

APRIMORAMENTO DAS TÉCNICAS DE EXTRAÇÃO DE QUARTZITO DO SERIDÓ PARAIBANO

F.W.H. Vidal¹; R.A. Pereira²; N.F. Castro³; V.A. Mendes⁴; J.C.A. Costa⁵

RESUMO - A área de estudo é localizada no município de Várzea, no estado da Paraíba, no nordeste brasileiro, onde é extraído quartzito ornamental, há décadas, com técnicas artesanais. As técnicas adotadas no passado para essa extração causaram danos significativos ao meio ambiente e depredação das reservas minerais, como também causaram danos relacionados à saúde e segurança dos trabalhadores envolvidos nessas atividades. Para superar esses efeitos prejudiciais, foi desenvolvido um projeto de melhorias, incluindo tanto a extração quanto o beneficiamento do quartzito. Esta publicação contempla o aprimoramento dos métodos e tecnologia de extração. Com o intuito de identificar as áreas promissoras para a extração de quartzito, e para orientar a operação de pedreiras ativas, um detalhado mapa geológico na escala de 1:2.500 foi elaborado. O mapa contém as seguintes características: unidades litológicas, contatos, dobras, foliação e falhas. Mediante intenso trabalho in situ foi possível identificar diversas deficiências nas práticas atuais de extração. Algumas das mais importantes são: acúmulo de água no fundo das trincheiras, causada pela drenagem precária; o uso descontrolado de explosivos, causando danos ao quartzito e, conseqüentemente, gerando grandes volumes de resíduos de rocha; remoção parcial do solo e capeamento no topo da rocha sã, causando contaminação do quartzito e perda de reservas; e a presença de encostas íngremes, com pendentes negativas, apontando na direção do local de trabalho, representando um grande risco para os trabalhadores. As principais melhorias consistiram em: descobrir completamente a rocha sã, evitando a contaminação do quartzito durante a etapa de extração; drenagem eficiente das trincheiras, assim evitando o acúmulo de água no fundo das mesmas; adoção de taludes com inclinações menores do que 90°, diminuindo substancialmente o risco de acidentes; e o uso de uma máquina de corte com serra diamantada especialmente concebida para esse tipo de jazida, a fim de reduzir a utilização de explosivos usados no processo de extração. Além das melhorias técnicas acima mencionadas, os aspectos sócio-econômicos da extração de quartzito também foram abordados no projeto. Dentre essas melhorias, as principais são: treinamento dos mineiros sobre segurança do trabalho, incluindo a preparação e distribuição de uma cartilha de segurança; organização em cooperativas e associações produtoras; e minicursos sobre conservação ambiental e boas práticas de extração. Ao final da pesquisa, recomendações foram feitas para a implementação das principais questões na prática rotineira nos locais de extração de quartzito, visando o aprimoramento das técnicas, incluindo suporte dos órgãos governamentais e das futuras associações e cooperativas.

Palavras Chave: Pesquisa mineral; pedreira; quartzito; lavra

^{1,3}Coordenação de Apoio Tecnológico a Micro e Pequenas Empresas – CATE, Centro de Tecnologia Mineral – CETEM, Av. Pedro Calmon, 900, Ilha da Cidade Universitária, Rio de Janeiro – RJ. E-mail: fhollanda@cetem.gov.br; ncastro@cetem.gov.br

²P&W Consultoria em Mineração e Meio Ambiente, R.Giló Guedes, Posto Viaduto, S/N, S.5, Santo Antônio – 58406-000 Campina Grande – PB E-mail: ranieri.engminas@gmail.com

⁴Av; Sul, 2291, Afogados, 50770-011 Recife – PE. E-mail: vanildo.mendes@cprm.gov.br

⁵Unidade Acadêmica de Mineração e Geologia, UFCG. R. Aprígio Veloso, 882 – Bodocongó – 58429-900 Campina Grande – PB. E-mail: jcesar_acosta@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

No presente artigo apresentam-se as melhorias implantadas nas pedreiras de quartzito da região de Várzea, Paraíba, no desenvolvimento do projeto "Tecnologia avançada para a produção Quartzitos", objetivo principal desse projeto de apoio técnico aos pequenos produtores da cooperativa local (COOPEVARZEA). As atividades realizadas, visando melhorar a competitividade dos produtores e reduzir os impactos ambientais e na saúde e segurança no trabalho, consistiram no desenvolvimento de pesquisas geológicas, levantamento geológico para o planejamento de pedreiras, e preparação de pedreiras-piloto com a tecnologia inovadora desenvolvida especificamente para este projeto.

