

## UTILIZAÇÃO DA CINZA DA CASCA DE ARROZ NO CONTROLE DOS PARÂMETROS REOLÓGICOS E DE FILTRAÇÃO DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO EM POÇOS DE PETRÓLEO

Mayra Almeida Cavalcante<sup>1</sup>, Amyllys Layanny Fernandes Mota<sup>2</sup>, Fabio Pereira Fagundes<sup>3</sup>, Rodrigo César Santiago<sup>4</sup>, Keila Regina Santana Fagundes<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Universidade Potiguar, Engenheira de Petróleo – [mayraacavalcante@hotmail.com](mailto:mayraacavalcante@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural do Semiárido, Engenharia de Petróleo – [amyllyslayanny27@gmail.com](mailto:amyllyslayanny27@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidade Potiguar, Mestrado Profissional em Petróleo e Gás – [fabiofagundes\\_unp@yahoo.com.br](mailto:fabiofagundes_unp@yahoo.com.br)

<sup>4</sup> Universidade Federal Rural do Semiárido, Engenharia de Petróleo – [rodrigo.santiago@ufersa.edu.br](mailto:rodrigo.santiago@ufersa.edu.br)

<sup>5</sup> Universidade Federal Rural do Semiárido, Engenharia de Petróleo – [keilaregina@ufersa.edu.br](mailto:keilaregina@ufersa.edu.br)

### RESUMO

A geração de resíduos na agroindústria tem causado grande preocupação, visto que seu descarte vem desencadeando diversos problemas ambientais, como a poluição do solo, de mananciais e até mesmo do ar. É do conhecimento de todos que na perfuração de poços de petróleo ainda existe poluição ao meio ambiente, e um deles é constatado o dano à formação, que pode ser atribuído à invasão dos aditivos poliméricos utilizados para reduzir o volume do filtrado. A fim de se reduzir esse dano, são utilizados fluidos de perfuração a base água com materiais orgânicos. Durante a perfuração de um poço de petróleo em condições onde a pressão hidrostática formada pela coluna de fluido de perfuração é superior à pressão de poros da formação, o contato do fluido com as paredes do poço promove uma deposição de partículas sólidas, a fim de selar as formações permeáveis expostas pela broca, denominada reboco, este deve apresentar baixa espessura e permeabilidade, para garantir o sucesso e a segurança das operações de perfuração e completação. A necessidade de reduzir essa perda de filtrado do fluido de perfuração pode ser solucionada através da adição de polímeros com alta massa molar. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo principal apresentar as vantagens e desvantagens da utilização da cinza da casca do arroz em fluidos de perfuração e seus efeitos sobre as propriedades reológicas e de filtração de fluidos aquosos durante a perfuração de poços.

Palavras- Chave: Cinza da casca do arroz. Filtrado. Fluido de perfuração. Reologia

### 1. INTRODUÇÃO

A geração de resíduos na agroindústria tem causado grande preocupação, visto que seu descarte vem desencadeando diversos problemas ambientais, como a poluição do solo, de mananciais e até mesmo do ar. No ponto de vista ecológico, os autores afirmam que a disposição desses resíduos vem sendo realizada em estradas vicinais e lançados

clandestinamente nos mananciais de águas, no qual afetam a microfauna que participa do ciclo de vida aquática alterando o equilíbrio do sistema, criando um grave problema ambiental e de saúde, principalmente nas regiões de grande cultivo de arroz.

A reciclagem de resíduos é uma maneira de se diversificar a oferta de matéria-prima para a utilização como aditivo para fluidos de perfuração, viabilizando reduções de custo. A

**[www.conepetro.com.br](http://www.conepetro.com.br)**

(83) 3322.3222

[contato@conepetro.com.br](mailto:contato@conepetro.com.br)

reciclagem de materiais, tais como entulhos, resíduos agrícolas, resíduos industriais e resíduos de mineração, entre outros, contribui para a preservação ambiental.

Com a crescente necessidade de se perfurar em regiões onde as condições exijam avanços tecnológicos, características como temperatura e diferenças de pressão influenciam significativamente nas características de um fluido de perfuração, especialmente as relacionadas às propriedades reológicas e de filtração, conseqüentemente são responsáveis por afetar diretamente a estabilidade dos poços tornando a prospecção nestas áreas um desafio [CAENN et al, 1996].

