

CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA DE RESÍDUOS DE PERFURAÇÃO “ONSHORE”

Adriano Elísio de F. L. Lucena¹ (PRH-25/UFCG), John Kennedy G. Rodrigues (UFCG), Heber Carlos Ferreira (UFCG), Lêda Christiane de F. L. Lucena (UFCG), Luciana de F. L. Lucena (UFCG)

¹Rua Cap. João Alves de Lira, 1112, Prata – Campina Grande – PB, lucenafb@uol.com.br

O desenvolvimento traz consigo a problemática da geração de resíduos, pois na busca de uma melhor “qualidade de vida”, tecnologias e matérias-primas são adotadas, sem a preocupação com sua deposição. É necessário um destino ambientalmente correto para estes resíduos, sejam eles classificados como tóxicos ou não. No Brasil, com o advento da lei de crimes ambientais (Lei 6938/1998), que responsabiliza o gerador do resíduo pela sua deposição final, as empresas e os órgãos ambientais têm se esforçado para que sejam empregadas técnicas de gerenciamento e deposição de resíduos adequadas. O modelo atual de crescimento econômico provocou instabilidades enormes pelo mundo inteiro. Embora a riqueza e abundância tenham sido alçadas a níveis mais elevados do que em décadas passadas, por outro lado, a degradação ambiental e a poluição têm aumentado diariamente. Paralelamente, aparece a idéia do desenvolvimento sustentável que procura conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental. Em suas operações, as indústrias de petróleo produzem resíduos líquidos, sólidos e gasosos que podem ser prejudiciais ao meio-ambiente. Nas últimas décadas, as indústrias de petróleo não têm medido esforços para a prevenção dos danos ao meio-ambiente em todas suas operações. Entretanto, há muito ser feito a respeito da redução do impacto dos resíduos gerados pelas operações das indústrias de petróleo. Os poluentes em potencial podem deixar de ser uma preocupação quando são convenientemente tratados para posterior reuso ou adequadamente reciclados. Um dos resíduos produzidos pelas indústrias de petróleo é o “cascalho de perfuração”, produzido em grande escala durante a perfuração de poços de petróleo. Existem técnicas para o tratamento de resíduos oleosos, contudo, não existe um consenso sobre quais as melhores do ponto de vista econômico e ambiental. Uma alternativa emergente de destinação final do resíduo é sua utilização na pavimentação asfáltica. Considerando esta alternativa, o resíduo oleoso originário da perfuração de poço de petróleo (poço: 1-POTI-4-RN, localizado em Governador DIX-Sept Rosado - RN - Brasil) foi caracterizado pela análise termogravimétrica (TG), análise térmica diferencial (ATD), e difração de raios-X (DRX). Foram utilizadas neste estudo, três amostras provenientes das seguintes formações geológicas: Formação Jandaíra, Formação Açu e Embasamento Cristalino. As análises dos resultados mostraram que o resíduo oriundo da Formação Jandaíra é composto essencialmente por calcita, com pequenas quantidades de caulinita e quartzo. O resíduo oriundo da Formação Açu é composto essencialmente por quartzo, com pequenas quantidades de calcita e caulinita. E o resíduo oriundo do Embasamento Cristalino é composto por quartzo e calcita, com pequenas quantidades de caulinita, magnesita e mica. Os resultados obtidos podem ser usados como um subsídio importante no estudo da utilização do cascalho da perfuração em pavimentos, visto que os materiais identificados nas amostras não causam efeito negativo nas propriedades do cimento asfáltico de petróleo (CAP).

Palavras-chaves: Resíduo, Cascalho de Perfuração, Petróleo, Perfuração Onshore

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento traz consigo a problemática da geração de resíduos, pois na busca de uma melhor “qualidade de vida”, tecnologias e matérias-primas são adotadas, sem a preocupação com sua deposição. É necessário um destino ambientalmente correto para estes resíduos, sejam eles classificados como tóxicos ou não. No Brasil, com o advento da lei de crimes ambientais (Lei 6938/1998), que responsabiliza o gerador do resíduo pela sua deposição final, as empresas e os órgãos ambientais têm se esforçado para que sejam empregadas técnicas de gerenciamento e deposição de resíduos adequadas.

