

# 3M<sup>MR</sup> Terminal Contrátil a Frio QT-II

## Corpo Isolador em Silicone,

### Série 5690 – 15/25 kV a 20/35 kV

#### Ambientes Externos e Internos

Boletim Técnico

Março 2014

#### Descrição do Produto

Os conjuntos de terminais contráteis a frio em borracha de Silicone 3M QT II - Série 5690, são projetados em uma só peça, para instalação em cabos isolados de potência com blindagem a fios ou a fitas. Atendem aos requerimentos das normas IEEE 48-1996 IEEE “Std Test Procedures and Requirements for AC Cable Terminations 2,5 kV through 765 kV” para terminações Classe 1. e da ABNT/NBR 9314 -2006 – “Emendas e Terminais para Cabos de Potência com Isolação para Tensões de 15/25 kV a 20/35 kV”.

Os terminais contráteis a frio QT II da 3M consistem de um material de alta constante dielétrica (High-K) integrado para controle de campo elétrico com tubo isolador em borracha de silicone com saias. Cada isolador de silicone possui uma base estendida que quando combinada com mastic assegura um selamento do terminal no ponto de corte da cobertura do cabo, onde a cordoalha ou os fios da blindagem metálica para aterramento são expostos.

Os terminais são providos no estado expandido, montados em um núcleo plástico removível e prontos para instalação. Durante a instalação o núcleo plástico é removido permitindo a contração do terminal provendo uma perfeita vedação.

#### Controle de Campo Elétrico

O terminal contrátil a frio QT II da 3M controla o campo elétrico ao redor do corte da blindagem semicondutora do condutor, utilizando um material de alta constante dielétrica (High-K) que é integrado no próprio terminal. O material de alta constante dielétrica possui uma constante K de valor aproximadamente 25. Através do controle do campo elétrico, a concentração dos esforços aplicados no terminal e na interface do ar é mantida abaixo de 0,6 kV/mm sob tensão nominal. Em um cabo de 15KV, a concentração dos esforços é tipicamente 1,9 kV/mm na região da blindagem e 2,8 kV/mm na região do condutor.

A Figura 1 ilustra o gráfico da distribuição do alívio de tensão do terminal QT II obtida através de análise computacional.

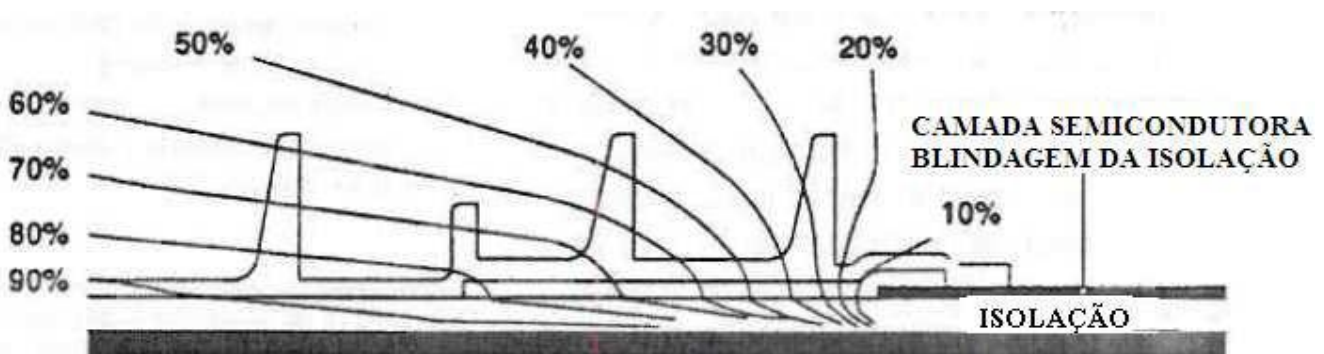


Figura 1

## Terminal Contrátil a Frio

Os isoladores QT II da 3M, são construídos de borracha de silicone resistente ao trilhamento elétrico com correntes de fuga reduzidas pelas seguintes razões:

1. A superfície lisa da borracha de silicone assegura que apenas um mínimo de contaminação irá aderir ao corpo do terminal.
2. A borracha de silicone possui uma superfície hidrófuga. Quando a água entra em contato com o terminal, ela primeiramente fica depositada sobre as saias do isolador. Devido ao grande ângulo de contato, a água ocupa uma área menor, caracterizando uma menor superfície molhada. Assim um menor caminho condutivo é formado na superfície do isolador e as correntes de fuga são minimizadas.
3. Quando correntes de fugas são aumentadas ocorre a formação de arcos na superfície, que geram caminhos condutivos de carbono pela erosão. O isolador de silicone é inorgânico e não condutivo. A degradação contínua do isolador é assim impedida.

