

# USO DE PASTILHAS DE METAL DURO COMO ELEMENTO DE CORTE FIXADAS COM ADESIVOS POLIMÉRICOS EM COROAS DE PERFURAÇÃO PARA SONDAGEM GEOLÓGICA<sup>1</sup>

*Carlos Roberto Ferreira*<sup>2</sup>  
*Fernando Gabriel da Silva Araújo*<sup>3</sup>  
*Ronaldo Soares Eisele*<sup>4</sup>  
*Marciano Quites Macedo*<sup>5</sup>  
*Cristovam Paes de Oliveira*<sup>6</sup>

## Resumo

O objetivo deste trabalho é o estudo da aplicação de adesivos para fixar pastilhas de metal duro em coroas de perfuração para sondagem geológica. Foram selecionados três adesivos anaeróbicos, com os quais produziram-se lotes contendo 50 coroas cada. Em litologia composta de hematita friável e itabirito friável, foram realizadas perfurações para avaliar o desempenho das ferramentas. Os valores da profundidade média em metros perfurados e as velocidades médias de avanço obtidas nas operações de sondagem foram comparados àqueles obtidos na mesma litologia, quando foram usadas coroas cujas pastilhas foram fixadas por brasagem de uma liga Cu-Ag-Ni. Os resultados indicam que o uso de adesivos anaeróbicos permite reduzir o custo de produção em 17,67% e aumentar em até 40% a produtividade nas operações de perfuração para sondagem geológica.

**Palavras-chave:** Adesivos; Coroas; Sondagem; Metal duro.

## APPLICATION of POLIMERIC ADHESIVES to FIX CARBIDE TIPS on TOP GEOLOGICAL DRILLING BITS

### Abstract

This work studies the application of adhesives to fix carbide tips on top of geological drilling bits. Three anaerobic adhesives were selected for the production of batches containing 50 bits each. Drilling tests were performed in soft hematite and in soft itabirite litologies, to check the performance of the tools. The average depths and velocities in the carbide tip drillings were compared to drillings with tips fixed by brazing with Cu-Ag-Ni alloy. The results indicate that the use of anaerobic adhesives leads to a reduction of 17.67% in the production costs and to an increase of up to 40% in the production performances of geological drillings.

**Key words:** Adhesives; Bit crown; Drilling; Hard metal.

<sup>1</sup>Contribuição técnica ao 62º Congresso Anual da ABM – Internacional, 23 a 27 de julho de 2007, Vitória – ES, Brasil.

<sup>2</sup>Eng.º Metalurgista, Msc, doutorando REDEMAT/UFOP - E-mail: carlosferreira@geosol.com.br.

<sup>3</sup>Dr., Prof. Adjunto, Dep. Física, REDEMAT/UFOP - E-mail: fgabriel@iceb.ufop.br.

<sup>4</sup>Eng.º Geólogo, Geosol Geologia e Sondagem Ltda – E-mail: logistica@geosol.com.br

<sup>5</sup>Físico, mestrando REDEMAT/UFOP - E-mail: marcianomacedo@geosol.com.br.

<sup>6</sup>Dr., Prof. Adjunto, REDEMAT/UFOP

## 1 INTRODUÇÃO

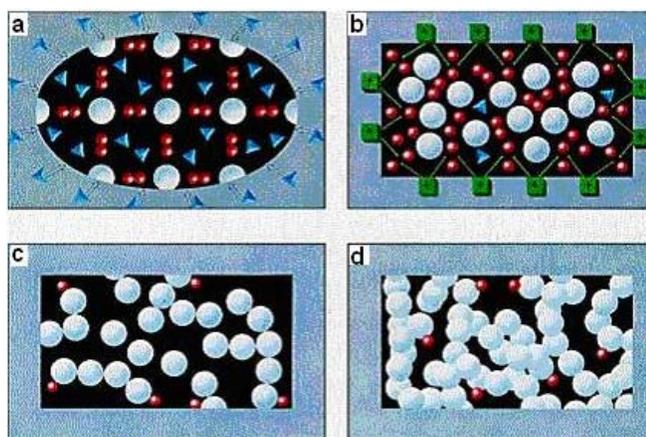
A montagem com adesivos, principalmente em componentes cilíndricos, em relação aos tradicionais métodos mecânicos de união como parafusamento, rebiteação e soldagem, oferece benefícios significativos, pois o adesivo distribui as cargas e tensões sobre a área total da união, ao invés de concentrá-las em alguns pontos. Isto resulta em uma distribuição mais uniforme das cargas estáticas e dinâmicas.<sup>[1,2]</sup>

