

Estudo das propriedades físico-químicas da goma de cajueiro como depressor de calcita

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro

Bolsista de Iniciação Científica, Eng. Química, UERJ

Júlio César Guedes Correia

Orientador, Químico, D.Sc.

RESUMO

O presente trabalho aborda um estudo da depressão de calcita utilizando-se goma de cajueiro como depressor. Inicialmente foram realizadas comparações por espectros de infravermelho entre a goma de cajueiro e o amido. Em seguida investigou-se seu poder depressor através de medidas de potencial zeta, ângulo de contato, ensaios de microflotação e de flotação em bancada com um minério calcário. Os dois espectros obtidos mostraram muita similaridade entre o amido e a goma. Nos ensaios de potencial zeta, a adição de oleato de sódio ao sistema tornou os valores de potencial zeta mais negativos (em torno de -70 mv). A adição da goma de cajueiro ao sistema tornou os valores menos negativos (entre -30 e -50 mv). Nas medidas de ângulo de contato, verificou-se que

estes em presença apenas de oleato de sódio aumentavam gradativamente com os valores de pH. A adição da goma de cajueiro ao sistema, fazia com que o ângulo reduzi-se a valores menores que 20° em todos os valores de pH em estudo. Nos ensaios de microflotação, realizados em pH 8,5, a flotabilidade da calcita em presença apenas de oleato de sódio foi de 80% com a adição da goma de cajueiro passou a ser de 30%, em concentrações superiores a 500mg/L.

Os ensaios de flotação em bancada confirmaram o poder depressor da goma de cajueiro, em um minério calcário, mostrando ser possível a redução do resíduo insolúvel (silicatos, RI) de 12%, no material inicial, à índices em torno de 0,6 % com recuperação dos carbonatos entre 70 e 80%.

1. INTRODUÇÃO

O uso de gomas naturais, provenientes dos exsudatos e extratos de plantas, vem tomando grande impulso pelas múltiplas e lucrativas possibilidades de industrialização e pelo excelente mercado internacional. (1)

A expressão "goma", tal como usada tecnicamente pela indústria, refere-se aos

polissacarídeos vegetais ou microbianos, que se dissolvem parcial ou totalmente em água fria ou quente, produzindo suspensões ou soluções viscosas, daí estas substâncias serem chamadas de hidrocolóides. (2)

Por exsudação natural ou através de incisões, aparece no tronco e ramos da árvore do cajueiro uma goma de coloração amarelada, solúvel em água, a qual apresenta grande potencial de industrialização. Possui característica semelhante à goma arábica, podendo substituí-la como cola líquida para papel, na indústria farmacêutica, em cosméticos e como aglutinante de cápsulas e comprimidos, e na indústria de alimentos, como estabilizante de sucos, cervejas e sorvetes, bem como clarificante de sucos. Apresenta ação fungicida quando misturada à água, sendo por isso muito usada na encadernação de livros. Também já existem pesquisas para sua utilização na fabricação de tintas e vernizes.

A extração da goma do cajueiro representa mais uma fonte de lucros para o produtor, além da castanha e do pedúnculo, bem como uma alternativa para o aproveitamento dos cajueiros improdutivos, em fase de declínio e senescência. (1)

Em trabalhos realizados pelo CETEM no campo da modelagem molecular em conjunto com microflotação em tubo de Hallimond, observou-se que as gomas possuem boas condições de substituírem o amido, no que tange a parte de depressão de calcita, por apresentarem propriedades físico-químicas semelhantes ao amido devido serem da mesma família dos polissacarídeos. (6)

2. OBJETIVO

O presente trabalho objetiva a avaliação do desempenho da goma de cajueiro na depressão de calcita em presença do coletor oleato de sódio utilizando para tal: comparação entre espectros de infravermelho da goma de cajueiro e amido (usado em mais de 90% dos ensaios de flotação como depressor) (6), ensaios de potencial zeta, medidas de ângulo de contato, ensaios de microflotação em tubo de Hallimond e ensaios de flotação inversa em bancada em um minério calcário.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de calcita utilizadas nesse trabalho de pesquisa apresentam uma granulometria na faixa de -104 a $37 \mu\text{m}$ e são da região de Amorinópolis (GO). As amostras do mineral calcário apresentam uma granulometria de $-44 \mu\text{m}$, com uma concentração de resíduo insolúvel (RI) na ordem de 12% de massa e são da região de Cachoeiro de Itapemirim (ES). Ambas cedidas pelo Centro de Tecnologia Mineral (CETEM). A goma de cajueiro é proveniente do nordeste brasileiro, cedida pela Escola de Química-UFRJ.