Sob condições de chuva forte, os terminais convencionais com saias tendem a formar caminhos de gotejamento ou caminhos condutivos de água, pelas pontas das saias. Os terminais contráteis a frio da 3M são projetados com diferentes diâmetros das saias. Essa característica permite que o gotejamento da água na saia superior caia livremente, impedindo o caminho condutivo saia por saia, que pode ser desenvolvido com saias iguais, sendo apenas uma de diâmetro diferente.

Isso é projetado para que as terminações QT II da 3M tenham um desempenho otimizado sob condições de chuva forte.

## Conteúdo do Conjunto

Cada conjunto contém quantidade suficiente de material para montagem de um terminal:

Corpo Isolador de Borracha de Silicone com Alívio de Tensão e Graxa de Silicone;  
Tira de Mastic 7661 (20 mm x 0,2 m);  
Fita Scotch 70 Silicone (25 mm x 0,457m)  
Lixa Grana 120 ( 25 mm x 1 m)  
Item de limpeza;  
Instrução de montagem;

## Tabela de Especificação dos Cabos

| N° do Conjunto | NBI | Seção Nominal do Condutor(mm <sup>2</sup> ) |            |            | Diâmetro Mínimo e Máximo sobre a Isolação Primária | Diâmetro Mínimo e Máximo sobre a Cobertura do Cabo |
|----------------|-----|---|------------|------------|--|--|
|                |     | 12/20 kV                                    | 15/25 kV   | 20/35 kV   | (mm)   | (mm)   |
| 5691           | 150 | 35 - 70                                     | 6 - 50     | -          | 16,3 - 22,9  | 20,3 - 30,5  |
| 5692           |     | 70 - 300                                    | 50 - 240   | -          | 21,3 - 33,8  | 25,4 - 40,6  |
| 5693           |     | 185 - 500                                   | 150 - 500  | -          | 27,9 - 41,9  | 33,0 - 48,3  |
| 5694           |     | 400 - 1000                                  | 300 - 1000 | -          | 33,0 - 49,5  | 38,1 - 61  |
| 5696           | 200 | -   | -          | 10 - 150   | 21,3 - 33,8  | 25,4 - 40,6  |
| 5697           |     | -   | -          | 70 - 300   | 27,9 - 41,9  | 33,0 - 48,3  |
| 5698           |     | -   | -          | 185 - 630  | 33,0 - 49,5  | 38,1 - 61  |
| 5691           | 150 | 16 - 120                                    | 35 - 70    | -          | 16,3 - 22,9  | 20,3 - 30,5  |
| 5692           |     | 120 - 300                                   | 70 - 300   | -          | 21,3 - 33,8  | 25,4 - 40,6  |
| 5693           |     | 240 - 500                                   | 185 - 500  | -          | 27,9 - 41,9  | 33,0 - 48,3  |
| 5694           |     | 400 - 1000                                  | 400 - 1000 | -          | 33,0 - 49,5  | 38,1 - 61  |
| 5696           | 200 | -   | -          | 50 - 240   | 21,3 - 33,8  | 25,4 - 40,6  |
| 5697           |     | -   | -          | 95 - 500   | 27,9 - 41,9  | 33,0 - 48,3  |
| 5698           |     | -   | -          | 300 - 1000 | 33,0 - 49,5  | 38,1 - 61  |

## Aplicações

Os terminais de silicone contrátil a frio QT II série 5690 são usados para terminar cabos de potência com isolamento sólida extrudada de Polietileno (Alta e Baixa densidade), Polietileno Reticulado (XLPE) e borracha de Etileno Propileno Reticulado (EPR), com blindagem a fitas ou a fios, nas classes de tensões de 15/25 kV a 20/35 kV:

Os terminais são leves o suficiente para serem instalados em suspensão ou fixados em suportes. Eles podem ser usados em áreas com proteção contra intempéries ou com exposição em áreas com contaminantes. A quantidade de contaminantes trazidos pelo ar determina o ambiente operacional. Os ambientes operacionais são descritos por áreas que contém um grau variável de contaminantes no ar ou poluição que podem ou não afetar o desempenho a longo prazo dos terminais.

