

APL's de rochas ornamentais: estudo de casos

*Francisco Wilson Hollanda Vidal¹, Michelle Pereira Babisk¹
e Nuria Fernandez Castro¹*

RESUMO

Os APLs, segundo a política do Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT são definidos como aglomerações de empresas localizadas em um mesmo território, que apresentam especialização produtiva e vínculo entre si e com instituições públicas e privadas e outros atores sociais, entre os quais se estabelecem sinergias e parcerias, envolvendo a sociedade, os governos e as unidades produtivas. Os APLs de Base Mineral são de grande importância para o desenvolvimento regional e a interiorização da população. Devido, principalmente à rigidez locacional dos depósitos minerais, muitos desses APLs encontram-se em regiões pobres e com falta de acesso a emprego, tecnologia e recursos. Assim, a política do governo federal vem sendo a de colaborar na solução dos gargalos que dificultam o desenvolvimento sustentável dessas aglomerações. Dentre os principais gargalos que bloqueiam o desenvolvimento da atividade mineral nestes arranjos, estão os de caráter tecnológico, que, de uma forma ou outra, acabam por determinar a competitividade dos produtos e a própria existência legal das empresas mineiras, por força de exigências da legislação ambiental. A presente contribuição apresenta as estratégias e formas de atuação que o CETEM vem utilizando com sucesso na transferência de tecnologia mineral e ambiental para os micros e pequenos produtores nos arranjos de rochas ornamentais de do Espírito Santo (ES) e Santo Antônio de Pádua (RJ), Calcário Cariri (CE), Mármore Bege de Ouroândia (BA) e Quartzitos do Seridó (PB).

INTRODUÇÃO

No Brasil, existem cerca de 200 aglomerados, predominando os segmentos de rochas ornamentais e minerais industriais, que atendendo a alguns requisitos, tais como: número significativo de empreendimentos, relações de cooperação e algum mecanismo de governança, são transformados em arranjos produtivos locais (APLs).

Os APLs, segundo a política do Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT são definidos como aglomerações de empresas localizadas em um mesmo território, que apresentam especialização produtiva e vínculo entre si e com instituições públicas e privadas e outros atores sociais, entre os quais se estabelecem sinergias e parcerias, envolvendo a sociedade, os governos e as unidades produtivas.

Os APLs de Base Mineral são de grande importância para o desenvolvimento regional e a interiorização da população. Devido, principalmente à rigidez locacional dos depósitos minerais, muitos desses APLs encontram-se em regiões pobres e com falta de acesso a emprego, tecnologia e recursos. Assim, a política do governo federal vem sendo a de colaborar na solução dos gargalos que dificultam o desenvolvimento sustentável dessas aglomerações. Dentre os principais gargalos que bloqueiam o desenvolvimento da atividade mineral nestes arranjos, estão os de caráter tecnológico, que, de uma forma ou outra, acabam por determinar

¹ Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) – Coordenação de Apoio Tecnológico a Micro e Pequena Empresa (CATE), e-mail: ncastro@cetem.gov.br, fhollanda@cetem.gov.br, mbabisk@cetem.gov.br

a competitividade dos produtos e a própria existência legal das empresas mineiras, por força de exigências da legislação ambiental.

Dentre as múltiplas ações dos APLs destacam-se: a formalização de micro e pequenas empresas de mineração; a inserção, difusão e transferência de inovação e desenvolvimento tecnológico e modernização industrial; a agregação de valor aos recursos minerais; e formação e capacitação de recursos humanos.

O MCT, a partir de 2002, já investiu cerca de 23,9 milhões em APLs de base mineral, na forma de encomendas, editais, convênios e termos de cooperação, perfazendo um total de 14 APLs de rochas ornamentais, apresentados na Figura 1.

