DOSSIÊ

SUSTENTABILIDADE NA REGIÃO DO BAIXO JAGUARIBE: CARACTERIZAÇÃO TIPOLÓGICAS DOS MINERAIS CLASSE DOIS

SUSTAINABILITY IN THE LOWER JAGUARIBE REGION: TYPOLOGICAL CHARACTERIZATION OF MINERAL GRADE TWO

Petronio Silva de Oliveira[58]
Ulisses Costa Oliveira[59]
Adriano C. de Sousa[60]
Renata Nascimento Martins[61]
Vagner Sales dos Santos[62]

Submissão: 20/08/2016 Revisão: 27/09/2016 Aceite: 27/09/2016

Resumo: A pesquisa foi realizada em uma área de 48,76 hectares, localizada no Baixo Jaguaribe região leste do Estado do Ceará. O trabalho consistiu na caracterização tecnológica das argilas para determinação dos parâmetros industriais com o volume e qualidade.

Palavras-chave: Difratometria. Sustentabilidade. Argila.

Abstract: The research was conducted in an area of 48.76 hectares, located in the Lower Jaguaribe region east of Ceara. The work consisted of the technological characterization of clays to determine parameters of the industrial volume and quality.

Keywords: Diffraction. Sustainability. Clay.

[58] Mestra. Gestor Ambiental da SEMACE, petronio.silva@semace.ce.gov.br.
[59] Mestre. Fiscal Ambiental da SEMACE.
[60] Geógrafo e consultor ambiental.
[61] Engenheira de pesca - SEMA Secretaria do Meio Ambiente do Ceará.
[62] Professor mestre da Fatec Cariri - CE e do Centro Tecnológico do Araripe – PE.

Introdução

O uso da argila na confecção de blocos, pisos e telhas é realizado pelo seguimento industrial denominado cerâmica vermelha, sendo este uso mais tradicional tendo em vista que a fabricação de blocos cerâmicos já era realizada destes os tempos remotos de nossa civilização. Na indústria o uso dela pode ser feito nos mais diversos segmentos como na petroquímica, podendo ser utilizada na produção de gasolina e também como descorante de óleo. Na indústria farmacêutica é usada na confecção de peças e segmentos constituintes dos itens necessários para fabricação de veículos automotores, entre as principais.

Entretanto o uso mais antigo e tradicional que se tem registro é na confecção de artefatos e peças cerâmicas, palavra de origem grega Keramos que significa argila queimada. Aproximadamente 20.000 anos a.C., a argila já era utilizada com este fim, conforme registros arqueológicos como é caso da Vênus de Willendorf encontrada na Áustria (Oliveira, 2006).

A base deste trabalho está na determinação dos parâmetros industriais das argilas uma vez que não há trabalhos na região voltados para quantificar e avaliar as qualidades físicas e químicas das argilas inseridas na Planície de Inundação do Baixo Jaguaribe, onde se encontram centenas de cerâmicas já instaladas e em funcionamento na região do Apodi. As pesquisas diretas visaram melhor conhecer o volume e a qualidade da argila, que vão permitir aos ceramistas o direcionamento e planejamento na extração, evitando assim uma lavra ambiciosa, deixando de aproveitar todo o pacote argiloso no processo produtivo bem como evitar degradação ambiental.

Estão aqui descritas as atividades desenvolvidas no decorrer da pesquisa mineral, resultantes de estudos bibliográficos e geológicos de campo, objetivando a quantificação em tonelagem bem como os teores expressos pelos componentes químicos das argilas, para melhor definir os valores econômicos das reservas.

O trabalho consistiu na caracterização tecnológica das argilas para determinação dos parâmetros industriais como volume e qualidade localizada na cidade de Jaguaruana no Baixo Jaguaribe.

Clima e hidrografia como referência de formação rochosa

Segundo Radam Brasil, (1991) a área pesquisada está inserida numa Região caracterizada por um clima tropical chuvoso, quente e úmido, com regime pluviométrico com chuvas no verão e máximas no outono, com precipitação média anual de 857,7 mm.

No âmbito da área em estudo se destaca a Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe, abrigando inúmeros outros riachos e córregos, onde todos secam totalmente no período da estiagem que se verifica no período de junho a dezembro. De acordo com a matriz de determinação numérica, o potencial hidrológico é fraco, salvo nas regiões fraturadas (Radambrasil, 1981).

Solos e Vegetação na formação do relevo

Nas regiões semi áridas os solos são ricos do ponto de vista químico, porém poucos espessos. As formações florísticas que se distribui praticamente em toda a área estão representadas pela caatinga hipoxerófila. A mata de tabuleiro é uma característica vegetal presente nos terrenos planos e suavemente ondulados (Radambrasil, 1981).

Souza (1995), identifica cinco unidades morfológicas bem diferenciadas, onde à área objeto deste trabalho, se enquadra geomorfologicamente em planícies de inundações dos rios Jaguaribe e Banabuiú, circunvizinhada pelos tabuleiros pré-litorâneos e pela Chapada do Apodi.

Os rios constituem os agentes mais importantes no transporte dos materiais intemperizados das áreas elevadas para as mais baixas e dos continentes para o mar. Sua importância é capital entre todos os processos morfogenéticos (Cristofoletti, 1980).

