

## Tecnologia de ignição

- BERU Ultra
- BERU Ultra X Titan
- BERU Platin

Tecnologia de arranque a frio para motores diesel

Arrefecimento

Sensores

# Tudo sobre velas de ignição

Informação técnica  
n.º 02



# Índice

<i>O motor a gasolina</i>	<b>3</b>
Modo de funcionamento da vela de ignição no motor a gasolina	3
Exigências para uma vela de ignição moderna	3
<i>Estrutura e tipos de velas de ignição</i>	<b>4</b>
Materiais	4
Distância de eléctrodos	4
A vela de ignição em pormenor	4
Posição e trajecto da fâsca	5
Assento de vedação	5
<i>Valor térmico e condução do calor</i>	<b>6</b>
Valor térmico	6
Influências sobre o valor térmico	6
Condução do calor	6
<i>Programa de velas de ignição BERU</i>	<b>7</b>
BERU Ultra X Titan. A gama para pedidos X-treme	7
BERU Ultra – a escolha dos Fabricantes'	7
Velas de ignição especiais	7
<i>Dicas para a oficina</i>	<b>8</b>
Verificação da vela de ignição	8/9
Avarias de funcionamento e desgaste	10
Montagem da vela de ignição	10
Ferramentas de montagem BERU	11
<i>Futuro</i>	<b>12</b>
O futuro da vela de ignição	12
Grandes exigências para as novas gerações de vela de ignição	12
Novas geometrias da vela de ignição para uma vida ainda mais longa	13
Novo conector de alta tensão para maior resistência a descarga disruptiva	13
Tecnologia de ignição de alta frequência: a solução para o futuro	13
Os mais recentes sistemas de medição e aplicação	14
<i>Fabricação de velas de ignição</i>	<b>14</b>
Da matéria prima ao componente de precisão	14
Ensaio de resistência BERU	15
Normas de qualidade mais altas	15
Soluções BERU	15

## A vela de ignição – o coração do motor

A vela de ignição influencia parâmetros tão importantes quanto a facilidade de arranque, a vida útil, a potência, o consumo e o comportamento dos gases de escape do motor. A parte da vela de ignição, que determina o funcionamento, está localizada na câmara de combustão do motor, só uma secção do isolador e a peça de conexão são visíveis do exterior.

Durante a operação, as velas de ignição têm de realizar desempenhos máximos: devem garantir uma ignição segura em todas as situações e assegurar arranques a frio correctos e um funcionamento isento de falhas – mesmo sob carga máxima, além de contribuir para uma combustão otimizada e, por conseguinte, ecológica.

Têm de lidar com temperaturas na câmara de combustão de até 3.000 °C e pressões de até 100 bar, para não mencionar as tensões de ignição de até 40.000 volts, com picos de potência transitórios de até 300 A. As influências químicas podem também criar exigências elevadas a nível de qualidade. Portanto, este é um trabalho extremamente difícil, que a vela de ignição tem de manter por muitos milhares de quilómetros.

As velas de ignição BERU são componentes de precisão altamente especializados que foram desenvolvidos para atender às especificações dos fabricantes de veículos e são produzidos em linhas de produção actualizadas.

# O motor a gasolina

## *Modo de funcionamento da vela de ignição no motor a gasolina*

Ao contrário dos motores diesel, os motores a gasolina não funcionam com ignição espontânea: durante o ciclo de compressão, uma faísca eléctrica dá início à combustão da mistura comprimida de combustível e ar. Cabe à vela de ignição gerar essa faísca que resulta da alta tensão fornecida pela bobine de ignição e salta entre os eléctrodos. Em consequência da faísca, toda a câmara de combustão é atravessada por uma frente de chama até a mistura se queimar por completo. O calor libertado aumenta a temperatura e a pressão no cilindro sobe rapidamente, o que faz com que o pistão seja empurrado para baixo (Tempo da potência). Através da biela, o movimento é comunicado à árvore de cames que propuliona o veículo por meio da embraiagem e dos eixos.

## *As exigências para uma vela de ignição moderna*

Têm de ser preenchidos inúmeros requisitos para garantir um funcionamento regular, eficaz e ecológico do motor: uma mistura de combustível e ar com composição ideal deverá estar disponível no cilindro na quantidade necessária e a faísca de ignição energética tem de saltar entre os eléctrodos no momento exactamente predefinido.

Para este propósito, as velas de ignição têm de satisfazer os mais elevados requisitos de desempenho: têm de proporcionar uma poderosa ignição por faísca entre cerca de 500 e 3.500 vezes por minuto (em funcionamento a 4 tempos), mesmo durante as horas de condução em altas rotações ou em condições de trânsito de pára-arranca. Mesmo a uma temperatura de  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , têm de assegurar uma ignição completamente fiável. As velas de ignição de alta tecnologia proporcionam combustão de baixa emissão e máxima eficiência de combustível - sem falha de ignição, o que pode fazer com que combustível não queimado entre no catalisador e o destrua. A vela de ignição moderna deve cumprir os seguintes

### *Requisitos eléctricos*

- Transmissão segura de alta tensão mesmo com tensões de ignição até 40.000 Volt
- Elevada capacidade de isolamento mesmo com  $1.000\text{ }^{\circ}\text{C}$ , prevenção de descargas eléctricas

### *Requisitos mecânicos*

- Isolamento da câmara de combustão estanque ao gás e à pressão, resistência a pressões oscilantes até aprox. 100 bar
- Resistência mecânica elevada para uma instalação segura

### *Requisitos térmicos*

- Resistência a choques térmicos (gases de escape quentes - mistura de admissão fria)
- Boa condução térmica por ponta isoladora e eléctrodos

### *Requisitos electroquímicos*

- Resistência contra a erosão decorrente das faíscas e os gases e resíduos de combustão
- Prevenção da formação de sedimentos no isolador

As velas de ignição desenvolvidas pela BERU e fabricadas à base de materiais de alta qualidade resistem, de forma durável, a estas solicitações extremas. Os engenheiros da BERU colaboram estreitamente com a indústria automóvel no desenvolvimento dos motores, a fim de adaptar as velas de ignição, da melhor forma, às respectivas condições prévias da câmara de combustão.



Durante o ciclo de compressão, a faísca da vela de ignição dá início à combustão da mistura comprimida de combustível e ar.