Esses ambientes operacionais são definidos como leve, médio, pesado e extremamente pesado de acordo com a severidade da poluição. A seleção do terminal apropriada depende da tensão do sistema e classificação do meio ambiente.

## Propriedades físicas e elétricas

Os terminais contráteis a frio QT II séries 5690 podem ser usados em cabos com uma temperatura normal de operação de 105°C, e 140°C em caso de emergência.

## Guia de Aplicação Recomendada

| Conjunto do terminal     | Tensão do Sistema | Ambiente Operacional |       |        |              |
|--------------------------|-------------------|----------------------|-------|--------|--------------|
|                          |                   | Leve                 | Médio | Pesado | Muito Pesado |
| (6 saias)<br>5691 – 5694 | 15/25 kV          | X                    | X     | X      |              |
| (8 saias)<br>5696 – 5698 | 15/25 kV          |                      | X     | X      | X            |
| (6 saias)<br>5691 – 5694 | 20/35 kV          | X                    |       |        |              |
| (8 saias)<br>5696 – 5698 | 20/35 kV          | X                    | X     | X      | *            |

Ambientes de operação recomendados estão marcados com um X.

\* Consultar serviço técnico 3M

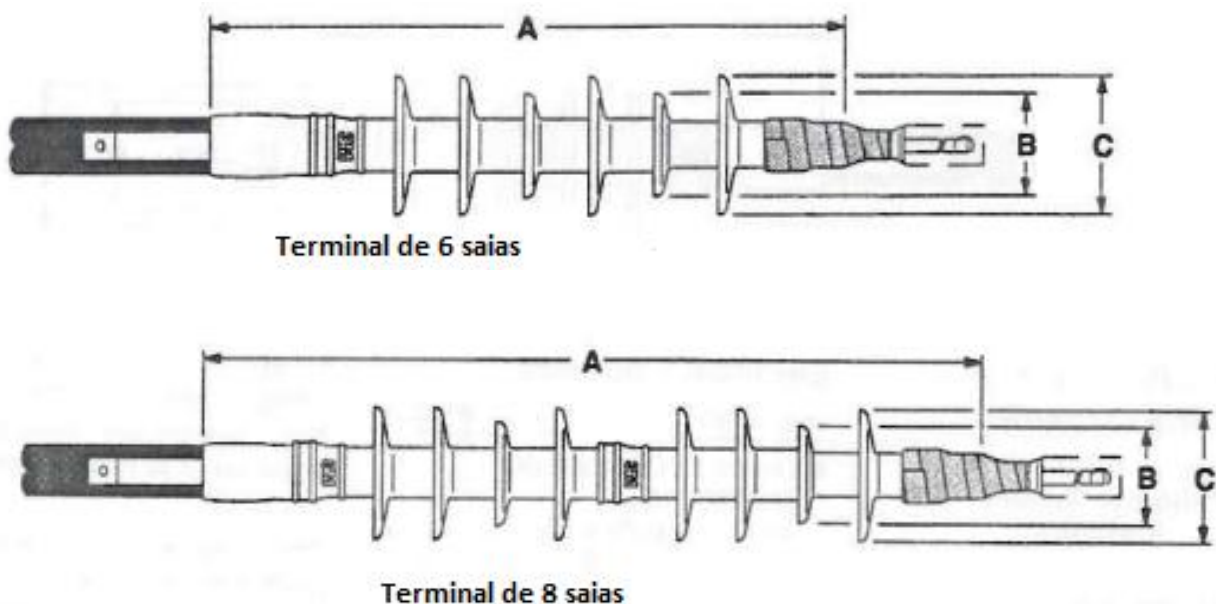
## Guia do grau de poluição

| Leve   | Pesado   |
|--|--|
| Áreas sem indústrias e com baixa densidade habitacional.<br>Áreas sujeitas a ventos frequentes e/ou chuvas de baixa intensidade<br>Áreas rurais<br>Áreas montanhosas<br><br>* Todas essas regiões devem estar situadas no mínimo de 10 a 20 km da costa e não devem estar expostas a ventos costeiros. | Áreas de elevada densidade industrial e algumas áreas urbanas com elevada habitação, especialmente com não frequência de chuvas.<br>Áreas sujeitas a moderada concentração de poeira condutiva, particularmente fumaça industrial que produz resíduos.<br>Áreas geralmente perto da costa e expostas aos resíduos costeiros ou ventos fortes, carregados de poeira e sal, e sujeitos a condensação regular |

