



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Analise da sustentabilidade da mineração do Caulim no município de Junco do Seridó – PB

Maria Verônica de Andrade¹, Pedro Vieira de Azevedo²

¹Doutora em Recursos Naturais na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), (veronica.geografia@gmail.com).

²Professor Dr. Adjunto da Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas e do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais – UFCG, rua Aprígio Veloso, 882. Bairro Universitário. CEP: 58429-140, (pvieira@dca.ufcg.edu.br).

Trabalho referente à Tese, intitulada “A Sustentabilidade da Mineração do Caulim no Município de Junco do Seridó - PB”, referente ao Doutorado em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande.

Artigo submetido em 06/05/2015 e aceite em 28/12/2015.

RESUMO

Os recursos minerais são fundamentais nos dias atuais, além de gerar emprego e renda, faz parte do nosso cotidiano através da imensa variedade de produtos. O uso consciente dos recursos minerais considera sua importância para o desenvolvimento econômico da região e busca reduzir os impactos ambientais. O município de Junco do Seridó se destaca pela diversidade mineral, dentre eles, o caulim, o qual é extraído e passa por processo de beneficiamento pelas pequenas mineradoras. Com o objetivo de mensurar a sustentabilidade, surgiram os indicadores, os quais buscam agregar e quantificar as informações, a exemplo do Pressão-Estado-Impacto-Resposta – PEIR. O trabalho em questão tem como proposta analisar a sustentabilidade da mineração do caulim no município de Junco do Seridó, aferida através do indicador de sustentabilidade, o modelo PEIR. Assim, os indicadores que possuem maior influência são: pressão - a abertura de vias de acessos à reserva mineral, a extração do caulim, a produção e disposição do rejeito e a emissão de poeira; estado - a localidade apresenta altas temperaturas, precipitação abaixo da média, solos rasos, arenosos, pedregosos, pobres em matéria orgânica e com um processo erosivo intenso, além da escassez hídrica que assola a região; impactos - mais presentes a emissão de poeira, prejuízo à flora e a oferta de emprego; resposta - se destaca a abertura das vias de acesso interno, o reaproveitamento do rejeito do caulim, apenas uma unidade; e a certificação ambiental, de acordo com os órgãos competentes todas possui alguma irregularidade. Portanto, foi possível compreender a atual situação dessa atividade.

Palavras-chave: pequenas mineradoras, caulim e desenvolvimento sustentável.

Analysis of sustainability Kaolin mining in city of Junco Seridó - PB

ABSTRACT

Mineral resources are essential today, in addition to generating employment and income, it is part of our daily lives through the huge variety of products. The conscious use of mineral resources considers its importance to the economic development of the region and aims to reduce the environmental impacts. The Reed county Seridó stands out for its mineral diversity, including, kaolin, which is extracted and passes through beneficiation process by small mining companies. In order to measure sustainability, emerged indicators, which seek to aggregate and quantify the information, such as the Pressure-State-Impact-Response - PEIR. The work in question is to analyze the sustainability of the mining of kaolin in Reed county Seridó, measured through the window of indicator of sustainability, the PEIR model. Thus, the indicators have greater influence are: pressure - the opening of channels of access to mineral reserves, kaolin extraction, production and disposal of waste and dust emissions; status - the location has high temperatures, rainfall below average, shallow soils, sandy, stony, poor in organic matter and with an intense erosion, as well as water shortages plaguing the region; impacts - more present dust emissions, damage to flora and jobs; answer - stands out the opening of the process of internal access, the reuse of waste kaolin, only one unit; and environmental certification in accordance with the relevant bodies all have any irregularity. So it was possible to understand the current situation of this activity.

Keywords: small mining, kaolin and sustainable development.

Introdução

No final do século XX, verificou-se um alerta quanto à capacidade da natureza continuar oferecendo todos os seus recursos necessários para a sobrevivência da humanidade. Enquanto o crescimento da população, por si só, já permite que muitos dos recursos naturais se esgotem em poucos anos, paralelamente, é visível o crescimento desordenado e a exploração das riquezas naturais.

Como a reposição desses recursos não tem ocorrido na mesma proporção têm contribuído para o estágio atual de degradação e constante agravamento.