# Estrutura e tipos de velas de ignição

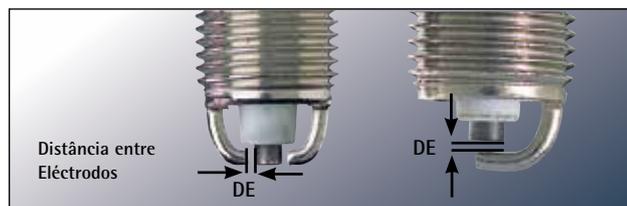
## Materiais

A BERU oferece toda uma gama de velas de ignição, a fim de poder fornecer sempre a vela ideal para inúmeros motores e fins de utilização diferentes. São usados materiais muito diversos para os eléctrodos centrais. As ligas especiais à base de níquel e os eléctrodos de núcleo de cobre distinguem-se pela dissipação eficaz do calor e a elevada resistência à corrosão. A prata apresenta uma termocondutividade ainda maior. A platina e índio oferece uma resistência à erosão ideal, aumentando os intervalos de substituição. O eléctrodo de massa é igualmente importante: a sua geometria influencia, p. ex., a acessibilidade à mistura, o desgaste, a dissipação do calor e a tensão de ignição necessária. ETitânio, platina e índio oferecem vidas operacionais particularmente longas, para a mesma distância entre os eléctrodos.

## Distância de eléctrodo

A distância mais curta entre o(s) eléctrodo(s) central e terra na vela de ignição é chamada de distância entre os eléctrodos. É esta distância que a faísca de ignição tem de percorrer. A distância entre os eléctrodos ideal em qualquer situação particular depende em parte do motor e é determinada em estreita colaboração com o fabricante do veículo. A precisão máxima na manutenção da distância entre os eléctrodos é importante, pois uma distância incorrecta pode ter um efeito negativo considerável sobre a função da vela de ignição e, conseqüentemente, no desempenho do motor.

- Uma distância de eléctrodos demasiado pequena pode causar uma ignição insuficiente, uma marcha lenta irregular e valores de emissão desfavoráveis.
- Uma distância de eléctrodos excessiva pode provocar falhas de combustão.
- No caso das velas de eléctrodos múltiplos, não é necessário reajustar as distâncias de eléctrodos graças à posição regulada da faísca (por exemplo Ultra X Titan, tecnologia de vela ar/deslizante).



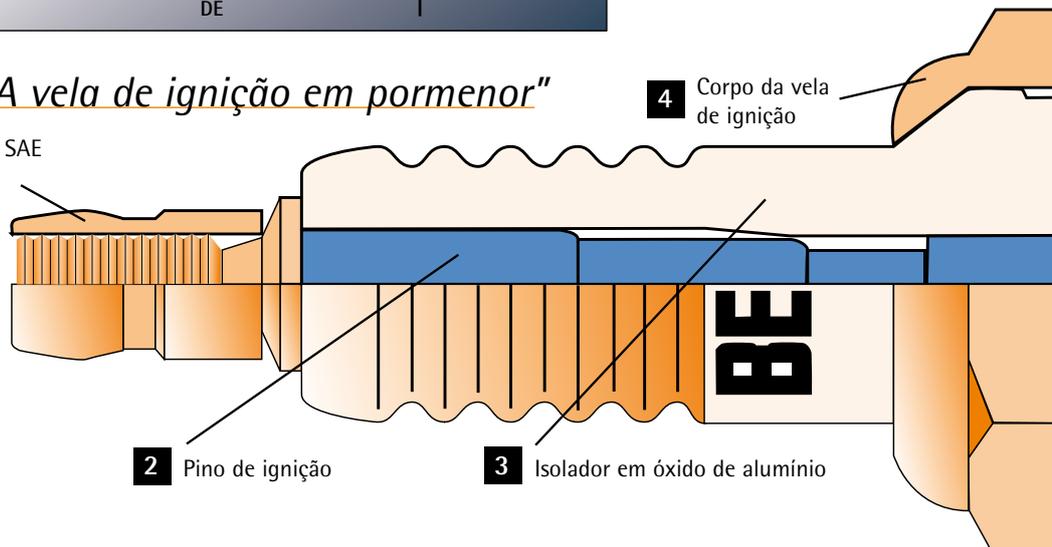
- 1 Conexão para o terminal da vela (a fig. mostra uma conexão SAE recente, os veículos mais antigos encontram-se munidos de conexões M4). Transmite a tensão de ignição ao eléctrodo.
- 2 O pino de aço (pino de ignição) incluído num ajuste à prova de gás dentro do vidro derreti do condutor, formando um elo com o eléctrodo central.
- 3 O isolador é feito de um óxido de alumínio cerâmico e isola o eléctrodo central em relação à terra até 40.000 Volts. O isolador pode ser produzido numa forma simples ou com perfis para prevenir descarga disruptiva.
- 4 O corpo niquelado da vela de ignição forma uma conexão à prova de gás com o isolador por meio de um método de encolhimento térmico, razão pela qual a zona de encolhimento mostra a cor azul de oxidação. A rosca serve para fixar a vela de ignição ao bloco do motor.
- 5 Anel de vedação exterior para vedação e dissipação do calor.
- 6 Conexão eléctrica entre o pino de ignição e o eléctrodo central. No caso de tipos (R) desparasitados, massa fundida de vidro com resistência. Por meio de aditivos apropriados, o vidro fundido pode ter um grau definido de resistência para assegurar a resistência necessária à erosão e às características de supressão.
- 7 O anel de vedação interno constitui a junção à prova de gás entre o isolador e o corpo metálico e proporciona a condução de calor.
- 8 O eléctrodo central é constituído por um núcleo de cobre fechado em níquel. Dependendo do tipo, o eléctrodo central pode ser em platina ou irídio.
- 9 A ponta isoladora estende-se para dentro da câmara de combustão. Tem uma influência fundamental na potência térmica.
- 10 O chanfro do terminal de entrada faz com que seja mais fácil aparafusar a vela de ignição no bloco do motor.

O volume de desobstrução influencia a acção de auto-limpeza.

- 12 Um ou mais eléctrodos terra são soldados sobre o corpo da vela de ignição e, com o eléctrodo central, formam a via da ignição. Ligas à base de níquel (ou com reforços de platina ou titânio) especialmente desenvolvidas aumentam a resistência à erosão dos eléctrodos.

## "A vela de ignição em pormenor"

- 1 Porca de conexão SAE (porca terminal)



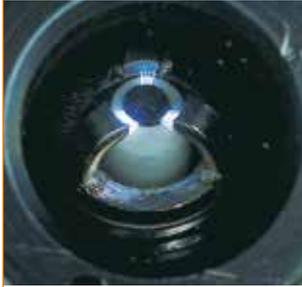
- 2 Pino de ignição

- 3 Isolador em óxido de alumínio

- 4 Corpo da vela de ignição

# Design e tipos de vela de ignição

## Posição e trajecto da fâisca



Via da ignição



O inovador design Poly-V: 5 pontos de ignição são visados pela fâisca numa sequência em mudança constante - garantindo, assim, uma maior fiabilidade para a ignição e, consequentemente, a combustão com poupança de combustível com um desempenho de ignição que permanece constante durante longos períodos.