Estudos de comparação no infravermelho pelo método de reflectância difusa

O equipamento utilizado neste ensaio foi um espectrômetro da marca Bomem, modelo MB102, com transformada de Fourier e detetor DTGS (alanina dopada com sulfato de triglicina deuterada) e janelas de iodeto de céσιο (CsI).

Para obtenção dos espectros, 20mg de amido foram misturados com 220 mg de KBr. A seguir, a mistura foi transferida para o recipiente do acessório de reflectância difusa. Foram realizadas 1000 varreduras para cada amostra a uma velocidade de 20 varreduras/min e resolução de 4 cm^{-1} . O espectro foi analisado no intervalo de frequência entre 4000 e 200 cm^{-1} . Repetiu-se o mesmo procedimento para goma de cajueiro. A câmara do espectrômetro foi purgada com nitrogênio, objetivando remover CO_2 e H_2O antes da obtenção dos espectros. (5)

Ensaio de potencial zeta

Os ensaios de potencial zeta foram realizados em um aparelho Malvern Zeta Master, onde primeiramente condicionou-se 1g de calcita com 200mL de solução 0,001M de KCl, por 5 minutos. Os ensaios foram realizados nos seguintes valores de pH: 6; 7,5; 10 e 11,5. Nos ensaios subsequentes, foi introduzido ao sistema anterior 100 mL de solução (22,5 mg/L) de oleato de sódio, que foi condicionado por 5 minutos, fazendo-se posteriormente as leituras. Numa última etapa adicionou-se 250 mL de solução (1g/L) de goma de cajueiro ao sistema em estudo, condicionando por 5 minutos.

Medidas de ângulo de contato

Para as medidas de ângulo de contato, utilizou-se um goniômetro Ramé-Hart-Inc, uma seção polida de calcita moldada em resina epoxídica, empregando-se o método da bolha cativa.

Primeiramente a seção polida de calcita foi condicionada em solução (22,5 mg/L) de oleato de sódio por 10 minutos e, posteriormente, fez-se a leitura de seu ângulo na fase líquida. Os ensaios foram realizados nos seguintes valores de pH: 3, 5, 7, 9 e 11.

Numa etapa seguinte os mesmos ensaios foram realizados, porém o condicionamento se dava em uma solução de 200mg/L de goma de cajueiro.

Ensaio de microflotação

Os ensaios de microflotação foram realizados condicionando-se por 1 minuto 150 mL de água Milli-Q, 1,0 g de calcita e 57 mL de oleato de sódio (22,5 mg/L) em pH 8,5 e posteriormente flotando-se por 1 minuto. Ao fim desse tempo, retirou-se o material flotado e não flotado, estes foram filtrados e secos em estufa por 24 horas, sendo posteriormente pesados e então calculada sua flotabilidade. Os ensaios subsequentes envolveram a adição de 28 mL de goma de cajueiro ao sistema, variando-se a concentração de 5 a 1000 mg/L, e mantendo-se o pH em 8,5. (4)

