou Trietanolamina ) sobre a quantidade de sílica adicionada ao composto.

O ácido benzoico poderá causar ligeiro retardamento no tempo de vulcanização do composto, isto poderá ser corrigido aumentando os níveis de óxido de magnésio o dos agentes de cura.

### **Outros Aditivos para Compostos de Policloropreno**

Agentes Esponjantes:- Artefatos esponjosos ou expandidos são conseguidos adicionando aos compostos de policloropreno certas quantidades, entre 1 a 8 phr, de Azodicarbonamida ou também de aditivos Sulfonil-Idrazidas. Para produção de artigos de baixa densidade, quantidades maiores, entre 12 a 20 phr, podem ser empregados, dos agentes esponjantes.

Agentes promotores de Adesão:- Diversos aditivos de composição são empregados para esta função. Agentes de adesão como o Resorcinol oferece bons resultados, porém, reduz drasticamente o tempo de scorch e a segurança de processamento. Ótimos resultados podem ser obtidos empregando o Desmoldur ( Bayer ).



**Produção de Artefatos Coloridos:**- A fabricação de artefatos de cores claras ou coloridas é perfeitamente possível usando compostos de policloropreno. Basicamente produz-se um composto de cor branca, contendo certa quantidade de Dióxido de Titânio ( 5 a 10 phr ), em seguida adiciona-se o pigmento da cor desejada, na quantidade que desenvolva a cor no tom buscado. Os óxidos de ferro e cromo são os pigmentos mais largamente usados.

### **PROCESSAMENTO DE COMPOSTOS DE POLICLOROPRENO**

O processamento do policloropreno em uma empresa transformadora de compostos de borracha, é compreendido por uma série de operações que origina-se desde a escolha do grade correto do polímero até o acabamento e bom desempenho de operação do artefato final vulcanizado, ou cru.

Um cuidado especial deverá ser observado desde o recebimento da matéria prima, “policloropreno”, nas instalações da fábrica transformadora, bem como, seu armazenamento, manuseio, pesagem, mistura, até a conformação do artefato final. Vale lembrar que estes mesmos cuidados são válidos e exigidos para todos os ingredientes que farão parte do composto.

É muito importante verificar a validade de todos os componentes da formulação, principalmente do polímero de cloropreno, pois, os grades modificados por enxofre apresentam validade curta, ( de 6 meses a 1 ano, máximo ), enquanto os outros grades toleram validade até 2 anos, se adequadamente armazenados.

Compostos em policloropreno podem ser processado igualmente aos outros tipos comuns de borracha, em máquinas e equipamentos convencionais das indústrias transformadoras de compostos de borracha.

Processamentos de mistura dos compostos de policloropreno comumente são elaborados em Banbury, ou em Misturador Aberto, observando os cuidados atinentes a cada caso.

É de grande importância misturar o composto, quando em Bambury, e sem os aditivos de cura, ( óxido de zinco e aceleradores ), em temperatura que não ultrapasse a 110°C. A mistura em Misturador Aberto deverá ser elaborada em temperatura não superior a 50°C, isto ajuda que o composto não tenha a tendência de aderir nos rolos. Também, o uso de Misturador Aberto com relação de fricção à taxa de 1:1,1 até 1:1,2, entre os rolos, oferecem melhores resultados do grau de cisalhamento e mistura do composto.

#### **Mistura em Misturador Aberto:**

- a- ) - Observar que a máquina esteja perfeitamente limpa e que a temperatura dos rolos seja inferior a 50°C.
- b- ) Calcular o peso total da massada em função do tamanho da máquina que estará sendo usada para o processamento de mistura, ( ver Tabela nº- 14, abaixo ).
- c- ) Observar a distância do “nip”, entre os rolos do misturador que esteja entre 3 a 5 mm.
- d- ) Abrir a água, ou sistema de refrigeração dos rolos.
- e- ) Alimentar a máquina com o polímero, para mastigação, ( se for um grade de policloropreno modificado por enxofre, adicionar conjuntamente o agente peptizante ), mastigar até formar a banda sobre o rolo.
- f- ) Em seguida, adicionar o óxido de magnésio, antióxicantes, antiozonantes e parte dos auxiliares de processo, misturar até total incorporação e homogeneização.
- g- ) Depois, adicionar aproximadamente 70% do volume das cargas reforçantes, ( sem o plastificante ), porém, com a estearina e o restante dos auxiliares de processamento. Obviamente o volume da massada aumenta, assim, deve-se aumentar a distância do nip entre os rolos do misturador, de forma a que se mantenha uma quantidade de materiais sobre os rolos permitindo a fricção e cisalhamento necessários para incorporação ao polímero.
- h- ) Após perfeitamente incorporados os ingredientes da etapa “g”, acima, adicionar ao composto, no misturador, o restante das cargas reforçantes, mais as cargas inertes e plastificantes, misturando e incorporando perfeitamente.



i- ) Em seguida, laminar em mantas de aproximadamente 10 mm, resfria-las e colocar para maturação ( descansar por mínimo 24 horas ).

j- ) Depois do período de descanso, retornar a massada ao misturador aberto, aquece-la, plastificando-a ligeiramente, adicionar o óxido de zinco e os agentes aceleradores, incorporando-os e homogeneizando-os perfeitamente, ao composto, em seguida, laminar o composto em mantas, ou corta-lo em tiras e enviar para os processo subsequentes.

**Obs:-** Compostos de policloropreno elaborados em misturador aberto poderão apresentar basicamente duas dificuldades no processamento, que são:- O composto adere aos rolos do misturador, e, a dispersão apresenta-se pobre.

Para solução do primeiro caso, poderá ser adicionado, juntamente com o polímero, no início da mastigação, entre 7 a 10 phr de polibutadieno de alto Cis, e também trabalhar com os rolos do misturador perfeitamente refrigerados.

No segundo caso, a dispersão é melhorada se a massada for bastante trabalhada, passando por muitas vezes entre os rolos do misturador, preferencialmente com a distância do nip, pequena.

Um composto de policloropreno perfeitamente elaborado demanda aproximadamente 55 minutos para produção em misturador aberto, desde o início da mastigação até o final da última fase. ( não considerando o tempo de maturação ).