A água que escoa sobre a terra é responsável pelo transporte de 85%a90%dos sedimentos marinhos (Salgado-Laboriau, 1994). Dessa forma, pode-se imaginar então como tem sido a transformação dos continentes, no decorrer do tempo geológico, a partir dos processos exodinâmicos realizando o incessante trabalho de erodir, transportar e depositar material, rebaixando áreas elevadas e entulhando vales e depressões.

Fatores morfogenéticos explicam a gênese do relevo e sua evolução. Primeiro os fatores estruturais, nos quais estão calcados os grandes domínios morfoestruturais que formam o substrato da paisagem e segundo, os fatores climáticos responsáveis pela diversificação fitogeográfica na evolução do relevo (Moreira, 1977).

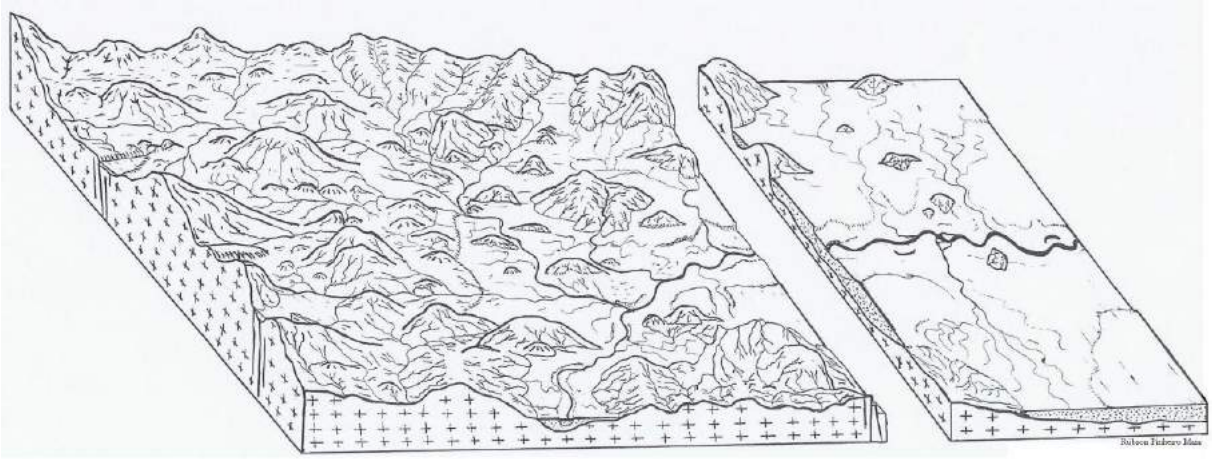
No Estado do Ceará, o relevo comporta características que dependem da influência de um conjunto de fatores, dentre os quais as condições geológicas estruturais, paleoclimáticas e a dinâmica geomorfo genética atual são os mais destacáveis (Souza, 1981).

A importância dos fatores estruturais e sua configuração no estudo da origem e evolução da planície aluvial do Baixo Jaguaribe, justifica-se em função da natureza do substrato cristalino impermeável que imprime no regime hidrológico um comportamento marcado pela quase totalidade da permanência da água em superfície. O clima semi-árido, marcado pelas variações de umidade e secura durante o ano, ligado a uma precária capacidade de proteção da superfície por parte das caatingas, fortalece o desempenho erosivo do escoamento superficial durante a estação chuvosa, tornando-se mais ativo com as chuvas iniciais quando caem pesados aguaceiros. Acompanhando o caimento topográfico, as chuvas torrenciais dão origem ao escoamento superficial difuso. Mobilizam-se assim, os detritos derivados da desagregação mecânica, através de um processo seletivo oriundo da competência do agente. O material grosseiro permanece na periferia dos relevos residuais, enquanto os clássicos finos são mobilizados a uma distância maior. Justifica-se assim, o adelgaçamento do

manto de alteração das rochas, além da elevada freqüência de lajedos e de chãos pedregosos (Souza, 2000).

Dessa forma, ao ser drenado para as partes mais baixas do relevo, a água coloca em evidencia seu trabalho degradacional e agradacional conforme apresentada na Figura 1, como agente definidor da evolução das paisagens onde sua presença é percebida.

Figura 1: Drenagem em regiões baixas do relevo.



Fonte - Rubson, 2005

Formada por um substrato cristalino, o piso não só do relevo jaguaribano, mas da depressão sertaneja cearense como um todo, impõe uma drenagem marcada pelo adensamento de canais, tornando alto o poder erosivo em função de o deflúvio apresentar-se completamente em superfície.Esse poder erosivo só não é maior em função das condições climáticas semi-áridas,que impõem intermitência aos rios.

Tal regime hidrológico caracteriza-se pela predominância do escoamento superficial que pode ser observado em quase todo espaço cearense no período chuvoso. O embasamento cristalino é marcado pela hegemonia de rochas pré-cambrianas que ocupam 2/3 do território, dispostas na área central do Estado, sendo circundadas internamente por bacias sedimentares paleo-mesozóicas e externamente pelos sedimentos tercio-quaternários da Formação Barreiras e litorais (Souza,1988).

A relativa homogeneidade litológica dos núcleos cratônicos compreende áreas de estabilidade e impõem limites à erosão que fica submetida à morfogênese mecânica. A morfologia evolui por pedi planação produzindo vastas superfícies aplainadas, pontuadas eventualmente por inselbergs (Souza, 1981).