Desta forma, se comparado à montagem com rebites, a montagem com adesivos é mais resistente a flexão e a vibração e, simultaneamente, permite vedar a montagem mecânica, eliminando a corrosão e a oxidação que poderão ocorrer.<sup>[2]</sup>

Os adesivos de ação anaeróbica, usados nesse trabalho, são líquidos monocomponentes com densidade entre 1,2 a 1,8 g/l. Quando aplicados, depositam-se por capilaridade preenchendo as folgas existentes entre as partes metálicas.<sup>[3]</sup>

A cura se dá à temperatura ambiente, quando o oxigênio atmosférico é excluído e o adesivo curado fica ancorado à rugosidade superficial das peças.<sup>[1,4]</sup> Montando-se as peças, são formados radicais livres que, sob o efeito de íons metálicos (Cu, Fe), iniciam o processo de polimerização, uma reação química na qual as moléculas de um monômero são unidas para formar uma cadeia grande de moléculas, cujo peso molecular é um múltiplo do peso molecular da substância original.<sup>[5]</sup>

A figura 1 mostra uma representação esquemática das etapas do processo de polimerização de adesivos por reação anaeróbica. Em estado líquido (a) o adesivo é mantido estável pelo contato constante com oxigênio. Quando o adesivo estiver entre as peças e na ausência de oxigênio (b), os peróxidos serão transformados em radicais livres pela reação dos íons metálicos. Os radicais livres iniciarão assim, a formação de cadeias de polímeros (c). O produto curado (d) apresentará uma estrutura sólida com as cadeias cruzadas de polímeros.<sup>[6]</sup>



**Figura 1** – Processo de polimerização de um adesivo anaeróbico. (a) adesivo líquido em contato com o oxigênio, (b) adesivo líquido em contato com as peças na ausência de oxigênio, (c) início da formação de cadeias de polímeros, (d) produto curado apresentando estrutura sólida com as cadeias cruzadas de polímeros.<sup>[6]</sup>

Porém, fatores adicionais devem ser avaliados ao se pensar na utilização de adesivos. O adesivo precisa se adequar aos substratos, ser compatível com os processos de manufatura, transmitir as cargas de trabalho previstas e suportar os ambientes operacionais. Também é necessário considerar a natureza dos substratos em relação à reação de cura, a preparação das superfícies, os métodos de aplicação, os sistemas de cura, a presença de oxigênio além do tempo e dos custos destes aspectos no processo de adesão.<sup>[3]</sup>

Os adesivos anaeróbicos têm aplicações diversas na indústria automotiva, aeronáutica e eletrônica, pois não demandam mistura, são de fácil manuseio e apresentam alta resistência final após 24 horas, fatores que facilitam o ritmo imposto nas linhas de montagem.

O método de montagem até então usado na produção das coroas com pastilhas de metal duro é térmico, por meio da técnica de brazagem com oxiacetileno, a qual confere resistência mecânica alta, e altas condutividades térmica e elétrica às peças montadas. Contudo, há várias restrições ao emprego deste método. Por exemplo, as peças podem ser deformadas devido à faixa de temperatura necessária, o aquecimento do material pode provocar tensões residuais, degeneração estrutural e a desmontagem também pode ser difícil ou impossível.

Diante dessas restrições, foi então proposto o método químico através do uso de adesivos, objetivando desenvolver alternativas técnicas para a produção de coroas de perfuração para sondagem geológica em jazidas de minério de ferro, usando pastilhas de metal duro como elemento de corte em substituição aos diamantes, mediante uso de adesivos poliméricos com características físicas e mecânicas compatíveis às solicitações existentes nas operações de brasagem com ligas Cu-Zn e Cu-Ag-Ni, para fixação das pastilhas ao corpo da coroa.