Ensaio de flotação em bancada

Os ensaios de flotação em bancada foram conduzidos numa célula de flotação DENVER equipado com cuba de 3,0 L de volume, utilizando-se 700 g de calcário. Os parâmetros utilizados foram: goma de cajueiro (1g/L) como depressor, etileno diamina-EDA-B, (300mg/L) como coletor e metil isobutil carbinol-MIBC (150mg/L) como espumante. A faixa de pH utilizada foi entre 8,0 e 10,0; cujo limite inferior foi estabelecido pela solubilidade dos carbonatos em meio ácido enquanto que, o limite superior foi controlado pelo desempenho de flotação, já otimizado em estudos anteriores. (3) O condicionamento do material ocorreu num intervalo de 15 minutos, pois foi observado que, em tempos inferiores, não havia depressão completa dos carbonatos. A velocidade do rotor durante o condicionamento foi de 1.500 r.p.m., e reduzida para 1.200 r.p.m. durante a flotação, pois mostraram-se mais favoráveis às condições hidrodinâmicas nesta velocidade. Calculou-se o balanço de massa do processo com base nos pesos secos dos produtos. Cada produto foi submetido à análise do resíduo insolúvel (RI) que corresponde ao restante da solubilização, e realizado com HCl 50%, a quente, filtrado e tratado em mufla a 900°C, para obtenção de subsídios suficientes à avaliação dos resultados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 01, apresenta os espectros de infravermelho por reflectância difusa, das amostras de amido e goma de cajueiro para fins de comparação. Em ambos os espectros, verifica-se uma banda em 2929 cm^{-1} representando um CH de alifático, em 1645 cm^{-1} um C=C de alqueno, em 1541 cm^{-1} e 1560 cm^{-1} observase um dublete característico de aromático, em 1370 cm^{-1} um CH_3 e em 1150 cm^{-1} um CO. Através destes resultados pode-se dizer que a goma de cajueiro apresenta uma estrutura muito similar ao amido. Este por sua vez apresenta uma característica de depressão muito grande, sendo utilizado em mais de 90% dos ensaios de flotação de minerais fosfatados, devido a sua eficiência como depressor da ganga carbonática e baixo custo. (6)

Estes resultados nos leva a crer que a goma de cajueiro apresenta características depressoras, podendo substituir o amido, no que tange a parte de eficiência de depressão. Baseado nisso foram realizados vários ensaios que serão apresentados a seguir a fim de comprovar tal característica.

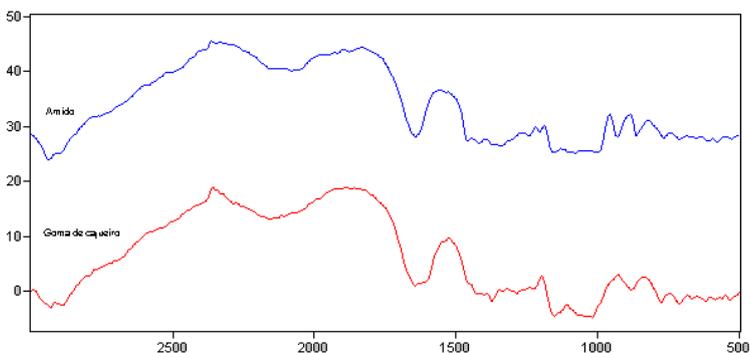


Figura 01: Espectros de infravermelho das amostras de amido e goma de cajueiro analisados no intervalo de frequência entre 3000 e 500 cm^{-1} .

A figura 02, apresenta as curvas obtidas nos ensaios de potencial zeta. Pode-se verificar o ponto isoelétrico de carga aproximadamente em pH 10,5, quando realizado o ensaio contendo apenas calcita em solução 0,001M de KCl. A adição de oleato de sódio ao sistema faz com que a curva seja deslocada a valores mais negativos de potencial zeta (aproximadamente -70 mv). Quando adicionou-se a goma de cajueiro ao sistema, pôde-se verificar valores menos negativos de potencial zeta (entre -30 e -50mv).

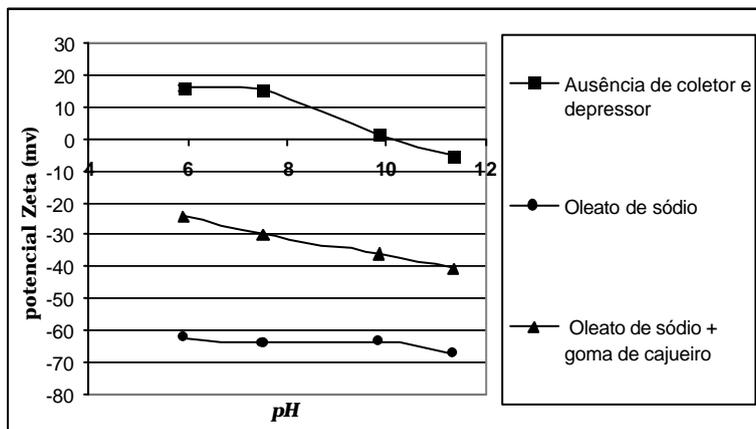


Figura 02: Valores de potencial zeta da calcita em função do pH tendo força iônica constante (KCl 0,001M).