Em suas operações, as indústrias de petróleo produzem resíduos líquidos, sólidos e gasosos que podem ser prejudiciais ao meio-ambiente. Um dos resíduos produzidos pelas indústrias de petróleo é o “cascalho de perfuração”, produzido em grande escala durante a perfuração de poços de petróleo. Existem técnicas para o tratamento de resíduos oleosos, contudo, não existe um consenso sobre quais as melhores do ponto de vista econômico e ambiental. Uma alternativa emergente de destinação final do resíduo é sua utilização na pavimentação asfáltica.

Como objetivo de subsidiar o estudo da utilização do resíduo na pavimentação, este trabalho apresenta a caracterização térmica do resíduo oleoso originário da perfuração de poço de petróleo (poço: 1-POTI-4-RN, localizado em Governador DIX-Sept Rosado - RN - Brasil). Foram realizadas: análise termogravimétrica (TG), análise térmica diferencial (ATD), e difração de raios-X (DRX).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Petróleo

O petróleo é uma substância oleosa constituída basicamente por uma mistura de compostos químicos orgânicos (hidrocarbonetos). No estado líquido, é oleoso, inflamável, menos denso que a água, com odor característico e cor variando entre o preto e o castanho claro.

Segundo Fonseca (2003), o petróleo foi a principal fonte mundial de energia do século XX. A produção de cerca de 72 milhões de barris atendia a 40,6% da demanda mundial de energia. No Brasil, o petróleo consumido representa cerca de 34,2% da matriz energética.

Serve como base para fabricação dos mais variados produtos, dentre os quais destacam-se: benzinhas, óleo diesel, gasolina, alcatrão, polímeros plásticos e até mesmo medicamentos.

2.2 Perfuração de Poços

O petróleo encontra-se na natureza ocupando os vazios de uma rocha porosa chamada rocha reservatório. O poço de petróleo é o elo entre esta rocha e a superfície. Porém, antes de se perfurar um poço de petróleo, várias ações devem ser executadas. Inicialmente, um estudo sísmico é efetuado, visando pesquisar entre as formações do subsolo aquelas com potencial para armazenar petróleo (SOUZA & LIMA, 2002).

A perfuração de um poço de petróleo é realizada através de uma sonda. Na perfuração rotativa, as rochas são perfuradas pela ação da rotação e peso aplicados a uma broca existente na extremidade de uma coluna de perfuração, a qual consiste basicamente de comandos (tubos de paredes espessas) e tubos de perfuração (tubos de paredes finas) (THOMAS, 2001).

Os fragmentos da rocha são removidos continuamente através de um fluido de perfuração ou lama. O fluido é injetado por bombas para o interior da coluna de perfuração através da cabeça de injeção, ou swivel, e retorna à superfície através do espaço anular formado pelas paredes do poço e a coluna (THOMAS, 2001).

Os principais produtos da perfuração de poços são: cascalhos de perfuração, metais pesados, sais solúveis e hidrocarbonetos. Os fragmentos das rochas cortados pela broca (cascalhos) são carreados pelo fluido de perfuração até as peneiras vibratórias na superfície, onde são separados do fluido e descartados em um dique. Por não haver uma remoção total do fluido impregnado nos cascalhos, estes podem conter contaminantes, tais como:

- a) metais pesados;
- b) alta salinidade, uma vez que os fluidos, em sua maioria têm sais incorporados como aditivos, cujo objetivo é o de minimizar o inchamento das formações argilosas perfuradas, promovendo a estabilidade do poço;
- c) óleos e graxas;
- d) elementos que causam demanda bioquímica de oxigênio (DBO); e
- e) elementos que causam demanda química de oxigênio (DQO);
- f) elementos que causam alcalinidade.

Portanto, é importante que o cascalho de perfuração tenha um destino final ambientalmente adequado.

2.3 Formações Geológicas - Governador DIX Sept Rosado

O município de Governador DIX-Sept Rosado (RN) situa-se na mesorregião Oeste Potiguar e na microrregião da Chapada do Apodi. As principais formações geológicas encontradas na região são: Formação Jandaíra, Formação Açu e Embasamento Cristalino.

