

A INDÚSTRIA EXTRATIVA DA PEDRA CARIRI NO ESTADO DO CEARÁ: PROBLEMAS X SOLUÇÕES

Francisco Wilson Holanda Vidal¹ e Manoel William Montenegro Padilha²

¹ Eng de Minas, DSc. Centro de Tecnologia Mineral – CETEM/MCT
ABIROCHAS – Rua Barão de Studart, 2360 – sala 406 – Bairro Aldeota – 60.120-002 – Fortaleza-CE.
Fone: (85) 246-2600 Fax: (85) 246-0262 E-mail: abirochas@secrel.com.br
²Geólogo, Pós Graduado em Geologia Exploratória e Rochas Ornamentais – CODECE/SDE – Rua General
Albuquerque Lima S/N – Centro Administrativo Virgílio Távora – Fortaleza –CE, fone (85)488-2927, FAX (85)
2181476- E-mail: manowelliam@sde.ce.gov.br

RESUMO

As principais ocorrências/jazidas minerais de calcário laminado (“Pedra Cariri”) no estado do Ceará localizam-se nos municípios de Nova Olinda e Santana do Cariri, encravados na Chapada do Araripe, ocorrendo de modo laminado. Esses calcários são utilizados sob a forma de lajes quadradas e utilizadas principalmente em pisos. Apresentam uma coloração predominante amarela, granulação fina a média e foliação bem desenvolvida. Desde os idos dos anos 40, com o advento da exploração da gipsita na região é extraído o calcário laminado, porém nos últimos anos, foi observado um acréscimo considerável na escala de produção desse material rochoso nesses municípios. Nas pedreiras da “Pedra Cariri”. A lavra é conduzida de forma rudimentar, sem os levantamentos técnico-econômicos necessários, provocando vários impactos ambientais e desperdício de material. Neste trabalho apresentam-se aspectos da geologia regional e local, reservas, caracterização tecnológica deste calcário, mediante os resultados obtidos através dos levantamentos geológicos básicos, trabalhos em escalas regionais e relatórios de pesquisa na região. Uma das propostas seria a mitigação dos problemas ambientais provocados, os aspectos legais e tecnológicos, de modo a diagnosticar medidas que possibilitem o aproveitamento racional da “pedra cariri”. Considerações finais sobre as atividades implementadas e outras que venham a ser pelos governos municipais, estadual e federal e futuras metas também são contempladas.

INTRODUÇÃO

As atividades de mineração do calcário laminado comercialmente conhecido no setor de rochas ornamentais e de revestimento, com o nome de Pedra Cariri no estado do Ceará estão inseridas em 2 (dois) municípios (Figura 1). O município de Nova Olinda é o principal produtor do estado, juntamente com o município de Santana do Cariri. A região que delimita a Bacia Sedimentar do Araripe tem sido alvo, ao longo dos últimos 30 anos de estudos geológicos e tecnológicos, com a finalidade de se obter dados, visando o aproveitamento econômico, de algumas formações que compõem o pacote sedimentar. Na análise estratigráfica regional adotou-se a proposta apresentada por Beurlen (1971), a qual consagra a nomenclatura das rochas regionais, localizando também, com o princípio de superposição de Mendes (1984) e a lei de Fácies Sedimentar sem discordância, de qual conclui-se que

tenham sido originados em ambientes lateralmente adjacentes (Mendes, *op. cit.*). Oliveira (1998) dividiu em duas partes a Geologia Regional, separando os aspectos geo-estruturais dos lito-estratigráficos. No que se refere à atividade de lavra e beneficiamento da Pedra Cariri na região dos municípios de Nova Olinda e Santana do Cariri, está sendo desenvolvida aleatoriamente sem nenhum plano técnico de extração para posterior beneficiamento. A etapa de lavra é desenvolvida por produtores, ainda sem nenhuma mecanização. Após essa etapa, as placas selecionadas são transportadas para as unidades de corte, onde são esquadrejadas em dimensões compatíveis com o mercado consumidor. Toda a cadeia produtiva, que vai da lavra ao beneficiamento (esquadrejamento) acarreta uma perda de material em torno de 70%, embora já existam algumas empresas que apresentam uma lavra semimecanizada sem, contudo, respeitarem as características geológicas das jazidas. Aborda ainda algumas ações desenvolvidas nestes municípios pelo governo estadual, através da CODECE/ NUTEC e SECITECE.