**Tabela nº- 14 Capacidade de Mistura em Kg, do Misturador Aberto em Função do Diâmetro e Largura dos Rolos**

<b>Diâmetro do Rolo ( mm )</b>	<b>Largura do Rolo ( mm )</b>	<b>Capacidade de Mistura em Kg</b>
360	760	14
410	760	16
410	910	18
410	1070	25
460	1070	27
510	1220	34
460	1270	33
560	1520	57
610	1520	61
610	1830	79
610	2130	91
660	2130	104

**Nota:-** Valores em Kg, calculados considerando densidade do composto de 1,6 Kg/dm<sup>3</sup>.

#### **Mistura em Banbury**

a- ) Projetar a formulação considerando o fator de enchimento da câmara do Banbury à taxa de 70% em volume.

b- ) Observar a perfeita limpeza do Banbury e o resfriamento dos rotores e câmara.

c- ) Banbury ligado, verificar a temperatura de início de mistura que esteja em aproximadamente 50°C, e rotação dos rotores, moderada aprox. 30 rpm.

d- ) Pilão recuado, alimentar a máquina com o polímero de cloropreno, ( para grades de policloropreno modificados por enxofre, adicionar conjuntamente também o agente peptizante ), baixar o pilão e proceder a mastigação por aproximadamente 90 segundos, ( ou observar comandos dos instrumentos de controle ).

e- ) Recuar o pilão, adicionar o óxido de magnésio, as cargas reforçantes conjuntamente com os antioxidante, antiozonante, estearina e auxiliares de processo, baixar o pilão e misturar até perfeita incorporação, que poderá ser monitorada através dos aparelhos de controle, ( amperímetro ou integrador de potência ).



Nota importante:- Observar que a temperatura no interior da câmara de mistura não exceda a 100°C.

f- ) Recuar o pilão, adicionar as cargas inertes conjuntamente com o óleo plastificante, baixar o pilão e misturar até total incorporação, verificada pelos instrumentos de controle.

g- ) Descarregar a massada, ( temperatura do composto no ato da descarga deverá ser inferior a 110°C ), sobre um misturador aberto, e proceder a homogeneização.

h- ) Laminar em mantas com espessura entre 10 a 12 mm, resfria-las e colocar para maturação, ( descansar ) por um período mínimo de 24 horas.

i- ) Em seguida, retornar a massada ao misturador aberto, aquece-la ligeiramente, plastificando-a, e adicionar o óxido de zinco e aceleradores, misturando e incorporando até perfeita homogeneização.

j- ) Laminar em mantas ou cortar em tiras, enviando em seguida para os processos subsequentes.

Normalmente um mistura completa, feita em Banbury demanda entre 7 a 13 minutos, dependendo dos tipos de cargas adicionadas ao composto.

### **Estocagem do Composto de Policloropreno**

Dependendo do grade de policloropreno empregado, bem como, dos ingredientes a ele adicionados e ainda da temperatura em que foi processada a mistura do composto, já contendo os agentes de cura e aceleradores, é aconselhável utilizá-lo, tão logo quanto possível, não estendendo além de 2 horas, após a mistura.

Caso desejado armazenar o composto por longo período, ( até 2 semanas ), para posterior uso, melhor escolher, para elaboração do composto, grades de policloropreno de baixa taxa de cristalização, ainda, não deverá ser adicionado ao composto os agentes de cura nem os aceleradores, ( estes deverão ser adicionados ao composto somente no momento em que for usar ), também, observar que durante o processamento de mistura do composto, em Banbury ou Misturador Aberto, a temperatura não seja superior a 85°C, máximo.

### **Processamento de Conformação por Extrusão de Compostos de Policloropreno**

Grade de policloropreno que contem gel em sua estrutura polimérica, conforme visto na "Tabela nº- 6", acima, são os mais indicados para compostos de extrusão. Também é comum a blenda destes grades com outros grades, quando alguma propriedade específica deve ser conseguida.

Normalmente compostos para extrusão são projetados contendo mais elevados teores de cargas e plastificantes, assim sendo, a escolha de grades de policloropreno de viscosidade Mooney mais elevada, torna-se os indicados, ou blendas com esses.

Carga reforçante tipo Negro de Fumo N – 550 é a mais indicada, normalmente combinada com Caulins Calcinados, Carbonatos de Cálcio Precipitado ou Silicatos de Magnésio.

Compostos de cores claras, também são comuns, nestes casos as Sílicas Precipitadas funcionam como cargas reforçantes, desde que devidamente combinadas com Silanos, Polietileno Glicol e Trietanolamina. Vale lembrar que as Sílicas Precipitadas contém elevados teores de umidade, ( até 7% ), o que poderá causar esponjamento em perfis extrusados compactos, assim, é importante, durante a mistura do composto, tentar eliminar o máximo possível desta umidade, ( os fabricantes de Sílicas poderão oferecer orientação sobre como proceder ). Cargas inertes também são comumente combinadas com as Sílicas nestes compostos.

Em todos os compostos para extrusão, carregados com Negro de Fumo ou Sílicas, é imprescindível a adição de aditivos dessecantes ( óxido de cálcio ).

É de muito boa prática deixar o composto de policloropreno, após misturado, descansar por mínimo 48 horas, antes de enviá-lo para o processamento de extrusão, isto permite melhor estabilidade das características reológicas do composto, e por sua vez, melhores qualidades gerais do artefato extruzado.



Quando for utilizadas extrusoras curtas, ( razão diâmetro da rosca, pelo seu comprimento ), L/D entre 4:1 até 9:1, melhor alimentar a máquina com composto pré-aquecido à temperatura de 45 a 50°C. As temperaturas de calibração da máquina neste caso serão:-

- Na boca de alimentação entre 45 a 50°C;
- Na rosca da extrusora, aumentando de 60 a 70°C, no sentido da matriz;
- No canhão, aumentado de 60 a 80°C, no sentido boca de alim. / matriz;
- Na matriz do perfil, entre 90 a 100°C

Se a extrusora a ser usada é longa, L/D entre 12:1 até 20:1, a alimentação do composto poderá ser a frio e a calibragem da temperatura da máquina será:

- Na boca de alimentação, temperatura ambiente;
- Na rosca, aumentando de temper. ambiente até 70°C, sentido da matriz;
- No canhão, aumentando de temper. ambiente até 80°C, sentido da matriz;
- Na matriz do perfil, entre 90 a 100°C.