O município de Várzea (Figura 1) possui uma área de 147 km² e está localizado no "Polígono das Secas" na Região Nordeste do Brasil. O município é limitado ao norte pelos municípios de Ouro Branco e São José do Sabugi, e ao leste pelos municípios de Ouro Branco novamente e também de Santa Luzia. Sua fronteira sul se divide entre os municípios de Santa Luzia e São Mamede, e sua fronteira ocidental enfrenta os municípios de São Mamede e São João do Sabugi.

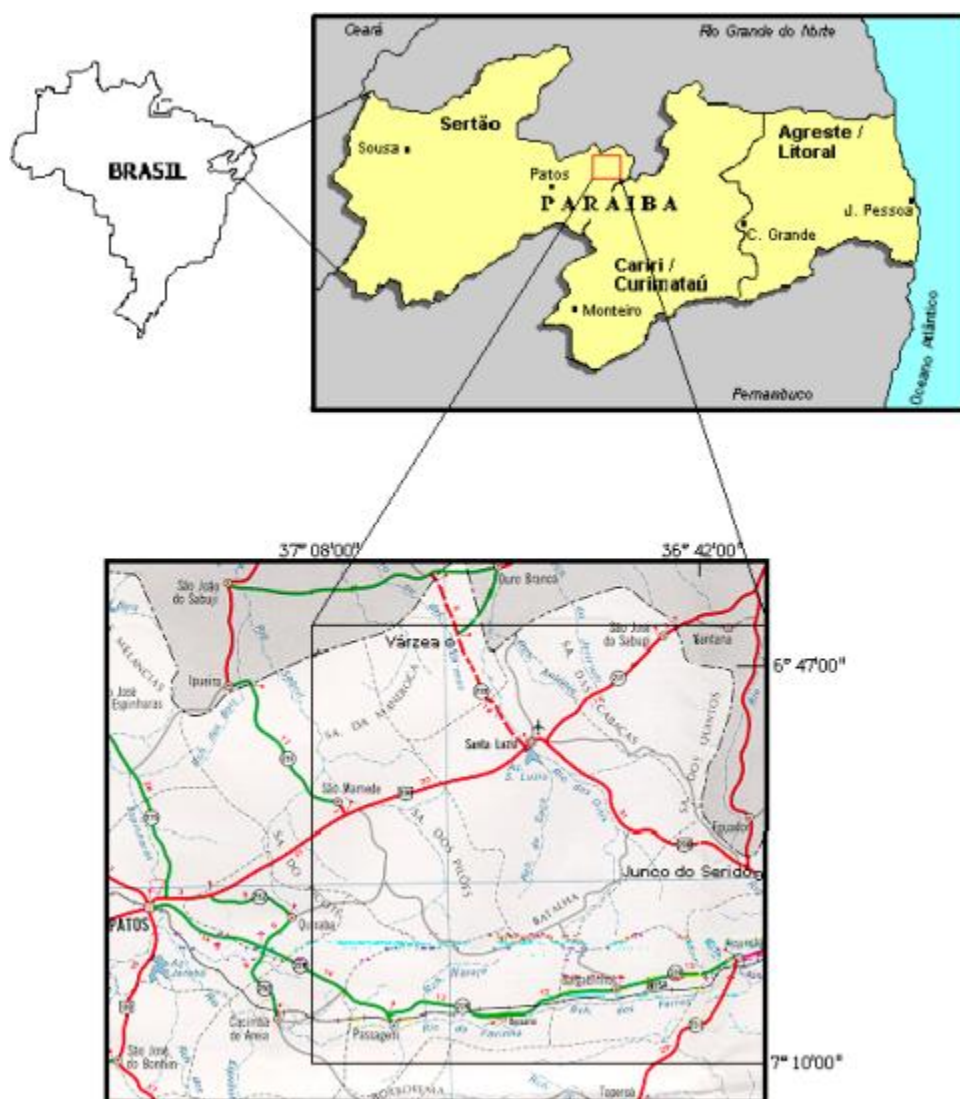


Figura 1 – Localização do município de Várzea (PB). Fonte: CDRM

Os principais depósitos de quartzitos do estado da Paraíba estão nos municípios de Várzea e Junco do Seridó e ocorrem associados a rochas pré-cambrianas do Proterozóico Superior, na Formação Equador do Grupo Seridó. Esses quartzitos são comercializados em forma de placas brutas, sem beneficiamento superficial, quadradas ou retangulares, para utilização em diversos setores da indústria da construção, apresentando coloração variada, textura granuloblástica, com tamanho de grão de fino a médio e foliação bem desenvolvida. Resultantes do

metamorfismo de arenitos, o quartzo é seu principal componente (80 %), acompanhado de outros minerais como silicatos (turmalina) e micas (biotita, sericita, e moscovita).

Existem relatos de que há mais de vinte anos se iniciaram os trabalhos de extração por métodos manuais e tais técnicas perduram até os dias de hoje. Nos últimos anos, verificou-se um aumento considerável na escala de produção nesses municípios devido ao aumento de consumo, tanto das placas de quartzito, com inserção em novos mercados, quanto de novos produtos (principalmente mosaicos), gerados por novas técnicas de beneficiamento, que tiveram grande aceitação no mercado.