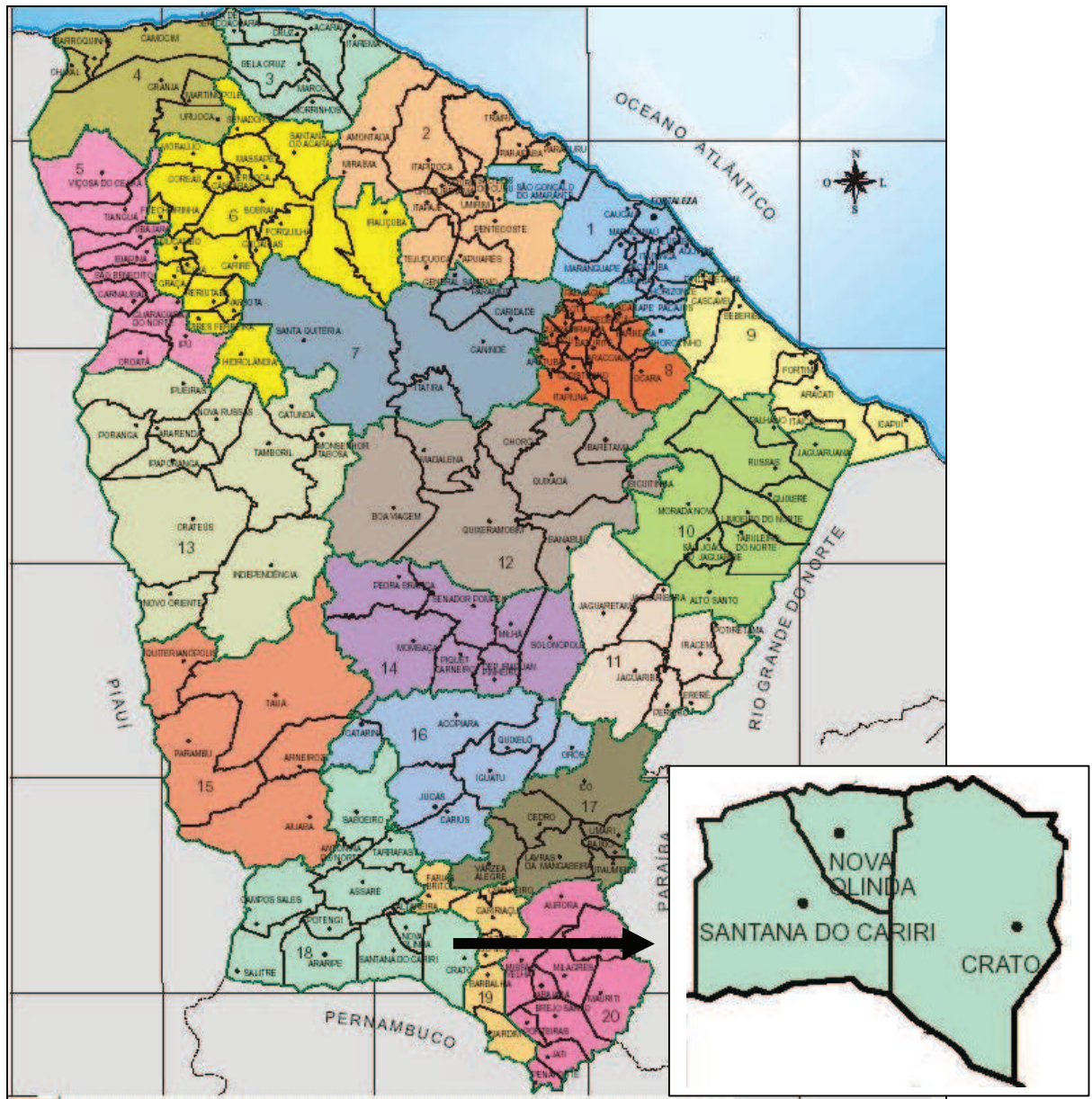


Figura 1 – Mapa do Estado do Ceará

ASPECTOS GEOLÓGICOS

Geologia Regional

A região que delimita a Bacia Sedimentar do Araripe tem sido alvo, ao longo dos últimos 30 anos de estudos em escalas regional e local, com resultados e reflexos na relativa uniformidade conceitual de sua formação e origem, o que tem facilitado os demais trabalhos de cunho local, elaborados com a finalidade de se obter dados para o aproveitamento econômico de algumas das formações que compõem o pacote sedimentar.

Na análise estratigráfica regional adotou-se a proposta apresentada por Beurlen (1971), a qual consagra a nomenclatura das rochas regionais, balizando também, com o princípio de superposição de Mendes (1984), e a lei de fácies de Walter para a qual se existe uma sucessão deposicional vertical contínua de fácies sedimentares sem discordância, conclui-se que tenham sido originados em ambientes lateralmente adjacentes (Mendes, *op. cit.*).

Com relação às rochas do embasamento cristalino, serão citadas, apenas para completar a coluna estratigráfica regional, tendo em vista sua pouca importância no contexto circunscrito ao local de interesse.

Embasamento Cristalino

Como foi dito anteriormente selecionou-se alguns trabalhos de caráter regional de autores mais importantes destacando-se (Moraes, Barros, Dantas, Brito Neves, 1960, 1964, 1974, 1975 *in* Gomes *et al.* 1981). Os três primeiros autores atribuem ao Pré-Cambriano indiferenciado uma seqüência basal, gnáissica, com exposições na porção norte da Bacia do Araripe, nos municípios de Assaré e Farias Brito.

Cruz e França (1970, *in* Gomes *et al.* 1981) estabeleceram a seqüência de rochas Pré-Cambrianas, tendo como unidade basal os anatexitos da região de Lima Campos e Assaré, seguidos dos migmatitos da região de Dom Quintino e da seqüência gnáissica de Trindade.

Dantas (*op. cit.*) denominou de Complexo Gnáissico-Migmatítico do Pré-Cambriano Indiviso a área a norte e a nordeste da Bacia do Araripe, constituído de gnaisses leucocráticos, gnaisses brechóides e gnaisses-migmatíticos, todos de origem granitóides subordinadamente intrafoliados e veios aplíticos.

Gomes (*op. cit.*) denomina de Complexo Trindade as rochas circunvizinhas a Bacia do Araripe, constituídas por uma associação polimetamórficas predominantemente gnáissico-granítica-migmatítica. Com relação a petrografia predominam os gnaisses, seguidos dos granitos e migmatitos homogêneos e em menor escala, lentes de quartzitos, mármores, ortoanfibolitos, metabasitos e zonas de rochas cataclásticas.

Bacia Sedimentar

Localizada em parte nos Estados do Ceará, Piauí, Paraíba e Pernambuco, a Bacia do Araripe é a mais extensa das Bacias interiores do nordeste do Brasil, com área de 9.000 Km² disposta no sentido leste-oeste por cerca de 180 Km e 70 Km norte-sul, no seu trecho mais largo.

Sua origem está relacionada ao evento da abertura do oceano Atlântico Sul seguido de movimentação tectônico-magmático que dividiu o Supercontinente de Pangea, possibilitando a formação de grandes depressões tafrogênicas, ocupadas por deposições de seqüências meso-oceânicas (Almeida *et alli.*, 1984).

Formação Cariri

Coube a Smaal (1913, 1914) o primeiro estudo da Bacia do Araripe, posicionando os sedimentos paleozóicos da Formação Cariri sobrepostos ao embasamento cristalino, denominando-os de arenitos conglomeráticos.

A denominação de Formação Cariri proposta por Beurlen (1962, 1963) e atualmente aceita ocorre em exposição entre as cidades de Juazeiro do Norte e Milagres com espessura variando entre 25 a 50m, descrita como arenito conglomerático feldspático, branco-amarelado, localmente silicificado, fraturado, apresentando estratificação cruzada, granulação média a grossa.

Anjos (1963, *in* Brito, 1990) propôs nova nomenclatura chamando de Formação Mauriti, no que foi seguido por Veiga (1966, *in* Brito *op. cit.*).

Formação Missão Velha

A primeira denominação atribuída a esta unidade foi dada por Small (1913, *in* Beurlen 1962) com o nome de arenitos Inferior do Araripe, sotoposta aos arenitos da Formação Cariri.