O dano à formação causado pela invasão do filtrado na formação com a conseqüente redução da permeabilidade do meio foi estudado na filtração estática e dinâmica por Argillier et al [1999], a fim de correlacionar as propriedades de filtração com as características dos rebocos (externo e interno) formados. Os autores observaram que o dano à formação é mais pronunciado nos primeiros cinco centímetros, e que o dano adicional do meio pode ser atribuído à invasão dos aditivos poliméricos utilizados para reduzir o volume de filtrado, além do que a prevenção da geração de danos com a utilização de fluidos aquosos em condições de *overbalance* requer uma otimização da

estrutura do aditivo controlador de filtrado e da distribuição do tamanho de partícula.

A cinza da casca do arroz é um resíduo em abundância, e pode ser um material utilizado na perfuração de poços de petróleo, impedindo o desperdício de matéria prima nobre, dessa forma, não causando danos ao meio ambiente.

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo principal avaliar o efeito da substituição do  $\text{CaCO}_3$ , comumente utilizado em fluidos de perfuração como agente de ponte, pela cinza da casca do arroz, sobre as propriedades reológicas e de filtração de fluido de perfuração aquosos.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Materiais

Os materiais utilizados na preparação dos fluidos de perfuração foram: goma xantana (GX), carboximetilcelulose (CMC), Cloreto de Sódio (NaCl) e Carbonato de Cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) todos doados pela PETROBRAS.

### 2.2. Purificação da casca do arroz

A amostra da casca do arroz foi submetida ao processo de separação de grãos em peneiras de 30 mesh. Após o processo de

**[www.conepetro.com.br](http://www.conepetro.com.br)**

(83) 3322.3222

[contato@conepetro.com.br](mailto:contato@conepetro.com.br)

caracterização granulométrica, foi realizado a lixiviação, ou seja, a degradação da matéria orgânica presente na casca de arroz. A lixiviação foi realizada com solução de ácido clorídrico (HCl -1 mol/L) a uma temperatura de 100 °C durante 2 horas, utilizando um sistema composto por balão de 3 bocas acoplado a um condensador de refluxo. Sequencialmente, foi realizada uma lavagem com água deionizada para retirada do ácido. As lavagens foram conduzidas até atingir um pH próximo de 7,0.

Após a lavagem, a casca foi submetida a uma secagem sob a temperatura de 100 °C por 4 horas em uma estufa de secagem, modelo Q317M-33, da marca QUIMIS.

As amostras devidamente purificadas e secas foram adicionadas em cadinhos de cerâmica e enviadas para a mufla modelo 2000B da marca Lucadema, a temperatura de 600 °C por 4 horas. Quando retiradas da mufla apresentaram a cor branca, indicando a formação do óxido com a diminuição do carbono. [HOUSTON, 1972].

### 2.3. Composição Química da cinza da casca do arroz

A composição química da cinza da casca de arroz foi obtida através de fluorescência de raios X por energia dispersiva (EDX) em um equipamento

Shimadzu modelo EDX-820, a fim de se verificar o teor de sílica presente na cinza da casca do arroz utilizada.

### 2.4. Preparação dos fluidos

Os fluidos de perfuração (Tabela 1) foram preparados em um agitador Hamilton Beach, adicionando sequencialmente todos os aditivos. Os aditivos foram incorporados ao fluido em intervalos de 10 minutos e, posteriormente submetidos à análise de suas propriedades reológicas e de filtração a fim de avaliar o efeito da concentração de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) e da cinza da casca de arroz (ver Tabela 2) nas propriedades reológicas e de filtração de fluidos aquosos.