As placas de quartzito são extraídas nas pedreiras com ferramentas manuais (talhadeiras e marretas), prévio desmonte com explosivos. A continuação são recortadas em pequenas serrarias e comercializadas em tamanhos padronizados. Nos últimos anos, e impulsionado pelo projeto APLs, vem se produzindo também mosaicos, mediante corte com serras de diamante e talhadeiras automáticas e, posterior montagem em matrizes de silicone (moldes), em unidades de processamento de médio a grande porte. O principal uso desses quartzitos é como rocha de revestimento decorativo externo e interno e calçamentos, mas seu uso em mosaicos ornamentais também está se estendendo e possui grande valor agregado.

Por outro lado, tantos anos de mineração predatória, sem os necessários estudos técnico-econômicos, têm gerado diversos impactos ambientais e resíduos que prejudicam o desenvolvimento sustentável na região.

2. GEOLOGIA

Considerando a geologia regional, a área está inserida na província Borborema, de idade pré-cambriana, e o quartzito faz parte da cobertura sedimentar do Grupo Seridó. Essa região passou por diversas fases de deformação tectônica, resultando em dobramentos, com falhas e fraturas das rochas existentes, incluindo o quartzito (Paraíba, 1982; Jardim de Sá *et al.*, 1992).

Os quartzitos ocorrem na Formação Equador, uma unidade geológica medindo cerca de 400 m de largura e mais de 1 km de comprimento na direção NE-SW. O afloramento tem um capeamento, cobertura de solo residual pequena, com uma espessura média de 0,50 m. A foliação aparece subvertical, em ângulos entre 70 e 90 graus. A espessura das camadas de quartzito pode variar de 1,8-3,5 cm. Há uma zona com uma grande quantidade de fraturas, provavelmente devido a um grande falhamento, onde foi verificada a existência de fraturas paralelas à foliação, agudas e intensas, espaçadas de 3 a 4 cm. Embora foliados, os quartzitos são altamente resistentes à ruptura e ao impacto, o que garante a sua durabilidade.

3. MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

O método de extração utilizado é a céu aberto e as pedreiras ocupam áreas longas e estreitas, pois se desenvolvem seguindo o corpo de quartzito (Figura 2). A remoção da cobertura e material rochoso muito alterado é realizada manualmente pelos produtores, e, em seguida, com a ajuda de explosivos, realizam o pré-corte da rocha para facilitar o avanço frontal da pedreira (Souza *et al.*, 2001; Vidal; Castro, 2012). A perfuração de rocha é realizada a seco, tornando a operação insalubre pela grande presença de silicatos. O carregamento é feito com explosivo (nitron) e cordel detonante. Os equipamentos utilizados são martelos pneumáticos e não existe planejamento para a malha de perfuração, como também não existem cálculos para o plano de fogo, sendo realizado de acordo à experiência dos garimpeiros.



Figura 2 - Sequência de pedreiras de quartzito. Fonte: CETEM/MCTI.

Essa prática geralmente deixa taludes com inclinação negativa, a partir dos quais são extraídas manualmente com picos e marretas, grandes lajes irregulares de quartzito. Dessa forma, os mineiros buscam economizar explosivos e tornar fácil a separação das placas de quartzito por colapso. No entanto, o método gera grandes quantidades de resíduos que se acumulam em frentes de lavra das pedreiras, dificultando seu desenvolvimento e deixando os locais de trabalho com alto risco de acidentes (Figura 3 e 4).

4. PEDREIRA PILOTO

A fim de reorganizar e automatizar a extração, foi realizado um levantamento geológico e topográfico detalhado, permitindo a delimitação da área de exploração, o cálculo de reservas e a seleção de direção preferencial do avanço das frentes. O corpo de minério explorado é uma unidade geológica de aproximadamente 400 m de largura e mais de 1 km de extensão em direção SW - NE. A quantidade de pedreiras existentes gira em torno de 15. Essas cavas foram abertas no topo da unidade e seu avanço no sentido da base gera taludes com inclinação negativa, prejudicando tanto a operação nas frentes, quanto o melhor aproveitamento do corpo. Com base nesta pesquisa, foi preparada uma nova frente com intuito de servir como pedreira piloto. Foi aberta no ponto do extremo NE da área cooperativa e irá tornar-se um exemplo de boas práticas operacionais para conseguir a melhor recuperação do depósito, a partir da parte inferior do corpo mineralizado (SE) para o topo, onde se encontra a rocha encaixante (NW).

No projeto-piloto desenvolvido, depois da operação de decapeamento da área, que foi removida usando equipamentos de terraplenagem, como tratores e escavadeiras, o material residual retirado é depositado em pilhas para ser usado para preencher as cavas das pedreiras quando as operações forem cessadas.



Figura 3 - Frente da pedreira com talude negativo. Fonte: CDRM

Cada frente de lavra terá três bancos de pelo menos 2 m de largura para facilitar o acesso de pessoal de perfuração e detonação e as operações de carregamento e transporte (Pereira, 2011). Para as operações de perfuração serão usados 4 martelos pneumáticos com um compressor hidráulico de 63 L.s^{-1} de vazão nominal. Os furos terão 1" de diâmetro e 3,42 m de profundidade, com 0,84 m de espaçamento de perfuração e 0,65 m de afastamento. O tampão será constituído de resíduos de quartzito com 0,65 m, cordão detonante e nitrato de amônio, quando se fizer necessário.

Além das melhorias no planejamento do avanço das frentes de lavra, várias maneiras de automatizar a extração de quartzito foram estudadas com o fim de melhorar a produtividade e reduzir o impacto ambiental. Uma máquina de corte, semelhante à utilizada em pedreiras de outros materiais foliados, como ardósia em Minas Gerais ou calcário no Estado do Ceará, foi considerada a melhor solução. Vários testes e adaptações foram realizados com uma máquina (serra de corte) com disco diamantado da marca Tyrolit sem sucesso devido à dureza do quartzito que torna difícil o corte manual e à posição das camadas (quase vertical).

Assim, com a ajuda de um empresário local, o Engenheiro João Bosco, uma máquina de serra com disco diamantado e um sistema de fixação foi construída e testada em uma frente já aberta da cooperativa (Figura 5). A máquina é constituída por uma serra de disco diamantado, com um motor elétrico principal de 5 CV (trifásico) e um motor secundário elétrico 1 CV (monofásico), ambos de 1.200 rpm; um redutor de velocidade para acionar de acordo com o desgaste do disco; e uma armação de tubos de aço carbono com deslizadores reguláveis, para posicionar e fixar a máquina (Figura 6). É arrefecida a água, necessitando de 15 L.h^{-1} , podendo ser reaproveitada por meio de um mecanismo de aparo.