A dimensão da sustentabilidade econômica

A principal atividade econômica da região é a agricultura, ora com a hortifruticultura irrigada, para atender o mercado externo cultivo de melão, ora com culturas de subsistência de feijão, arroz, milho, mandioca, monocultura de algodão, banana, cana-de-açúcar e castanha de caju. A carcinicultura (criação de camarão) e apicultura (criação de abelhas) com finalidade de extração do mel e da cera, também geram bastante economia na região. Na pecuária extensiva destaca-se a criação de bovinos, ovinos, caprinos, suínos e aves.

O extrativismo vegetal se sobressai de madeiras diversas para lenha, construção de cercas e fabricação de carvão vegetal, além do desenvolvimento de atividades envolvendo empregos de materiais obtidos da carnaúba e oiticica conforme a Figura 2.

Figura 2 -Carnaúbas



Fonte: Autoria própria

A mineração se destaca por meio da extração de argilas para fabricação de produtos cerâmicos, como telhas e tijolos, além de dispor de pequenas reservas de calcário, e áreas favoráveis a extração de rochas ornamentais. A indústria cerâmica é uma atividade relevante para o desenvolvimento socioeconômico, pois é a principal fonte geradora de renda para grande maioria da população rural de baixo nível escolar, além de constituir uma importante fonte de receita tributária municipal. Os municípios de Jaguaruana e Russas apresentam os maiores números de cerâmicas do Estado e detém78% da produção de telhas, cujo nível de utilização da capacidade instalada das organizações dos e toré, em média, 60%. Do produto interno bruto do município que girava em torno de R$300milhõesem2007, 20% se referiam ao valor adicionado pela indústria e teve representado aproximadamente 0,6 %do PIB cearense.

Geologia Regional

A área pesquisa da integra a Província Borboremaem seus e tor norte, compreendendo a Região do Baixo curso do Rio Jaguaribe,onde este limita seu trajeto com a borda oeste da Bacia Potiguar. A Província Borborema compreende uma extensa região geológica do Brasil de idade Pré-Cambriana,caracterizada pela atuação de um intenso magmatísmo granítico e de extensas zonas de cisalhamentos transcorrentes, resultado da atuação do Ciclo Brasiliano (Almeida, 2000).

A configuração estrutural da área é marcada, como é comum no nordeste brasileiro, por falhas de direção E-WeNE-SW,dando-se destaque especial às falhas do Jaguaribe, que se estende do sul do Estado e adentra os depósitos sedimentares Cenozóicos do baixo curso do rio Jaguaribe.Nesse segmento, o curso fluvial é controlado por estruturas resultantes do falhamento em grande parte do seu trajeto.

Bacia do Jaguaribe

O processo intempérico do embasamento vem a forma leitos de argilas, Segundo a transição das águas desde o alto até o baixo do Jaguaribe, Geologicamente a sub-bacia do alto do Jaguaribe é constituída de rochas o embasamento cristalino pré-cambriano (81,28%), representado por gnaissese migmatitos diversos quartzito se metacalcários, associados a rochas plutônicas e metaplutônicas decomposição predominantemente granítica.Soube esses substratos repousam-se depósitos sedimentares(18,72%)como os da bacia sedimentar do Araripe é constituída por arenitos,conglomerado, siltitos ,folhelhos,calcários,margas e gipsita;das cobertas e idade terciária constituídas de areia, argilas e cascalhos e das quaternárias(Aluviais), Formadas por areias, siltes, e cascalho, que se distribuem ao longo dos principais cursos d´água que drenam a sub-bacia.

Verifica-se, nesta sub-bacia a predominância de rochas do embasamento cristalino (88,56%) representadas porgnaisses e migmatitos diversos, associados à rocha plutônicas em e taplutônicos decomposição predominantemente granítica,de idade Pré-cambriana.Sobre esse substrato, repousamos sedimentos(11,44%)cretáceos da Bacia Sedimentar do Apodi (Formações Açu e Jandaíra),Terciários do grupo barreiras coberturas do grupo tércio-quaternárias, que afloraram sob a forma de manchas esparsas,ao longo da região, e coberturas aluviais de idade quaternária, encontradas nos principais cursos d'agua.

Na sub-bacia do baixo Jaguaribe Figura 3 observa um predomínio de rochas sedimentares (74,30%) que englobou as unidades lito estratigráficas: Grupo Apodi, representado pelas formações jandaíra (Calcários)eAçu (Folhelhos e arenitos finos a médios)sedimentos clásticos do grupo Barreiras (Formação Faceiras:conglomerados basais e indiviso:arenitos argilosos), dunas e paleodunas e aluviões. As rochas cristalinas(25,70%)ocupando a porção oeste da bacia estão inseridas no contexto geológico da Província Borborema, com

unidades litologicas representadas pelo Grupo Orós, que é composto por micaxistos diversos e o complexo Jaguaretama, constituído de ortognaisses migmatizados, granitos e tonalitos.

Figura 3 - Baixo do Jaguaribe



Fonte: Autoria própria

Diagênese e tipologia de argilas

As argilas tem origem devido às condições adequadas de topografia e da natureza da rocha matriz. São jazidas formadas pela ação da decomposição e desagregação da rocha em que tomam parte:água, oxigênio,anidrido carbônico e ácido orgânico.