No período do pós-guerra o desenvolvimento era visto como crescimento econômico e derivado da ideia de progresso. A natureza apareceu com funções bem específicas, como fonte de recursos infinitos utilizados no processo produtivo (Sachs, 2001).

O capital econômico não conseguiu se acumular e reproduzir sustentavelmente onde não exista um conjunto de outras dimensões, baseados em aspectos sociais, políticas institucionais e ambientais (Cândido, 2010).

De acordo com Sachs (2000), o tipo de desenvolvimento desejável propõe uma conciliação entre o desenvolvimento e o crescimento econômico, sendo, simultaneamente, sensível à dimensão social, ambientalmente prudente e economicamente viável.

Ressaltam Félix e Cavalcanti (2012), que esses fundamentos devem estar interligados, não devendo ocorrer privilégios em um nível sobre os demais.

Em relação à sustentabilidade dos recursos minerais, apenas uma década após, em 2002, com a Conferência de Johannesburgo (a Rio +10) que o setor de mineração passou a integrar a Agenda 21 (Harding, 2006).

O uso consciente dos recursos minerais é uma das maiores preocupações relacionadas às atividades mineradoras, considerando sua importância para o desenvolvimento econômico da região, não obstante o impacto ambiental causado pelas atividades inerentes ao extrativismo (Pontes et al, 2013).

A mineração é uma importante atividade para o desenvolvimento econômico e social de muitos países. Os minerais são essenciais para o modelo de vida atual.

O parágrafo 46 da Agenda 21 relata que para potencializar sua contribuição ao desenvolvimento sustentável, é necessário que sejam adotadas medidas em todos os níveis a fim de: apoiar os esforços para tratar dos impactos e

benefícios ambientais e socioeconômicos advindos da mineração; aumentar a participação dos grupos de interesse, inclusive as comunidades locais e as mulheres, para desempenharem um papel ativo no desenvolvimento sustentável durante as operações de mineração; fomentar práticas de mineração, a fim de aperfeiçoar a mineração e o beneficiamento de minerais, inclusive a exploração em pequena escala e, quando possível, melhorar o beneficiamento que agregue valor, atualizar as informações científicas e tecnológicas e recuperar e reabilitar os locais degradados (Villas Bôas, 2011).

Em busca de uma forma de mensurar a sustentabilidade, surgiram os indicadores, os quais são essenciais para concretizar um processo de desenvolvimento em bases sustentáveis, pela operacionalização de um conjunto de variáveis que são relevantes para a comunicação de informações, que gerem resultados confiáveis e revelem tendências ou perspectivas futuras, a exemplo do Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR), um dos sistemas que vem adquirindo cada vez mais seriedade e destaque internacional (Ferreira et al, 2010).

Estes Modelos têm sido utilizados como ferramentas bastante eficazes na mensuração da sustentabilidade de empreendimentos, setores econômicos e unidades políticas. A variabilidade dos Modelos permite que o pesquisador escolha o mais adequado a sua temática e ainda oferece a possibilidade de adaptações para a realidade local pesquisada.

No entanto, em relação à indústria mineral, as profundas diferenças de porte, substâncias extraídas e impactos econômicos, sociais e ambientais dificultam a escolha de um conjunto único de indicadores de sustentabilidade, bem como sua construção para acompanhar todas as fases da atividade extrativa mineral (Villas Bôas, 2011).

O Modelo Pressão-Estado-Resposta (PER) é o marco ordenador mais utilizado na análise de estatísticas e indicadores da área ambiental e do Desenvolvimento Sustentável. Está fundamentado em um marco conceitual que aborda os problemas ambientais segundo uma relação de causalidade. Os indicadores desenvolvidos pelo modelo buscam responder a três questões básicas: o que está acontecendo com o ambiente (Estado); por que isso ocorre (Pressão) e o que a sociedade está fazendo a respeito (Resposta) (Carvalho e Barcellos, 2010).

Os indicadores objetivam agregar e quantificar informações de uma maneira que sua significância fique mais aparente. Os indicadores simplificam as informações sobre fenômenos

complexos tentando melhorar com isso o processo de comunicação e podem ser quantitativos ou qualitativos, sendo essencial encontrar a inter-relação que há entre as dimensões (Van Bellen, 2006).