Figura 4 - Lajes irregulares extraídas das pedreiras. Fonte: CETEM/MCTI

A energia necessária para seu funcionamento é fornecida por um gerador a diesel (móvel) de 10 kVA de capacidade (Figura 7). Pode utilizar diâmetros de discos diferentes e, para um com diâmetro de 250 mm consegue-se, mediante ajustes necessários, um corte com profundidade de até 120 mm, dependendo da espessura da camada a ser cortada.

Esta máquina foi testada com sucesso em cortes verticais em linha reta, com alta velocidade, provando que sua utilização pode aumentar a produtividade e reduzir drasticamente os resíduos de quartzito produzidos com extração manual.

Estima-se uma produção de, em torno de, 90 m por hora de corte com a utilização dessa máquina nas frentes de lavra de Várzea.

No entanto a máquina ainda necessita de duas melhorias importantes, a fim de ser útil para os pequenos mineradores: um mecanismo de rotação para realizar também cortes horizontais e um sistema de fixação mais leve e mais flexível que o do protótipo que é pesado e difícil de posicionar na face do banco.

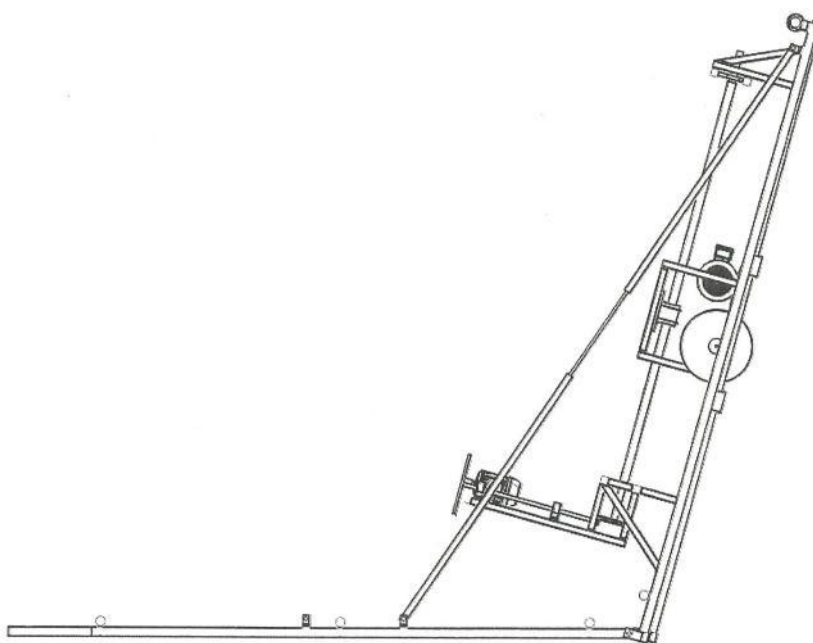


Figura 5 - Corte do Protótipo. Fonte: João Bosco.

5. CARREGAMENTO E TRANSPORTE

As operações de carregamento e transporte realizadas na exploração de quartzito são, provavelmente, o mais rudimentar possível. Todo o processo é realizado manualmente, com o auxílio de carroças de mão, e em algumas frentes também com guinchos com sistema de carretel, o que expõe os trabalhadores a riscos de acidentes (Figura 8).

Para modificar as condições de trabalho, é fundamental a abertura de rampas de acesso com ângulos suaves, de até 15 graus, que permitam o tráfego e operação de equipamentos mecanizados, tais como: empilhadeiras para transportar a carga em caminhões, com a ajuda de pallets de madeira e escavadeiras hidráulicas para limpar as frentes da pedra e realizar a abertura de novas frentes.