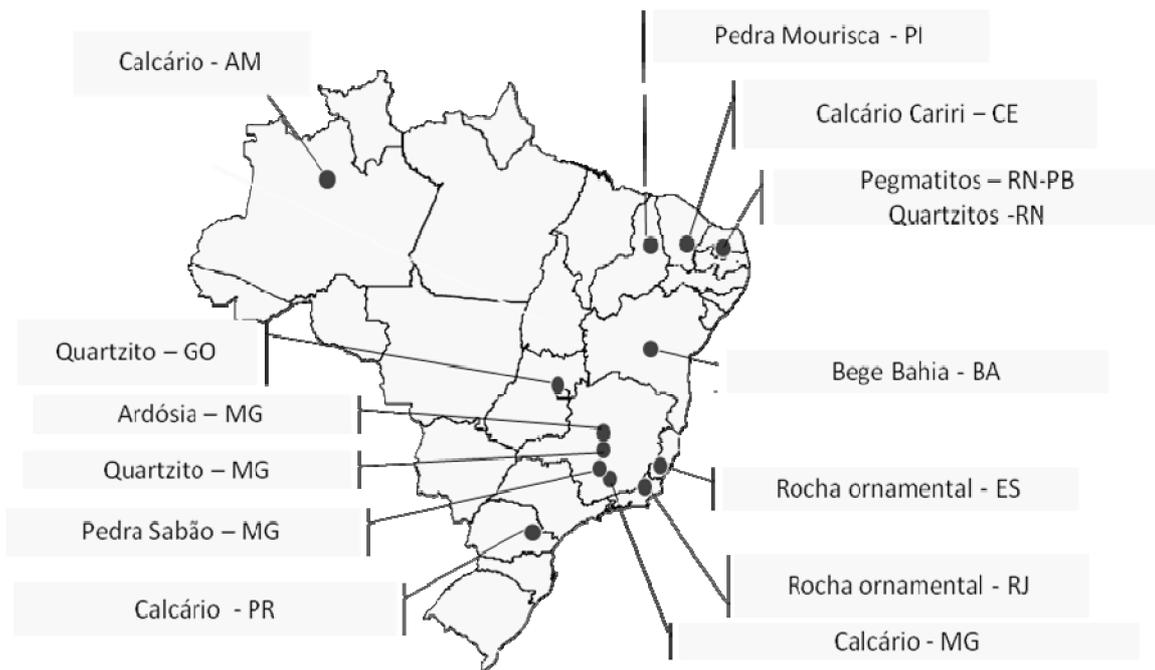


Figura 1 - Distribuição dos APLs de Rochas Ornamentais no Brasil.

O Centro de Tecnologia Mineral - CETEM desde 1996 já vinha realizando programas de apoio à micro e pequenas empresas para o setor de rochas ornamentais, visando aumentar a produtividade com agregação de valor e redução das perdas, propondo alternativas de aproveitamento dos rejeitos da lavra e do beneficiamento, além de introduzir mudanças em processos tecnológicos através de novas máquinas/equipamentos, bem como estudos de melhoria nos efluentes de serrarias, na busca de desenvolvimento sustentável (Vidal, 2003).

Diagnósticos prévios dos APLs revelaram problemas, tais como falta de acesso a tecnologia de baixo custo, baixos preços dos produtos comercializados e impactos ambientais muito negativos. Para reverter este quadro, o Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio - MDIC junto com o Ministério de Minas e Energia - MME passaram a apoiar, a partir de 2003 a transferência de tecnologia aos programas de APLs através do Fundo Setorial Mineral (CT-Mineral) do MCT. O CETEM então começou a promover a capacitação tecnológica em lavra e beneficiamento de rochas ornamentais em cooperativas/associações de produtores e/ou pequenas unidades produtivas comunitárias dentro dos APLs.

A presente contribuição apresenta as estratégias e formas de atuação que o CETEM vem utilizando com sucesso na transferência de tecnologia mineral e ambiental para os micros e

pequenos produtores nos arranjos de rochas ornamentais de do Espírito Santo (ES) e Santo Antônio de Pádua (RJ), Calcário Cariri (CE), Mármore Bege de Ouroândia (BA) e Quartzitos do Seridó (PB).

O CETEM vem atuando no Espírito Santo desde 1999, participando da implementação do APL e a seguir com ações do Projeto Apex, em parceria com a ABIROCHAS como: a elaboração do livro Rochas Ornamentais no Século XXI e do Catálogo de Rochas Ornamentais, a realização de um curso de pós-graduação (latu sensu) em rochas ornamentais e a organização do primeiro Congresso Internacional de Rochas Ornamentais, em 2005, no Brasil. A partir de 2007, atua diretamente no município, através de um campus avançado.