A Formação Jandaíra ocorre em todo domínio da Bacia Potiguar. Caracteriza-se por carbonatos marinhos de águas rasas e agitadas de idade Turoniana a Santoniana. Na porção a oeste do rio Açu predomina, em superfície, o caráter calcífero dos calcários dessa formação ao passo que a leste predominam dolomitos. Cresce também em direção a leste a participação de clásticos finos nos sedimentos carbonáticos. Os sedimentos carbonatados da Formação Jandaíra são concordantes com os folhelhos e siltitos da Formação Açu Superior, sendo o contato gradativo. (WATERLOO, 2004).

A Formação Açu de idade cretácica, aflora numa faixa que circunda a Bacia Potiguar, entre as rochas do Embasamento e os sedimentos da Formação Jandaíra, sendo recoberta na área em que aflora, em pequenas áreas isoladas, pelos aluviões dos rios Jaguaribe, Apodi, do Carmo, Piranhas e Cabugi. É caracterizada por rochas do tipo arenitos, conglomerados, com intercalações de siltitos, argilitos e folhelhos, formando solos bastante arenosos inconsolidados (WATERLOO, 2004).

As rochas do Embasamento Cristalino pré-cambriano fazem parte dos Granitóides Brasileiros. As rochas são em sua maioria gnáissico-migmatíticas (WATERLOO, 2004).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

O resíduo oleoso utilizado foi fornecido pela empresa de perfuração Aurizônia, proveniente da perfuração de poço de petróleo onshore no Estado do Rio Grande do Norte (poço: 1-POTI-4-RN – profundidade de 800m). Na perfuração do poço (Figura 1), foi utilizado fluido à base de água.

Para o resíduo oleoso, foram coletadas amostras de 3 profundidades diferentes, de modo que cada amostra pertence as seguintes formações geológicas: Formação Jandaíra (amostra 1), Formação Açu (amostra 2) e Embasamento Cristalino (amostra 3).



Figura 1. Perfuração do poço 1-POTI-4-RN

3.2 Métodos

3.2.1 Análise Térmica Diferencial e Termogravimétrica

As análises termogravimétrica (TG) e termodiferencial (ATD), são úteis para indicar as faixas de temperaturas onde ocorrem as perdas de massas e as temperaturas em que ocorrem transformações endo e exotérmicas. As curvas térmicas foram obtidas através de um sistema de Análises Térmicas Modelo RB-3000 da BP Engenharia, com razão de aquecimento 12,5°C/min. A temperatura máxima para ambos os casos foi de 1000°C e o padrão utilizado na DTA foi óxido de alumínio (Al_2O_3) calcinado.

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Cerâmica do Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Campina Grande – PB.

3.2.2 Difração de Raios-X

Os resíduos oleosos foram passados em peneira ABNT nº200 (0,074 mm) e acondicionados em porta amostra de Al para análise por difração de raios-x, em equipamento XRD 6000 da Shimadzu. A radiação foi $\text{K}\alpha$ do Cu (40kV/30mA); a velocidade do goniômetro foi de 2°/min e passo de 0,02°.