Além de melhorar a produtividade e reduzir os impactos ambientais e os riscos à saúde e segurança dos trabalhadores das pedreiras, a efetiva implementação das melhorias sugeridas, permitiria também a lavra seletiva das distintas variedades de quartzito existentes (em cor e tonalidade), em função das necessidades do mercado, mediante o trabalho simultâneo em várias cavas planejadas (Pereira, 2011).

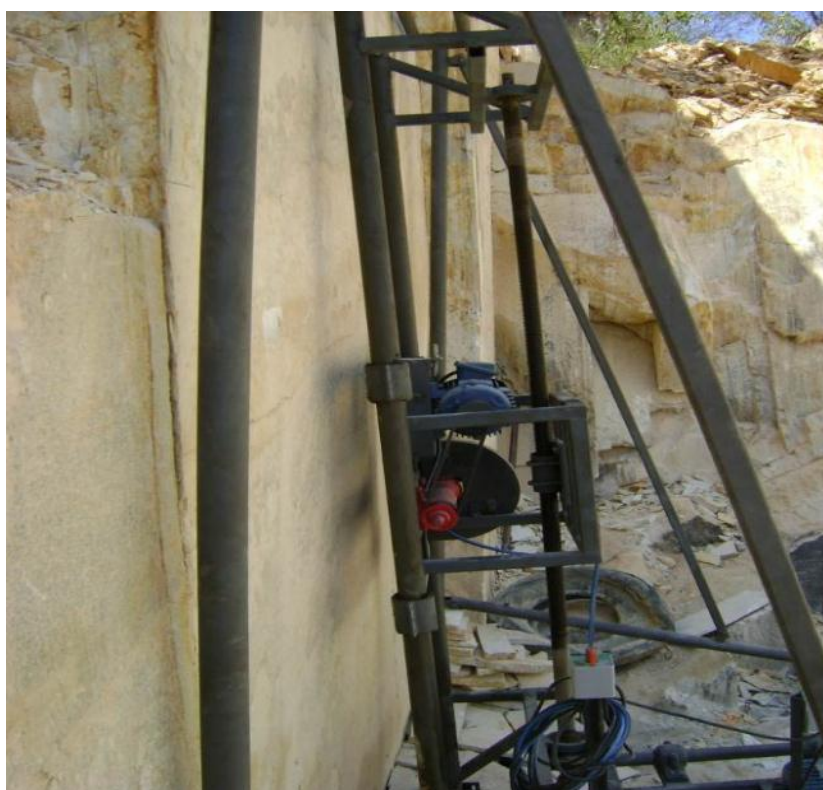


Figura 6 - Máquina de corte desenvolvida, com sistema de fixação. Fonte: CETEM/MCTI

6. GESTÃO DE RESÍDUOS

Como resultado de anos de extração rudimentar das pedreiras, enormes quantidades de resíduo de quartzito foram depositadas sobre os lados, ou mesmo dentro das frentes (Figura 2 e 3). Uma vez que o desenvolvimento das pedreiras aqui proposto é a partir da base do corpo de quartzito (a partir do lado oposto do qual eles executam agora), sugeriu-se suspender a operação nestes locais de extração até as novas frentes alcançá-los.

Enquanto isso, espera-se recuperar a maior parte desses resíduos acumulados para outros usos, já que, no âmbito do projeto, alguns usos industriais para resíduos de quartzito também foram desenvolvidos e os produtos estão sendo comercializados. Os primeiros foram os mosaicos, cuja produção foi possível pela fabricação e cessão à cooperativa de equipamentos de beneficiamento para a produção de mosaicos e, depois, foi construída, em parceria com o Engenheiro João Bosco, uma usina de beneficiamento piloto que produz agregados e argamassa

com esses resíduos. Outros estudos estão em andamento, tais como a utilização do resíduo na fabricação de vidros e cerâmica, mas ainda não foram testados industrialmente.

Em relação aos resíduos que irão ser gerados pelas novas pedreiras, serão depositados em pilhas de resíduos, considerados como subprodutos para outras aplicações, com o aterro adequado e estruturas de drenagem e cuja localização foi projetada (Vidal *et al.*, 2012).



Figura 7 – Gerador utilizado para fornecer energia à máquina. Fonte: Pereira.