Em Santo Antônio de Pádua, trabalho muito premiado, foram desenvolvidos sistemas de tratamento de efluentes que permitiram a recirculação da água e o aproveitamento dos finos gerados no corte das rochas. Como consequência, houve de se buscar um aproveitamento desses finos que culminou na instalação de uma fábrica de argamassa na região. Como resultados relevantes do APL do Calcário Cariri, destacam-se a regularização das áreas de extração nos municípios de Nova Olinda e Santana do Cariri-CE; a confecção de cartilha de segurança para saúde do trabalhador; bem como a organização dos micro e pequenos produtores, com a criação da Cooperativa de Mineração dos Produtores da Pedra Cariri – COOPEDRAS, visando à inclusão de novos produtores; de extração e melhorias no processo beneficiamento; aprimoramento do processo de comercialização; e viabilização de infraestrutura (estradas, energia e água).

No caso do Mármore Bege-Bahia, a metodologia de extração foi grandemente melhorada e aplicações industriais para os resíduos estão sendo estudadas. Por último, para os Quartzitos do Seridó, além da tecnologia de lavra, estão sendo desenvolvidos equipamentos específicos para a obtenção de novos produtos de maior qualidade e valor agregado. Demonstra-se que o sucesso dos trabalhos tem sido favorecido pela transferência de tecnologias simplificadas e adaptadas às condições e necessidades dos arranjos, que, conseqüentemente, contribuirão para o desenvolvimento de inovações de produtos e processos. Atreladas a estas ações, têm-se também as linhas de pesquisas aplicadas para o aproveitamento de resíduos provenientes de lavra e do beneficiamento desses materiais pétreos, objetivando o uso e aplicação industrial, em vários segmentos (argamassa, cerâmica, borracha, vidros, etc.).

ESTUDO DE CASOS

APL Rochas Ornamentais - Espírito Santo

No APL do Espírito Santo o Sindirochas atua com a colaboração do CETEM, Cetemag, IEL/ES, SENAI/ES, Instituto Federal do Espírito Santo - IFES, CentroRochas e SEBRAE.

O estado do Espírito Santo é o principal produtor, com 48% do total brasileiro de rochas ornamentais, incluindo os mármore e granitos. O mais antigo do setor fica no município de Cachoeiro do Itapemirim, onde se encontram muitas jazidas de mármore e a maior parte do parque industrial de beneficiamento, concentrando 60% das empresas do estado (Abirochas).

O município de Cachoeiro de Itapemirim, juntamente com mais 14 municípios compõem o Arranjo Produtivo Local do Espírito Santo, sendo o destaque entre os casos de sucesso do País, contando com cerca de 900 empresas envolvidas, 25 mil empregos diretos e 130 mil empregos indiretos. É o principal núcleo de desenvolvimento do setor no Estado, porque encontrou todas as condições necessárias na cadeia produtiva, desde a pesquisa do potencial geológico, passando pela lavra e o beneficiamento até a comercialização.

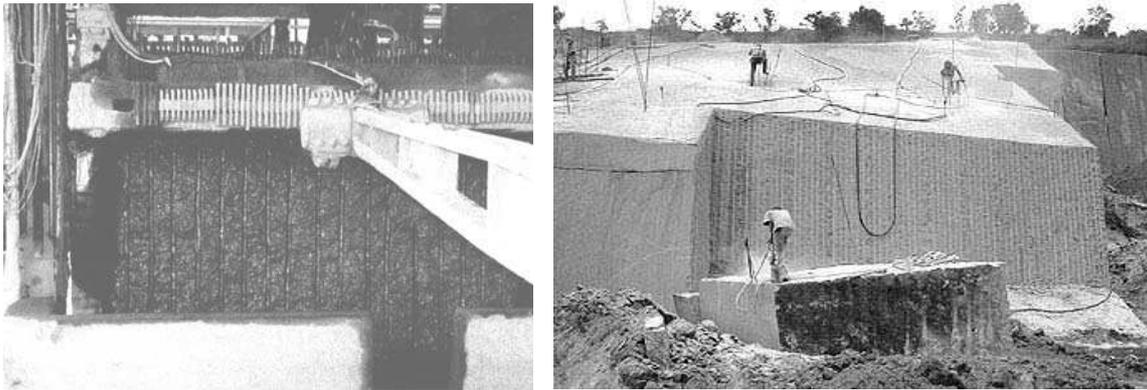


Figura 2 - (a) Tear em funcionamento (Calmon e Silva, 2006) e (b) Frente de lavra de granito

O CETEM vem atuando no estado desde 1999, participando, anteriormente, da implementação do APL e a seguir com ações do Projeto Apex, em parceria com a ABIROCHAS como: a elaboração do livro Rochas Ornamentais no Século XXI e do Catálogo de Rochas Ornamentais, a realização de um curso de pós-graduação (latu sensu) em rochas ornamentais e a organização do primeiro Congresso Internacional de Rochas Ornamentais, em 2005, no Brasil. A partir de 2007, atua diretamente no município, através de um campus avançado que funciona provisoriamente nas instalações do IFES (Figura 3).