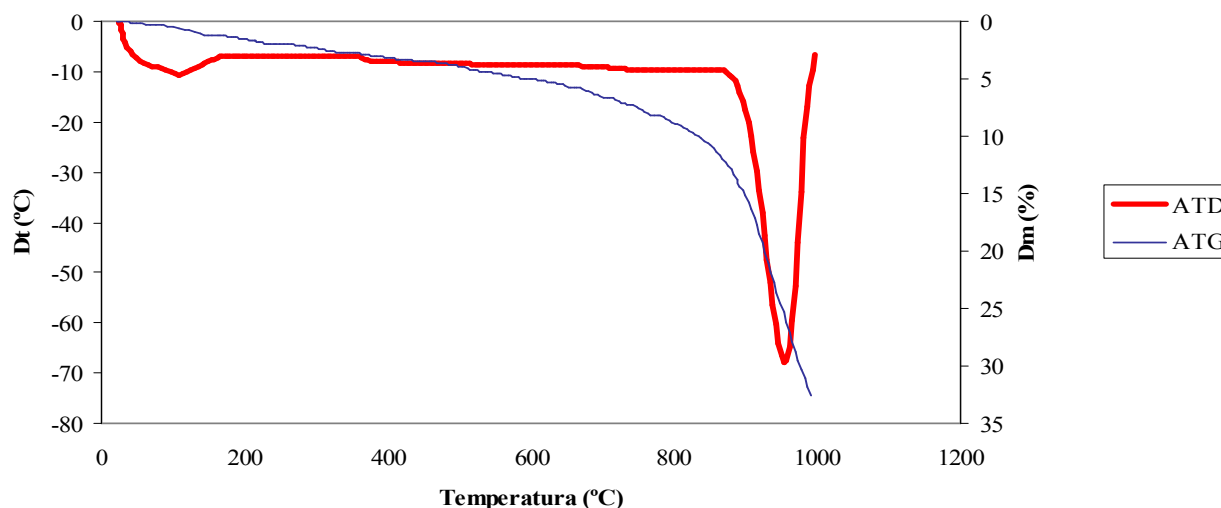
As análises de difração de raios-x foram realizadas no Laboratório de Cerâmica do Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Campina Grande – PB.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Formação Jandaíra – amostra 1

A Figura 2 apresenta os resultados da ATD e ATG para o resíduo 1-POTI-4-RN proveniente da Formação Jandaíra. Na ATG ocorreu uma perda de massa contínua de 34% . Já a partir da análise da curva de ATD, podem-se chegar as seguintes conclusões:

- 1) entre 30 e 200°C perda de água livre e adsorvida – pico endotérmico;
- 2) entre 870°C e 980°C perda de CaCO_3 – pico endotérmico.



ATD – Temperatura (°C) x Dτ (°)
ATG – Temperatura (°C) x Dm (%)

Figura 2. Curvas de ATD e ATG – Formação Jandaíra

A Figura 3 apresenta a DRX. Através de sua análise pôde-se concluir que se trata de substância composta essencialmente por calcita, com pequenas quantidades de caulinita e quartzo.

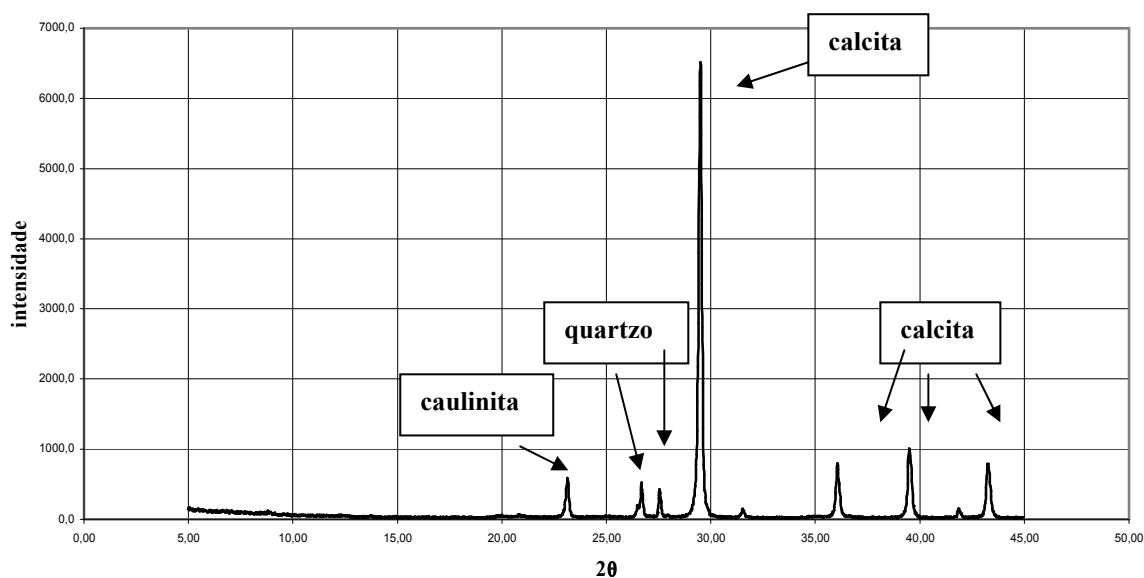
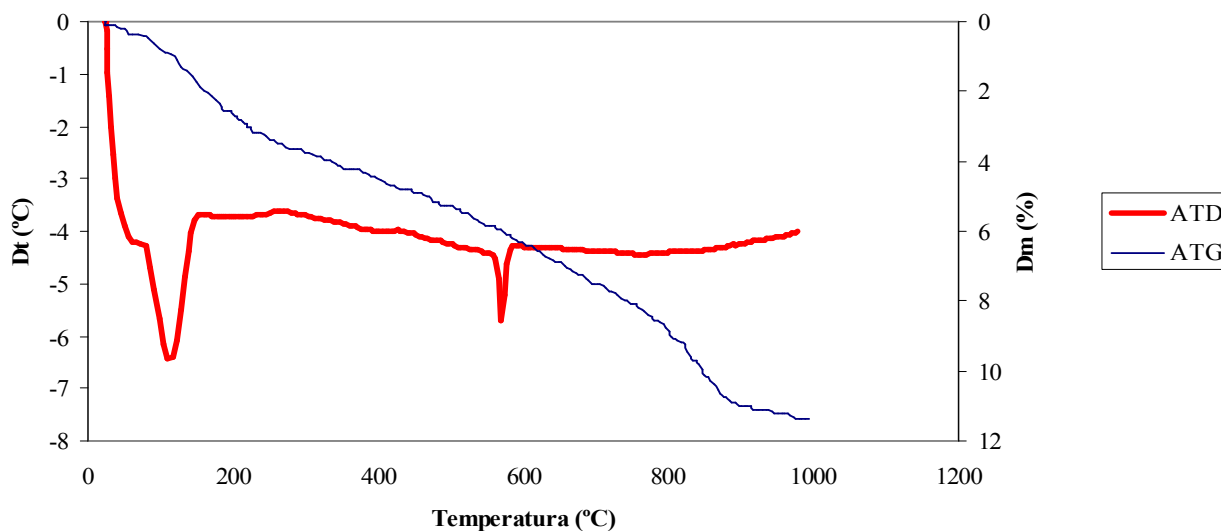