Para caracterização tecnológica das argilas, através da determinação de seus parâmetros industriais, foram utilizadas no presente trabalho a fluorescência de raio x (FRX), e também testes de analises de difração de raio x. Determinando a composição química da matéria prima a fim de obter dados quantitativos.

Os argilo minerais podem ser formados por processos diagenéticos, intempéricos e processos hidrotermais (Santos 1989).

Na área pesquisada e na Região do Baixo e Médio Jaguaribe ficaram bem caracterizadas pequenas mudanças no pacote estratigráfico de posicionamento

horizontalizado, onde alterações químicas, físicas ou biológicas sofrida nos sedimentos após sua deposição inicial, durante e após a sua litificação, excluindo alterações superficiais e metamorfismo. Estas mudanças ocorreram à temperatura e pressões relativamente baixas, sem, contudo apresentarem alterações significativas na mineralogia e textura da rocha. Daí, a deposição do material em suspensão, mesmo após a fase de litificação, ainda constituírem a importância como matéria prima para fabricação de artefatos cerâmicos, mesmo após passar por um processo de diagênese de baixo grau.

A formação de argilominerias por diagênese constitui-se da alteração de sedimentos pela construção de novos minerais. Diagênese é restrito a ambientes sedimentares (Ollier, 1969).

Os processos intempéricos consistem na quebra e alteração de materiais próximos à superfície da terra a produtos que estão em equilíbrio com as condições físico-químicas impostas recentemente (Ollier, 1969). Através dos processos intemperemos, minerais primários, constituintes das rochas, são decompostas, liberando substâncias que, dependendo do ambiente, se recombinam originando argilominerias.

O intemperismo químico implica em transformações químicas dos minerais que compõem as rochas. Destacam-se os processos ligados a ação das chuvas carregadas com CO2. A água reage decompondo e originando novos minerais estáveis às condições da superfície terrestre. As reações químicas predominantes são: dissolução, oxidação, redução, hidrólise e hidratação (Ollier, 1969).

A formação de argilominerias por processos hidrotermais constitui-se da alteração metas somática de minerais, no qual a água, combinada com outros elementos químicos, atua como fluido fortemente aquecido e sob alta pressão. Este processo provoca a hidratação e/ ou lixiviação de minerais silicáticos, oxidação de sulfetos, entre outros,em uma dinâmica que vai depender das condições termodinâmicas e geoquímicas das rochas e fluidos envolvidos. As

argilas residuais são aquelas que permanecem no local de origem devido às condições adequadas de topografia e da natureza da rocha matriz. São jazidas formadas pela ação da decomposição e desagregação da rocha em que tomam parte: água, oxigênio, anidrido carbônico e ácido orgânico.

O Mapeamento Geológico realizado na Região do Vale Jaguaribe, indicou depósitos de argila, que depois pesquisados com sondagem a trado revelou um bom material que é utilizado como matéria-prima na fabricação de artefatos cerâmicos. Esta argila faz parte dos depósitos sedimentares aluvionares, constatando serem de idades terciárias e quaternárias.

A argila comum compreende dois tipos principais, determinados pela sua utilização industrial: argila para olaria ou "pottery clay" e argila para tijolo ou "brick clay". Argila para olaria ou potteryclay é utilizada particular mente em cerâmica ornamental de terracota, é uma argila plástica que podeser moldada facilmente. A argila de olaria possui teoresbaixosem Al_2O_3 (15-25%), teores baixos e médios em Fe_2O_3 (<10 %)e quando queimada proporciona corpos cerâmicos de cor variada.

Materiais e métodos

A pesquisa foi dividida em quatro etapas, com intuito de subsidiar os objetivos propostos. Essas são: (I) Levantamento de Dados, (II) Coleta de amostras, (III) Analises de Laboratório e (IV) Integração de Dados.

Levantamentos de Dados

Inicialmente foi realizado o Levantamento Bibliográfico, que possibilitou conhecer os trabalhos já realizados na região para auxiliar a etapa do Mapeamento Geológico, na elaboração das secções que possibilitaram na escolha da área alvo e determinação dos pontos sondados. Nesta fase do levantamento bibliográfico ficaram evidenciados que muitos trabalhos de reconhecimento geológico da região. O pioneiro foi escrito por Crandall (1910),

estabelecendo um conceito sobre a estratigrafia das rochas da Região Nordeste. Já Beurlen (1967) Kegel (1965) procuraram definir as formações da Bacia do Apodi e a Estrutura Geológica do Nordeste.

Nos anos 60, os registros dos levantamentos geológicos da Escola de Geologia da Universidade de Federal de Pernambuco (UFPE) e da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), tratando de problemas geológicos, de caráter regional e local, como o Estudo Hidrogeólogico do Vale do Jaguaribe (Sudene,1967).

Projetos específicos da Folha Jaguaribe foram realizados pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), destacando, em 1974,a Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Folha Jaguaribe (SB-24) e Folha Fortaleza (SA-24),na escala de 1:1.000.000;e posteriormente, o Projeto Rio Jaguaribe (1979), que fez um mapeamento geológico sistemático na escala de 1:250.000, contemplando dados de prospecção geoquímica aluvionar e caracterização dos recursos minerais.