Foi assinado um protocolo de intenções com o objetivo principal de construir uma unidade de pesquisa (Figura 4) do CETEM-MCT em um terreno de 10.000 m², doado pela Prefeitura de Cachoeiro de Itapemirim.



Figura 3 - Instalações do Campus Avançado de Cachoeiro de Itapemirim - CACI.



Figura 4 - Maquete do Campus Avançado de Cachoeiro de Itapemirim - CACI.

O CACI presta serviços às empresas locais, principalmente na caracterização tecnológica e elaboração de laudos, abrangendo os principais insumos utilizados na lavra e no beneficiamento, bem como pesquisas tecnológicas, desempenho ambiental do setor (Inventário de Ciclo de Vida dos produtos de rochas ornamentais), avaliação de indicadores de sustentabilidade (mineração e sociedade), caracterização tecnológica e estudos de alterabilidade em rochas ornamentais.



Figura 5 - Elaboração de laudos técnicos de consumo de insumos.

Como destaque dessas pesquisas, o CETEM com recursos da FINEP/MCT, em parceria com o empresário Aristides Fraga Filho desenvolve um equipamento de nome Ecotear, mostrado na Figura 6, que visa desdobrar blocos de rochas sem o uso de água, o que minimizaria o impacto ambiental caudado pelo processo industrial.



Figura 6 - Ecotear

APL Rocha Ornamental - Santo Antônio de Pádua/RJ

No APL de Santo Antônio de Pádua, com a colaboração dos parceiros, dentre os quais Departamento de Recursos Minerais - DRM/RJ, Instituto Nacional de Tecnologia – INT, SEBRAE e SENAI, o CETEM obteve resultados importantes.

O município de Santo Antônio de Pádua é o principal produtor do Rio de Janeiro. A rocha existente na região é classificada petrograficamente como milonito gnaisses, apresentando

variedades conhecidas localmente como pedra madeira, olho de pombo e pinta rosa, sendo as duas ultimas conhecidas comercialmente como pedra Paduana.



Figura 7 - Lavra de gnaiss de Santo Antônio de Pádua.

Almeida (2001) estudou os rejeitos de pedreiras e sobras das serrarias através de britagem/classificação dos mesmos com vistas a produzir agregados para construção civil.

Foram estudados, pelo CETEM e INT o aproveitamento dos resíduos finos das serrarias visando a sua aplicação na indústria (borracha, cerâmica e argamassa).

Os melhores resultados foram obtidos na formulação de argamassas comuns a colantes com a finalidade de mitigar o impacto ambiental. Outro resultado técnico também importante foi uma transferência de tecnologia de processo de separação sólido/líquido muito simples e de baixo custo, que permite reutilizar a água usada no corte das ro



Figura 8 - Tecnologia de decantação (a) Antes

(b) Depois

O CETEM e o INT obtiveram o privilégio de patente do processo desenvolvido para o aproveitamento de rejeitos na formulação de argamassas. Com isso foi atraído o interesse do grupo empresarial Argamil, que construiu uma fábrica próxima as serrarias, a qual atualmente encontra-se em funcionamento, em Santo Antônio de Pádua.



Figura 9 - Fábrica de argamassas Argamil

APL Rocha Ornamental – Calcário Cariri/CE

No APL Calcário Cariri o CETEM teve como parceiros o Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, Instituto de Ensino Tecnológico - CENTEC, Universidade Regional do Cariri - URCA, Companhia de Desenvolvimento do Ceará - CODECE e SEBRAE. Os projetos inseridos no APL foram realizados através do convênio entre a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Educação Superior - SECITECE e CETEM.