Tabela 1: Formulação dos fluidos aquosos

Aditivo	Concentração
Água (ml)	350,5
GX (lb/bbl)	1,5
CMC (lb/bbl)	3
NaCl (lb/bbl)	20
CaCO <sub>3</sub> (lb/bbl)	Tabela 2
CCA (lb/bbl)	Tabela 2

Tabela 2: Concentração do CaCO<sub>3</sub> e da CCA utilizadas nos fluidos aquosos

Fluido	CaCO <sub>3</sub>	CCA
F1	5 lb/bbl	--
F2	10 lb/bbl	--
F3	15 lb/bbl	--
F4	--	5 lb/bbl
F5	--	10 lb/bbl
F6	--	15 lb/bbl

## 2.5. Determinação dos parâmetros reológicos

As propriedades reológicas foram determinadas em um viscosímetro rotativo da FANN, modelo 35 A, combinação de R1-B1 e mola de torção F1. A análise reológica de cada fluido foi realizada em diferentes rotações (600, 300, 200, 100, 6 e 3 rpm) e, posteriormente, a viscosidade plástica (VP), viscosidade aparente (VA), limite de escoamento (LE) e as forças geis (Gel inicial e final) foram determinadas, conforme a norma API (Tabela 3).

Tabela 3: Determinação dos parâmetros

### Reológicos.

Propriedades reológicas	Fórmula	Unidade
VA	$L_{600}/2$	cP
VP	$L_{600} - L_{300}$	cP
LE	$L_{300} - VP$	lbf/100ft <sup>2</sup>
Gel inicial	$L_3$ após 10 s	lbf/100ft <sup>2</sup>
Gel final	$L_3$ após 10 min	lbf/100ft <sup>2</sup>

## 2.6. Determinação dos parâmetros de filtração

O fluido foi filtrado através de um filtro de papel Whatman N° 50, sob pressão de 100 PSI exercida com nitrogênio gasoso, por 30 minutos, em filtro prensa API Baixa Pressão, Baixa Temperatura (BPBT) da Fann. Este teste foi realizado de acordo com a norma API 13B-1 2003.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Composição Química da cinza da casca do arroz

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos da análise por Fluorescência de raios X. Neste método, a presença dos elementos se manifestam em um espectro através de suas radiações características, esta foi realizada pelo método semi-quantitativo.

Tabela 4: Análise química da cinza da casca de arroz

Componente	Composição (%)
SiO <sub>2</sub>	54,197
K <sub>2</sub> O	17,252
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,788
SO <sub>3</sub>	4,492
CaO	4,162
MnO	4,144
ZnO	1,975
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,457
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,903
NiO	0,686
CuO	0,573
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,371

De acordo com a Tabela 4 percebe-se que a cinza da casca do arroz possui, como elementos majoritários o SiO<sub>2</sub>, que representa mais de 50% de amostra. O elevado teor de sílica desta, a torna valorizada, mas este resíduo só terá alto valor econômico se tiver alta qualidade, caracterizada pela elevada superfície específica, tamanho e pureza de partícula, podendo ser usado em diversas aplicações [Tashima et al., 2004].

Cordeiro [2009] afirma que na cinza amorfa, fatores como temperatura de queima,

[www.conepetro.com.br](http://www.conepetro.com.br)

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

$$\tau = K \left( \frac{\dot{\gamma}}{\gamma} \right)^n$$



taxa de aquecimento, tempo de residência e ambiente de queima (disponibilidade de oxigênio), são responsáveis pela reatividade da cinza, pois influenciam na forma estrutural da sílica, na superfície específica das partículas e no teor de carbono remanescente. Desta forma, através de alguns procedimentos, é possível transformar resíduos normalmente descartados em produtos úteis e, assim, evitar danos ao meio ambiente.

### 3.2. Parâmetros reológicos

A Tabela 5 apresenta a influência da concentração do carbonato de cálcio e da cinza da casca de arroz nos parâmetros reológicos dos fluidos aquosos.

Tabela 4: Efeito da concentração de  $\text{CaCO}_3$  e cinza da casa de arroz nos parâmetros reológicos dos fluidos aquosos

Fluido	n	K mPas <sup>n</sup>	R <sup>2</sup>	$\mu_a$ cP	$\mu_p$ cP
F1	0,356	4,418	0,9942	23	12
F2	0,354	4,068	0,995	21	11
F3	0,358	4,397	0,9933	23, 5	13
F4	0,343	3,528	0,9942	17	9
F5	0,328	3,361	0,9954	14, 5	7
F6	0,293	4,443	0,9921	15, 5	7

Observando-se o coeficiente de regressão ( $R^2$ ), percebe-se que houve um bom ajuste do modelo de potência (Equação 1) aos dados reológicos de todos os fluidos. Além

disso, o índice de comportamento (n) apresentou valores típicos de fluidos pseudoplásticos, variando de 0,29 a 0,35.