Beurlen (1963) chamou de Formação Missão Velha, exposições ao longo da porção leste da Bacia e por todo o vale do Cariri. Constituída predominantemente por arenitos argilosos, cores vermelhas, friáveis, sem silicificação, com troncos fossilizados.

Caldasso (1967) considerou como Formação Missão Velha de Beurlen (1962, 1963), apenas os arenitos superiores estabelecendo correlação com a Formação Sergipe do Recôncavo, dado as semelhanças litológicas e presença de madeiras fósseis.

Nos trabalhos de Assine (1992), o autor restringe os sedimentos da Formação Missão Velha, a um pacote de espessura de 200m, composto somente de arenitos com troncos silicificados, sobrejacentes aos folhelho da Formação Brejo Santo.

A litoestratigrafia da Formação Missão Velha apresenta na base os arenitos conglomeráticos, cinza avermelhados, com fragmentos de feldspato e rochas

do embasamento cristalino. Na porção intermediária passam a arenitos finos lenticulares, carbonáticos com estratificação cruzada. O topo da Formação desenvolve folhelho arenoso fossilífero, cinza-esverdeado carbonático e friável.

Formação Santana

Os primeiros estudos referentes a Formação Santana foram desenvolvidos por Small (1913 *in* Lima, 1979), tendo denominado de Calcário Santana a seqüência de margas e calcários confinados entre duas seqüências de arenitos e tendo como base uma rochas conglomeráticas.

Beurlen (1962) propôs a subdivisão da Formação Santana, porém sem atribuir nomes, identificando os calcários inferiores laminados, gipsita e no topo os calcários superiores margosos.

Beurlen (1963) modificou sua argumentação anterior, após a descrição de Formação Crato soto-postos a Formação Santana. Esta formada por uma camada de gipsita, sobrepostas por margas e argila, com intercalações de conceições calcárias.

Beurlen (1971) em sua última proposta de modificação sugeriu nova alteração, numa tentativa de unificar uma nomenclatura mais abrangente para a Formação Santana, subdividindo-a em três membros; Inferior constituído de calcário e siltitos laminados denominados Membro Crato; Membro Ipubi, intermediários, constituídos de gipsita, calcários e margas, fossilífero e Membro Romualdo, superior, formado por argilas, siltitos com conchostráceos e Craginia.

Membro Crato

Os calcários laminados que constituem o Membro Crato, estão em contato inferior gradual com os folhelhos interestratificados da Formação Missão Velha, cor amarela a creme e no topo com os evaporitos do Membro Ipubi (gipsita) e lentes arenosas carbonáticas.

Membro Ipubi

Posicionado acima do calcário do Membro Crato, encontra-se uma seqüência de folhelhos pretos ou verdes (betuminoso) os evaporitos formadores de sulfato de cálcio (gipsita) e lentes arenosas carbonáticas, podendo atingir uma espessura entre 11 e 12m somente a camada de gipsita.

Membro Romualdo

Os folhelhos do Membro Romualdo estão depositados diretamente sobre os evaporitos do Membro Ipubi, com intercalações de finas camadas de calcário, margas, gipsita e arenitos.

Hospeda grande quantidade e variedade de fósseis em folhelhos, de cor cinza a verde, carbonáticos, laminação plano paralela com concreções carbonáticas, representada por bivalves, peixes, gastrópodes, ostracodes, vertebrados, etc.

Formação Exu

Small (*in* Beurlen 1962) atribuiu o nome inicial de Arenito Superior do Araripe, finalizando, a seguir, de Formação Exu. Sua posição no topo de toda a chapada com espessura de até 300m corresponde a um arenito de cor avermelhada, matriz argilosa, textura fina à média com grande presença de seixos de quartzo de até 5cm.

Arenitos Conglomeráticos

Englobam os arenitos, da seqüência basal da Bacia do Araripe (Formação Cariri) um pouco da seqüência intermediária (Formação Missão Velha e Formação Cariri) e seqüência superior (Formação Exu).

Arenitos Conglomeráticos Basais

Formam a base da seqüência sedimentar, predominam na coloração branca, cinza amarelada, granulometria grossa a média, algo silicificado feldspático a caoliníticos. Apresenta níveis conglomeráticos de 3cm, podendo atingir medidas métricas.

Arenitos Conglomeráticos da Seqüência Intermediária

São encontrados em exposição a sudoeste de Nova Olinda nas localidades de Angico e Sítio Beleza. Apresentam coloração cinza avermelhada, matriz fina silicosa de quartzo e feldspato róseo e alterado na forma de caulim formando pequenas massas esbranquiçadas.

Arenitos da Seqüência Superior

Capeando todo o pacote sedimentar da Chapada do Araripe, sua ocorrência se destaca, ao longo de toda a borda da escarpa, constituída por terrenos da Formação Exu.

Predomina o arenito conglomerático de cor rosa a roxa, apresentando intensa litificação, textura média a grossa com nódulos de quartzo subarredondados de até 8cm de diâmetro, matriz argilosa e cimento silicoso, com estratificação cruzada de médio porte do tipo acanalada e tangencial com 7 a 8m de extensão e 60cm de espessura.

Calcários e Margas

Posicionados estratigraficamente na porção basal da Formação Santana os carbonatos (calcários e margas), englobados no Membro Crato, constituem os depósitos sedimentares mais abundantes.

Os calcários laminados possuem cor amarelo a creme predominantemente, em alguns pontos cinza. Em estratos milimétricos a centimétricos podem atingir uma espessura de 16m e desenvolvem estratificação plano-paralela horizontal em todo o pacote.

Outros tipos de calcário ocorrem em camadas intercaladas a folhelhos e margas na cor amarelo fossilífero (ostracodes e conchostráceos), provavelmente pertencentes ao Membro Romualdo (Formação Santana).

Folhelhos

Os folhelhos da Bacia Sedimentar do Araripe são de relativa importância, tendo em vista sua diversidade e abundância de fósseis representados por gastrópodes, bivalves, vegetais e vertebrados (peixes, quelônios, etc.).

Posicionados na base da camada de gipsita, ocorrem folhelhos betuminosos de cor preta, fossilíferos, carbonatados e odor facilmente identificado de enxofre, com espessura podendo atingir 4m.