Segundo Carvalho e Barcellos (2010), esse modelo é um dos principais indicadores da área ambiental e do Desenvolvimento Sustentável, que busca responder a três questões básicas: o que está acontecendo com o ambiente (Estado); por que isso ocorre (Pressão) e o que a sociedade está fazendo a respeito (Resposta).

Segundo Farias (2002) a mineração é um dos setores básicos da economia do país, contribuindo de forma decisiva para o bem estar e a melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações, sendo fundamental para o desenvolvimento de uma sociedade equânime, desde que seja operada com responsabilidade social, estando sempre presentes os preceitos do desenvolvimento sustentável.

Localizado na Província Pegmatítica do Nordeste, o município de Junco do Seridó, se consolidou na prática do garimpo com o advento da industrialização durante a Segunda Guerra Mundial, com um aumento na demanda por substâncias minerais, se destacou pela diversificada produção mineral proveniente do garimpo consolidado há décadas (Guerra, 1975). Dentre elas, o caulim do Alto do Chorão inicialmente extraído na década de 1970.

O caulim é um tipo de argila formada essencialmente de caulinita de granulometria muito fina. Suas principais aplicações são: massas cerâmicas, plásticos, borrachas, tintas, adesivos, cimentos, inseticidas, produtos farmacêuticos, catalisadores, fertilizantes, cosméticos, além de cargas e enchimentos para diversas finalidades (Almeida, 2010).

O caulim é um minério de ampla aplicabilidade, utilizado em diversos setores industriais em todo o mundo, o qual tem destaque o papel, que consome 45% do total, seguido de cerâmica com 31% e demais setores industriais com 24%, como: tinta, borracha, plástico e outros (DNPM, 2014). Muito desse setor produtivo provoca sérias alterações ambientais, exigindo certo contingente de técnica, infraestrutura e investimentos para o efetivo aproveitamento, minimização de desperdícios e prevenção de alterações irreversíveis. Contudo, grande parcela ainda ocorre por meio artesanal, com problemas

Em relação aos aspectos demográficos, segundo o IBGE, os dados censitários de 2010 demonstram que atualmente o município de Junco do Seridó possui uma população estimada de

de ilegalidade, deficiência das condições de trabalho etc (CDRM, 2014).

Assim, de acordo com a explanação aqui apresentada, o trabalho em questão tem como proposta analisar a sustentabilidade da mineração do caulim no município de Junco do Seridó, aferida através da determinação dos indicadores de sustentabilidade baseado no modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (P-E-I-R), adaptado as especificidades em estudo, o qual contribuirá para entender a atual situação dessa atividade. Este modelo contemplou os aspectos sociais, econômicos e ambientais dessa atividade, através da análise dos impactos gerados ao meio ambiente, dos recursos econômicos gerados e das consequências aos diversos fatores sociais envolvidos.

Material e métodos

Caracterização da Área de Estudo

O município de Junco do Seridó possui 170.420 Km² de extensão territorial e está localizado na mesorregião da Borborema, microrregião do Seridó Ocidental Paraibano. Este município é de relevante importância para a região do Seridó paraibano está na região mineradora, denominada Província Pegmatítica Borborema-Seridó, a qual abrange os estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Faz limite com os municípios paraibanos de Tenório, Assunção, Salgadinho, Santa Luzia e Equador no Rio Grande do Norte, Figura 1.



Figura 01. O Município de Junco do Seridó
Fonte: IBGE, 2014.

6.995 habitantes, com densidade demográfica de aproximadamente 40 habitantes por km².

O município possui uma população predominantemente rural, que desenvolve algum

tipo de atividade agrícola, seja permanente ou associada a alguma outra atividade. Atividade de baixa produtividade e remuneração, que utiliza técnicas rudimentares e que em grande maioria é realizada conjuntamente a outras atividades (Almeida, 2010).

O valor do rendimento nominal mediano mensal per capita dos domicílios particulares não alcançam os 250 reais, sejam nos domicílios rurais

ou urbanos. Parcela significativa desse rendimento é oriunda da mineração, uma vez que o município apresenta vocação natural para essa atividade e parte da população está direta ou indiretamente envolvido em algum dos setores dessa atividade, influenciado diretamente no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (Gráfico 01).