Equação (Equação 1)

Onde:

$\tau$  = tensão de cisalhamento (Pa)

$\dot{\gamma}$  = taxa de cisalhamento ( $\text{s}^{-1}$ )

K = índice de consistência ( $\text{Pa}\cdot\text{s}^n$ )

n = índice de comportamento ou de fluxo

$0 < n < 1$  – fluido pseudoplástico

$n = 1$  – fluido newtoniano

$n > 1$  – fluido dilatante

De acordo com dados apresentados na Tabela 5, ficam evidenciados os maiores valores dos parâmetros reológicos quando o carbonato de cálcio é utilizado (F1-F3) comparado com os fluidos contendo a cinza da casca do arroz (F4-F6). Esse efeito pode ser explicado pela adsorção dos polieletrólitos na superfície do carbonato de cálcio, que possui maior área superficial do que a cinza da casca do arroz, aumentando o volume aparente da partícula e contribuindo para uma maior interação entre as partículas de carbonato de cálcio, através da sua interação com os polímeros, conferindo uma estrutura gel mais estável.

### 3.3. Parâmetros de Filtração

[www.conepetro.com.br](http://www.conepetro.com.br)

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

A Tabela 6 apresenta a influência da concentração do carbonato de cálcio e da cinza da casca de arroz no volume de filtrado dos fluidos aquosos.

Tabela 6- Efeito da concentração de  $\text{CaCO}_3$  e cinza da casa de arroz no volume de filtrado dos fluidos aquosos

Fluido	Volume de Filtrado (ml)
F1	10
F2	15
F3	19
F4	11
F5	15
F6	10

A literatura reporta que o mecanismo de filtração dos fluidos é governado pelo processo de adsorção dos polímeros (Goma xantana e CMC) nos sítios ativos dos agentes de pontes, de acordo com os resultados mostrados na Tabela 6 percebe-se que os fluidos contendo carbonato de cálcio (F1-F3) apresentaram um aumento do volume de filtrado com o aumento da concentração, devido o carbonato de cálcio apresentar maior área superficial (comparado com a CCA), ou seja, uma menor área de contato para adsorção dos polímeros. Já os fluidos contendo a cinza da casca do arroz (F4-F6) apresentaram uma redução do volume de filtrado, já que a CCA apresenta uma menor área superficial, com conseqüente maior área de contato, esse efeito pode ser explicado devido a adsorção dos polieletrólitos nos

silanóis através de ligações de hidrogênio e forças de van der Waals [Chaves, 2008], resultando na redução da permeabilidade do reboco e conseqüentemente um menor volume de filtrado.

#### 4. CONCLUSÕES

- Os resultados indicaram que os fluidos contendo o carbonato de cálcio apresentaram maiores valores nos parâmetros reológicos, quando comparado com o fluido contendo a cinza da casca do arroz, devido a sua maior área superficial, contribuindo para uma maior interação com os polímeros, conferindo sua estrutura gel mais estável.
- Quanto ao volume de filtrado observou-se que os fluidos contendo a cinza da casca do arroz, apresentaram uma redução do volume de filtrado, em comparação com os fluidos contendo o carbonato de cálcio, já que a CCA apresenta uma menor área superficial, e maior área de contato, esse efeito pode ser explicado devido à adsorção dos polieletrólitos nos silanóis através de ligações de hidrogênio e forças de van der Waals, resultando na redução da permeabilidade do reboco e conseqüentemente um menor volume de filtrado.
- Conclui-se que o fluido base água utilizando a substituição do  $\text{CaCO}_3$  por

cinza da casca do arroz, como agente de ponte, é apto a ser utilizado como um fluido de perfuração de poço de petróleo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. D. F. SILVA, W. G. A. L. **Avaliação de Fluidos de Perfuração de Base Aquosa Contendo Poliglicóis Modificados.** Monografia. 62p. – Escola Politécnica Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

ARGILLIER, J.F.; AUDIBERT, A.; LONGERON, D.; **Performance Evaluation and Formation Damage Potential of New Water-Based Drilling Formulas,** SPE Drill.& Completion, v.14, No. 4, SPE 59484, 1999.