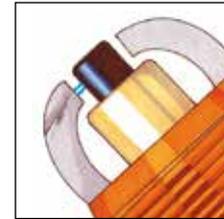
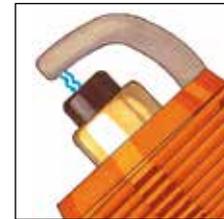
A função da vela de ignição na câmara de combustão é influenciada por três factores principais: a posição da ignição, a distância de ignição e a distância entre os eléctrodos para velas de ignição usando a tecnologia de ignição variável.

Posição de ignição é o nome dado pelos criadores de motores à geometria da via da ignição, na medida em que a via da ignição se estende para dentro da câmara de combustão.

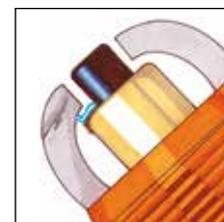
No caso do trajecto da fâisca, distingue-se o seguinte:

- Trajecto de fâisca aérea: caminho que a fâisca percorre entre os eléctrodos para inflamar a mistura de combustível e ar na câmara de combustão.
- Trajecto da fâisca deslizante: caminho que a fâisca percorre ao deslizar primeiro sobre a superfície da ponta do isolador para depois saltar para o eléctrodo de massa. Nesse trajecto, ela queima os sedimentos e resíduos de combustão prejudiciais.
- Trajecto da fâisca aérea/deslizante: trajectos de fâisca que podem passar pelo ar e pelo isolador. A erosão do eléctrodo pode ser reduzida mediante a combinação de trajectos de fâisca aérea e deslizante mutuamente independentes, prolongando substancialmente a vida útil das velas de ignição.

Trajecto da fâisca aérea



Distância variável de produção de fâiscas

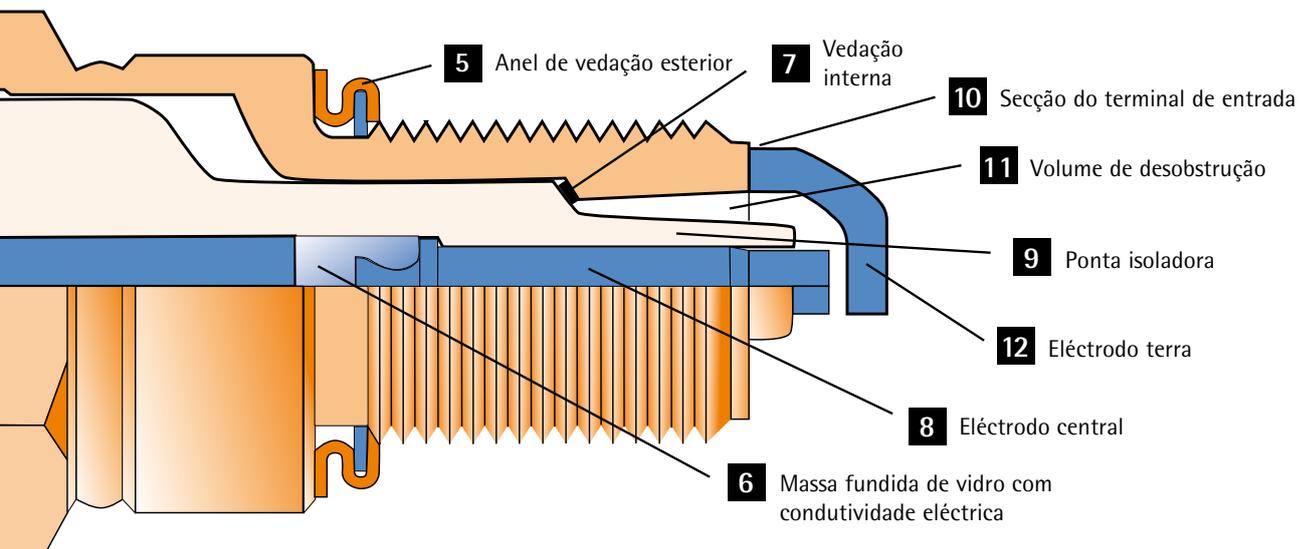
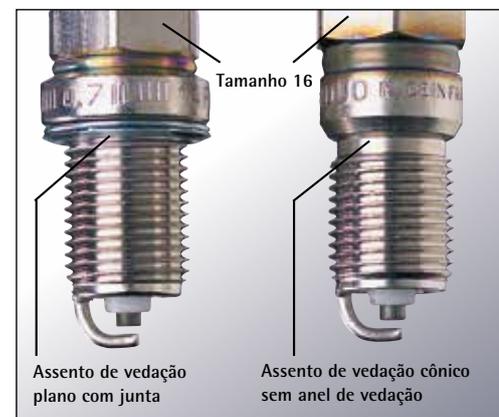


## Assento de vedação

A vela de ignição tem de estar enroscada no cabeçote do motor de modo a garantir a ser estanque. Conforme o tipo de construção do motor, é feita a distinção entre duas formas de vedação:

- Assento de vedação plano: um anel de vedação exterior um anel de vedação exterior funciona como vedante no corpo da vela.
- Assento de vedação cônico: a área cônica do corpo da vela de ignição garante a vedação numa superfície de apoio com formato adequado do cabeçote do motor.

Caso haja pouco espaço de montagem (p. ex. em motores multi-válvulas), são frequentemente utilizadas velas de ignição FineLine mais finas e compactas.



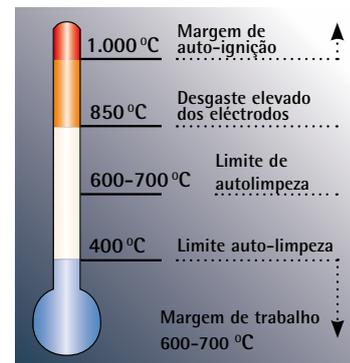
# Valor térmico e condução do calor

## Valor térmico

A potência térmica é uma medida da estrutura térmica de uma vela de ignição. Indicando a capacidade máxima de resistência térmica que esta apresenta no balanço entre a absorção e a emissão de calor.

O valor térmico deverá ser cumprido com exactidão, ao escolher uma vela de ignição:

- Se o código numérico do valor térmico for demasiado elevado (por exemplo 9), a vela não consegue dissipar o calor existente em tempo útil, causando auto-ignições, ou seja, a mistura é inflamada não pela faísca de ignição mas pela vela excessivamente quente.
- Se o código numérico do valor térmico for demasiado baixo (por exemplo 5), não é alcançada a temperatura de autolimpeza necessária à limpeza automática em caso de potência baixa do motor. Conseqüências: falhas de ignição, maior consumo e emissões crescentes. (Para imagens de falhas, consulte as páginas 8 e 9).



## As influências na potência térmica

Quanto maior for a potência do motor, maior será, na maioria dos casos, a temperatura da câmara de combustão. O tamanho da base isoladora tem uma influência crítica na absorção de calor; a dissipação de calor ocorre através da ponta isoladora, através do eléctrodo central e do vedante interno no corpo da vela, até à cabeça do cilindro.