Figura 3. Difração de Raios-X – Formação Jandaíra

4.2 Formação Açú – amostra 2

A Figura 4 apresenta os resultados da ATD e ATG para o resíduo 1-POTI-4-RN proveniente da Formação Açú. Na ATG ocorreu uma perda de massa de 3,5% entre 25°C e 280°C, e de 8% entre 280°C e 1000°C. Totalizando uma perda de massa de 11,5%. Já a partir da análise da curva de ATD, podem-se chegar as seguintes conclusões:

- 1) entre 30 e 200°C perda de água livre – pico endotérmico;
- 2) entre 200°C e 400°C combustão de matéria orgânica;
- 3) entre 530°C e 600°C perda de hidroxila da caulinita – pico endotérmico.



ATD – Temperatura (°C) x Dt (°)
ATG – Temperatura (°C) x Dm(%)

Figura 4. Curvas de ATD e ATG – Formação Açú

A Figura 5 apresenta a DRX. Através de sua análise pôde-se concluir que se trata de substância composta essencialmente por quartzo, com pequenas quantidades de calcita e caulinita.

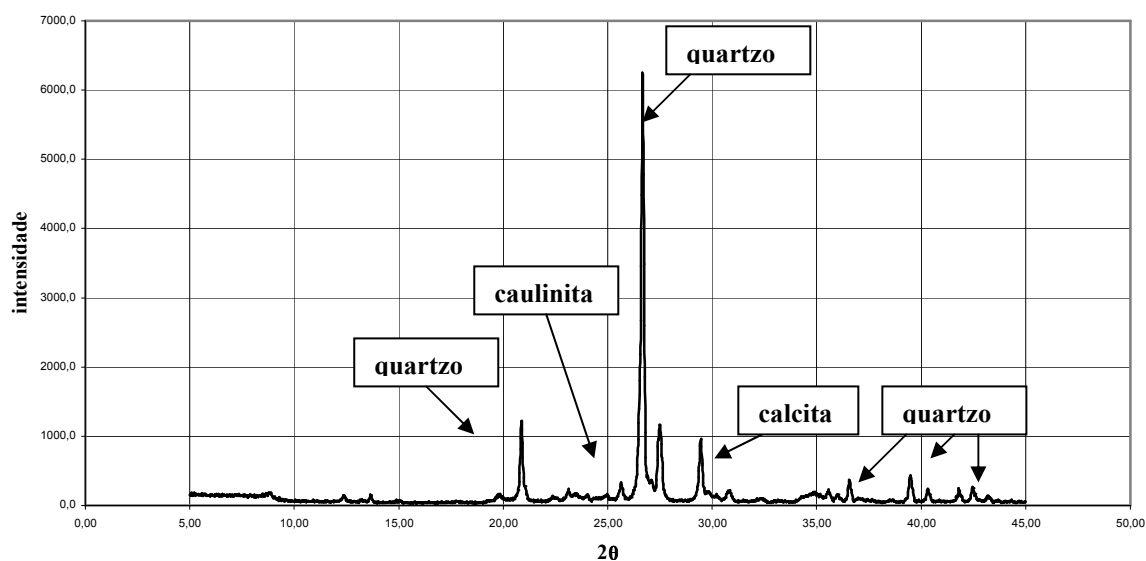


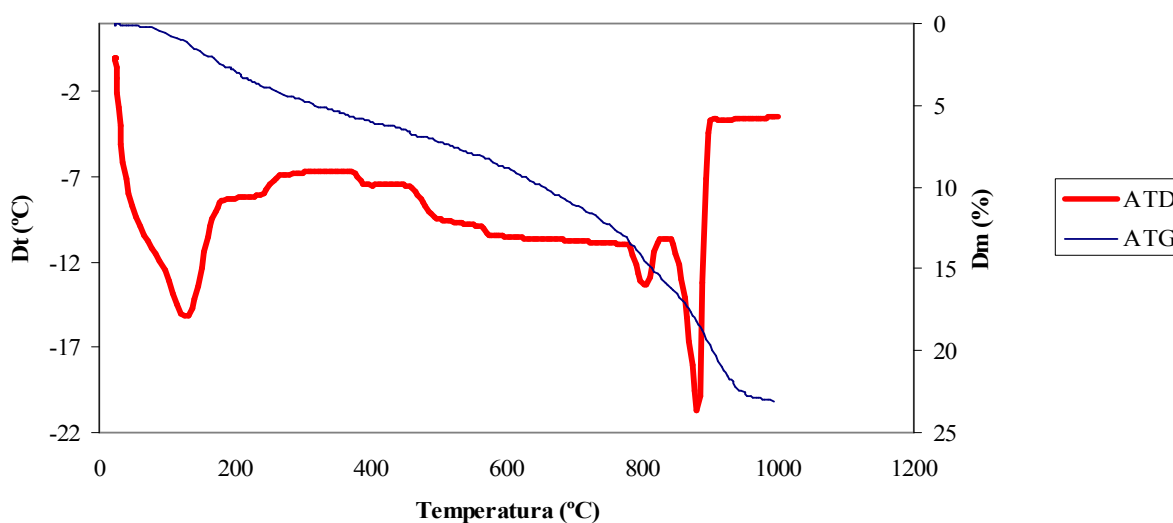
Figura 5. Difração de Raios-X – Formação Açú

4.3 Embasamento Cristalino – amostra 3

A Figura 6 apresenta os resultados da ATD e ATG para o resíduo 1-POTI-4-RN proveniente da formação Embasamento Cristalino. Na ATG ocorreu uma perda de massa de 5% entre 25°C e 300°C, e de 18% entre 300°C e 1000°C. Totalizando uma perda de massa de 23% . Para a curva de ATD, podem-se chegar as seguintes conclusões:

- 1) entre 30 e 200°C perda de água livre – pico endotérmico;
- 2) entre 200°C e 400°C combustão de matéria orgânica – banda exotérmica;
- 3) em 573°C transformação do quartzo alfa para o quartzo beta – pico endotérmico;
- 4) entre 770°C e 830°C perda de $MgCO_3$ – pico endotérmico;
- 5) entre 830°C e 900°C perda de $CaCO_3$ – pico endotérmico.