A bacia sedimentar do Araripe é a mais extensa das bacias do nordeste, tem sido ao longo dos últimos 40 anos alvo de estudos geológicos em escala regional e local. A Formação Santana representa mais de 80% dos litotipos pesquisados, onde se localizam os principais depósitos e jazidas minerais de calcário sedimentar laminado, comercialmente conhecido como Pedra Cariri.

O grande pólo da atividade de mineração do Ceará, a Região do Cariri, localizada nos municípios de Nova Olinda e Santana do Cariri, recebeu o APL, a partir de 2004, que inicialmente trabalhou na formalização abrangendo a criação da cooperativa e regularização de áreas junto ao DNPM e o órgão estadual do meio ambiente. A seguir, atuou na modernização dos processos de extração e beneficiamento com novas tecnologias que aprimoraram a técnica de lavra e processamento do calcário como rochas para fins ornamentais (Vidal e Campos, 2008 e Castro, 2009).

Os problemas ambientais também foram estudados, a utilização do rejeito gerado tanto na extração como no beneficiamento, comercialização, bem como tentar conscientização dos produtores com o problema dos fósseis que por acaso apareçam durante a retirada do calcário.

Foram desenvolvidas máquinas para a fabricação de artefatos minerais provenientes dos rejeitos do beneficiamento (aparas das serrarias). Foram estudados o aproveitamento dos resíduos finos das serrarias visando a sua aplicação na indústria de borracha, ração animal, cerâmica e argamassa dentre outras.



Figura 10 - Melhorias na Tecnologia da lavra e beneficiamento

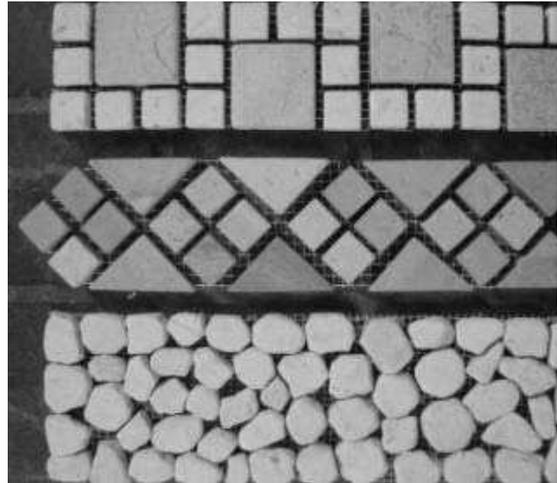


Figura 11 - Aproveitamentos de rejeitos de aparas de serraria

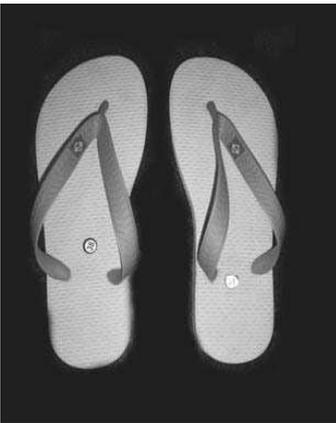


Figura 12 - Aproveitamentos de rejeitos finos de serraria.

APL Rocha Ornamental – Mármore Bege Bahia/BA

No APL do Mármore Bege Bahia a Companhia Baiana de Pesquisa Mineral - CBPM atua com a colaboração do CETEM, SEBRAE, SENAI e SIMAGRAM/BA. Os projetos inseridos no APL estão sendo realizados através do convênio entre a Secretaria de Indústria, Comércio e Mineração - SICM do estado da Bahia os demais citados anteriormente.

O Mármore Bege Bahia é o nome comercial de um calcário secundário do tipo “calcrete”. Esta rocha é tipificada na Formação Caatinga, de ambiente continental. As principais jazidas encontram-se nos municípios de Ouroândia e Jacobina, que abrangem o APL (Magalhães, 2002, 2003, 2004, 2005).

Foi realizado inicialmente o Projeto de investigação Geológica e Ambiental com a finalidade de diagnosticar a economicidade do aproveitamento sustentável do mármore Bege Bahia.

A seguir, com o APL formado realizaram-se cursos de curta duração voltados para pesquisas geológicas e técnicas de lavras em pedreiras, bem como processos de beneficiamento, meio ambiente e segurança do trabalho.