## **2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL**

O trabalho consistiu no estudo das propriedades físicas, seleção e uso de adesivos anaeróbicos para fixação das pastilhas de metal duro em orifícios/ cavidades de 13,7mm, produzidas sobre a base de um segmento tubular em aço SAE 1045, com 94,10mm de diâmetro externo e 71,30mm de diâmetro interno, produzindo assim o corpo de uma coroa de perfuração. O aço foi tratado termicamente (têmpera e revenimento), apresentando dureza de 33 a 35 HRc. Para remoção da oleosidade e outras impurezas, O segmento tubular em aço foi lavado com metilbutanona (cetona).

Para produção das coroas, foi selecionada a classe de pastilhas de metal duro designada B85G, fornecida pela empresa Brassinter, de densidade 14,10 g/cm<sup>3</sup>, dureza de 87,00HRA, 5,54mm diâmetro e 18mm de altura .

Para o experimento, foram usados três (3) diferentes adesivos anaeróbicos, denominados pelas letras B, S e Q, cujas propriedades estão enunciadas na tabela 1, e a liga Cu-Ag-Ni para brasagem. Foram produzidos quatro (4) lotes, contendo cada um 50 coroas de perfuração para sondagem geológica.

**Tabela 1** – Propriedades dos adesivos usados no estudo.

Adesivo	Resistência ao cisalhamento (N/mm <sup>2</sup> )	Cura parcial (min)	Resistência térmica (°C)	Folga max. (mm)
B	18,00	15	150	0,40
S	18,00	15	120	0,25
Q	28,00	20	150	0,25

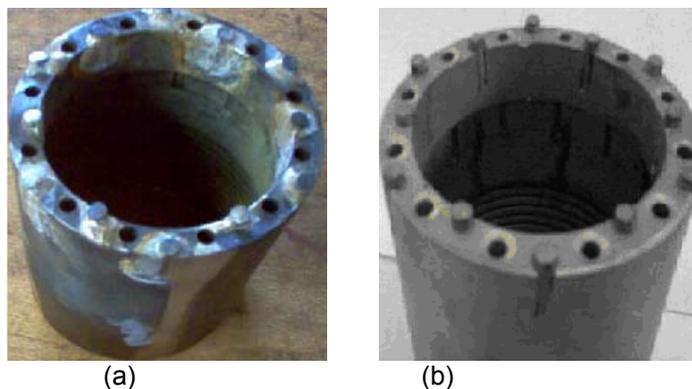
Após a cura do adesivo, as coroas foram submetidas às operações de perfuração para sondagem geológica como testes de campo, em litologias compostas por hematita friável e/ou itabirito friável, onde foram avaliadas as profundidades médias em metros perfurados e a velocidade de corte por coroa em função da litologia. Foi avaliada a aplicabilidade, bem como a relação custo/benefício obtida, após implementação da alternativa proposta.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método de montagem das pastilhas de metal duro nas coroas de perfuração, para sondagem geológica através da brasagem com oxiacetileno de tais pastilhas, demanda de 20 a 25 minutos e temperaturas da ordem de 650°C, que podem provocar tensões residuais e degeneração estrutural, além de expor o operador aos fumos decorrentes do aquecimento do fluxo, usado para melhorar a fluidez da liga metálica em uso. Com o uso de adesivos, o tempo de produção foi reduzido para 6 a 8 minutos, a aplicação foi realizada em temperatura ambiente e não houve geração de fumos.

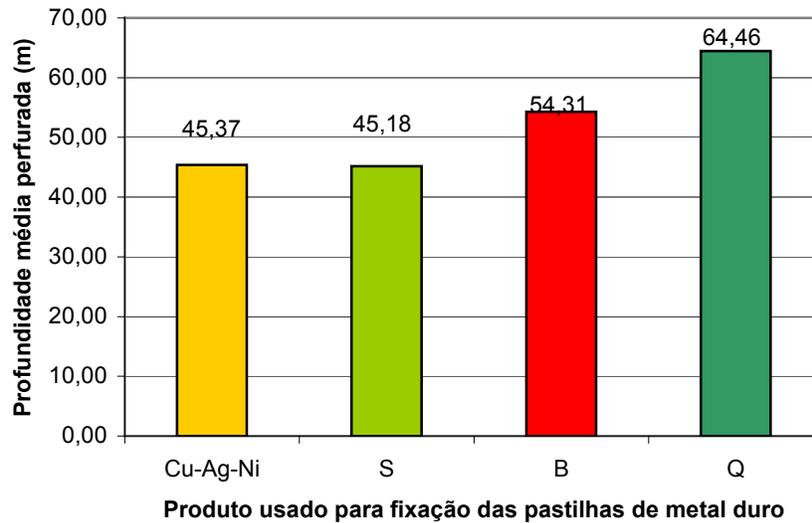
Outro aspecto do processo de brasagem para produção de coroas é a geração de sucata, devido às dificuldades para manuseio de pequenos pedaços da vareta da liga metálica. A geração de sucata é da ordem de 7,08g de metal por coroa, gerando um custo adicional de R\$ 4,11 por coroa produzida.