- As velas de ignição com base isoladora longa absorvem mais calor da câmara de combustão. São designadas por velas de ignição quentes, uma vez que só conseguem emitir pouco calor no trajecto longo até ao corpo da vela.
- As velas de ignição com base isoladora curta absorvem menos calor. São designadas por velas de ignição frias, porque conseguem emitir muito calor no trajecto curto até ao corpo da vela.

## Condução do calor

Durante o processo de combustão no cilindro, são geradas temporariamente temperaturas acima de 3.000 °C que também aquecem a própria vela de ignição. Mediante diversas trajectórias do calor, a vela de ignição emite para o exterior cerca de 80 por cento do calor absorvido. A maior parte do calor é transmitida directamente ao cabeçote do motor pela rosca da vela. Por esta razão, a vela de ignição tem de estar sempre enroscada com o torque certo. A mistura de combustível e ar em fluxo absorve e dissipa só aprox. 20 por cento do calor.

O uso de eléctrodos compostos, por exemplo, eléctrodos de Ni com núcleo de cobre, permite uma melhoria considerável da condução de calor. No caso de posições de faísca extremamente avançadas na câmara de combustão, a temperatura de autolimpeza é alcançada rapidamente e a temperatura elevada no isolador desce abaixo de 900 °C graças à secção transversal especialmente adaptada e à superfície termoabsorvente da ponta da base isoladora. Por conseguinte, este tipo de velas de ignição é indicado para câmaras de combustão com temperaturas relativamente baixas como também muito elevadas.

Via de condução de calor de uma vela de ignição



# BERU spark plug range

## *BERU Ultra X Titan. As velas de ignição para requisitos máximos*

### ULTRA X TITAN



15 tipos de velas de ignição  
90% de cobertura de mercado  
100% adequadas para a oficina  
A bem-sucedida gama Ultra X é agora chamada de Ultra X Titan – e composta por um total de 15 tipos de velas de ignição:  
6 das velas de ignição Ultra X bem estabelecidas e 9 novas. Em conjunto, formam a Série Ultra X Titan, oferecendo-lhe uma cobertura do mercado de quase 90%.

### BERU Ultra X. Titan.

Para um maior poder de faísca em pressões da câmara de combustão mais elevadas, proporcionando uma combustão altamente eficiente.

Quanto maior for a pressão da câmara de combustão, maior deve ser a potência da faísca. É neste ponto que a vela de ignição inovadora BERU Ultra X Titan estabelece novos padrões: com a sua liga de níquel-titânio resistente à queima e eléctrodos de terra inteligentemente concebidos – para aumentar a fiabilidade da ignição e uma combustão altamente eficaz e, portanto, com poupança de combustível, com os correspondentes valores de emissões baixas.



Eléctrodo central com ponta de ignição de platina para um excelente desempenho de arranque a frio.

Anel Corona para pré-descarga visada e propagação de chama estável.



## *BERU – a opção dos fabricantes de automóveis*



### BERU Ultra.

Velas de ignição de alta qualidade presentes no equipamento original – para os mais variados motores e fins de utilização.

- Diferentes medidas de rosca, desde os 12mm
- Diâmetros de rosca reduzidos
- Comprimento de rosca de 26,5 milímetros
- Com ignição segura graças à descarga Corona

### BERU Bi-Hex.

- Tecnologia de doze milímetros com tamanho da chave 14
- Diâmetro da rosca reduzido
- Comprimento da rosca de 26,5 milímetros
- Ignição fiável via corona pré-descarga

**„PODE ENCONTRAR VELAS DE IGNIÇÃO PARA MOTORES COM COMBUSTÍVEL A GÁS EM TI 06“**

## *Velas de ignição especiais*

TA gama BERU de velas de ignição incluiu aplicações especiais para:

1. Velas de ignição compactas para o espaço muito reduzido em motosserras ou corta-relvas
2. Velas de ignição totalmente blindadas com revestimento de aço para requisitos muito elevados de desparasitagem
3. Velas de ignição para veículos propulsionados a gás e motores estacionários para aplicações industriais
4. Velas de ignição de medição especialmente concebidas para motores de teste e ensaio



# Dicas para a oficina

## Verificação da vela de ignição



Aquando do controle visual da vela de ignição, ocorrem os mais variados sinais de danos. Segue-se uma visão geral com a descrição das causas, dos efeitos e das hipóteses de solução:

### NORMAL

A erosão do eléctrodo é pequena apresentando uma base isoladora branca/amarela acinzentada até amarela-torrada: o motor está bem afinado e o valor térmico correcto.



### DEPÓSITOS DE FULIGEM

A ponta isoladora, o eléctrodo e a vela estão cobertas com fuligem preta aveludada.

**Causa:** Definição da mistura incorrecta (unidade de injeção). Mistura muito rica. Filtro de ar muito sujo. Sistema defeituoso de arranque a frio (injeção). Sensor de temperatura com defeito. Usado principalmente em viagens curtas. Potência térmica da vela muito alta. Sensor lambda com defeito.

**Efeitos:** Devido a correntes de perda, o comportamento de arranque a frio é fraco e ocorre falha de ignição.

**Solução:** Verificação e, se possível, correcção da mistura e iniciar sistema. Examine também o sensor de temperatura. Verifique o filtro de ar, use uma vela de ignição com potência térmica correcta.



### COM ÓLEO

Base isoladora, eléctrodos e caixa da vela de ignição cobertos por uma película de óleo negra.

**Causa:** demasiado óleo na câmara de combustão, nível do óleo muito elevado, anéis de segmento, cilindro e guias de válvula fortemente desgastados.

**Efeitos:** falha de ignição ou até mesmo curto-circuito da vela de ignição, falha total.

**Solução:** inspeccionar o motor, mistura certa de combustível e ar, montar novas velas de ignição originais da marca BERU.



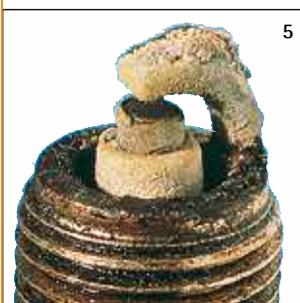
### FORMAÇÃO DE FULIGEM

A base isoladora apresenta, em parte, uma fuligem castanha amarelada que também pode ser esverdeada.

**Causa:** os aditivos na gasolina e no óleo do motor formam sedimentos semelhantes à fuligem.

**Efeitos:** quando o motor fica em plena carga demasiado repentinamente, o revestimento actua como condutor eléctrico, o qual conduz a falhas de ignição.

**Solução:** corrigir o combustível, montar novas velas de ignição originais da marca BERU.



### SEDIMENTOS (5)

Sedimentos fortes provenientes de aditivos de óleo e combustível, na base isoladora e no eléctrodo de massa. Sedimentos semelhantes a (resíduos de carbono).