A publicação do Projeto RADAMBRASIL (1981) contribuiu de forma espetacular diversos mapeamentos realizados, que juntamente com os trabalhos anteriores, proporcionando uma contribuição marcante sobre detalhes geológicos, metalogenéticos, de avaliação do potencial dos recursos naturais, resultando as Folhas SB.24/25 - Jaguaribe/Natal.

Coleta de amostras

As sondagens foram realizadas, logo após as condições de cheias na região do Baixo Jaguaribe, em função do alto índice pluviométrico.As sondagens foram realizadas por meio de trados manuais que consistem na rotação de um dispositivo cortante (coroa) com aplicação simultânea de pressão para avanço,muito utilizado em solos e que atinge geralmente pequenas profundidades,como mostra na Tabela 1. As descrições das argilas resultantes

das sondagens obedeceram A Normas Técnicas da ABNT, a execução dos trabalhos de sondagens foi acompanhada por uma equipe sendo dois na locação e um georreferenciamento dos pontos e um na identificação e locação dos pontos em campo para as perfurações, com a seguinte logística.

Tabela 1: Equipamentos utilizados

Equipamentos	Quantidade	Equipamentos	Quantidade
GPS Garmin	4	Picareta	4
Trado Manual	6	Chibanca	4
Automovel	1	Pá	4
Estufa	1	Enxada	4
Bússola	2	Trena	2
Lupas	2	Viatura Movel	1
Martelo Geol.	2		

Analises de Laboratório

As argilas inicialmente no seu estado bruto foram desagregadas manualmente e em seguida, homogeneizadas em moinhos de bolas por aproximadamente 40 minutos, formando assim barbotinas. Em seguida, foram encaminhadas para uma estufa à 60ºC e permaneceu cerca de 20 horas com o objetivo de eliminar água livre. Após secagem, as argilas são novamente levadas ao moinho de bolas por mais 40 minutos para homogeneização e então, passadas por perneira ABNT 50, 200 mesh. Os pós de argilas obtidos foram identificados, armazenados e encaminhados para o Laboratório de Raios-X do Departamento de Física da UFC.

Integração de Dados

Para caracterização química das argilas foi utilizada a técnica de Fluorescência de Raios-X (FRX), Difração (DRX). As análises das argilas obtidas dos furos de sondagens consistiram na determinação dos óxidos dos elementos maiores, tais como: SiO_2, AL_2O_3, Fe_2O_3, TiO_2, k_2O, Na_2O_3, MgO,

CaO, MnO e P_2O_5. Ao se caracterizar argilo minerais, a utilização da técnica de difração de raios-X torna-se ainda mais indicada, pois uma análise química reportaria os elementos químicos presentes no material, mas não a forma como eles estão ligados (Albers, 2002). Com o auxílio dos dados obtidos pela fluorescência foi elaborado um mapa em três dimensões da lavra e dividido em blocos os teores do corpo em análise.

O Mapeamento Geológico realizado na Região do Vale Jaguaribe, indicou depósitos de argila, que depois pesquisados com sondagem a trado revelou um bom material que é utilizado como matéria-prima na fabricação de artefatos cerâmicos. Esta argila faz parte dos depósitos sedimentares aluvionares, constatando serem de idades terciárias e quaternárias. A argila comum compreende dois tipos principais, determinados pela sua utilização industrial: argila para olaria ou "pottery clay" e argila para tijolo ou "brick clay". Argila para olaria ou pottery clay é utilizada particularmente em cerâmica ornamental de terracota, é uma argila plástica que pode ser moldada facilmente.A argila de olaria possui teoresbaixosemAl_2O_3(15-25%),teores baixos e médios emFe2O3(<10 %)e quando queimada proporciona corpos cerâmicos de cor variada.

Argila para tijolo oubrick clay é uma argila grosseira que possui grande quantidade de silte e areia. A argila para tijolo é utilizada em cerâmica vermelha ou estrutural, no fabrico de tijolos, telhas e ladrilhos. Os teores em SiO_2, Fe_2O_3, CaO e Na_2O+K_2O são elevados.

Métodos das Sondagens

As sondagens foram realizadas por meio de trados manuais, que consiste na rotação de um dispositivo cortante (corôa) com aplicação simultânea de pressão para avanço, muito utilizadas em solos e que atinge geralmente pequenas profundidades. Este método é indicado para obtensão e coleta de amostras para caracterização litológica. As descrições das argilas resultantes das

sondagens obedeceram às Normas Técnicas da ABNT,em uma ficha previamente elaborada, visando à definição da espessura do pacote argiloso,que serviu para a definição da cubagem das reservas. A definição das propriedades físicas das argilas no seu estado bruto, ocorreram de forma direta no campo,visando estabelecer o grau de plasticidade quando umedecidas e mágoa, textura no que se refere à coesão entre partículas de areia, silte e argila;e também a corque caracteriza as propriedades mineralógicas dos solos,como a ocorrência da presença de impurezas como quartzo, mica,óxido de ferro,carbonatos e matéria orgânica.

A preparação das amostras em campo, foram realizadas após extração e descrição o material do perfil de sondagem sendo selecionada em lona e colocada em sacos plásticos, com média de 01 quilo por amostra logo em seguida, foram encaminhado para o Centro Vocacional Tecnológico-(CVT), sob controle, com numeração e protocolo. Tem sido preparadas 227 amostras em campo.