| Médio   | Muito Pesado  |
|---|---|
| <p>Áreas de não poluição industrial sujeitas a chuvas ocasionais e com média densidade habitacional.</p> <p>Áreas sujeitas a freqüentes ventos e/ou queda de chuvas com elevada densidade industrial e habitacional.</p> <p>Áreas expostas ao vento da costa, geralmente a mais de duas milhas.</p> | <p>Geralmente limitadas áreas tem ambientes classificados como muito pesado em relação aos poluentes dos ambientes industriais, especialmente localizados perto de oceanos e sujeitos a ventos do oceano.</p> <p>Pequenas áreas isoladas onde os terminais estão localizados próximos a fontes de poluentes, especialmente a favor do vento. (fábricas de cimento, fábricas de papel, etc).</p> |

° Uso de sprays fertilizantes ou queimadas de resíduos, podem levar a um nível de poluição mais elevado devido a dispersão pelo vento.

\* Distâncias da costa dependem da topografia da área e das condições do vento



#### A. Dimensões Típicas em milímetros

| Número do Produto | A   | B    | C    | Distância de Escoamento | Distância de Arco |
|-------------------|-----|------|------|-------------------------|-------------------|
| 5691              | 381 | 42,4 | 68,1 | 584                     | 394               |
| 5692              | 381 | 46,2 | 69,8 | 584                     | 394               |
| 5693              | 419 | 50,8 | 82,5 | 654                     | 432               |
| 5694              | 425 | 50,8 | 90,2 | 660                     | 438               |
| 5696              | 495 | 46,2 | 69,8 | 762                     | 508               |
| 5697              | 546 | 50,8 | 82,5 | 832                     | 559               |
| 5698              | 552 | 50,8 | 90,1 | 845                     | 565               |

## B. Resultados Típicos NBR 9314 – 2006

| Sequência 1  | Especificação  |
|--|--|
| Medição de Descargas Parciais                                      | 15 kV < 5 pC   |
| Tensão Suportável de Freqüência Industrial                         | 50 kV - 1 minuto   |
| Tensão Suportável de Impulso Atmosférico (1,2 x 50 µ)              | 125 kV - 10 apl. cada polaridade   |
| Ciclos Térmicos (03 ciclos - 4/4 horas)                            | 21,6 kV - temp. condutor 95 °C   |
| Medição de Descargas Parciais                                      | 15 kV < 5 pC   |
| Ciclos Térmicos (77 ciclos - 4/4 horas)                            | 21,6 kV - temp. condutor 95 °C   |
| Medição de Descargas Parciais                                      | 15 kV < 5 pC   |
| Sequência 2  | Especificação  |
| Névoa Salina   | 1ª. Etapa - 13,8 kV - 20 minutos   |
|  | 2ª. Etapa - Acréscimos sucessivos de 10% do valor de tensão inicial, mantendo-se por 5 minutos, até ocorrência de descarga externa. Aplicação de 30% do valor da primeira descarga, com acréscimos sucessivos de 5% deste valor, mantendo-se por 5 minutos, até a ocorrência de descarga externa. Repetir este último procedimento por mais duas vezes |
| Sequência 3  | Especificação  |
| Curto-circuito Térmico - 1 aplicação (seção 70 mm <sup>2</sup> )   | 10 kA - 1 segundo  |
| Tensão Suportável de Freqüência Industrial                         | 50 kV - 1 minuto   |
| Sequência 4  | Especificação  |
| Curto-circuito Dinâmico - 9 aplicações (seção 70 mm <sup>2</sup> ) | 40 kA  |
| Tensão Suportável de Freqüência Industrial                         | 50 kV - 1 minuto   |
| Tensão Suportável de Impulso Atmosférico (1,2 x 50 µ)              | 125 kV - 10 apl. cada polaridade   |