A Figura 7 apresenta a DRX. Através de sua análise pôde-se concluir que se trata de substância composta por quartzo e calcita, com pequenas quantidades de caulinita, magnesita e mica.



ATD – Temperatura (°C) x Dt (°)
ATG – Temperatura (°C) x Dm(%)

Figura 6. Curvas de ATD e ATG – Embasamento Cristalino

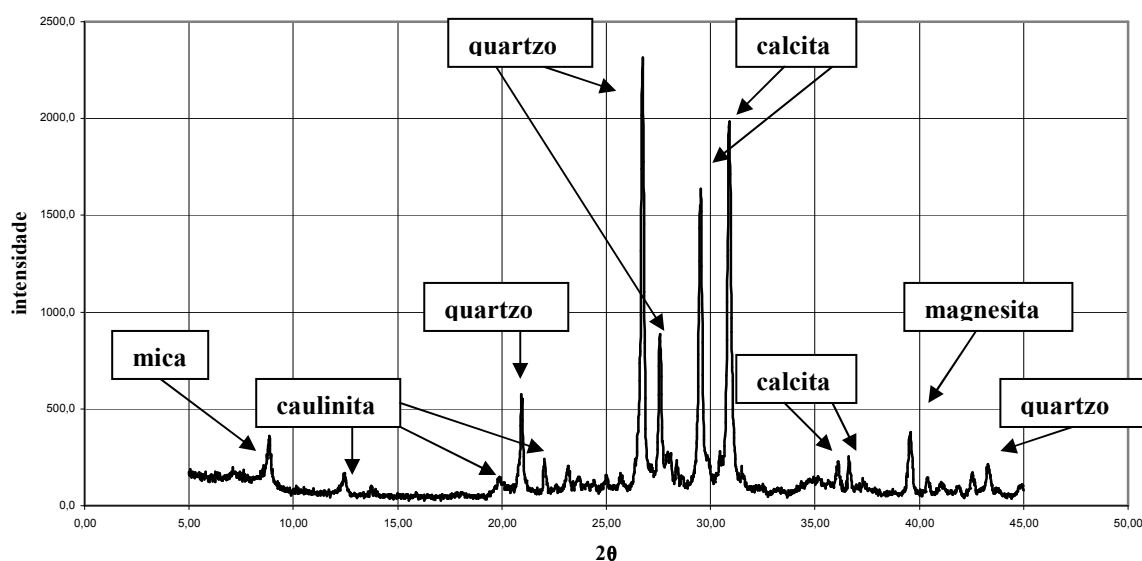


Figura 7. Difração de Raios-X – Embasamento Cristalino

Portanto, pode-se notar que a caracterização realizada está consoante com a apresentada por Waterloo (2004) para a Formação Jandaíra, Formação Açú e Embasamento Cristalino. Os principais elementos encontrados nas curvas de ATD e DRX das amostras analisadas são característicos das formações acima citadas.

É importante ressaltar também, que os principais elementos encontrados - calcita, caulinita e quartzo (amostra 1) quartzo, calcita e caulinita (amostra 2) e quartzo, calcita, caulinita, magnesita e mica (amostra 3) - possuem a característica de poderem fazer parte da mistura asfáltica. Visto que podem substituir os materiais tradicionais - agregado miúdo (areia), e/ou filler (cal, caulim ou cimento). Isso se torna possível em razão da afinidade existente entre esses elementos e os materiais tradicionais. A incorporação do resíduo então, não traria prejuízo ao desempenho da mistura asfáltica quanto aos parâmetros de resistência e durabilidade. O que vai nortear qual a função (agregado ou filler), e a quantidade indicada para o resíduo serão os ensaios de misturas asfálticas (Ensaio Marshall, Viscosidade e Penetração) e granulometria (Análise Granulométrica).

5. CONCLUSÃO

Para o resíduo oleoso 1-POTI-4-RN, temos as seguintes conclusões:

- A fração inorgânica do resíduo oriundo da Formação Jandaíra é composta essencialmente por calcita, com pequenas quantidades de caulinita e quartzo;
- A fração inorgânica do resíduo oriundo da Formação Açú é composta essencialmente por quartzo, com pequenas quantidades de calcita e caulinita;
- A fração inorgânica do resíduo oriundo do Embasamento Cristalino é composta por quartzo e calcita, com pequenas quantidades de caulinita, magnesita e mica.