### **Vulcanização Contínua dos Perfis em Policloropreno**

Compostos em policloropreno devidamente formulados apresentam ótimos resultados de vulcanização por processos contínuos como:- banho de sal, micro esferas de vidro, túnel de ar quente ou a vapor. Em todos os sistemas, os bons resultados são conseguidos calibrando temperatura de vulcanização próximo a 200°C.

Compostos em policloropreno para vulcanização por sistemas contínuos normalmente comportam aceleradores mais energéticos. É importante também considerar, na formulação, certa quantidade de agentes dessecantes, ( 8 a 12 phr de óxido de cálcio ). Os teores de óxido de magnésio devem ser reduzidos de 4 para 2 phr.

Compostos assim elaborados necessita de preciso controle e cuidado ampliado, pois, oferecem significativa redução da segurança de processamento, tanto na mistura como de conformação.

### **Compostos de Policloropreno para Calandragem**

A escolha de grades específicos de policloropreno e devidamente formulados permitem compostos com características ótimas para processamento de conformação por calandragem, seja para produção de lençóis, seja para friccionamento sobre tecidos.

Grades de policloropreno que contém gel na estrutura, como os vistos na Tabela nº- 6, oferecem compostos com baixo nervo produzindo lençóis calandrados muito lisos e brilhantes.

Compostos para friccionar sobre tecidos, os grades de policloropreno modificados por enxofre e de baixa viscosidade, são os que oferecem melhores resultados. Negro de fumo tipo N – 550 ou N – 330 combinado com cargas minerais inertes, ( tipo carbonato de magnésio ), e certa quantidade de plastificante aromático, bem como, auxiliares de processamento, ( 1,4 alto Cis polibutadieno e ou cera de polietileno AC 1702 ), deverão ser considerados, para bom resultado de composição.

Algumas considerações sobre a calibragem de temperatura nos rolos da calandra devem ser observadas, como segue:

#### **Temperatura nos Rolos da Calandra para Produção de Lençóis:**

- Rolo Superior, temperatura:- 93 a 100°C
- Rolo Intermediário, temperatura:- 77 a 88°C
- Rolo Inferior, temperatura:- 32 a 38°C

#### **Temperatura nos Rolos da Calandra para Fricção do Composto sobre Tecidos:**

- Rolo Superior, temperatura:- 71 a 82°C
- Rolo Intermediário, temperatura:- 50 a 60°C
- Rolo Inferior, temperatura:- 32 a 38°C



A vulcanização dos lençóis calandrados pode ser em prensas, autoclaves, rotocures, etc...

### **Processo de Conformação por Moldagem**

Todos os grades de policloropreno apresentam facilidade de conformação por moldagem, seja pelos métodos de compressão, transferência ou injeção.

A escolha do grade mais indicado depende de diversos fatores. Em primeiro lugar devemos considerar as propriedades requeridas pelo artefato, seja, as características técnicas de operação que a peça em policloropreno deverá estar apta a atender. Baseando-se nestes requisitos especificados e que deverão atendidos, o próximo passo é identificar qual o processo de conformação por moldagem que será empregado para produzir tal artefato. De posse destas informações podemos iniciar o projeto e elaboração da formulação e composto.

#### **Moldagem por Compressão**

Para produção de artefatos moldados por compressão, a escolha de polímeros de baixa viscosidade torna-se mais interessante, pois, oferece compostos mais ricos em borracha, pois, admitem menores teores de carga. Conseguem-se, desta forma elaborar compostos com viscosidade final mais elevada, o que proporciona melhores resultados na moldagem sem formação de bolhas ou bolsões de ar, típico de compostos de baixa viscosidade ou altamente plastificados.

#### **Moldagem por Transferência**

Compostos em policloropreno para este processo de moldagem já requerem critérios um pouco mais cuidadosos na elaboração.

A viscosidade final do composto deverá ser bem mais baixa, se comparada às de compostos projetados para moldagem por compressão, também a segurança de processamento deverá ter atenção especial.

Moldagem por transferência significa que iremos transferir um volume de composto de um compartimento do molde, através de pequenos orifícios, para dentro das cavidades que formarão as peças e depois sofrerão a vulcanização.

Neste caso a escolha de grades de policloropreno com viscosidade de média a alta, torna-se mais interessante, pois, a esse composto pode ser adicionado teores bem mais elevados de óleos plastificantes, auxiliares de processo e cargas inertes, que promovem a redução da viscosidade final do composto.

Também, no sistema de cura, deverá contemplar a devida segurança de processamento, adequando a combinação dos óxidos metálicos e aceleradores, algumas vezes, ingredientes retardadores deverão ser adicionados.

Comumente este método de conformação é indicado para artefato que contenham insertos metálicos ou outros tipos de substratos conjugados.

#### **Moldagem por Injeção**

Moldagem por injeção normalmente é usada quando alta produção de peças é requerida. Comumente são peças de pequeno porte contendo pouco volume de composto.

As mesmas considerações, com relação à viscosidade final do composto, observadas para o método de moldagem por transferência, devem ser seguidas aqui.

A escolha de grades de policloropreno de velocidade de cristalização lenta a média é mais recomendado.

Também cuidados especiais da segurança de processamento são requisitos imprescindíveis, pois, além da temperatura das câmaras de alimentação e dosadora, o atrito do composto no interior das câmaras, na rosca alimentadora e ao passar através do orifício de injeção incrementa muito a temperatura, tendendo a pré-vulcanização, caso o sistema de cura do composto não tenha sido cuidadosamente estudado.





## Policloropreno – Propriedades Gerais e Aplicações

### Dureza:

Artefatos vulcanizados de policloropreno podem ser produzidos numa ampla gama de durezas, que pode variar de 30 a 90 Shore A.