## C. Propriedades Físicas e Elétricas

### Isolador de borracha de Silicone.

| PROPRIEDADES FÍSICAS   |                   |
|--|-------------------|
| Teste  | Valor Típico      |
| Cor  | Cinza Claro       |
| Deformação Permanente 22hrs – 100°C – 100%<br>Alongação – 5 minutos de recuperação | 8%                |
| Resistência a Tração (ASTM D412)   | 1200psi (8.28MPa) |

| PROPRIEDADES ELÉTRICAS   |              |                         |
|--|--------------|-------------------------|
| Teste  | Valor Típico |                         |
| Constante Dielétrica (ASTM D150)                               | 23°C         | 3.4                     |
|  | 90°C         | 3.0                     |
|  | 130°C        | 2.7                     |
|  |              |                         |
| Fator de Dissipação (ASTM D150)                                | 23°C         | 0.4%                    |
|  | 90°C         | 1.3%                    |
|  | 130°C        | 1.2%                    |
|  |              |                         |
| Rigidez Dielétrica (ASTM D149)<br>0.075" espessura<br>(1.90mm) |              | 507volts/mil<br>20KV/mm |
|  |              |                         |
| Resistência ao Trilhamento (ASTM 2303)                         | 2.5KV        | 10hrs                   |
|  | 3.5KV        | 1hr                     |
|  |              |                         |

## Tudo de EPDM de alta constante dielétrica para alívio de tensão

| PROPRIEDADES FÍSICAS   |                  |
|--|------------------|
| Teste  | Valor Típico     |
| Resistência a Tração (ASTM D412)   | 1394psi (9.6MPa) |
| Deformação Permanente 22hrs – 100°C – 100%<br>Alongação – 5 minutos de recuperação | 16%              |

| PROPRIEDADES ELÉTRICAS   |   |
|--|---|
| Teste  | Valor Típico                                    |
| Constante Dielétrica (ASTM D150)<br>60Hz, 60% de deformação<br>23°C – 400V (3KV)<br>65°C - 400V (3KV)<br>90°C - 400V (3KV) | 25.7 (28.8)<br>24.5 (27.2)<br>25.2 (27.7)       |
| Vs Frequência (23°C)<br>150Hz<br>1000Hz<br>10000Hz<br>100000Hz   | 35<br>29<br>24<br>20                            |
| Fator de Dissipação (ASTM D150)<br>60Hz, 60% de deformação<br>23°C – 400V (3KV)<br>65°C - 400V (3KV)<br>90°C - 400V (3KV)  | 0.096 (0.166)<br>0.093 (0.165)<br>0.132 (0.161) |
| Vs Frequência (23°C)<br>150Hz<br>1000Hz<br>10000Hz<br>100000Hz   | 0.16<br>0.15<br>0.14<br>0.12                    |

\* Valores médios válidos para especificações

### Testes de Performance

#### A. Descargas Parciais (Efeito Corona).

A finalidade do teste de descargas parciais é assegurar que todos os terminais instalados operem livre de descargas (efeito corona) no mínimo até 150% da tensão de operação. Para esse teste, uma tensão aplicada é gradualmente aumentada até que descargas apareçam no display do osciloscópio. Quando a tensão dessas descargas alcança a magnitude de 3 pico-coulombs, é gravada como a tensão de início do efeito corona (CSV). A tensão aplicada é então reduzida até o nível da descarga cair abaixo de 3 pico-coulombs, esse valor de tensão é gravado como a tensão de extinção do efeito corona (CEV). Todos os terminais contráteis a frio obedecem aos requisitos do IPCEA que recomendam o mínimo de tensão de extinção do efeito corona (CEV) de 150% da tensão nominal. Geralmente as terminações instaladas em cabos de classe 15/25KV, operam livre de efeito corona até 30KV. As terminações instaladas em cabos de classe 20/35KV geralmente operam livre de efeito corona até 40KV.

#### B. Teste de Impulso Atmosférico (BIL- NBI)

Para esse teste uma onda de tensão  $1.2 \times 50\mu s$ , é aplicada no terminal. O teste consiste em ambas polaridades, positiva e negativa. Em seguida impulsos consecutivos são aplicados em cada polaridade. Todas as terminações contráteis a frio obedecem aos requerimentos do teste de impulso (BIL-NBI) de acordo com a IEEE 48-1990 e NBR 9314/2006, com uma considerável margem de segurança.