**Causa:** os componentes de liga, especialmente de óleo, podem formar resíduos que se depositam na câmara de combustão e na vela de ignição.

**Efeitos:** podem levar a auto-ignições com perda de potência e danos no motor.

**Solução:** verificar os ajustes do motor. Montar novas velas de ignição originais da marca BERU, substituir o tipo de óleo se necessário.

# Dicas para a oficina



6

## ELÉCTRODO CENTRAL LIGEIRAMENTE DERRETIDO

**Eléctrodo central ligeiramente derretido, ponta da base isoladora esponjosa, amolecida e com bolhas.**

**Causa:** sobrecarga térmica devido a auto-ignições, p. ex. em virtude de um ajuste da ignição com avanço excessivo, resíduos de combustão na câmara de combustão, válvulas defeituosas, distribuidor de ignição danificado, baixa qualidade do combustível, valor térmico eventualmente insuficiente, torque de aperto não respeitado.

**Efeitos:** falhas de ignição, perda de potência (danos no motor).

**Solução:** verificar o motor, a ignição, o combustível e os torques de aperto das velas de ignição. Montar novas velas de ignição originais da marca BERU com o valor térmico correcto.



7

## RUPTURA DA BASE ISOLADORA

**Rupturas na base isoladora.**

**Causa:** danos mecânicos devido a uso incorrecto. Na fase inicial é freqüente serem apenas detectáveis como fissuras capilares. Em casos-limite, os sedimentos entre o eléctrodo central e a base isoladora podem fazer com que o isolador rebente, especialmente se o tempo de operação for excessivo. Funcionamento do motor com detonação.

**Efeitos:** falhas de ignição, a faísca de ignição salta em locais onde a mistura nova não pode ser alcançada de modo seguro.

**Solução:** montar novas velas de ignição originais da marca BERU.



8

## ELÉCTRODOS FORTEMENTE DESGASTADOS

**Os eléctrodos central e/ou de massa apresentam uma perda de material visível.**

**Causa:** aditivos de combustível e óleo agressivos. Influências desfavoráveis no fluxo na câmara de combustão, eventualmente devido a sedimentos. Detonação no motor, sobrecarga térmica, montagem de uma vela de ignição errada.

**Efeitos:** falhas de ignição, especialmente ao acelerar (a tensão e ignição deixa de ser suficiente para a distância de eléctrodos grande). Baixa performance no arranque.

**Solução:** montar novas velas de ignição originais da marca BERU.



9

## ELÉCTRODOS PARCIALMENTE DERRETIDOS

**Depósitos tipo couve-flor no eléctrodo, possíveis depósitos de materiais que não sejam originários da vela de ignição.**

**Causa:** Sobrecarga térmica devido a „ignição de incandescência“, resíduos de combustão na câmara, válvulas defeituosas, qualidade do combustível inadequada, potência térmica possivelmente muito alta, velas de ignição apertadas conforme prescrito.

**Efeitos:** Antes da falha total do motor (danos no motor), a eficiência diminuirá.

**Solução:** Verifique motor, ignição e mistura; verifique o binário de aperto das velas de ignição. Instale novas velas de ignição BERU originais com potência térmica correcta.



10

## CONECTOR DA VELA DE IGNIÇÃO FRAGILIZADO

**Causa:** sobrecarga térmica, conectores velhos.

**Efeitos:** falhas de ignição.

**Solução:** montar novos conectores e velas de ignição originais da marca BERU, lubrificar a haste isoladora com massa para conectores BERU (ver p. 11).

## Dicas para a oficina

### *Falhas de funcionamento e desgaste*



A sobrecarga, o combustível de má qualidade, a escolha de velas erradas e o trânsito "pára-arranca" são apenas algumas das influências que podem causar falhas de funcionamento na vela de ignição. Segue-se uma curta lista de verificações que o ajudará a detectar os erros:

Sintoma	Causa	Possíveis danos subsequentes
Erosão decorrente das faíscas, corrosão	Sobrecarga térmica Combustível errado ou de má qualidade Valor térmico errado	Eléctrodos ligeiramente derretidos Auto-ignição Falhas de ignição (devido à maior distância de eléctrodos)
Auto-ignições	Resíduos na câmara de combustão Válvulas defeituosas Velas com valor térmico errado Combustível com índice de octanas insuficiente	Danos no pistão Danos na válvula Danos na vela de ignição
Combustão incompleta	Combustível com índice de octanas insuficiente Ponto de ignição errado Compressão excessiva	O aumento descontrolado da pressão e da temperatura pode causar danos no pistão e na vela de ignição
Falhas de ignição	Conector da vela de ignição defeituoso, envelhecido, com fuga	Outras falhas de ignição Danos do conversor catalítico

*A vela de faísca aérea/deslizante com núcleo de cobre revestido a níquel e 4 eléctrodos de massa posicionados aos pares e dispostos em X oferece a máxima segurança na ignição: a faísca pode inflamar a mistura de ar e gasolina de 8 maneiras diferentes!*

### *Montagem da vela de ignição*

Têm de ser utilizadas sempre as velas de ignição certas, uma vez que estas foram concebidas para motores específicos. Um valor térmico, uma distância de eléctrodos ou um comprimento de rosca errado podem reduzir a potência do motor ou danificar o mesmo e/ou o catalisador. Torna-se igualmente indispensável realizar uma desmontagem e montagem cuidadosas.

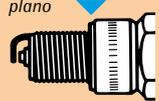
- Aquando da desmontagem, deverá certificar-se de que não entra qualquer sujidade na câmara de combustão. Por conseguinte, desapertar a vela alguns passos da rosca, limpar a caixa da vela com ar comprimido ou um pincel e só então desenroscar a vela por inteiro.
- Aplicar uma camada fina de massa especial BERU na vela de ignição).  
ZKF01 - 0 890 300 029 com 10g de conteúdos  
ZKF02 - 0 890 300 045 com 50g de conteúdos.
- A rosca da vela e o orifício do cabeçote do motor deverão estar limpos aquando da montagem. No caso das velas de ignição BERU, o revestimento de níquel do corpo da vela torna desnecessária a lubrificação. Respeitar o torque de aperto correcto (ver tabela).
- Atenção: se as velas de ignição sofrerem algum embate não podem ser reutilizadas, pois mesmo os danos invisíveis poderão causar falhas de ignição ou até danos no catalisador.
- Verifique os conectores das velas de ignição a nível de desgaste. Caso observe sinais de fragilização ou finas fissuras, substitua os conectores.