### Resistência a Abrasão:-

Compostos de policloropreno produzidos com quantidades razoáveis ( aprox. 40 phr ) de Negro de Fumo tipo N – 330 ou N – 326, oferecem artefatos vulcanizados com ótimas propriedades de resistência a abrasão, e também ao rasgamento. A escolha de grades de policloropreno modificados por enxofre ( vistos na Tabela n°- 4, acima ), são preferidos e, a adição de plastificantes naftênicos tende a incrementar a propriedade desejada.

### Adesão a Substratos:-

Quando o artefato exigir certo balanço entre, boas propriedades mecânicas e forte adesão a substratos, ( principalmente os metálicos ferrosos ), o emprego de cargas tipo Negro de Fumo N – 330 ou N – 326, combinado com sílica precipitada, ( em teores de 10 a 15 phr ), é recomendado. O emprego de plastificantes, neste caso deverá ser em mínimas quantidades, sendo preferidos os óleos aromáticos ou D.O.S.

A devida limpeza e tratamento da superfície do substrato, onde será aderida à borracha é de suma importância, bem como a aplicação de primers e adesivos adequados.

Compostos elaborados a base de policloropreno modificados por enxofre ( como os mostrados pela "Tabela n°- 4", são preferenciais ), pois oferecem melhores resultados de adesão. Também, a adição de maiores teores de óxido de magnésio ativo, favorece esta propriedade.

Compostos que exijam elevadas performances técnicas na adesão, algumas vezes são aditivados com até 5 phr de complexos base cobalto.

Para adesão a fibras têxteis a escolha dos grades de policloropreno modificados por enxofre e de baixa viscosidade Mooney, são os mais recomendados.

Em fibras de algodão, nenhum tratamento é necessário, para bons resultados de adesão ao composto de policloropreno. Para fibras de nylon ou poliéster, recomenda-se tratamento RFL, ( Resorcinol Formaldeído Látex ), e ainda aplicar uma camada de solução do composto de policloropreno, ( dissolvido em 70% de solvente – tolueno), e, nesta solução também deverá conter 5%, em peso, de isocianato orgânico, ( tipo Desmoldur R, da Bayer ).

### Deformação Permanente à Compressão “ DPC”:-

Este requisito técnico normalmente é solicitado em artefatos de policloropreno vulcanizados.

Devido as características do policloropreno, não raro, ser solicitado baixa DPC em larga faixa de temperaturas, (desde – 10°C até + 110°C ).

Aqui, a indicação de copolímeros de cloropreno, (como os vistos na "Tabela n°- 5", acima), são os mais recomendados.

Compostos formulados observando estados de cura mais elevados, usando aceleradores tipo derivados de Tiureas, ( ETU, DETU, DBTU ), bem como, contendo óxido de magnésio altamente ativo, e negro de fumo N – 990, facilitam a obtenção dos resultados desejados. Cargas minerais e plastificantes, deverão ser evitados.

Compostos para artefatos que irão trabalhar em temperaturas extremamente baixas, ( - 30°C a – 40°C ), melhor utilizar plastificante tipo D.O.S.

### Resistência a Água e a Produtos Químicos Diluídos:-

Como já informado anteriormente, os melhores resultados de resistência a água a produtos químicos diluídos, de artefatos em policloropreno, podem ser conseguidos se o composto estiver formulado contendo entre 18 a 20 phr de Litargírio Sublimado, ( óx. de chumbo, Pb3O4 ). Neste caso, o óxido de magnésio e o óxido de zinco, não são adicionados ao composto. O sistema de cura consiste em 1 phr de TMTM e 1 phr de Enxofre, claro que um cuidado maior na segurança de processamento deverá ser observado.



Compostos que irão trabalhar em contato com meios ácidos, além de levar em conta as informações dos parágrafos acima, também é importante adicionar como carga o Sulfato de Bário, em teores de até 80 phr. Carbonato de Cálcio deverá ser evitado.

#### **Propriedades Elétricas:-**

Policloropreno, devido ser um polímero hidrocarbônico de alta polaridade, não é considerado como bom isolante elétrico sendo utilizado em capas ou coberturas sobre outros polímeros que apresentam-se melhores, neste requisito.

Algumas vezes, revestimento isolante à baixas tensões elétricas, ainda, com propriedades anti-chama, podem ser produzidos com policloropreno, porém, altos teores de cargas minerais, como caulins calcinados e ou aluminas hidratadas, deverão estar contidas nos compostos. Também, nestes casos, óleos naftênicos até 15 phr, bem como, resinas hidrocarbônicas, ( tipo Resina Unilene A 80, da Petroquímica União ), ajudam no processamento sem prejuízo das características dielétricas desejadas.

Em certas aplicações de artefatos de borracha, há ocasiões em que é requisito da engenharia que a peça apresente características anti-estáticas, neste caso o policloropreno atende com vantagens, sobre outros polímeros. Compostos

formulados contendo negros de fumo condutivo combinado com ferrita magnética e plastificantes ésteres, resultam em excelentes artefatos vulcanizados anti-estáticos.

#### **Resistência à Trincas por Flexão:-**

Os melhores resultados, para atender este requisito é a escolha de grades de policloropreno modificados por enxofre, ( vistos na "Tabela n°- 4", ). Compostos formulados contendo; Negro de fumo tipo N – 762, combinado com N – 990 e aproximadamente 20 phr de sílica precipitada, silano e polietileno-glicol, vulcanizado somente por MgO + ZnO, oferecem ótimos resultados.

Artefatos que além de atender os requisitos de resistência à flexão, poderão estar sujeitos a ataque de agentes oxidantes, ozonantes e elevadas temperaturas, é imprescindível que na formulação contenha também 2 phr de Difenilamina Octilada, ( Permanax ODPa da Flexsys; ou Octamine da Crompton ), combinado com 1 phr de 6PPD, ( Santoflex 6PPD, da Flexsys ou Flexzone 7 F da Crompton, ou Vulkanox 4020 da Bayer ), e ainda 2 phr de ZMMBI = 5 metilmercaptobenzimidazol, ( Vulkanox ZMB 2 / C5 da Bayer ).