Gipsita

Associada a folhelhos pirobetuminosos lenticulares, calcários, margas e arenitos conglomeráticos, encontram-se camadas de gipsita entre 8 a 10cm de cor branca a cinza clara, maciça, primária, fibrosa, podendo atingir todo o pacote até 30m. Sua localização se dá no intervalo evaporítico correspondendo ao Membro Ipubi da Formação Santana.

Depósitos Cenozóicos

São encontrados depósitos de “talus” constituídos de seixos rolados e matações originários do arenito do topo da Bacia, com distribuição irregular ao longo do sopé de toda a Chapada.

Depósitos Aluvionares

São encontrados restritos a calha do rio Cariús e seus afluentes, recobrimo parte dos calcários laminados da Formação Cariri, Unidade Gnáissica-Migmatítica e os sedimentos do Membro Crato da Formação Santana.

Geologia Local

Das Formações anteriormente mencionadas a que dispõe de rochas carbonáticas relativamente espessa e em grande quantidade destaca-se a Formação Santana.

Formação Cariri

Corresponde aos arenitos basais da seqüência sedimentar, sendo composta por arenitos conglomeráticos, feldspáticos, branco-amarelados, imaturos, grão médio a grosso, fraturado, poroso, localmente silicificado, apresentando estratificação cruzada.

Formação Missão Velha

A Formação Missão Velha encontra-se sotoposta aos arenitos da Formação Cariri, com contato inferior de difícil delimitação. Em relação ao limite superior, os contatos com os calcários

sobrejacentes, são parcialmente encobertos em alguns locais pelos taludes das pequenas encostas.

É compostos por arenitos intermediários, na base por arenitos conglomeráticos, cinza-avermelhados, imaturos, com fragmentos de feldspatos e rochas do embasamento, ora dispostos caoticamente, ora apresentando granodecrescência ascendente, que gradam para arenitos finos lenticulares, carbonáticos com estratificação cruzada.

Formação Santana

Nas áreas pesquisadas, os sedimentos da Formação Santana representam, em termos percentuais, mais de 80% dos litótipos. Nesta unidade é onde se localizam as frentes de lavra (talhados).

Membro Crato

Os calcários laminados parecem equívaler ao Membro Crato da Formação Santana (Beurlen, 1963), finalizam o último ciclo granodecrescente da Formação Missão Velha, numa passagem gradual de folhelhos interestratificados a calcários laminados, amarelos a creme, muito duros, fossilífero, apresentando dendritos, de óxido de manganês e calcita recristalizada, com subordinadas intercalações de folhelhos cinza-esverdeado, calcífero, laminado e friável.

Os sedimentos desse membro afloram em relevos de colinas alongadas de topo plano e flancos escarpados, em média com 5 a 15m de altura, com melhores exposições em locais já trabalhados.

“Matracão”

Trata-se de denominação popular usada pelos trabalhadores das frentes de lavra (“talhados”) para camadas localizadas entre os estratos de calcário laminado, com espessura variando de 10 a 30cm.

Macroscopicamente apresenta coloração creme escura a marrom maciça, cimento silicoso, laminação plano-paralela, com textura fina a média. Atualmente esse material é utilizado no artesanato mineral, mesas, divisórias, etc.

Por apresentar elevada impermeabilidade, é usada como indicação de que, o calcário laminado abaixo apresenta pouca alteração, resultando num produto final de boa qualidade e melhor aceitação no mercado.

Nos trabalhos de deslocamento do calcário laminado feito com o auxílio de alavancas, marretas, cunhas e outros utensílios, o “matracão” não é aproveitado. Isso ocorre devido à dificuldade no seu desdobramento para obtenção de lajotas.

Membro Ipubi

Por sobre os calcários do Membro Crato encontram-se em associação com folhelhos pretos ou verdes, os evaporitos, que se restringem a sulfato de

cálcio e lentes arenosas carbonáticas da seqüência intermediária. Com espessura máxima de 12m, as camadas de gipsita são lenticulares e contíguas lateralmente com folhelhos cinza-esverdeados ou arenitos carbonáticos.

Segundo Ponte (1992), no entanto, esse membro corresponde ao que se convencionou chamar da Seqüência *Pós-rifte*, de sistema transicional evaporítico e marinho raso.

Membro Romualdo

Sobrepondo-se ao Membro Ipubi, têm-se uns perfis de folhelhos onde se intercala a litologias como: margas, gipsitas e arenitos (seqüência intermediária), correspondendo ao Membro Romualdo.

O contato inferior é sempre com os calcários laminados e a gipsita da Formação Santana. O contato superior é encoberto por solos ou depósitos de talus, advindo da erosão dos arenitos capeadores da Formação Exu.

Depósitos Aluvionares

Ocorrem de maneira razoavelmente pronunciada, encontrada principalmente nas aluviões do vale do Rio Cariús, e seus afluentes, recobrimdo parte da Unidade Gnáissica-Migmatítica, os calcários laminados da Formação Cariri e os sedimentos do Membro Crato da Formação Santana. As coberturas são constituídas por cascalhos, areia grossa a fina e argila, com espessura local de até 2m.

RESERVAS

Segundo dados do DNPM, atualizados até 31/12/2000, a reserva do calcário laminado é cerca de 97 milhões de metros cúbicos, equivalentes a 241

milhões de toneladas, abrangendo os municípios de Santana do Cariri e Nova Olinda.

ASPECTOS TECNOLÓGICOS

Caracterização Tecnológica

➤ Tabela comparativa entre Nova Olinda x Santana do Cariri

ENSAIOS	NOVA OLINDA	SANTANA DO CARIRI
Massa Específica Aparente Saturada	2,438Kg/m ³	2,418 Kg/m ³
Massa Específica Aparente Seca	2,385Kg/m ³	2,412Kg/m ³
Porosidade Aparente	9,19%	9,60%
Absorção D'Água	3,91%	3,25%
Impacto de Corpo duro	Fissuras – 40,00cm Ruptura – 45,00cm	Fissuras – 58,8cm Ruptura – 63,8cm
Desgaste por Abrasão (AMSLER)	Percurso: 500m – 2,01mm Percurso: 1000m – 4,96mm	Percurso: 500m – 4,00mm Percurso: 1000m – 8,33mm
Resistência à Flexão	16,2Mpa	16,4Mpa
Resistência a Compressão	30,9Mpa	20,9Mpa
Análise Química e Físico-Química	Óxido de cálcio (CaO) – 49,52%	Óxido de cálcio (CaO) – 52,18%

➤ Classificação e composição mineralógicas

As características do calcário laminado foram confirmadas nos resultados de análises químicas e petrográfica de doze amostras selecionadas e coletadas em duplicata, bem situadas estratigraficamente em quatro das treze pedreiras estudadas, quando comparadas com as descrições macroscópicas, inseridas no Perfil Geológico Esquemático (Figura 2).