# Dicas para a oficina

## IMPORTANTE: QUANDO INSTALAR VELAS, É ESSENCIAL USAR O BINÁRIO DE APERTO CORRECTO.

No caso da ocorrência de queima ou fusão extrema no eléctrodo central, apesar de usar o binário de aperto especificado, a causa é quase certamente um processo de combustão não controlada (por ex., ignição incandescente ou detonação a alta velocidade). Causas possíveis: potência térmica errada, espaço de desobstrução da válvula de descarga demasiado pequeno, momento errado de ignição, qualidade inadequada do combustível, depósitos na câmara de combustão ou uma mistura de combustível muito magra.

Binário em Nm, rosca não deve ser lubrificada

Velas de assento plano	Rosca da vela		Cabeça do cilindro	
			Cast iron	Light alloy
	M 10x1		10-15 Nm	10-15 Nm
	M 12x1,25		15-25 Nm	15-25 Nm
	M 14x1,25		20-35 Nm	20-30 Nm
	M 18x1,5		30-45 Nm	20-35 Nm
Velas de assento cônico:	Rosca da vela		Cabeça do cilindro	
	M 14x1,25		15-25 Nm	10-20 Nm
	M 18x1,5		15-30 Nm	15-23 Nm

## Ferramentas de montagem BERU

For easy and reliable spark plug replacement without jamming the wrench or cracking the insulator, we recommend the use of special tools.

### FERRAMENTA DE MONTAGEM DE VELAS DE IGNIÇÃO BERU ZMH 001,

a extensão do braço do mecânico

**O PROBLEMA** No compartimento do motor existe, muito frequentemente, uma enorme falta de espaço. Ao enroscar e desenroscar a vela de ignição, existe não só o risco de a mão ficar ferida ou queimada no motor como também a possibilidade de a vela de ignição se danificar devido a queda.

**A SOLUÇÃO** A ferramenta de montagem de velas de ignição BERU em borracha funciona como "extensão do braço do técnico de montagem": ela segura a vela eficazmente e permite enroscar e desenroscá-la com cuidado depois de a soltar ou antes de a apertar.



Nome do Artigo	Código abreviado BERU	Número de encomenda BERU
Vela de ignição auxiliar de montagem	ZMH001	0 890 000 001

### FERRAMENTA DE MONTAGEM DE VELAS DE IGNIÇÃO BERU ZMH 002

substituição segura das velas de ignição sem encravar

**O PROBLEMA** Devido à abertura relativamente grande da caixa da vela de ignição, há o perigo de a chave de velas ficar inclinada e partir o isolador se as velas forem montadas e desmontadas com uma extensão. Conseqüência: as falhas de ignição resultantes das descargas de tensão no isolador partido da vela de ignição podem destruir o catalisador.

**A SOLUÇÃO** Basta inserir a ferramenta de montagem BERU, que pode ser aplicada em quase todos os modelos de veículo, na extensão da vela de ignição de 3/8" e pressioná-la para dentro da caixa da vela. A chave de velas mantém-se assim paralela à caixa sem encravar.



Nome do Artigo	Código abreviado BERU	Número de encomenda BERU
Vela de ignição auxiliar de montagem	ZMH002	0 890 000 002

Nome do Artigo	Código abreviado BERU	Número de encomenda BERU
Lubrificante especial BERU, Tubo 10 g	ZKF001	0 890 300 029
Lubrificante especial BERU, Tubo 50 g	ZKF002	0 890 300 045

1 | Sinais de descarga de alta tensão

2,3 | Lubrificante do Conector da Vela de Ignição BERU: Quando manchado no conector antes de aparafusar na vela de ignição, o lubrificante protege de fragilização e, conseqüentemente, de sinais de descarga de alta tensão (ZKF001 0 890 300 029 / 10 g ZKF002 0 890 300 045 / 50 g)



# Futuro

## *O futuro da vela de ignição*

No desenvolvimento de motores a gasolina modernos, as tendências de tecnologia seguem a direcção de processos de combustão modificados e unidades de motor mais pequenas e altamente carregadas (redução). Os engenheiros da BERU estão a desenvolver as velas de ignição ideais para este fim, em estreita coordenação com os fabricantes de automóveis internacionais.

Menos consumo de combustível, emissões mais baixas, maior prazer de condução: estas palavras de ordem simples resumem as actuais tendências técnicas no desenvolvimento de motores de ignição a velas.

Variabilidade total e parcial na unidade de válvula através de tampões de fase ou controlo do curso da válvula, bem como a injeção directa impulsiona por parede, ar ou jacto, representam a tecnologia de ponta actual. As mais recentes gerações de sistemas de injeção com injectores piezo-controlados ampliam a gama para um funcionamento com motor simples e sem estrangulamento, e devem, como tal, assegurar as reduções exigidas no consumo de gasolina e emissões.

Tudo isto resulta em novas exigências relativamente às velas de ignição:

- dimensões de construção mais pequenas
- eléctrodos de corpo especificamente posicionados (eléctrodos terra)
- posições de ignição mais precisas, e
- rigidez dieléctrica e mecânica em cerâmica da vela de ignição.

## *Grandes exigências para as novas gerações de vela de ignição*

Com os novos sistemas de injeção directa, há menos espaço disponível para a vela de ignição dentro da cabeça do cilindro dos motores de ignição comandada. Por sua vez, isto faz com que seja necessário ter uma rosca de encaixe alongada e/ou uma geometria modificada da vela de ignição. As velas de ignição M12 estão a ser cada vez mais utilizadas embora, em comparação com as velas de ignição M14 tradicionais, tenham de conseguir trabalhar com uma reduzida espessura de parede de cerâmica. As exigências no sentido contrário – espessuras de parede menores no isolador e maiores requisitos de tensão – tornam necessário alcançar novos desenvolvimentos em materiais, geometria e processos.

## *Melhoria das propriedades cerâmicas*

Enquanto um material isolante para velas de ignição de automóveis de passageiros, uma cerâmica com base em óxido de alumínio tem demonstrado ser fiável, uma vez que este material cumpre os requisitos eléctricos e mecânicos em termos de rigidez dieléctrica, mesmo em temperaturas de até 1.000 °C. O principal factor que determina as propriedades da presente cerâmica é a porosidade residual. Para se obter uma redução considerável neste ponto e, conseqüentemente, melhorar ainda mais a rigidez dieléctrica e a resistência mecânica das velas de ignição, os engenheiros de desenvolvimento para a BERU procederam, entre outras coisas, a alterações nos aditivos de cerâmica.



Em estreita colaboração com os fabricantes internacionais de automóveis, os engenheiros da BERU estão a desenvolver conceitos inovadores de vela de ignição para motores de ignição modernos.