Detalhamentos da Preparação das Amostras

As argilas, inicialmente no seu estado bruto, foram desagregadas manualmente e em seguida, homogeneizadas em moinhos de bolas por aproximadamente40 minutos, formando assim barbotinas. Em seguida, foram encaminhadas para uma estufa à 60ºC permanecendo cerca de 20 horas como objetivo de eliminar água livre. Após secagem, as argilas são novamente levadas ao moinho de bolas por mais 40 minutos para homogeneização e então, passadas por perneira ABNT 50, 200 mesh.

Os resíduos da peneira passaram por desaglomerarão até não haver mais resíduos, obtendo assim, uma granulometria de 200mesh. Os pós será realizado no Laboratório de Raios-X do Departamento de Física da UFC

Análise Química

A análise química consiste em determinara composição de uma matéria-prima, fornecendo os percentuais de óxidos presentes e também os valores de perda ao fogo (Emiliani&Corbara,1999). A análise química pode ser realizada através de processos químicos ou físicos. Os processos químicos geralmente são através de reações de precipitação seletiva e reações de formação de complexos corantes. Os processos físicos podem ser através de espectrofotometria ou ainda por fluorescência de raios-X. Atualmente a fluorescência de raios-X é freqüentemente utilizada para determinara composição química em materiais cerâmicos, por ser um método rápido, preciso e não-destrutivo.

De uma maneira simplificada, a interpretação de uma análise química de uma matéria-prima argilosa segundo Más (2002) pode ser descrita abaixo:óxido de sódio (Na_2O)e potássio (K_2O): presentes geralmente na forma de feldspatos, são fundentes e conferem resistência mecânica quando sintetizados entre 950 e 1000ºC;óxido de cálcio (CaO) e magnésio (MgO): são agentes fundentes e tendem a diminuir a refratariedade das peças, indicam a presença de calcita,dolomita e massas calcáreas que requerem moagem e temperaturasdesinterizaçãoaproximadamentea1100ºC; sílica ou óxido de silício (SiO2): indica a presença de silicatos e sílica livre.

Os silicatos são os argilo minerais, as micas e os feldspatos. A sílica livre corresponde ao quartzo; alumina ou óxido de alumínio (Al_2O_3): está em sua maior parte combinada, formando os argilo minerais (Santos, 1975); óxido de ferro(Fe_2O_3): responsável pela coloração vermelha ou amarelada na maioria das argilas,reduz a plasticidade, mas também diminui a retração e facilita a secagem.

Difração de raio-x

Possibilita a identificação dos minerais presentes, e também permite estudar as características cristalográficas destes minerais. O equipamento de

difração de raios-x é basicamente um tubo emissor de raios-X, uma câmara circular onde se situa a amostra (goniômetro) e um detector que recebe os raios difratados. A técnica de ensaio consiste em incidir um feixe de raios-X (de comprimento de onda conhecido),sobre uma camada fina de pó, que gira no centro do goniômetro.

Como conseqüência o feixe se difrata e reflete com ângulos que são característicos do retículo cristalino, obtendo-se o correspondente difrato grama. O método de difração de raios-X em relação a outros métodos físicos como a análise térmica diferencial, ou químicos, como a análise química,oferece a vantagem de que o difrato grama apresenta um número grande de picos, o que facilita a identificação,principalmente no caso de misturas,onde pode haver superposição de alguns picos,mas nunca de todos (Santos,1975).

Ao se caracterizar argilo minerais, a utilização da técnica de difração de raios-X torna-se ainda mais indicada, pois uma análise química reportaria os elementos químicos presentes no material, mas não a forma como eles estão ligados (Albers, 2002).

A caracterização químico-mineralógica de argilas e a determinação das propriedades que seus componentes atribui, mas massas cerâmicas, permitem estudar os beneficiamentos que devem ser feitos para alterar uma ou várias propriedades do corpo cerâmico, e melhorar as propriedades do produto final (Coelho, Roqueiro & Hotza, 2002).

As análises de difração de raios-X e fluorescência de raios-X fornecem como resultados as fases presentes na argila e a relação dos elementos constituintes da argila com a sua proporção na forma de óxidos, respectivamente. Através da combinação da análise química,qualitativa e quantitativa,onde os elementos são todos considerados existindo na forma de óxidos,têm-se informações suficientes para determinar a composição mineralógica das fases presentes na argila.

Resultados e discussões

Caracterização Química das amostras

A caracterização química foi realizada através do uso de FRX – Difração de Raio X. Desta forma segue abaixo os gráficos dos resultados obtidos em cada amostra no teste de FRX. Para que se entenda melhor como foi feita toda a seleção do material foi divido por setores os ensaios: 1º passo: Sondagem de doze furos com objetivo de levantar o volume da área, tendo como informação a profundidade do furo, as coordenadas "x,y" ,o mergulho(DIP),o azimute do mergulho e litologia para elaboração do modelo de blocos. Esse método foi utilizado para quantificar a reserva em toneladas.

Obtém-se assim o valor da lavra em toneladas 4.838,656 t. Deduzindo um valor de estéril com cerca de 20%, subtrai-se este valor do total de toneladas para se obter o valor em toneladas de argilas da reserva medida, em seguida a tabelas do resultado de florescência.