A Figura 2 mostra fotografias das coroas de perfuração para sondagem geológica montadas com pastilhas de metal duro, fixadas por brasagem com liga Cu-Ag-Ni (a), e fixadas com adesivo anaeróbico (b). Nessas, é possível comparar o melhor acabamento da superfície da coroa montada com adesivo, permitindo maior exposição das extremidades das pastilhas para corte da rocha perfurada em serviço.

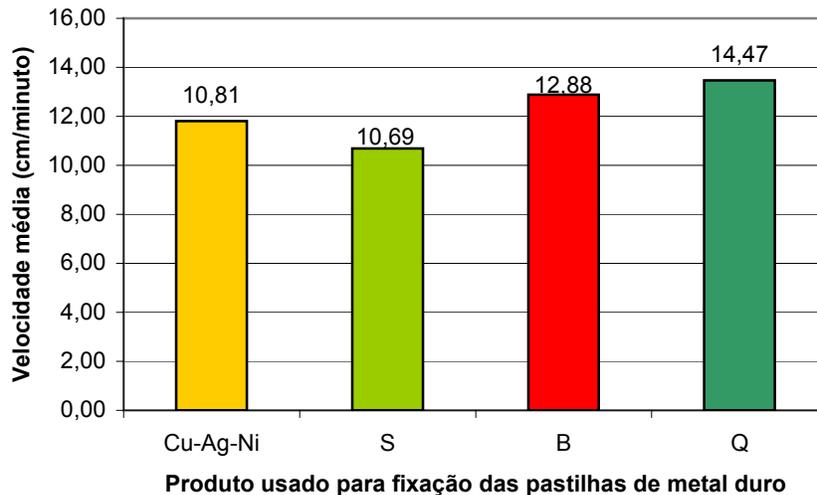


**Figura 2** - Fotografias de coroa de perfuração produzida por brasagem (a), e coroa de perfuração produzida mediante aplicação de um adesivo anaeróbico (b).

Para validar o experimento, testes de campo foram executados na mina de Capão Xavier, Nova Lima – MG, em litologia composta de hematita friável e itabirito friável. A Figura 3 apresenta os valores médios em metros perfurados por cada lote de coroas e a Figura 4 mostra as velocidades médias obtidas nas operações de perfuração para sondagem geológica, executadas com cada lote de coroas produzidas para teste.



**Figura 3-** Profundidade média perfurada por lote de coroa montada com pastilhas de metal duro.



**Figura 4-** Velocidade média perfurada por lote de coroa montada com pastilhas de metal duro.

A análise das Figuras 3 e 4 mostram que coroas cujas pastilhas foram fixadas com o adesivo anaeróbico “S” apresentaram desempenho operacional, em função de uma mesma litologia, semelhante àquele obtido pelo lote de coroas cujas pastilhas foram fixadas por brasagem com a liga Cu-Ag-Ni. Os lotes produzidos com adesivos anaeróbicos “B” e “Q”, em relação ao lote de coroas produzido por brasagem com liga Cu-Ag-Ni, apresentaram aumentos de durabilidade de 19,69% e 42,04%, respectivamente.

Quanto à velocidade média perfurada (“avanço”), aplicando entre 850 e 950Rpm, se comparado ao lote de coroas cujas pastilhas de metal duro foram fixadas por brasagem, o lote produzido com o adesivo “S” apresentou resultado semelhante, porém os lotes produzidos com os adesivos “B” e “Q” apresentaram aumentos de desempenho de 18,52% e 33,88%, respectivamente.