# Futuro

## Novas geometrias da vela de ignição para uma vida ainda mais longa

Actualmente, os fabricantes de automóveis exigem uma vida operacional alvo para velas de ignição de 60.000 a 120.000 quilómetros. Simultaneamente, o aumento da necessidade de potencial eléctrico devido ao desgaste na distância de faísca da vela de ignição deve ser mantido o mais baixo possível. Isto significa que é necessário desenvolver novas geometrias, materiais e processos dos eléctrodos. Para velas de ignição com eléctrodos à base de liga de níquel, o mecanismo de desgaste é determinada em grande medida pela oxidação. Isto resulta num requisito para ligas de níquel que tenham uma camada de óxido estável e durável. No caso das velas de ignição com eléctrodos revestidos com metais preciosos estabilizados contra oxidação, por exemplo, platina ou irídio, é necessário assegurar uma fixação permanente do metal precioso aos eléctrodos da vela de ignição à base de níquel.

## Novo conector de alta tensão para maior resistência a descarga disruptiva

Downsizing é uma tecnologia-chave para a redução do consumo de combustível e emissões. Esta nova tecnologia faz com que o designer dos sistemas de ignição enfrente novos desafios porque os motores de tamanho reduzido têm menos espaço de instalação disponível e trabalham em pressões da câmara de combustão mais elevadas e tensões de ignição mais altas, o que aumenta drasticamente o perigo de descargas disruptivas por alta tensão na vela de ignição.

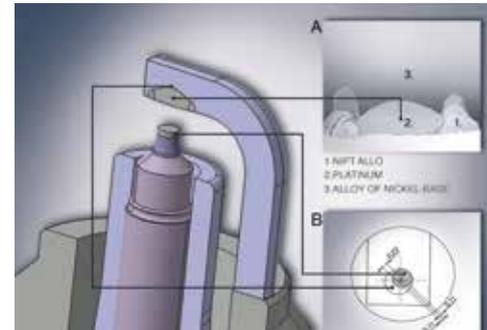
Para proporcionar uma maior resistência à descarga disruptiva, a BERU desenvolveu um novo conector de alta tensão, o que - para as mesmas dimensões da vela de ignição - oferece uma superfície maior de isolamento, graças a um pescoço isolador com mais 8,5 mm de comprimento, aumentando assim a resistência à descarga disruptiva em até 9000 volts. Não é apenas a superfície de isolamento acrescentada que oferece maior protecção contra a quebra do isolamento e descargas disruptivas, mas um novo tipo de método de contacto. Em vez de um ponto de contacto externo (como no SAE ou M4), ocorre contacto no interior através de uma mola de pressão. Este novo conector com mola de pressão conicamente convergente é concebido de tal maneira que a extremidade frontal se apresenta firmemente encerrada no espaço em forma de taça do pino de ignição na válvula de ignição (dando-lhe o nome „conector bacia de alta tensão“). Isso evita a acumulação de campos de tensão excessiva - e, apesar do aumento do desempenho de ignição, a resistência à descarga disruptiva apresenta-se visivelmente melhorada.



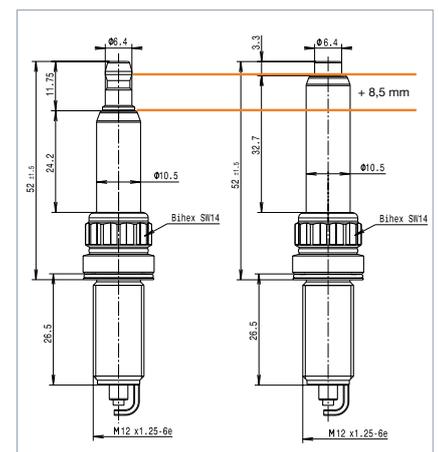
Maior resistência à descarga disruptiva, apesar de maior tensão de ignição: graças ao pescoço isolador mais longo, à maior sobreposição, à mola de pressão encastrada e à nova tecnologia de contacto.

## Tecnologia de ignição de alta frequência: a solução para o futuro

Em contraste com os sistemas de ignição do motor tradicionais, em que a combustão é iniciada por calor, esta tecnologia patenteada de ignição de alta frequência gera um campo electrostático de alta energia no interior da câmara de combustão. Isto leva a uma melhoria considerável na eficácia e velocidade de combustão, e mesmo as misturas de combustível-ar extremamente „lean“, inflamam-se de forma fiável. Para a melhoria adicional no desempenho do motor, o sistema fornece regulação electrónica para vários parâmetros do ciclo de combustão, reduzindo ainda mais as emissões, melhorando a eficiência e aumentando o desempenho do motor. A ignição de alta frequência tem o potencial de revolucionar a tecnologia de ignição. Ao industrializar esta tecnologia, a BERU reforçou a sua competência na tecnologia de ignição e pode assumir a posição de líder mundial. A BERU acredita que a ignição de alta frequência vai entrar em produção em série dentro de poucos anos.



Os eléctrodos à base de níquel nas velas de ignição BERU Topo de gama estão revestidos com um metal precioso estabilizado por oxidação, como a platina. Graças a um processo especial de soldadura a laser, a BERU produz uma ligação extremamente duradoura entre os dois materiais. (A). Uma cobertura das superfícies de metais preciosos no centro e eléctrodos de corpo de, pelo menos, 92% (B) permite um desempenho operacional extremamente alto.



- Para as mesmas dimensões gerais, obteve-se uma maior superfície de isolamento pelo alongamento do isolador.
- Um aumento na protecção contra sobrecarga de tensão no ar de 8.000-9.000 V
- Intervalo operacional até 40.000 V



Com a nova ignição de alta frequência, a BERU pretende revolucionar a tecnologia de ignição para motores a gasolina.

# Futuro

## *Os mais recentes sistemas de medição e aplicação*

O desenvolvimento de velas específicas de cada motor exige uma colaboração estreita entre o fabricante de automóveis e o fabricante da vela de ignição. Os pré-requisitos para isso são possibilidades técnicas ideais para estabelecer:

- a potência térmica apropriada
- as temperaturas dos eléctrodos
- a tensão de ignição necessária
- a forma exigida da tensão de ignição necessária
- o desempenho ideal do arranque a frio das velas de ignição.

Para todas estas áreas, a BERU tem desenvolvido uma tecnologia especial de medição, a qual também está disponível na forma de um sistema de aplicações móveis. A investigação sobre as propriedades de arranque a frio das velas de ignição pode ser realizada dentro do veículo num banco de ensaio móvel dentro de uma sala fria no Centro de Investigação e Desenvolvimento Ludwigsburg, de acordo com um ciclo de ensaios pré-estabelecido.



As propriedades de arranque a frio das velas de ignição são testadas no suporte do ensaio móvel de dois eixos no Centro de Investigação e Desenvolvimento Ludwigsburg da BERU.