Plastificantes devem ser evitados ou empregados em mínimas quantidades dando preferência aos óleos aromáticos.

Vale lembrar que uma excelente dispersão de todos os ingredientes no composto é fator primordial para melhores resultados de resistência à flexão do artefato.

#### **Artefatos Resistentes à Inflamabilidade:-**

Devido ao cloro contido na estrutura polimérica do cloropreno, torna-se característica típica deste material ser auto extingüível à propagação de chama.

Para incrementar ainda mais esta propriedade, se ao elaborar formulações forem considerados, parafinas cloradas, plastificantes base éteres de ácidos fosfóricos, ( tipo Disflamoll TKP da Bayer ) alumina trihidratada, hidróxido de magnésio e aditivos halogenados, como; trióxido de antimônio, decabromo-difenil-óxido, borato de zinco, isto resulta em qualidades interessantes de compostos anti-chama.

Plastificantes e outras resinas hidrocarbônicas devem ser evitadas, pois, tendem a facilitar a combustão.

#### **Artefatos Mais Resistentes ao Calor:-**

Grades de Policloropreno homopolímero são os mais indicados para produção de artefatos melhor resistentes ao calor. Compostos contendo de 4 a 6 phr de óxido de magnésio ativo combinado com 10 phr de óxido de zinco é recomendado, conseguindo-se incremento na captura de hidrogênio, principalmente quando o artefato vulcanizado trabalha em contato com fibras naturais ou sintéticas.

Considerar também teores de 4 a 6 phr de antioxidante ( difenilamina octilada ) e 1,5 a 2 phr de antiozonante 6PPD. Cargas de negro de fumo tipo N – 550 ou N – 762 ou ainda blenda desses com sílica precipitada e caulins calcinados e ainda a adição de plastificantes tipo DOS, conferem ótimos resultados na resistência ao calor, dos artefatos.



### **Artefatos com Melhor Resistência a Baixas Temperaturas:-**

Ao iniciar projetos de compostos para fabricação de artefatos que irão trabalhar em baixas temperaturas, o primeiro e mais importante fator a ser considerado é a resistência á cristalização do grade de policloropreno que será escolhido. A indicação de copolímeros de cloropreno, como os grades mostrados na “Tabela n°- 5”, acima são mais recomendados, também, a inclusão no composto de pequenos teores de plastificantes aromáticos combinados com, entre 10 a 18 phr de D.O.S., ajudam a retardar a cristalização oferecendo artefatos vulcanizados que podem ser submetidos a exposição de até – 40°C.

### **Artefatos de Alta Resiliência:-**

Interessantes propriedades de alta resiliência são conseguidos utilizando-se grades de policloropreno modificados com enxofre, ( como os apresentados pela “Tabela n°- 4”, acima ). Compostos contendo negro de fumo N – 990 combinado com até 15 phr de plastificantes naftênicos, ou plastificantes monoésteres e vulcanizados somente por ZnO + MgO, em temperatura até 153°C, por tempo mais longo, oferecem os melhores resultados. Algumas vezes, a adição de Polibutadieno de alto CIS em teores de até 20 phr, poderá oferecer resultados ainda melhores.

### **Artefatos de Alta Histerese, ( Amortecedores de Vibração ):-**

Esta propriedade é completamente oposta à que estudamos acima. Em certos elementos de máquinas, projetados pela engenharia, busca-se características de baixa resiliência, seja, alta histerese, pois, parte da energias causadas por impacto ou vibrações deverão ser absorvidas pela peça de borracha. Compostos produzidos com policloropreno de alta viscosidade Mooney e contendo altos teores de cargas minerais, ainda vulcanizados por ETU são recomendados.

### **Artefatos Resistentes a Ozônio:-**

O policloropreno, por sua química estrutural já oferece boa resistência ao ataque de ozônio, porém, a adição de antiozonantes químicos e físicos, quando possível deverão ser adicionados aos compostos. A combinação de 2 phr de antiozonante 6PPD com 2,5 phr de difenilamina octilada, mais 4 phr de ceras antiozonantes oferece excelente resistência ao ozônio, ( passa em testes de até 100 horas a 38°C e, concentração de ozônio de até 300 pphm ). Vale lembrar que a maioria dos antiozonantes químicos são manchantes, portanto seu uso torna-se restrito a artefato de cores escuras, também as ceras antiozonantes são de grande eficácia em peças para trabalhos estáticos. Em artefatos de cores claras, onde não são requeridas altas propriedades técnicas, a adição de até 20 phr de EPDM, pode funcionar satisfatoriamente na melhora a resistência ao ozônio.

### **Resistência ao Rasgamento:-**

A escolha de grades de policloropreno modificados com enxofre, são os mais recomendados. Compostos contendo sílicas precipitadas com a devida quantidade de silano combinado com negro de fumo N – 326, mais 5 phr de cumarona indeno e, se possível a adição de 10 a 20 phr de Borracha Natural, oferece ótimas propriedades de resistência ao rasgo e muito boas propriedades técnicas ao artefato vulcanizados.

### **Resistência ao Intemperismo:-**

Alguns dos principais fatores atmosféricos que podem interferir no bom desempenho dos artefatos de borracha em suas condições de trabalho são basicamente os raios ultra violetas “UV”, devido principalmente a luz solar, o ataque de ozônio, oxigênio, umidade relativa do ar, temperatura no ambiente e irradiação cósmica.

Polímeros de cloropreno, por sua natureza estrutural já oferece boa resistência ao intemperismo, porém, alguns aditivos incorporados aos compostos intensificam esta qualidade.

Como já vimos, agentes antioxidantes e antiozonantes, são imprescindíveis. Em compostos para artefatos de cores pretas, o negro de fumo N – 762 ou N – 774 em teores acima de 15 phr, oferece a proteção necessária para UV e radiações cósmicas. Em compostos para artefatos de cores claras, este resultado pode ser conseguido adicionando-se Dióxido de Titânio tipo Rutilo, em proporções de 30 phr e, se combinado com aprox. 15 phr de óxido de ferro vermelho ou amarelo, consegue-se incremento nesta característica, desejada.