Tabela 2: Resultados das fluorescências

1		2		3		4	
Na_2O	0,29	Na2O	0,357	Na2O	0,451	SiO_2	70,546
MgO	1,989	MgO	2,241	MgO	2,083	Al_2O	15,269
$Al2O_3$	28,02	$Al2O_3$	27,54	$Al2O_3$	23,56	TiO_2	2,952
SiO_2	53,45	SiO2	53,29	SiO2	57,48	Fe2O	4,265
$P2O_5$	0,217	$P2O_5$	0	$P2O_5$	0,227	MgO	2,132
SO_3	0,054	SO_3	0	SO_3	0	MnO	0,140
Cl	0,033	Cl	0	Cl	0	ZnO	0
K2O	3,194	K2O	3,339	K2O	3,807	CaO	0,416
CaO	0,964	CaO	1,128	CaO	1,516	Na_2O	0
TiO2	1,526	TiO_2	1,347	TiO_2	1,428	K2O	3,97
Cr_2O_3	0,050	Cr_2O_3	0	$Cr2O_3$	0	SO_3	0
MnO	0,079	MnO	0,058	MnO	0,10	P2O	0,302
$Fe2O_3$	10,06	$Fe2O_3$	10,66	$Fe2O_3$	9,331	SOM	99,996
ZnO	0,039	ZnO	0,026	ZnO	0		
SOMA	100,00	SOMA	99,99	SOMA	100,00		

5		6		7	
SiO_2	57,482	SiO_2	53,113	SiO_2	53,475
$Al2O_3$	23,562	$Al2O_3$	27,541	$Al2O_3$	28,048
TiO_2	1,428	TiO_2	1,34	TiO_2	1,546
$Fe2O_3$	9,331	$Fe2O_3$	10,769	$Fe2O_3$	10,368
MgO	2,083	MgO	2,241	MgO	1,999
MnO	0,108	MnO	0,05	MnO	0,099
ZnO	0	ZnO	0,0269	ZnO	0,034
CaO	1,516	CaO	1,059	CaO	0,6
Na_2O	0,451	Na_2O	0,35	Na_2O	0,307
K2O	3,807	K_2O	3,499	K2O	3,247
SO_3	0	SO_3	0	SO_3	0,054
$P2O_5$	0,227	$P2O_5$	0	$P2O_5$	0,218
SOMA	100,000	SOM	99,9920	SOM	99,999

Os principais índices de óxido de ferro (Fe_2O_3) registrados na são de 10,0684%, 10,6641%, 9,3319%, 10,7691%, 10,3684%, demonstrando uma facilidade de obtenção de peças com coloração avermelhada em patamares de queima com temperaturas menores. Entretanto não são indicadas para utilização de cerâmicas aparentes ou telhas em áreas com alto índice de ataque de maresia, pais desta forma a reação do oxido de ferro pode provocar a formação de patalogias nas peças a médio-longo prazo.

As argilas transportadas também chamadas argilas secundárias são decorrentes da ação do transporte feito por águas, geleiras ou pelo ar. Sua deposição final pode ser em rios de baixa correnteza, lagos, pântanos e mares. Os sedimentos são transportados em suspensão e sua deposição é feita por sedimentação mecânica, e pode ser acelerada em águas ricas em sais. A granulometria natural fina dos argilominerais permite que os mesmos permaneçam longo tempo em suspensão e também dão origem a extensos depósitos de argilas de valor industrial (Santos, 1989).

O levantamento geológico, e, em especial, os resultados dos trabalhos de sondagens e das análises realizadas contribuíram para garantir a continuidade e expansão do pólo mínero-ceramista na região, com destaque, para o Município de Russas, propiciando a base de sustentabilidade dos empreendimentos já

consolidados, podendo impulsionar outros interessados na utilização da argila, como subsídio importante para futuros projetos econômico.

Em termos mais diretos, o trabalho mostra que a caracterização tecnológica das argilas através dos estudos dos parâmetros industriais, com a qualificação físico-química, leva um detalhamento das camadas litológicas, propiciando a implantação de um processo de lavra seletiva. Todo o processo em conjunto torna a exploração das argilas muito mais sustentável, propiciando assim um maior controle ambiental no seu produto final.

Conclusão

A Pesquisa Direta permitiram uma Cubagem da Reserva de 4.847.872 toneladas de argila, após uma redução de 20% do volume medido considerando as impurezas e a presença de elementos terrestres prejudiciais na preparação da massa para o processo produtivo da cerâmica vermelha.

As análises laboratoriais comprovam que a argila em questão é de excelente qualidade, sendo considerada própria para a fabricação de artefatos cerâmicos.

Para a determinação das proporções necessárias à formulação da massa cerâmica, foi necessária a realização de experimentos que definiram de forma adequada a variação nas propriedades associadas à composição, resultando num planejamento adequado para o uso racional das matérias-primas.

O uso do método gráfico aplicado na modelagem das misturas permitiu determinar os teores de AL_2O_3 para ser utilizada como parâmetro de controle na preparação da massa cerâmica, de acordo com a matéria-prima e condições de fabricação. O teste foi feito com esse composto pois perante o resultado fornecido pela fluorescência, essa substância alcançou maiores teores.