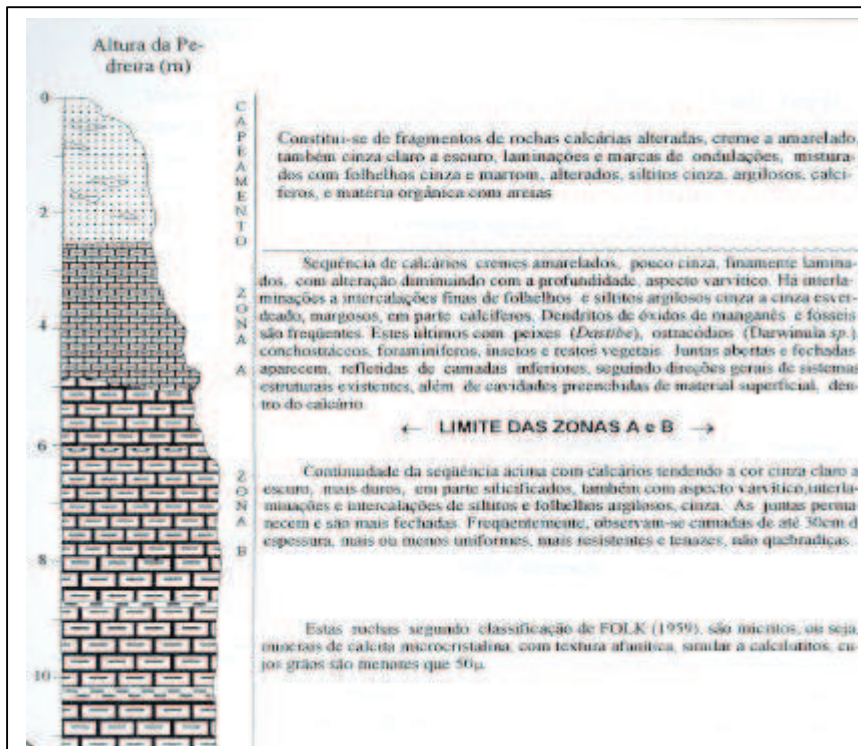


Figura 2 – Perfil Geológico Esquemático das pedreiras de calcário laminado com 3 distintas seções litológicas: capeamento, zonas A e B (escala vertical, aproximada 1:80) Fonte: OLIVEIRA (1998)

A seqüência litológica ali observada é composta por calcários de coloração creme a cinza amarelado (na parte superior da área de exposição) e cinza esverdeado (na parte inferior, principalmente na pedreira do Sítio Tatajuba). É possível que as tonalidades creme e amarelo decorram de maior ação meteórica, no estágio atual da superfície, próxima dos níveis de operações das pedreiras.

Em algumas dessas pedreiras, encontram-se camadas relativamente pouco espessas, com níveis de fósseis (por sinal, muito procurados para comércio ilegal) têm denominação de lajões do besouro, dos peixes, do bacalhau etc.

Há ainda camadas com espessura variável de 20cm a 35cm, denominadas de “matracão”, muito duras e por isso muito resistentes, cujo material é usado na confecção de tampos de mesa, prateleiras de estantes, ladrilhos em forma de tacos de madeira (20cm x 5cm x 1,5cm).

Este material, geralmente, encontra-se na parte média (Zona A) ou inferior (Zona B) da seqüência do calcário laminado.

São calcilitos, pois a sua textura é afanítica, micro a criptocristalina, designados de micritos, segundo critério de classificação de FOLK (1959 *apud* SUGUIO, 1980).

Uma comparação entre os dados dessas análises (Tabela) revela que eles têm valores muito próximos, apesar de uso de distintas maneiras de os classificar: aquelas com maior precisões e mais apuradas que estas, cuja composição modal se deu por estimativa visual, mais sujeita a erros sistemáticos do observador.

- Comparação de dados analíticos químicos e petrográficos

Amostra	CaCO ₃		MgCO ₃		Carbonatos totais	
	Abs	Rel	Abs	Rel	Abs	Pet
01	94,49	96,42	2,95	3,01	98,00	97,00
02	95,49	98,69	1,06	1,10	96,75	97,00
03	91,48	95,79	3,38	3,54	95,50	99,00
04	94,99	97,68	1,90	1,95	97,25	93,00
05	91,98	95,56	3,59	3,73	96,25	99,00
06	93,49	96,88	2,53	2,62	96,50	97,00
07	91,73	96,30	2,95	3,10	95,25	94,00
08	92,49	97,10	2,32	2,44	95,25	98,00
09	93,73	96,38	2,95	3,03	97,25	97,00
10	93,75	96,65	2,74	2,82	97,00	98,00
11	96,49	98,21	1,48	1,51	98,25	100,00
12	94,25	97,16	2,32	2,40	97,00	96,00

Abs – Valores extraídos da Ficha de Análises Químicas
 Legenda: Rel – Valores calculados sobre os de Carbonatos totais da mesma ficha
 Pet – Valores extraídos das Fichas de Análises Petrográficas

Esta tabela, além de comparar os dados obtidos diretamente, mostra valores de carbonatos de cálcio/magnésio em relação ao total de carbonatos nas análises químicas, objetivando a classificação do(s) tipo(s) de carbonatos existentes.

- Usos da matéria-prima

A constituição das rochas calcárias deve ser fator para uso ou não em setores primário e secundário de produção da economia. Mas, cerca de 1/3 do que é produzido provém de caieristas (LIMAVERDE *et al.*, 1987) que não seguem normas técnicas para seus produtos. Só as grandes empresas o fazem pela responsabilidade ante seus compradores.