7. SAÚDE E SEGURANÇA

As condições de saúde e segurança devem ser melhoradas com as novas práticas extrativas propostas, especialmente no que se refere ao risco de acidentes. No entanto, muitas outras recomendações, feitas também no âmbito do projeto, devem ser seguidas, como o uso de equipamentos de proteção individual (EPI), e um plano de sinalização de segurança adequado em torno das pedreiras e unidades de beneficiamento.

A legislação brasileira exige também a implantação de um Comitê de Saúde e Segurança, dentro de cada organização, e uma de Controle Médico e Saúde e Programa de Segurança, a fim de cumprir todas as normas já existentes. Durante o desenvolvimento deste projeto foram realizadas atividades de treinamento e distribuída uma cartilha de segurança e saúde para os trabalhadores dessas pequenas pedreiras, mas para atender a legislação e realmente proteger os trabalhadores, ainda há muito trabalho de treinamento a ser feito dentro da cooperativa.



Figura 8 - Guincho utilizado para erguer as placas da base da cava à superfície. Fonte: CETEM/MCTI

8. CONCLUSÕES

O projeto "Tecnologia avançada para a produção quartzitos", financiado pela FINEP e coordenado pelo CETEM/MCTI, conseguiu atingir os objetivos de melhorar as operações de mineração e beneficiamento do quartzito de Várzea, Paraíba. Especificamente na parte de lavra, que este trabalho trata, as atividades de realizar a topografia, o mapeamento geológico local e detalhado, o planejamento de mina, preparar uma pedreira piloto e desenvolver equipamentos de mineração para mecanizar a extração foram todas desenvolvidas. Entre elas, destaca-se o desenvolvimento de uma máquina de corte, com disco de diamante, especialmente concebida para as frentes das pedreiras de Várzea. No entanto, este foi apenas um primeiro trabalho que recebeu a colaboração de várias instituições, com o objetivo de assessorar tecnicamente os pequenos produtores de quartzito na cultura de mineração sustentável. Por isso, muitos estudos ainda devem ser prosseguidos, tais como novos testes da máquina de corte desenvolvida em escala piloto e novas pesquisas para melhorar esta técnica, ou estudando alternativas mais adequadas. Também será necessário um esforço por parte da cooperativa e do governo local para implementar as recomendações deste trabalho, com investimentos em infraestrutura básica, em capacitação e na utilização de ferramentas de gestão simples e adequadas para os pequenos mineradores.

9. REFERÊNCIAS

Jardim de Sá, E.E; Macedo, M.H.F; Fuch, R. A; Kawashita, K. 1992. Terrenos Proterozóicos na Província Borborema e Margem Norte do Cráton São Francisco. Rev. Bras. Geoc., 22, 472-480.

PARAÍBA. 1982. Secretaria de Energia e Recursos Minerais. Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais. Mapa Geológico do estado da Paraíba: Texto explicativo. S.L.

Pereira, R. A. 2011. "Acompanhamento e Execução de Atividades de Pesquisa Mineral, Extração e Beneficiamento do Quartzito de Várzea-PB." Monografia Curso de Graduação em Engenharia de Minas – UFCG.

Sousa, A. P. F. *et al.* 2001. Uma Abordagem Técnica e Ambiental sobre os Depósitos de Quartzitos no Estado da Paraíba. I Simpósio Brasileiro de Rochas Ornamentais. Salvador-BA.

Vidal, F. W. H; Castro, N.F. 2012. "Relatório Técnico de Pesquisa Mineral e Lavra". Projeto "Tecnologia Avançada para Mineração de Quartzito", convênio entre a FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos e o SEBRAE/PB, RRT-0008-00-12, CETEM/MCTI.

Vidal, F. W. H; Correia, J. C. G; CASTRO, N. F. 2012. "Relatório Técnico de Atividades Realizadas no Período de Junho de 2009 a Março de 2012". Projeto "Tecnologia Avançada para Mineração de Quartzito", convênio entre a FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos e o SEBRAE/PB, RRT-0009-00-12, CETEM/MCTI.