A aplicação dos procedimentos aplicados neste trabalho, indicam uma importante contribuição relatados no plano proposto pode contribuir com a na melhoria do sistema produtivo do pólo, substituindo a forma tradicional de preparar e permitindo a fabricação de produtos uniformes e padronizados.

Esta lavra é rica em ferro sendo favorável a fabricação de tijolos, não sendo recomendada a produção de telhas aparentes, pois estas sofrem ataque de maresia junto aos óxidos de ferro originando reações químicas que desta forma podem provocar a formação de patologias nas peças a médio-longo prazo.

Em uma última análise, acredita-se que o tratamento dos dados e a aplicação das técnicas e método apresentados neste trabalho, contribuam para o melhor manuseio da matéria prima que ocorre neste pólo cerâmico em função dos melhores entendimentos dos teores das substâncias e elementos químicos nela contida, além de uma clara representação do volume em modelagem 3D com a distribuição dos teores, e o preciso cálculo das reservas medidas.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, F. F. M.– 1969. Diferenciação Tectônica da Plataforma Brasileira. *In:***Anais do Congresso Brasileiro de Geologia,**SBG,Salvador.

ALMEIDA, F. F. M. Diferenciação Tectônica da Plataforma Brasileira.*In:***Anais do Congresso Brasileiro de Geologia**,SBG,Salvador,1969.

BERTANI, R. T; COSTA, G. I; MATOS, R.D. M. Evolução Tectono-Sedimentar, estilo estrutural e hábitat do Petróleo na bacia Potiguar.*In:***Origem e evolução de Bacias sedimentares.**GABLAGIA, G.P &MILANI, E>J.(Coords.)Petrobrás, 1990.

BRASIL – MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA MINERAL. DNPM.Brasília, 1985. Divisão de Fomento da Produção Mineral. 355 p. 94 il.

CABRAL JÚNIOR, M. *et al.* **Argilas para cerâmica vermelha** .*In:* Rochas e minerais industriais: usos específicos.Rio de janeiro: CETEM; MCT,2005.P. 583-605.

CAMPOS, M., BRAGA,A. P. G.,MELLO, A. A.,SOUZA,E. M., SILVA, F. A. F & FRANÇA, J.B. 1979. **Projeto Rio Jaguaribe.** Brasília. MME– DNPM – Série Geologia nº 4.149p.

CASTRO, João Marcelo Rodrigues de. 2010– **Projeto Argilas da Bacia Pimenta Bueno.** CPRM-Porto Velho.

CAVALCANTE, A. A.– 2001. **Aspecto da Produção de Sedimentos e seus efeitos na Gestão dos Recursos Hídricos no Baixo Vale do Rio Jaguaribe– CE.** Dissertação de Mestrado. Fortaleza- CE.

CAVALCANTE, A. A. **Aspectos da produção de sedimentos e seus efeitos na gestão dos recursos hídricos no Baixo Vale do rio Jaguaribe– CE.** Dissertação de Mestrado. Fortaleza - CE. 2001.

CAVALCANTE, A. **Jardins Suspensos no Sertão.** Rev.Scientific American Brasil,Janeiro de 2005.

COMPANHIA DEPESQUISA DE RECURSOS MINERAIS-CPRM. Mapa geológicodo Ceará. Escala 1: 500.000. Meio digital. 2003

CPRM, 2003. **Mapa Geológico do Estado do Ceará.** Escala l:l.000.000. MME/DNPM.

CPRM. **Avaliação das potencialidades hídrica e mineral do médio-baixo Jaguaribe-Ce.**Programa Pacto das águas.Fortaleza, Ceará 2009.

DNPM, 1997. **Principais Depósitos Minerais do Brasil.**Coord. Schobbenhaus, C., Queiroz, E.T., Coelho, C.E. S., Brasília.

FILHO, Alexandre Carneiro. – 2011. Elaboração das Seções Geológicas. **Projeto de Mapeamento Geológico da Reserva de Argila do Município de Russas e Parte do Município de Jaguaruana, Quixeré e Limoeiro do Norte, Estado do Ceará.**

GOMES, C. de S. F.**Argilas: aplicações na indústria**.Aveiro: C. Gomes, 2002.337p.

LIMA, Raimundo Humberto Cavalcante. 2010. **Preparação e Controle de Massas para o APL de Cerâmica Vermelha de Russas– Ceará.** Banco do Nordeste do Brasil.

MAIA, Rubson Pinheiro. -2005 **Planície fluvial do rioJaguaribe:** evolução Geomorfológica,ocupação e análise ambiental.Dissertação de Mestrado,Fortaleza Ceará.

MARANHÃO,R .J .L. – 1989 -**Introdução a Pesquisa Mineral.** Fortaleza. BNB/ETENE. 4ª Edição. 680 p. Ilust.

OLIVA, L. A.1985 - **Métodos e Técnicas de Pesquisa Mineral.** Divisão de Fomento da Produção Mineral. DNPM Brasília/DF, 355 p.

OLIVA, L. A.1988– Relatório Final de Pesquisa. **Divisão de Fomento da Produção Mineral.** DNPM Brasília/DF, 18 p.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais.** Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia,Vol. 23 1981.

SANTOS, Pérsio de Sousa. 1975. **Tecnologia de Argilas.** Edgard Blücher,USP. v.I.