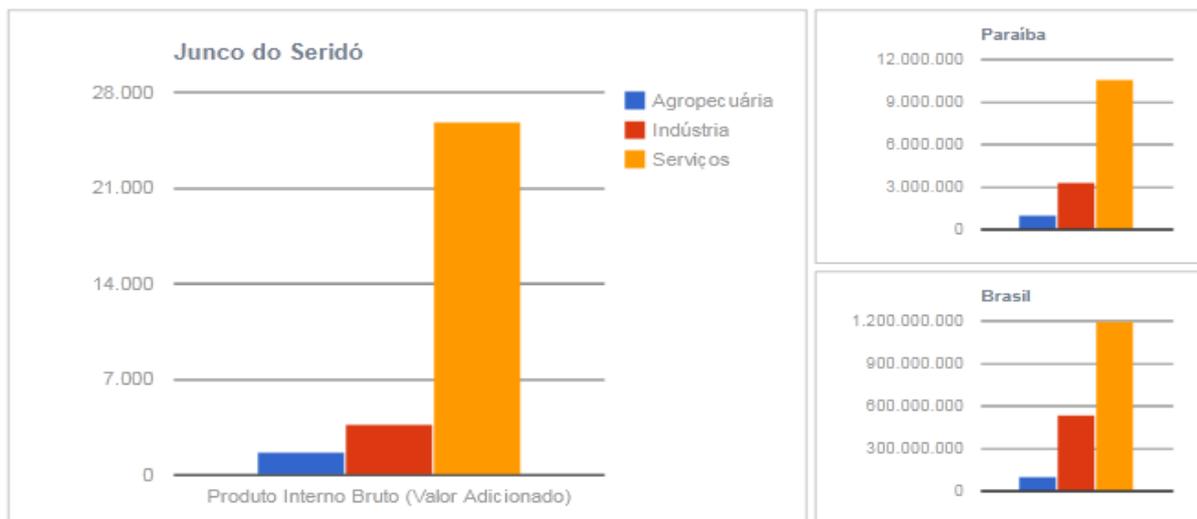


Gráfico 01: O PIB de Junco do Seridó em 2010. Fonte: IBGE e SUFRAMA – 2010.

O município de Junco do Seridó apresenta um IDHM de 0,617, classificado como baixo. Em relação ao PIB, o Censo 2010 informa que é de R\$ 22.172,851 mil, proporcionando um PIB per capita de R\$ 3.326,76, com destaque no setor de serviços, acompanhando o perfil nacional (IBGE, 2010).

O principal suporte da economia atualmente é a mineração, principalmente a do caulim. Porém, segundo dados do IBGE, a economia do município apresenta no setor primário uma maior participação (50 a 75%), seguindo-se o setor secundário com participação de 20 a 40% e, com menor participação, o setor terciário (5 a 25%).

De acordo com o IBGE (2014), pelo Cadastro Central de Empresas existem no Junco do Seridó 79 unidades atuantes, são empresas dos mais diversos ramos. Contudo, indicadores da área econômica apontam para apenas 42 empresas com CNPJ em atividade na unidade territorial.

Em relação à mineração, a localidade é rica em recursos minerais, com a presença de

feldspato, quartzo, caulim e outros minérios. Atividade que gera emprego e renda, mesmo que de forma muito singela para a população geral, como também produz uma grande degradação ao meio ambiente (Guerra, 1975).

A atividade de mineração do caulim na região do Seridó é uma atividade de pequeno porte e pulverizada, uma atividade rudimentar, com restrito acesso a tecnologia, elevado risco aos trabalhadores e constantes impactos ao meio ambiente. Contudo, é uma atividade importante para a região por empregar mão-de-obra local (DNPM, 2014).

A produção desse minério no município em questão é proveniente do garimpo consolidado há décadas, uma de suas frentes de lavra mais significativas se encontra em uma localidade chamada Alto do Chorão de onde se extrai o caulim, que também é extraído em outras localidades no município e em outros municípios vizinhos.

Essa atividade gera emprego e renda a uma parcela significativa da população.