LIMAVERDE *et al.* (op. cit.) arrolam diversos usos de carbonatos (exceto calcário), de acordo com o mineral, descrevendo sucintamente as aplicações de calcita e aragonita (cálcio), dolomita (cálcio e magnésio), magnesita e rodocrosita (magnésio), siderita (ferro), smithsonita (zinco), viterita (bário), estroncionita (estrôncio), cerussita (chumbo), malaquita e azurita (cobre) e trona (sódio).

Os carbonatos são rochas abundantes no Brasil, tanto as de origem cristalina como as de procedência sedimentar, sendo que, no Nordeste, todos os estados têm reservas, concentrando-se 80,1% da produção regional de 1983 em três deles: Ceará (27,6%), Rio Grande do Norte (26,9%) e Bahia (25,6%), segundo os autores ora citados.

Tecnologia da Lavra

O método de lavra usado na região de Nova Olinda e Santana do Cariri para exploração do calcário laminado do Cariri é desenvolvido a céu aberto de forma seletiva. A geometria de cada frente fica condicionada (empiricamente) a zonas de capeamento, segundo as unidades estratigráficas de classificação das rochas. A técnica de lavra utilizada, em sua grande maioria, é conduzida sem nenhuma mecanização, de forma manual para a produção de placas e posterior beneficiamento de ladrilho visando seu uso como piso e revestimento, em obras na construção civil. As fotos 1 e 2 estão mostrando o método de extração rudimentar. As fotos 3 e 4 mostram a tecnologia com máquina de corte com disco diamantado utilizado em algumas frentes de lavra da região.



1



2

FOTO 1 e 2 – Método de Extração Rudimentar



3



4

FOTO 3 e 4 – Tecnologia com Máquina de Corte com fio diamantado.

Normalmente para as frentes de lavra são delimitados pátios com cerca de 20m², onde é feita, inicialmente, uma limpeza da cobertura do solo para a retirada de vegetação rasteira e argilas depositadas sobre o minério de calcário até que se encontre a rocha sem muita alteração. Como a própria formação é laminar, são utilizadas talhadeiras para criar, entre uma camada e outra, um espaço para colocação de alavanca que é erguida até o rompimento da placa (foto 5), podendo ocorrer a quebra nas partes de fraturas de um local alheio a vontade do operador. Os produtores que trabalham na lavra utilizam apenas ferramentas rudimentares tais como: pichotes, talhadeiras, alavancas, marretas, etc. Tal manuseio resulta na obtenção de placas totalmente irregulares, podendo ser transformadas em ladrilhos menores ou levadas à pilha de rejeito, dependendo de suas dimensões.



FOTO 5 - Talhadeira

Dados colhidos junto ao DNPM indicam que existem atualmente cerca de 200 frentes de lavra, muitas delas paralisadas por problemas técnicos de extração.

Por outro lado, existe um tipo de lavra semimecanizada, quando é utilizada a máquina de corte móvel geralmente elétrica com disco diamantado, a talhadeira manual é substituída pela máquina. A profundidade de corte aumenta dependendo do tamanho do disco que varia de 350mm a 500mm. Entretanto a placa obtida não ultrapassa a espessura de 18cm.

Após a etapa de lavra, as placas são selecionadas manualmente e transportadas para as serrarias, localizadas na região, onde são esquadrejadas em dimensões compatíveis as suas irregularidades e comercialização sem nenhuma padronização de cor e espessura. Estima-se que a perda na lavra com a operação manual chega a 90% e, com a operação semimecanizada com a máquina de corte é em torno de 60%.

Tecnologia de Beneficiamento

A etapa posterior à etapa de lavra é o beneficiamento, ou seja, o esquadrejamento das placas de rochas, executada nas Serrarias (máquina de corte) conforme a foto 6. Os tipos de produtos feitos a partir das lajes de Pedra Cariri, retiradas das pedreiras são: a própria laje com tamanho e espessura variada, a laje rachada (várias espessuras e tamanhos), a laje almofada sem esquadrejamento, o ladrilho bruto esquadrejado nos tamanhos 50x50cm, 40x40cm, 30x30cm, 20x20cm, 15x30cm, etc. O produto de maior demanda pelo mercado é o ladrilho 50x50cm, os preços de venda no mercado variam bastante desde a boca da mina ao mercado consumidor, nas cidades do Crato, Juazeiro do Norte, Barbalha e principalmente Fortaleza. O restante é exportado para os Estados de Pernambuco, Piauí, Maranhão, Bahia e Minas Gerais. Entretanto não há uma comercialização organizada pelos produtores; um levantamento, mais recente, revela que havia um entendimento entre os produtores para a venda ao preço de R\$ 5,00 (cinco reais) o metro quadrado (m²), porém este acordo foi rompido por alguns produtores e provocou um desentendimento entre eles e o preço chegou a baixar para R\$ 4,00 (quatro reais).



FOTO 6 – Máquina de Corte

DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

Em virtude do empirismo generalizado em toda a cadeia produtiva desde a lavra ao beneficiamento do calcário laminado para a comercialização da Pedra Cariri como rochas ornamentais e de revestimento, acarreta uma alta perda de material (70% de perda), embora já existam algumas empresas trabalhando com uma lavra semimecanizada.

Visando diagnosticar melhor a situação atual, de exploração da Pedra Cariri, técnicos de CETEM, em 2003, visitaram a região, onde foram observadas algumas pedreiras dos municípios produtores bem como as unidades de beneficiamento (esquadrejamento).

No caso das causas naturais (trincas e fraturas) não foram consideradas como perdas, as causas operacionais podem ser agrupadas em 3 tipos principais de perdas. Estes tipos são:

- a) Perdas em trabalhos nas etapas de lavra;
- b) Perdas em trabalhos de Serrarias e;
- c) Perdas em serviço de transporte de lajes, placas e ladrilhos.

Diante de tais problemas, foi sugerida uma mudança nas técnicas de lavra, através de fabricação de um equipamento protótipo que poderia agilizar a técnica de máquina de corte móvel, aprofundando o corte para a retirada de blocos em tamanhos adequados que pudesse ainda ser transportado manualmente para os caminhões. Outra alternativa seria fazer o desdobramento dos blocos no próprio pátio de pedreira, para produção de ladrilho ou placas. As fotos 7 e 8 mostram o protótipo projetado e desenvolvido pelo NUTEC, em 1998. Trata-se de um projeto piloto que poderia, na época dar melhores resultados aos mineradores da região. Na ocasião também foi proposta a possibilidade de ser confeccionado um protótipo de uma máquina a corrente diamantada, numa escala menor do que as existentes nas linhas das empresas fabricantes de máquinas de fio e a corrente diamantados utilizadas nos mármore no Brasil (mármore Bege Bahia).