A figura 03, mostra a hidrofobicidade da calcita através dos valores de ângulo de contato. Ensaios realizados apenas com o coletor oleato de sódio, mostraram o aumento progressivo do ângulo de contato com o aumento do pH, evidenciando-se seu caráter hidrofóbico. Nos ensaios onde se adicionou a goma de cajueiro, nota-se a redução nos valores dos ângulos em todas as faixas de pH, evidenciando um caráter hidrofílico, caracterizando a goma de cajueiro como um depressor.

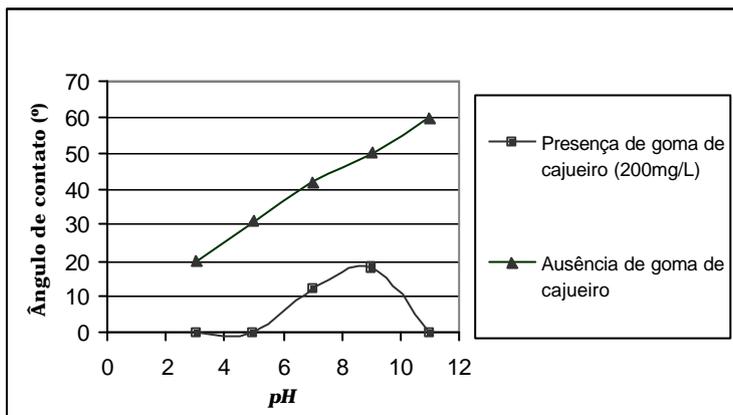


Figura 03: Efeito do pH e da adição de goma de cajueiro na hidrofobicidade da calcita em presença de oleato de sódio (22,5mg/L).

A figura 04, ilustra a alta flotabilidade da calcita, cerca de 80% em presença apenas do coletor oleato de sódio. A medida que a goma é adicionada ao sistema, a flotabilidade da calcita diminui gradativamente com o aumento da sua concentração, atingindo valores próximos de 30% a partir de uma adição de 500 mg/L, mantendo-se constante a partir daí.

Com isso comprovava-se a ação depressora da goma de cajueiro sobre a calcita, indicado pelos resultados iniciais de caracterização em comparação ao amido e pela forte interação entre a mesma e a calcita observada nos resultados de ângulo de contato e potencial zeta.

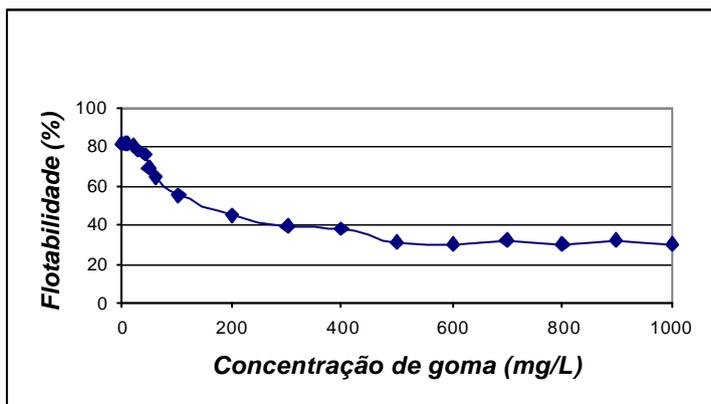


Figura 04: Flotabilidade da calcita em função da concentração de goma de cajueiro colocada no sistema em pH 8,5.

A figura 05, ilustra os resultados dos ensaios de flotação em bancada com um mineral calcário, onde se pode observar que o aumento da basicidade gera um crescimento no valor do RI. O valor mínimo de RI encontrado no material não flotado foi de 0,64% em pH 8,0. Quanto a recuperação dos carbonatos, ou seja, a porcentagem de sua massa recuperada no material não flotado, esta é cerca de 82% em pH 8,0 e decresce com o aumento dos valores de pH, devido ao aumento do RI. Com isso comprovou-se que o melhor valor de pH para separação seria 8,0 e constatou-se que a goma de cajueiro pode ser utilizada como depressor em ensaios de flotação em bancada em um minério calcário, reduzindo o valor do RI do material em estudo.