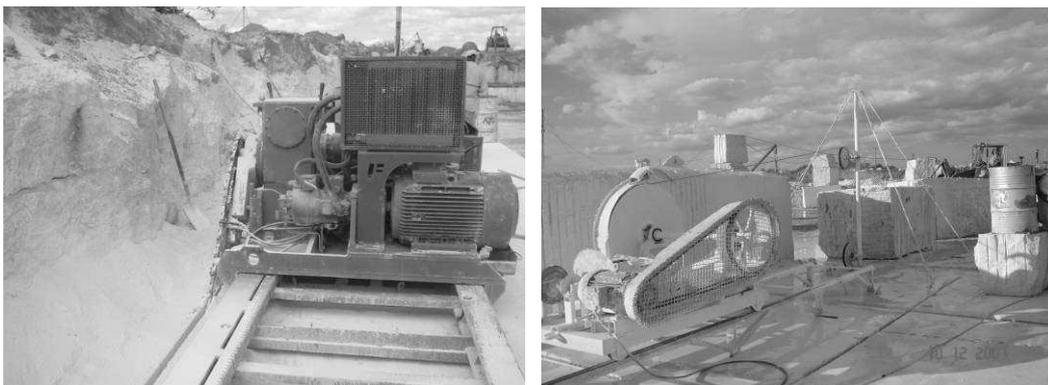


Figura 13 - Lavra do mármore Bege Bahia



Figura 14 - (a) beneficiamento

(b) bacia de rejeitos

Alguns estudos técnicos de aproveitamento de rejeitos e levantamento de direitos minerários da região, dentre outros, já foram realizados, bem como regularização das áreas de lavras e extensionismo tecnológico e mineral.

Atualmente o CETEM está estudando a possibilidade de utilizar os finos das serrarias como carga mineral na indústria polimérica. A utilização de cargas minerais na indústria polimérica tem como objetivo a redução de custos para o setor, pois elas preenchem vazios de plásticos e borrachas, tornando viável sua produção. Com o aprimoramento do uso dessas técnicas, pode-se observar que, mais do que o simples enchimento, as cargas possibilitariam mudanças importantes nas propriedades dos materiais poliméricos, como o controle de densidade, melhoria nos efeitos óticos, controle da expansão térmica, retardamento de chama, modificações no que se refere às propriedades de condutividade térmica, resistência elétrica e susceptibilidade magnética, além de melhora de propriedades mecânicas, tais como a dureza e a resistência ao rasgo (Lima, 2007)

Desta forma, a reciclagem desses resíduos é uma alternativa que possibilita o uso como matéria prima em pólos industriais, como o típico existente em Camaçari/BA.

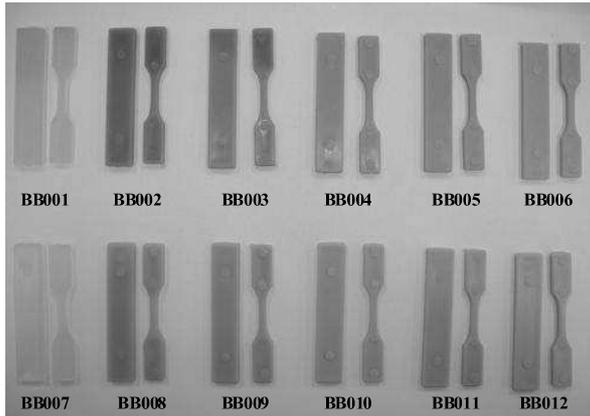


Figura 15 - Compósitos preparados com o resíduo do Mármore Bege Bahia.

APL Rocha Ornamental – Quartzito/ PB-RN

No APL do Quartzito da Paraíba e Rio Grande do Norte atua com a colaboração dos respectivos estados, juntamente com o Instituto Nacional de Semi-Árido - INSA, CETEM, SEBRAE, SENAI e Universidade Federal de Campina Grande - UFCG através do Departamento de Geologia e Mineração. Os projetos inseridos no APL estão sendo realizados através do convênio entre a FINEP, INSA e CETEM, com a colaboração dos demais parceiros citados.

Os principais depósitos e jazidas de quartzito do estado da Paraíba e Rio grande do Norte estão inseridos na Província Borborema, mais precisamente nos municípios de Várzea e Junco do Seridó, na Paraíba, se estendendo aos municípios de Parelhas e Ouro Branco, no Rio Grande do Norte (Souza *et al*, 2001).