FOTO 7 e 8 – Protótipo projetado e desenvolvido pelo NUTEC em 1998.

Nesses últimos 5 anos houve uma evolução, no aparecimento de uma boa qualidade de máquinas de corte nas frentes de lavra, embora ocorra, na grande maioria das pedreiras em atividades, de forma muito lenta. Entretanto, o aprendizado inicial foi muito oneroso e desgastante ao longo dos trabalhos desenvolvidos, no decorrer destes últimos anos, tanto para os micros empresários locais quanto para os órgãos de governos.

Segundo dados do DNPM/CE estão cadastrados 272 frentes de lavras de calcário laminado nos municípios de Nova Olinda e Santana do Cariri. Nestes municípios foram cadastrados também 37 serrarias (máquinas de corte de beneficiamento), ocupando atualmente uma mão-de-obra direta estimada em 1500 trabalhadores.

A atividade de produção da Pedra Cariri se constitui na economia básica dos municípios de Nova Olinda e Santana do Cariri, visto que a agropecuária tem apenas um caráter de subsistência. Portanto a extração e beneficiamento deste bem mineral vem garantindo a permanência do homem do campo e destas cidades em seu local de origem.

Por outro lado não existe uma política de comercialização nem tampouco um Plano Estratégico para o desenvolvimento da Pedra Cariri na região sul do Ceará. Dessa forma foram realizadas reuniões no local com os mineradores e representantes das organizações públicas e privadas e em Fortaleza com o objetivo de levantar os problemas e soluções, visando a elaboração de um Plano de Trabalho constando de ações importantes para alavancar a mineração na região. Dentre as ações, já surgiram, ou estão em andamento as seguintes: regulamentação dos direitos minerários junto ao Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM) e de meio ambiente (SEMACE), com apoio do SEBRAE-CE; estudos de caracterização tecnológica e aproveitamento dos rejeitos, bem como adequação de técnicas de lavra e beneficiamento. Entretanto, destaca-se como passo inicial à proposta que surgiu nas reuniões, ou seja: a organização de uma rede de cooperação com as instituições parceiras locais, estaduais e federais, para em seguida, dar suporte de apoio técnico, visando a elaboração de um Plano de Ação, específico para o calcário do Cariri, como instrumento mais adequado à aplicação das políticas públicas de indução ao desenvolvimento tecnológico regional através das redes dos chamados Arranjos Produtivos Locais – APL.

Uma sugestão aprovada por todos os parceiros, com vistas a efetuar um levantamento rápido das demandas mais urgentes dos produtores e das demais agências controladoras da atividade mineral foi levantar os problema e sugestões para suas soluções. Daí preparar as propostas de projeto buscando atender estas demandas, que serão possivelmente encaminhados as várias frentes de financiamento e fomento. A seguir estão apresentada a matriz Problema X Solução, elaborada pela CODECE/SDE e o CETEM/MCT, com a colaboração da SECITECE.

Ações Governamentais já Implementadas pelo Governo do Estado do Ceará

Além da experiência por parte do NUTEC da introdução da máquina de corte com disco diamantado fabricada no Ceará, indubitavelmente implantando uma filosofia voltada para a mecanização da lavra, outras ações foram realizadas na região nos últimos 5 (cinco) anos, a saber:

- Uma viagem promovida pela CODECE no ano de 2000 à região de Papagaio, localizada a NE do estado de Minas Gerais, região esta produtora de ardósia, visando levar 10 (dez) produtores de lajes de Nova Olinda e Santana do Cariri para conhecerem “in loco” a utilização da máquina de corte com disco diamantado na ardósia, desta experiência resultou a compra por vários produtores da região produtora de calcário laminado que atualmente estão em uso com sucesso, inclusive nestes casos reduzindo substancialmente a perda de girava em torno de 70% na extração da “Pedra Cariri”;
- Pesquisa Geológica de 8 (oito) áreas requeridas pela CODECE no município de Santana do Cariri, totalizando 3538,91ha, visando a legalização de lavras junto ao DNPM, sendo o Relatório Final entregue em 1977 e aprovado, mas inexplicavelmente não houve interesse por parte dos produtores e autoridades municipais. Após alguns anos, quando da extinção da Diretoria de Mineração da CODECE, estas áreas foram colocadas em disponibilidade junto ao DNPM pela presidência da CODECE;
- Pesquisa Geológica de 3 (três) áreas de calcário laminado no município de Nova Olinda, totalizando 2668,32ha requeridas pela Associação dos Produtores de Lajes de Nova Olinda. Relatório Final de Pesquisa apresentado ao DNPM em 2001 e aprovado. Esta ação legalizou cerca de 800 produtores de lajes;
- Adução de água através de poços profundos em número de 4 (quatro) poços, sendo 3 (três) no município de Nova Olinda e 1 (um) no município de Santana do Cariri, visando a abastecimento de água para a utilização da máquina de corte com disco diamantado na extração;
- Adução de 9 Km de energia elétrica no município de Nova Olinda e Santana do Cariri, passando pelos “talhados” para o funcionamento da máquina de corte com disco diamantado na extração.

Atualmente, com a reativação da Diretoria de Mineração da CODECE, esta, juntamente com o CETEM/MCT, SIMAGRAN e ABIROCHAS está elaborando o projeto Arranjo Produtivo Local do Calcário Laminado da Região do Cariri. Os trabalhos estão em fase de elaboração, sendo que os principais enfoques serão voltados para a modernização dos processos de extração e beneficiamento, problemas ambientais, utilização do rejeito gerado tanto na extração como no beneficiamento, comercialização, bem como tentar conscientização dos extratores do calcário laminado com o problema dos fósseis que

por acaso apareçam durante a retirada do calcário, esta ação envolve diretamente o DNPM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEURLEN, R (1971). As Condições Ecológicas e Faciológicas da Formação Santana na Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). Na. Acad. Bras. Ciênc., V. 43. Suplemento, p. 411-415.