**OUTRAS TABELAS ORIENTATIVAS:**

As tabelas orientativas abaixo, basicamente servem de guia prático e rápido ao tecnologista formulador e aos engenheiros de aplicação, referente às principais informações que devem ser consideradas na indicação e escolha do policloropreno para fabricação dos mais diversos tipos de artefatos vulcanizados.

**Tabela nº- 15:- Orientações Para Compostos de Policloropreno Segundo Algumas Propriedades Predominantes Desejadas**

<b>Propriedade Desejada</b>	<b>Grades de Policloropreno</b>	<b>Características do Composto e Ingredientes</b>
<b>Resistência a Abrasão</b>	<b>Neoprene GNA ; GW Denka S5S Denki PM 40 ; OCR42 Butaclor SC 22 ; X2211</b>	Usar Negro de Fumo tipo N – 110 ou N – 220 ou N – 330, em teores de até 40 phr, oferece ainda boa resistência ao rasgo e ao corte. Plastificante, usar o mínimo possível, de preferência os Naftênicos
<b>Adesão a Substratos</b>	<b>Todos os Grades</b>	Negro de Fumo N – 330 e N – 550, mais indicados, até 10 phr de sílica precipitada melhora a adesão, plastificantes aromáticos ou DOS, usar em mínimos teores, ZnO adicionar acima de 8 phr e, MgO até 6 phr, o substrato deverá estar limpo e preparado
<b>Adesão a Fibras Texteis</b>	<b>Neoprene GRT Showa Neoprene GRT Denka S3 Baypren 611 Disturgil SC10 Skyprene R10</b>	Melhor adesão em fibras de algodão é conseguido friccionando o composto sobre o tecido em calandras. Para Nylon e Poliesters pré-Dipados, aplicar solução 25% do composto de cloropreno em tolueno, contendo isocianato orgânico, aguardar secagem do solvente.
<b>Baixa DPC</b>	<b>Neoprene WRT; WK Showa Neoprene WRT Denka M 3.5 Baypen 111 Denki S-40V; ES-70 Disturgil SC 10 Skyperne B-5</b>	Artefatos vulcanizados com elevado estado de cura. Sistema de cura, sendo 1,5 phr de Thiate EF-2 ( trimetil tiurea ) + 0,8 phr de resina epoxy + 6 phr de MgO altamente ativo, Negro de Fumo n – 990 e plastificantes preferencialmente o DOS.
<b>Resistência a Produtos Químicos Diluidos</b>	<b>Todos os Grades da Tabela nº- 3</b>	Compostos contendo 20 phr de Litargírio Sublimado, ( se pré-disperso em EPDM é melhor ), Sistema de cura será 1 phr de TMTM + 1 phr Enxofre. Cargas, melhor usar o Sulfato de Bário, Baixos teores de Plastific.
<b>Segurança de Processamento e maior Scorch</b>	<b>Todos os Grades de Tabela nº- 5</b>	Compostos com ótima segurança de processamento e Scorch largo, melhor empregar plastificantes Aromáticos. Adicionar 1 phr de Enxofre, retarda a cura. Adição de Alto CIS 1,4 Polibutadieno em teores de até 20 phr, contibui para esta propriedade.
<b>Isolamento Elétrico</b>	<b>Neoprene WRT Showa WRT Denka M 3,5 Baypren 111 Denki S-40V Butaclor MC 10</b>	Policloropreno normalmente não é usado em isolamento de fios e cabos elétricos. O emprego comum deste material é como capa ou jaqueta sobre a camada isolante, basicamente para melhorar a resistência a abrasão e ou resistência a óleos e graxas em que possa ter contato o cabo elétrico



	<b>Skyprene B - 5</b>	
<b>Resistência á Flexão Dinâmica</b>	<b>Neoprene GRT Neoprene GW Showa GRT Denka S 3 Denka OCR 42 Baypren 611 Butaclor SC 10 Butaclor X 2211 Skyprene R 10</b>	Ótimas propriedades de resistência a fadiga em trabalhos dinâmicos. Usar Negro de Fumo N – 762 ou blenda de N – 762 com N – 990. A adição de 20 phr de Sílicas precipitadas + Silano e PEG 4000, melhora esta propriedade. Evitar aceleradores base Tiureas. Antioxidantes e Antiozonantes, como indicado no texto é necessário. Plastific. Aromático mínimo teor.
<b>Resistência à Flamabilidade</b>	<b>Neoprene WD Neoprene WK Showa WK Baypren 130 Baypren 126 Denka DCR 30 Denka ES - 70</b>	O cloro existente na estrutura polimérica deste material já oferece boa resistência à flamabilidade. A adição ao composto de parafina clorada, alumina tri-hidratada, bem como, a combinação de trióxido de antimônio + decabromo-difenil-óxido melhoram esta propriedade. Plastificantes base fosfitos também são recomendados
<b>Resistência ao Calor</b>	<b>Todos os Tipos da Tabela Nº- 3</b>	Compostos contendo 6 phr de MgO + 10 phr de ZnO, e 4 a 6 phr de Difenilamina Octilada + 1,5 phr de 6PPD, ainda um elevado estado de cura promovido por ETU, oferecem ótimos resultados de resistência ao calor. Negro de Fumo combinado com Sílicas e outras cargas minerais, também são indicadas. Plastificante mais indicado DOS, outros tipos deverão ser evitados.
<b>Alta Resiliência</b>	<b>Neoprene GW Denka OCR 42 Butaclor X 2211</b>	Carga de Negro de Fumo N – 990 combinado com até 15 phr de plastificante naftênico e 15 phr de alto cis 1,4 Polibutadieno, oferecem excelentes resultados. Um elevado estado de cura é imprescindível.
<b>Resistência a Baixas Temperaturas</b>	<b>Neoprene WRT Neoprene TRT Showa WRT Showa TRT Denka M 3.5 Baypren 111 Baypren 116 Denki S-40V Denki ES-40 Butaclor MC 10 Butaclor DE 102 Skyprene B - 5</b>	Escolha de policloropreno de bem baixa cristalização composto com baixos teores de plastificantes tipo DOS e ainda contendo alto cis 1,4 Polibutadieno, apresentam bons resultados de resistência a baixas temperaturas até – 40° C
<b>Mínimo Manchamento e Descoloração</b>	<b>Todos os Grades da Tabela Nº- 3</b>	Normalmente artefatos em policloropreno se descolorem, principalmente sob a luz solar. Este efeito pode ser minimizado se adicionado ao composto pigmentos inorgânicos como Dióxido de Titânio, e outros, em elevados teores, entre 25 a 50 phr. O grades da tabela Nº- 4 deverão ser evitados.
<b>Resistência ao Rasgamento</b>	<b>Neoprene GW Denki OCR 42</b>	Estes grades de policloropreno compostos com Negro de Fumo N – 339 e ainda contendo Sílica precipitada aditivada com Silano + PEG 4000, oferecem os melhores resultados de resistência ao rasgo. Como