O desempenho igual ou superior apresentado pelos lotes de coroas produzidas com adesivos anaeróbicos justifica-se, provavelmente, pelo fato de não terem sido submetidas aos ciclos de aquecimento necessários para infiltração da liga metálica na operação de brasagem, eliminando tensões residuais e degeneração estrutural. Outro fator a ser levado em consideração é o acúmulo de metal usado para brasagem que fica aderido em volta das pastilhas de metal duro, o que diminui a exposição das pastilhas durante o corte, gerando baixa taxa de avanço através da litologia sondada e conseqüente queda na produtividade operacional.

As diferentes propriedades físicas apresentadas pelos adesivos usados geraram diferentes rendimentos operacionais. A adesivo “Q”, indicado para preencher folgas de até 0,25mm e com resistência ao cisalhamento da ordem de 28N/mm<sup>2</sup>, apresentou menor fluidez se comparado ao adesivo “B”, usado em folgas de até 0,40mm e resistência ao cisalhamento da ordem 18N/mm<sup>2</sup> e ao adesivo “S”, usado em folgas de até 0,25mm e resistência ao cisalhamento da ordem 18N/mm<sup>2</sup>. O adesivo “Q” conferiu às coroas propriedades que resultaram em desempenho superior ao apresentado pelas demais coroas usadas nos teste de campo.

Avaliando os custos de produção, em relação à técnica de brasagem, houve redução de 17,67% no custo final para produção de coroas, usando adesivos anaeróbicos para fixação das pastilhas de metal duro.

#### **4 CONCLUSÕES**

Com a utilização de adesivos anaeróbicos, em substituição à brasagem, na fixação de pastilhas de metal duro de corte a coroas de perfuração geológica, conclui-se que as condições de trabalho são melhoradas, pois a montagem das coroas com adesivos é feita em temperatura ambiente, não havendo geração de fumos nocivos à saúde do operador.

O tempo de produção de cada coroa foi reduzido de 20 a 25min para 6 a 8 minutos, triplicando a produtividade. Foi eliminada a perda metálica decorrente da geração dos resíduos de vareta da liga Cu-Ag-Zn utilizada na brasagem.

O uso dos adesivos anaeróbicos permitiu aumentar o comprimento exposto das pastilhas para corte durante a perfuração, assim, houve aumento da taxa de avanço através da litologia sondada. Houve aumento de 42% na durabilidade das coroas com pastilhas de metal duro fixadas com adesivos anaeróbicos, comparadas com as fixadas

por brasagem, quando essas foram usadas para perfuração em sondagem geológica de hematita friável e itabirito friável.

O uso de adesivos anaeróbicos na fixação de pastilhas de metal duro para corte, reduziu em 17,67% o custo de fabricação das coroas de perfuração para sondagem geológica.

### **Agradecimentos**

Aos funcionários da oficina de manutenção mecânica e das equipes de sondagens geológica da Geosol Geologia e sondagens Ltda.

### **REFERÊNCIA**

- 1 CATENA, W., EDELMAN, R. Top anaerobic function depends on adhesive, air and metal balance, Adhesives Age, Atlanta, v.36, issue 7, p. 25-28, jun.1993.
- 2 ASM International, Engineered Materials Handbook, Adhesives and Sealants, v. 3, p. 33- 40, 1987.
- 3 George, B., Grohens, Y., Touyeras, F.; Vebrel, J. New elements for the understanding of the anaerobic adhesives reactivity. International Journal of Adhesion and adhesives, v.20, issue 3, p. 245-251, 2000.
- 4 LOTT, F., BROWN, S., DOUGLAS, A.F., KEENE, D.E.; PEACOCK, S.J., Sealing gas mains using anaerobic joint injection and spray sealants, Adhesives Age, v.40, issue 9, p. 22-26, aug. 1997.
- 5 DRAGONI, E., MAURI, P. Intrinsic static strength of friction interfaces augmented with anaerobic adhesives, International Journal of Adhesion and adhesives, v.20, issue 4, p. 315-321, 2000.
- 6 [www.loctite.com.br](http://www.loctite.com.br), catálogo técnico, acesso em 17/ 01/2007.