O CETEM iniciou um projeto com o objetivo de expandir e organizar a atividade do APL da pedra de quartzito do Seridó, por meio de melhoria da qualidade do produto e do processo de fabricação da pedra, racionalizando o sistema de produção de forma integrada com a introdução de novas máquinas e equipamentos, tanto para o beneficiamento quanto para a produção de listelos e mosaicos com os resíduos mais grosseiros (aparas).



Figura 16 – Equipamentos: (a) antes



(b) depois.



Figura 17 - Mosaicos/listelos produzidos com os resíduos de aparas de quartzitos

Atualmente, está sendo estudada a possibilidade da utilização dos rejeitos grossos e finos gerados no beneficiamento das rochas na produção de argamassas industriais e colantes. Esse estudo está sendo programado para ser conduzido em escala piloto, que deverá constar das seguintes etapas de processo (a seco): cominuição em dois estágios (moinhos de martelo); classificação granulométrica (trommel); misturadores; e sistemas de ensacamento do produto (argamassas).

Este circuito será complementado com um sistema de coleta de pó, que será constituído de exaustor, ciclone classificador e filtros de manga. A conclusão da instalação está prevista para março de 2011. Atualmente, já está sendo produzida a argamassa comum ou industrial, tipo ACI, a partir de rejeitos das serrarias. Planeja-se produzir, também, nesta usina piloto, as argamassas colantes (ACII e ACIII), de maiores valores agregados, a partir dos rejeitos finos e grossos gerados nessas serrarias. Será estudada, ainda, uma outra alternativa de aproveitamento dos rejeitos de quartzito, que é utilizá-los como matéria prima para a produção de vidro, tendo em vista que estes resíduos de rocha silicática apresentam em sua composição química, majoritariamente, a sílica (SiO_2), que é o óxido formador da rede vítrea, possibilitando a formulação de diferentes tipos de vidro, mediante, apenas, de ajustes de composição.

REFERÊNCIAS

- ABIROCHAS - Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais. **Rochas Ornamentais no Século XXI**. Disponível: www.abirochas.com.br.
- ALMEIDA, S. L. M.; PONTES, I. F. **Aproveitamento de Rejeitos de Pederiras e Finos de Serrarias de Rochas Ornamentais Brasileiras**, p.89-100 dos Anais III Simpósio Brasileiro de Rochas Ornamentais do Nordeste, Salvador/BA, nov/dez 2001.
- CALMON, J. L.; SILVA, S. A. C.. **Mármore e Granito no Espírito Santo: problemas ambientais e soluções**. In: Domingues, A. F.; Boson, P. H. G.; Alípaz, S.. A gestão de recursos hídricos e a mineração. Brasília: Agência Nacional de Águas – ANA, Instituto Brasileiro de Mineração - IBRAM, 2006. pág. 199 a 231. Disponível em: www.ana.gov.br, (capturado em 12 jan. 2009).
- CASTRO, N. F.; **Planejamento e Ordenamento da Atividades de Mineração de Calcários no Arranjo Produtiva Local do Cariri-CE**. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2009.
- LIMA, A. B. T., **Aplicações de Cargas Mineraias em polímeros**. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo, Universidade de São Paulo, São Paulo (Brasil). 2007.

- MAGALHÃES, A. C. F. Mármore **Bege Bahia: dos Tempos Pretéritos ao Panorama Atual**, p.287-292 dos Anais do III Congresso Brasileiro de Rochas Ornamentais e VI Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, Natal/RN, nov 2008.
- SOUZA, A. P. F.; LIMA, A.A.; GOPINATH, T. R. E NADLER, H.C.S. **Uma Abordagem Técnica e Ambiental Sobre os Depósitos de Quartzitos no Estado da Paraíba**, p.95-100 dos Anais do I Simpósio Brasileiro de Rochas Ornamentais e II Seminário de Rochas Ornamentais do Nordeste, Salvador/BA, nov/dez 2001.
- VIDAL, F. W. H. **Aproveitamento de Rejeitos de Rochas Ornamentais e de Revestimento**, p.221-229 dos Anais IV Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, Fortaleza/CE, nov 2003.
- VIDAL, F. W. H.; CAMPOS, D. A. **Explotando Calcário e Salvando Fósseis na Chapada do Araripe**, p.306-316 dos Anais do III Congresso Brasileiro de Rochas Ornamentais e VI Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, Natal/RN, nov 2008.