BENNA, M.; ARIGUIB, N.K.; MAGNIN, A.; BERGAVA, F.; **Effect of pH on Rheological Properties of Purified Sodium Bentonite Suspensions,** *Journal of Colloid and Interface Science*, v.218, p. 442–455, 1999.

BENNA, M.; KBIR-ARIGUIB, N.; CLINARD, C.; BERGAYA, F.; **Static filtration of purified sodium bentonite clay suspensions.Effect of clay content,** *Applied Clay Science*, v.19, p. 103–120, 2001.

CAENN, R.; CHILLINGAR, G. V. **Drilling Fluids: State of the Art. In: JOURNAL OF PETROLEUM SCIENCE AND ENGINEERING,** Vol. 14, p. 221-230, 1996.

CHAVES, M.R.M., **Preparação de sílica organofilizada a partir de casa de arroz com capacidade adsorvente de íons metálicos,** Escola politécnica da Universidade de São Paulo, Tese de doutorado, São Paulo, 2008.

CORDEIRO, G.C.; FILHO, R. D. T.; FAIRBAIRN, E. M. R. **Caracterização de Cinza do Bagaço de Cana-de-açúcar para Emprego como Pozolana em Materiais Cimentícios.** 2009. *Revista Química Nova*, Vol. 32, nº 1, 82-86.

DELLA, Viviana Possamai; HOTZA, Dachamir. **Estudo comparativo entre sílica obtida por lixívia ácida da casca de arroz e sílica obtida por tratamento térmico da cinza de casca de arroz.** 2006.

HOUSTON, D. F. Rice: chemistry and technology. *American Association of Cereal Chemists*, St. Paul, p. 301-352, 1972.

KIRCHHOFF, V. W. J. H. **As queimadas da cana,** São José dos Campos, Transtec Editorial, 1991.

LI, Y. D.; ROSENBERG, E.; ARGELLIER, J. F.; **Static and dynamic filtration properties of aqueous suspensions of clays and electrolytes,** *Revue de l'Institut Français du Pétrole*, v. 52, p. 207-218, 1996.

LOEBER, L.; DURAND, C.; LECOURTIER, J.; ROSENBERG, E.; **Relationship between compositions, structure and permeability of drilling filter cakes,** *Revue de*

[www.conepetro.com.br](http://www.conepetro.com.br)  
**m.br**

(83) 3322.3222

[contato@conepetro.com.br](mailto:contato@conepetro.com.br)

**L'Institut Français du Pétrole**, v.51, p. 777-788, 1996.

**MACHADO, J.C.V. Fluido de Perfuração. Programa Trainers Petrobras- UM-BA/ST/EP 2002.**

**PAULA, M. O.; TINÔCO, I. de F. F.; RODRIGUES, C. S.; SILVA, E. N.; SOUZA, C. F; Potencial da cinza do bagaço da cana-de-açúcar como material de substituição parcial de cimento Portland. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.353-357, 2009.

**SANTOS, J.R.; ABREU, N.R.; BALDANZA, R.F.; O impacto do marketing verde nas indústrias sucroalcooleiras de Alagoas. In: Revista Econômica do Nordeste**, v.40, n.2. 2009.

**SERRA, A.C.S.; A influência de aditivos de lama de perfuração sobre as propriedades geoquímicas de óleos. Rio de Janeiro: Tese de doutorado-UFRJ. 2003. 163p.**

**TASHIMA, M. M.; SILVA, C. A. R. L.; AKASAKI, J. L.; Concreto com adição de cinza de casca de arroz (CCA) obtida através de um processo de combustão não controlada. In: Jornadas Sud-Americanas de Ingeniería Estructural**, 31, 2004.

**THOMAS, Perfuração. In: Fundamentos de Engenharia do Petróleo. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2001. Pg 81-87.**