	<b>Butaclor X 2211</b>	plastificante somente a resina cumarona indeno em teores de até 5 phr, é recomendado.
<b>Amortecimento de Vibração</b>	<b>Neoprene WHV Neoprene WHV 100 Showa WHV Showa WHV 100 Baypren 230 Denka M 2 Denka M 2.7 Denki M – 120 Denki M – 100 Butaclor MH 31 Butaclor MH 30 Skyprene Y – 30 Skyprene Y - 31</b>	Artefatos vulcanizados para este tipo de aplicação deverá apresentar baixíssima resiliência. Os compostos deverão ser formulados com altos teores de cargas minerais e Negro de Fumo de finas partículas. Também elevados teores de plastificantes altamente aromáticos são recomendados e o sistema de vulcanização será com ETU.
<b>Resistência a Água</b>	<b>Neoprene GNA Neoprene GW Denka S 5 S Denki PM 40 Denki OCR 42 Butaclor SC 22 Butaclor X 2211</b>	Compostos contendo 4 phr de MgO oferecem bons resultados para artefatos que irão trabalhar em ambientes úmidos ou em contato com água do mar. Melhores resultados podem ser conseguidos substituindo na formulação o ZnO e o MgO por 20 phr de Litargírio Sublimado ( óxido de chumbo ).
<b>Resistência a Intempéries</b>	<b>Todos os Grades da Tabela N°- 1</b>	São as mesmas considerações já observadas quando abordado a resistência ao ozônio.
<b>Resistência ao Ozônio</b>	<b>Todos os Grades da Tabela N°- 1</b>	O cloro contido na estrutura do policloropreno já oferece certa resistência ao ataque de oxigênio e ozônio, porém, agentes protetores deverão ser adicionados. A combinação de 2 phr de difenilamina octilada + 2,5 phr de 6PPD + 4 phr de ceras microcristalinas, oferece ótimos resultados de proteção.

Seguem abaixo algumas formulação de referência como orientação de compostos usados em artefatos comuns em aplicações industriais , automotivas etc...

**TABELA N°- 16 FORMULAÇÕES DE REFERÊNCIA**

<b>Matérias Primas</b>	<b>01 phr</b>	<b>02 phr</b>	<b>03 phr</b>	<b>04 phr</b>	<b>05 phr</b>	<b>06 phr</b>	<b>07 phr</b>
Policloropreno ( Ref. 1, ver abaixo )	100	0	0	0	0	0	0
Policloropreno ( Ref. 2, ver abaixo )	0	100	0	0	0	0	0
Policloropreno ( Ref. 3, ver abaixo )	0	0	100	0	0	0	0
Policloropreno ( Ref. 4, ver abaixo )	0	0	0	100	0	0	65
Policloropreno ( Ref. 5, ver abaixo )	0	0	0	0	100	0	35
Policloropreno ( Ref. 6, ver abaixo )	0	0	0	0	0	100	0
Óxido de Magnésio Ativo	4	4	4	4	4	4	4
Estearina	0,5	0,5	2	0,5	0,5	0,5	0,5
Antiozonante 6PPD	2	2	2	1	0	0	2
Antioxid. Difenilamina Octilada	2	4	2	2	1,5	4	4
Antioxid. Vanox MTI ( Vanderbilt )	0	1	0	0	0	0	1
Negro de Fumo N – 220	0	0	0	20	0	0	0
Negro de Fumo N - 550	0	0	0	0	0	25	0
Negro de Fumo N – 762	30	70	0	0	0	0	50



Negro de Fumo N – 660	0	0	50	0	0	0	0
Negro de Fumo N - 990	0	0	0	0	170	0	20
Sílica Precipitada	0	0	0	15	0	0	0
Caulim Calcinado	0	0	0	0	0	40	0
Plastificante DOP	0	0	10	0	0	0	0
Plastificante DOS	0	25	0	10	5	0	25
Plastificante Aromático	0	0	0	0	20	25	0
Parafina Pó	0	2	2	0	1,5	5	2
Polietileno Glicol 4000	0	0	0	0,8	0	0	0
Óxido de Zinco 99,5%	5	5	5	5	5	5	5
ETU ( NA – 22 )	0,5	0,65	0	0,7	0	2	1
MBTS	0	0	0	0	0	1	0
TMTD	0	0,5	0	0	0	0	1
CBS	0	0	0	1	0	0	0
Enxofre	0	0	0	0	1	0	0
TMTM	0	0	0	0	1	0	0
DOTG	0	0	0	0	1	0	0

Ref. 1 :- Neoprene W = Showa W = Denka M1 = Baypren 210 = Denki M40 = Butaclor MC30A = Skyprene B - 30

Ref. 2 :- Neoprene GW = Denki OCR 42 = Butaclor X 2211

Ref. 3 :- Neoprene GRT = Showa GRT = Denka S3 = Baypren 611 = Butaclor SC 10 = Skyprene R 10

Ref. 4 :- Neoprene WRT = Showa WRT = Denka M 3.5 = Baypren 111 = Denki S-40V = Butaclor MC 10 = Skyprene B-5

Ref. 5 :- Neoprene WHV = Showa WHV = Denka M2 = Baypren 230 = Denki M-120 = Butaclor MH 30 Skyperne Y-30