### C. Desempenho no Meio Ambiente

Quando contaminantes são trazidos pelo ar e depositados na superfície do terminal, correntes de fuga podem aparecer principalmente se a superfície estiver molhada. Névoa e garoa são pior que chuva. A chuva tende a lavar os poluentes do terminal enquanto a névoa tende a umedecer os poluentes presentes no terminal formando uma superfície condutiva com vários degraus, ocasionando a formação de correntes de fuga. Isso é mais típico de superfícies hidrofílicas caracterizadas pela porcelana (Figura 2).



**Figura 2**

A superfície do isolador de silicone do terminal QT-II é hidrófuga, o que a torna menos provável a desenvolver trilhamento ou erosão porque a superfície não molha facilmente (Figura 3). Isso impede ou minimiza a formação de correntes de fuga. Ocasionalmente severas condições ambientais podem ser mantidas por longos períodos de tempo e induzir qualquer superfície polimérica a perder a sua hidrofobicidade. No entanto, a superfície do isolador de silicone irá restabelecer a sua superfície hidrofóbica num prazo médio teórico de 24 horas. Isso impede que a superfície venha tornar-se cada vez mais hidrofílica com o tempo, o que resultaria em falha prematura com descarga disruptiva. Esta capacidade única do isolador de silicone do terminal QT-II é um fator importante para garantir uma longa vida útil.



**Figura 3**

#### D. Teste de Vedação

A vedação do cabo no ponto de corte da blindagem é realizada por mastic na parte inferior e superior da blindagem, coberta por fita de PVC. A camada de mastic fornece uma vedação perfeita ao redor da cordoalha de aterramento. A base do terminal contrátil a frio da 3M série 5690 completa a vedação na região da cobertura do cabo e região do mastic. A vedação superior do terminal próximo ao conector é realizada através da aplicação de fita mastic+fita de PVC sob fita de silicone scotch 70.

A vedação é testada colocando o conector terminal submerso em água e aplicando uma pressão de ar no condutor. Ambas as vedações atendem os testes de pressão da IEEE 48-1990 e NBR 9314/2006.

#### E. Resistência Ultravioleta.

Depois de 1000 horas de teste em campo de acordo com as especificações ASTM D750 e ASTM G23, o isolador de silicone não apresentou nenhuma fissura, trilhamento ou mudança aparente na superfície. A borracha de silicone ao contrário dos elastômeros a base de carbono, pode ser exposta a luz do sol. Isso porque a cadeia principal do silicone é formada por átomos alternados de silício e oxigênio, que possuem energia superior à radiação UV.

#### Armazenagem

A temperatura máxima de armazenamento recomendada é de 10 a 27°C com umidade relativa de 75%. A montagem da terminação não é afetada pelo armazenamento em locais frios. Uma rotação de estoque normal é recomendada. Conforme previsto no estado expandido, a terminação QT II série 5690 tem prazo de armazenamento de 2 anos a partir da data de fabricação.

#### Modo de Aplicar

Seguir instrução de montagem “IMEL 026” que acompanha o conjunto.

#### Recomendações

- Não instalar com umidade relativa superior a 75%
- Este produto só deve ser instalado por pessoal especializado e treinado, de acordo esta instrução de montagem. Suas características técnicas e aplicações são resultados de largas e profundas pesquisas que correspondentes com nossas experiências. Verifique se esse produto é adequado para seu propósito. Todas as questões a respeito das obrigações e garantias estão em nossa proposta de venda a menos que a legislação do país mencione algo diferente disso.

Nota: Este boletim técnico poderá ser alterado sem aviso prévio.

Para maiores informações do produto, favor consultar o site da 3M ([www.3m.com.br](http://www.3m.com.br)) ou entrar em contato com o Serviço Técnico de Elétricos.

**3M**

Produtos Elétricos

3M do Brasil Ltda.

Fone: (19) 3838-7000

Via Anhanguera km110, Sumaré - SP

CEP: 13.181-900

**Fale com a 3M**

0800-0132333

[www.3M.com.br](http://www.3M.com.br)

[falecoma3M@mmm.com](mailto:falecoma3M@mmm.com)

Informações

Consulte o Serviço Técnico de Elétricos

FONE: (19) 3838 - 7417

(19) 3838 - 6189