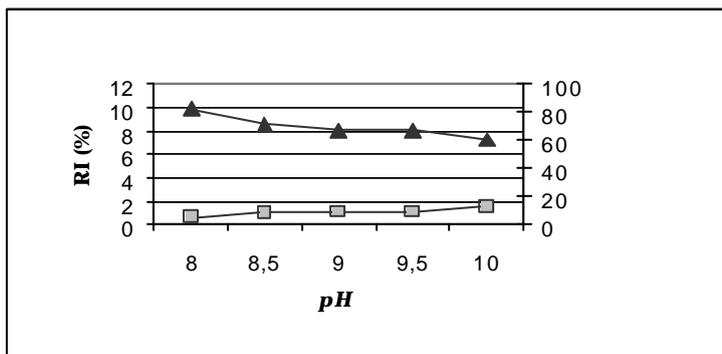


Figura 05: Valores de residuo insolúvel (RI) e recuperação dos carbonatos em função do pH.

5. CONCLUSÕES

O estudo da goma de cajueiro como depressor alternativo para calcita através da comparação de seu espectro com o do amido, medidas de potencial zeta, ângulo de contato e microflotação, mostraram resultados satisfatórios, bem como quando esta foi utilizada no beneficiamento de um mineral calcário, comprovando-se seu bom caráter depressor.

Como foi apresentado, os espectros de ambas as amostras (amido e goma) apresentaram-se muito similares, as curvas de potencial zeta indicaram um deslocamento do ponto isoeletrico com a introdução do coletor oleato de sódio a valores mais negativos de potencial zeta e a colocação da goma de cajueiro ao sistema mostrou resultados menos negativos, indicando uma possível interação desta goma ao sistema, os valores de ângulo de contato foram reduzidos em todas as faixas de pH e ocorreu uma redução de 40% no valor da flotabilidade com a adição da goma de cajueiro nos ensaios de microflotação.

Nos ensaios de flotação em bancada conseguiu-se reduzir o valor do RI que inicialmente era de 12% no mineral calcário, à valores compatíveis com as indústrias de papel, substituindo-se o amido pela goma de cajueiro, como depressor, no processo de flotação, sendo o pH 8,0 o mais adequado pois nesse pH o processo de flotação apresentou a maior seletividade, já que se observa o menor RI e a maior recuperação dos carbonatos.

6. AGRADECIMENTOS

À Professora Cheila Mothé da Escola de Química-UFRJ,

Às pesquisadoras Antonieta Middea, Luciana Mesquita e Marisa Monte do Centro de Tecnologia Mineral.

Ao CETEM e ao CNPq.

7. BIBLIOGRAFIA

1. [HTTP://: www.embrapa.com.br/gomas_e_taninos/janeiro_2001](http://www.embrapa.com.br/gomas_e_taninos/janeiro_2001).
2. BOTELHO, M. L. R., *PROPRIEDADES FÍSICO- QUÍMICAS DO EXSUDATO DE ANACARDIUM OCCIDENTALE L PARA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS*. TÊSE DE MESTRADO. ESCOLA DE QUÍMICA. UFRJ. 1999.
3. RIBEIRO, R. C. C., & WELLENKAMP, F. J., BENEFICIAMENTO DE CALCÁRIOS DO ESTADO

DO ESPÍRITO SANTO, VII JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, CETEM, UFRJ, 1999.

4. RIBEIRO, R. C. C., & CORREIA, J. C.G., VIII JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, CETEM, UFRJ, 2000.
5. MONTE, M. B. M., PROPRIEDADES DE SUPERFÍCIE DO OURO E DA PRATA E SUA SEPARAÇÃO POR FLOTAÇÃO, TESE DE DOUTORADO, COPPE, UFRJ, 1998.
6. CORREIA, J. C., SEIDEL, P., R. & LEAL FILHO, L. S., DESENVOLVIMENTO DE NOVOS DEPRESSORES PARA O PROCESSO FOSFÁTICO VIA ESTUDOS DE MODELAGEM MOLECULAR, RELATÓRIO DE PESQUISA, RT-40/97. CETEM/CNPq, RIO DE JANEIRO, 1997.