Ref. 6 :- Neoprene TW = Showa TW = Denka EM 1 = Baypren 215 = Denki MT 40 = Butaclor DE 302 = Skyprene E-33

**TABELA N°- 17, COM CONDIÇÕES DE VULCANIZAÇÃO E ALGUMAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS COMPOSTOS DAS FORMULAÇÕES VISTAS NA TABELA N°- 16**

Formulação n°-	Tempo Vulc. minutos	Temper. Vulc. °C	Dureza Sh. A +- 5	Tensão Rupt. Mpa	Along. Rupt. %	Referência de Aplicação
01	15	153	60	21,4	520	Artefatos Uso Geral
02	15	153	70	16,5	380	Coifa para Homocinéticos
03	15	153	60	17	550	Célula Suspensão a ar
04	15	153	60	20,5	580	Almofadas de Apoio
05	-	153	67	12,5	320	Capa Mangueira Freio
06	-	-	-	11	440	Jaqueta Cabos Elétricos
07	15	153	60	14,5	500	Blenda Alta Qualidade



### **CONCLUSÃO:**

As informações descritas nas páginas acima, são oriundas de pesquisas em boletins atinentes ao tema, estudos em várias literaturas técnicas de renomados produtores de polímeros de cloropreno, cujos nomes e marcas comerciais são sempre referidas no texto; também dados de eminentes pesquisadores sobre assunto, e ainda histórias de casos experimentados.

Não visamos, aqui, de forma alguma esgotar o assunto, o que seria demasiada ousadia, de nossa parte, porém, buscamos reunir dados que possam dar ao leitor, estudante ou usuário deste trabalho uma base mais precisa da escolha do grade melhor indicado, bem como, informações sobre suas características principais, ingredientes de composição, etc... Diversas tabelas inseridas ao longo do texto orientam e facilitam a consulta, de maneira rápida e objetiva, e por fim são mostradas algumas formulações de referência com indicações das propriedades principais básicas e aplicações.





**Bibliografia:**

- J.A.Niewland, W.S. Calcott, F.B. Downing, and A.S.Carter,- Acetylene Polymers and Their Derivatives, 1- The Controlled Polymerization of Acetylene, Americam Chemical Society 53, 4197 – 1931.
- W.H.Carothers, J. Williams, A.M.Collins, and J.E.Kirby,- Acetilene Polymers, and Their Derivatives, 2 – A New Synthetic Rubber; Chloroprene and Its Polymers. Americam Chemical Society 53, 4203 – 1931.
- Classification of Elastomers According to Heat and Oil Resistance – ASTM – D 2000.
- Chloroprene Rubber ( brochure ) - Baypren – Bayer – Manual for the Rubber Industry.
- R. Musch, U. Eisele – New Crystallization Resistant Polychloroprene Grades for Heavy Dynamic Load.- Bayer - Manual for the Rubber Industry.
- R. Musch, U. Eisele – New Polichloroprene Grades with Optimized Structure Property Relationship – 1989 – Bayer – Manual for Rubber Industry.
- A. M.. Collins – The Discovery of Polychloroprene – Rubber Chemical 46 – 1973.
- C.. A. Stewart, Jr, T. Takeshita, and M. L. Coleman – 2-Chloro-Butadieno Polymers:- Encyclopedia of Polymer Science and Techninology, John Wilry & Sons New York Vol. IV – 1985.
- The Language of Rubber – DuPont Report – 1986.
- J. C. Bament – A Guide to Grades, Compounding and Processing – 1994.
- R. M. Murraray and D. C. Thompson – The Neoprenes – DuPont – 1963,
- Summary of Curing Systems for Neoprene – DuPont – Report NP 330 -1
- NA22F, An Accelerator for Polychloroprene Rubber – DuPont Report NP 730.
- J. Pabst, E. Rohde – Modified Polychloroprene Grades for Mining Conveyor Belts – Rubber World 1990, p 39 / 43.
- Influence of Formulation on Tear Resistance and Compression Set – AN 644E – Bayer – Manual for the Rubber Industry.
- P. Kovacic, Bisalkylation Theory of Neoprene Vulcanization – Ind. & Eng. Chemical – vol. 47 n°- 5- 1955 The Vanderbilt Rubber Handbook.
- C. A. Stewart, Jr, T. Takeshita, & M.L. Coleman – Chloroprene Polymer – Encyclopedia of Polymer Science & Engineering - vol. 3 – p 441 / 462 – 1985.
- P.R.Johnson – Polychloroprene Rubber – Rubber Chemical and Techninology- vol. 49 – n°-3 – p 650 / 702 – 1976 and The Vanderbilt Rubber Handbook.
- Effect of Cure Temperature and Time on the Mechanical Properties of Press Cured Compounding – AN 723E – Bayer – Manual for Rubber Industry.
- Polychloroprene Weather and Ozone Resistance – Bayer - Manual for Rubber Industry.
- S.W.Schmitt and G. Newton – Mixing of Neoprene – DuPont Report NP 420.1.
- S.W.Schmitt – Extrusion of Neoprene – DuPont Report NP – 430.1.
- S.W.Schmitt – Calendering Compounds of Neoprene – DuPont Report NP – 440.1.
- S.W. Schmitt – Molding Neoprene – Dupont Report NP – 450.1.
- S.W. Schmitt – Vulcanization Methods for Neoprene - DuPont Report NP 460.1.
- Rubber Technology – Naurice Morton – Third Edition – 1995 – Chapter 12 p. 339 / 358
- Manual for the Rubber Industry – Bayer - 1993 – Chloroprene Rubber – Baypren – Chapter 2 p. 42 / 75
- The Vanderbilt Rubber Handbook – Thirteenth Edition 1990 - Chapter The Neoprenes p. 156 / 165
- Several other informations based in Catalogs and Technicals Buletins of Productors and Usuary of Polychloroprene
- Some Personal Experiences.

por:  
V. J. Garbim  
High Performances Elastomers  
Specialist

Este material é um trecho do livro “Tecnologia da Borracha”.  
Adquira o livro através do site [www.cenne.com.br](http://www.cenne.com.br) ou pelo telefone: (19) 3395-4206