MENDES, J.C. (1984). Elementos de Estratigrafia, São Paulo. EDUSP. 566p.

PEITER, C & CHIODI FILHO, C. Rochas Ornamentais no Século XXI: Bases para uma Política de Desenvolvimento Sustentado das Exportações Brasileiras. Rio de Janeiro: CETEM/ABIROCHAS, 2001.

PEREZ, B. C; SÁNCHEZ, M. M. Avanços e Transferência Tecnológica em Rocha Ornamental. Série Rochas e Minerais Industriais. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001.

ASSINE, M. L. Análise Estratigráfica da Bacia do Araripe. Revista Brasileira de Geociências. Rio de Janeiro, v. 22, p 289-300 1992a.

CODECE. Relatório Final Único de Pesquisa de Calcário Laminado de Santana do Cariri. Processos DNPM nº 800123/92 a 800130/92. Fortaleza: 1997. 55p. il.

CODECE. Relatório Final Único de Calcário Laminado de Nova Olinda. Processos DNPM nº 800024/98 a 800026/98. Fortaleza: 2001. 52p. il.

LIMAVERDE, J. de A.; SOUZA, E. T. & GOMES, F. de A. L. A Indústria de Calcários e Dolomitos no Nordeste. Fortaleza: BNB/ETENE, 1987. p 303. (Série Estudos Econômicos e Social, 34).

SUGUIO, K. Rochas Sedimentares. Propriedades, gênese, importância econômica. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 500p.il.

OLIVEIRA, A. A. Calcários Laminados do Cariri: Estudo para redução de perdas na lavra e aproveitamento do rejeito mineral. Fortaleza: UFC. Centro de Ciências, Departamento de Geologia. Curso de Mestrado em Geologia, 1998, 160p. il. (Dissertação de Mestrado).

NUTEC. Relatório Técnico Protótipo da Máquina de Corte para Lavra do Calcário Laminado. Fortaleza – CE, 1998. 30p. il.

PEITER, C. C., VILLAS BÔAS, R. C. Abordagem participativa na gestão de recursos minerais/ C.C. Peiter, R. C. Villas Bôas – São Paulo: EPUSP, 2000, 32p. il. (Boletim técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Minas).

MATRIZ PROBLEMA X SOLUÇÃO

Problema Identificado	Solução
Tema: Arcabouço Legal da Mineração da Pedra Cariri	
Problema 1 – Mineração em áreas não legalizadas.	- Promover campanha de conscientização junto ao minerador da necessidade de atendimento aos pleitos do código de mineração.
Problema 2 – Trabalho de mineração sem o licenciamento ambiental.	- Elaborar os devidos estudos exigidos pela legislação ambiental.
Tema: Matéria-prima com foco em prospeção, geologia de exploração, tecnologia mineral e recuperação de áreas	
Problema 3 - Falta de informações técnicas e sócio-econômicas sobre a atividade na região.	- Identificação e levantamento de dados disponíveis sobre o setor através de Publicações, Relatórios Técnicos, Teses de Mestrado/Doutorado, Projetos já executados e que venham a ser implantados; - Atração de novos investidores.
Problema 4 – Conhecimento insuficiente das possibilidades de uso industrial do minério e dos rejeitos estocados.	- Campanha de amostragem, visando a caracterização tecnológica do minério em suas diversas formas de ocorrência; - Estudos de viabilidade técnico-econômica para as melhores alternativas tecnológicas; - Desenvolver projeto de pesquisa tecnológica para aproveitamento dos rejeitos; - Estudos de mercado e usos alternativos para os rejeitos.
Problema 5 - Lavras conduzidas sem técnicas e segurança adequadas com elevado nível de perda de matéria prima.	- Projeto de lavra piloto e/ou demonstração na própria pedreira compatibilizando as técnicas de abertura de frente lavra com a recuperação ambiental e adequação de lavra existente; - Promover a mecanização da lavra em todas as pedreiras, através de modernização tecnológica de máquinas e equipamentos de uso na extração.
Problema 6 - Elevado nível de perda nas etapas de lavra e beneficiamento.	- Modernização e adequação tecnológica nas máquinas e equipamentos, desde da lavra até o beneficiamento das lajes; - Padronização e calibragem dos produtos.
Problema 7 –Grande Quantidade de fosseis encontrados nas áreas de mineração.	- Promover campanha de orientação e conscientização aos mineradores sobre a importância da preservação dos fosseis; - Orientar os mineradores quando encontrar os fosseis comunicar ao DNPM.
Problema 8 – Frentes de Lavra abandonadas.	- Diagnosticar a viabilidade técnico-econômica de reabertura da lavra incluindo o aspecto ambiental; - Projeto demonstração de fechamento da lavra com recuperação ambiental.
Problema 9 - Materiais mais duros não aproveitados.	- Estudo para a utilização como artesanato mineral e outras aplicações.

MATRIZ PROBLEMA X SOLUÇÃO

Cont.

Tema: Matéria-prima com foco em prospeção, geologia de exploração, tecnologia mineral e recuperação de áreas	
Problema 10 - Produto Final da Pedra Cariri pouco diversificado.	- Desenvolver estudos visando melhorar acabamento e diversificação do produto, buscando-se novos mercados e linhas de produção.
Problema 11 – Baixa qualidade do produto final.	- Estudos de novos acabamentos (polimento, envelhecimento e resinamento).
Problema 12 – Falta de alternativas de uso dos subprodutos e rejeitos.	- Estudos Técnicos EVTE; - Estudos de Mercado; - Estudos de alternativas de uso.
Problema 13 - Produto final com baixo preço de mercado.	- Estudos de Gestão e Marketing; - Estudo de uma Central de Vendas; - Estudos de Linhas de Crédito.
Problema 14 – Pouco uso em artesanato e outras utilidades.	- Estudo de Marketing; - Treinamento de artesãos; - Divulgação em feiras e eventos.
Tema: Outros	
Problema 15 – Carência de Infra-estrutura (vias de acesso, água e energia).	- Negociação com agentes do governo e concessionárias.
Problema 16 – Falta de interatividade entre os mineradores.	- Buscar metodologia de aproximação entre os produtores em torno da realização de negócios em comum.