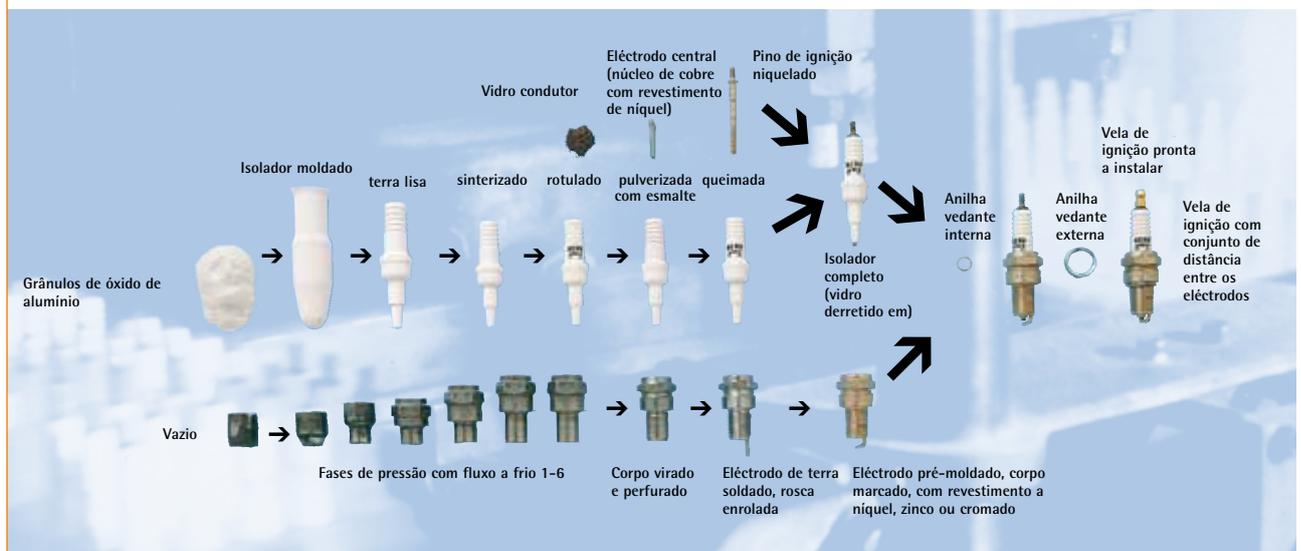
## Produção de Velas de Ignição

### *Da matéria prima ao componente de precisão*

As velas de ignição originais da marca BERU são produzidas em fábricas próprias em instalações controladas por computador, abrangendo todo o processo desde a preparação cerâmica para a produção dos isoladores em óxido de alumínio de alta qualidade até à montagem do anel de vedação exterior.



Teste de isoladores com 40.000 Volt: as velas de ignição Beru têm de provar sua fiabilidade nos dinamómetros antes de começarem a ser produzidas em série.



# Produção de Velas de Ignição

## *Os ensaios de resistência BERU*

Seja em pára-arranca ou em viagens de auto-estrada de longa distância, seja no amargo frio ou no calor ardente do sol - uma vela de ignição BERU deve sempre continuar a funcionar. Para satisfazer essas exigências de alta qualidade, as velas de ignição BERU são submetidas a uma série de ensaios durante o seu desenvolvimento e pós-produção.

## *Normas de qualidade mais altas*

A qualidade é uma prioridade absoluta para garantir a competitividade a nível internacional. As fábricas do grupo BERU encontram-se certificadas segundo normas de qualidade válidas internacionalmente, como por exemplo a DIN ISO 9001:2000. Na Alemanha, são, além disso, cumpridos os requisitos da ISO/TS16949 e da DIN EN ISO 14001.

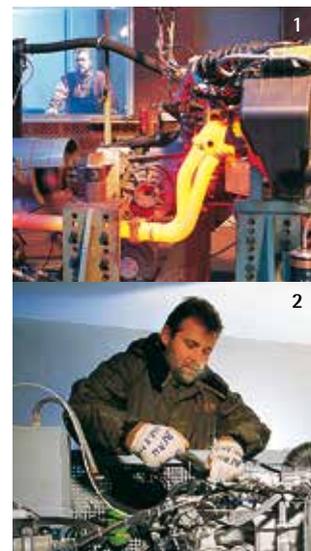
Os certificados são atualizados regularmente e correspondem sempre aos desenvolvimentos mais recentes. Cerca de dez por cento de todos os colaboradores da BERU trabalham no âmbito da garantia da qualidade. Um dos princípios da filosofia da qualidade BERU consiste em monitorizar a produção em vez de a verificar. Pois a qualidade tem de ser produzida e não testada. Nesse âmbito, a BERU aposta em colaboradores qualificados e nos mais avançados métodos assistidos por computador. Só eles podem garantir que as qualidades, que prometemos aos clientes, são asseguradas por cada uma das velas. A garantia da qualidade começa porém logo na própria escolha dos fornecedores e materiais: os parceiros fiáveis e as melhores matérias-primas são imprescindíveis à máxima qualidade.

## *Soluções BERU*

Actualmente, a BERU encontra-se entre os fornecedores líderes mundiais de sistemas eléctricos de automóveis. Toda a estrutura da BERU garante flexibilidade e respostas rápidas quando se trata de concretizar as necessidades dos clientes. Cerca de 150 engenheiros e construtores trabalham na optimização permanente dos produtos existentes e no desenvolvimento de inovações, comunicando estreitamente com os clientes das indústrias de construção de automóveis e de motores. As aplicações especificamente adaptadas aos parceiros da BERU garantem aos fabricantes de automóveis o fornecimento de produtos bem à medida das suas necessidades. Por essa razão, a BERU oferece cada vez mais soluções de sistemas completos em vez de componentes individuais.

As velas de ignição são peças de desgaste, que devem ser substituídas regularmente. Caso contrário, existe o perigo de combustão incompleta. Isto, por sua vez, leva a um forte aumento do consumo de combustível e produção de poluentes. Além disso, devido a falhas de ignição, o combustível não queimado entra no conversor catalítico, queima aí e aquece o suporte do catalisador. Se as falhas de ignição ocorrerem com mais frequência, o conversor catalítico - e a produção de poluentes pode aumentar em até dez vezes: isso significa que não passaria na verificação de gases de escape legalmente prescrita.

Como regra geral, independentemente da quilometragem anual, as velas de ignição devem ser substituídas no período recomendado pelo fabricante, para manter o desempenho do motor e proteger o conversor catalítico.



- 1 | Ensaio da vida útil de serviço - bancada de ensaios
- 2 | Uma visão de dentro da Câmara Fria no Centro de Ensaios Investigação e Desenvolvimento BERU Testar a resposta no arranque a frio na unidade de refrigeração a -30 °C.

BERU® é uma marca comercial registada da BergWamer Ludwigsburg GmbH  
PRMBU1434-PT



Global Aftermarket EMEA  
Prins Boudewijnlaan 5  
2550 Kontich • Belgium

[www.federalmogul.com](http://www.federalmogul.com)  
[www.beru.federalmogul.com](http://www.beru.federalmogul.com)

[beru@federalmogul.com](mailto:beru@federalmogul.com)

 [www.fmecat.eu](http://www.fmecat.eu)

Perfection  
built in