Portanto, em razão dos elementos encontrados na composição do resíduo, a incorporação do mesmo não traria prejuízo ao desempenho da mistura asfáltica quanto aos parâmetros de resistência e durabilidade. O que vai nortear qual a função indicada para o resíduo serão os ensaios de misturas asfálticas (Ensaio Marshall, Viscosidade e Penetração) e granulometria (Análise Granulométrica) que serão realizados na continuação desta pesquisa.

6. AGRADECIMENTOS

À AURIOZÔNIA PETRÓLEO S/A;

À ATECEL (Associação Técnico-Científica Ernesto Luiz de Oliveira Júnior);

AO PRH-25 / ANP (Agência Nacional de Petróleo).

7. REFERÊNCIAS

- FONSECA, M. H. G. P., Estudo do resíduo oleoso das atividades de exploração e produção de petróleo na manutenção de estradas de terra – Enfoque Ambiental, Dissertação de Mestrado. UFES, 2003.
- SOUZA, P.J.B, LIMA, V.L., Avaliação das técnicas de disposição de rejeitos da perfuração terrestre de poços de petróleo, Monografia de Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais na Indústria, UFBA, 2002.
- THOMAS, J.E., Fundamentos da Engenharia do Petróleo, 1ed., Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2001.
- WATERLOO HYDROGEOLOGIC INC. , Projeto Água Subterrânea no Nordeste do Brasil - Modelamento Matemático da Área de Recarga do Aquífero Açú – Relatório Final, Rio Grande do Norte, 2004.

THERMAL CHARACTERIZATION OF ONSHORE DRILLING OIL WELLS PERFURATION GRAVEL

The development process entails the problem of the solid waste generation, once the search for a better “quality of life”, technologies and raw materials are adopted without worrying with their final destination. It is necessary to give an adequate destination to all these kind of wastes, including the non hazardous ones. In Brazil, the “Environmental Crimes Law” (6938/1998) which blames the waste generator for the final deposal, led the enterprises and environmental agents to concentrate efforts with the purpose of warranting the employment of adequate management and deposal techniques. The current economic growth models provoked great instabilities all over the world. Although wealth and richness have been reached high levels, higher than the reached ones in the past decades, by the other side, the environmental degradation and pollution has been growing daily. Parallel, the conception of sustainable development aims the conciliation between economic development and environmental preservation. In their operations, the oil industries produce liquid, solid and gaseous waste that can be dangerous to the environment. In the last decades, the oil industries, haven’t measured no efforts to prevent the damages to the environment in all of their operations. Nevertheless, there is so much to be done in respect of the reduction of impacts of the generated wastes. If the potential pollutants receive the adequate treatment for post reuse or recycling, they don’t represent a point of impact to the industries anymore. One of the residues produced by the oils industries is the drilling cuttings, a residue generated in large amounts by the drilling of oil wells. There are some techniques for the treatment of oil residues, however there is no concern about the best ones from economic and environmental point of view. An emerging alternative of the residue’s final destination is its application in asphaltic pavements. Based on this alternative, this work aimed to characterize the oily residue generated in the oil drilling wells (well: 1-POTI-4-RN – Brasil) through thermogravimetric analysis (TG), differential thermal analysis (DTA) and X-ray diffraction (XRD). It has been used in this study, three samples from the following geologic formations: Jandaíra Formation, Açú Formation and Crystalline Foundation. The analysis of the achieved results showed that the residue proceeding from Jandaíra is mainly composed by calcite, with a few quantity of kaolinite and quartz. The residue from the Açú Formation is composed by quartz and small quantities of calcite and kaolinite. The residue from the Crystalline Foundation is composed by quartz and calcite, with small parts of kaolinite, magnesite and mica. The achieved results can be used as an important subside in the study of drilling cuttings in pavements, once the identified materials on the samples do not cause negative effects oh the properties of the petroleum asphalt cement (CAP).

Keywords: Residues, Perfuration Gravel, Oil, Onshore Drilling Oil Wells

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste artigo.