Procedimentos Metodológicos

Para a realização da análise da sustentabilidade no setor de mineração de caulim

no município de Junco do Seridó - PB foi necessário realizar um levantamento dos aspectos

socioeconômicos e ambientais, do processo de extração e do beneficiamento do caulim, um diagnóstico dos diversos atores envolvidos e sua contribuição na atividade em questão, a renda gerada e os aspectos da infraestrutura existente município de Junco do Seridó - PB.

A partir da análise dos materiais teóricos que tratam do tema em estudo e tomando como base o Modelo PEIR (Pressão – Estado – Impacto – Resposta), foram definidos os principais indicadores para o setor de mineração do caulim.

O modelo Pressão-Estado-Resposta desenvolvido pela OECD (1998), para o estudo de

indicadores ambientais globais que vem sendo aceito e adotado internacionalmente. Baseia-se no conceito de causalidade: as atividades humanas exercem pressão sobre o ambiente alterando a qualidade e a quantidade de recursos naturais, ou seja, alterando o seu estado (Ferreira et al, 2010).

Estes indicadores foram selecionados de acordo com as atividades de extração e beneficiamento do caulim na área de estudo, abrangendo os aspectos socioeconômicos e ambientais, conforme o Quadro 01.

1. Indicadores de Pressão	<ul style="list-style-type: none"> - Abertura de acessos internos - Limpeza da área - Decapeamento do material estéril - Disposição do material estéril - Extração do minério - Produção do rejeito do caulim - Disposição do rejeito do caulim - Carregamento do minério - Transporte do minério
2. Indicadores de Estado	<ul style="list-style-type: none"> - Solo - Clima - Temperatura - Flora - Fauna - Recursos hídricos
3. Indicadores de Impacto	<ul style="list-style-type: none"> - Emissão de poeiras - Ruídos - Prejuízo à flora - Fuga da fauna - Oferta de emprego - Incremento do comércio local - Aumento na arrecadação tributária - Melhoria na infraestrutura - Incremento da economia mineral
4. Indicadores de Resposta	<ul style="list-style-type: none"> - Recuperação física do solo - Reflorestamento com o plantio de mudas nativas - O aproveitamento da cava final como reservatório de água - Abertura das vias de acesso interno - Prevenção contra a contaminação do solo com óleos lubrificantes - Reconstituição do relevo pré-existente - Reaproveitamento do rejeito do caulim - A prevenção contra as emissões de ruído e poeira - A minimização da erosão - Certificação ambiental

Quadro 01: Modelo PEIR aplicado à mineração.

Fonte: Adaptado da OECD – 1998.

Mineração do Caulim

A extração do caulim ocorre por meio do garimpo, uma das atividades que utiliza ainda

processos e instrumentos rudimentares nas jazidas, aliado a péssimas condições de trabalho e rendimento.

Segundo Becker (1990), o garimpo é uma atividade já antiga e sabe-se que ela envolve relações de trabalho precário. O garimpo surge como estratégia de sobrevivência para uma massa de trabalhadores sem terra e sem emprego estável. Em sua maioria a empresa busca por mão-de-obra barata, especificamente em áreas de lavra-garimpeira, que desempenham as seguintes funções:

Após a identificação da área onde o caulim será extraído, geralmente segue um filete, ocorre à preparação da área de lavra da mina que trata da retirada de toda cobertura vegetal e o decapeamento do material estéril do local.

A segunda etapa é a extração do minério do caulim realizada através das banquetas, banquetões e minas a céu aberto. Por meio de três técnicas: manual, denominada de carretel; semimecanizada, que utiliza o guincho; e mecanizada, com o uso da retroescavadeira. E seu transporte até a unidade de beneficiamento.

A terceira etapa corresponde ao beneficiamento, onde o caulim é separado do rejeito, processado, seco e empacotado, além do seu transporte ao seu destino final. A grande parte dos rejeitos gerados nas operações de exploração da mina e do beneficiamento fica depositada no entorno das unidades de beneficiamento ou das áreas onde o caulim é extraído. Uma parte pequena é depositada em cavas desativadas.

Assim, desenvolvendo este tipo de procedimento é comum identificarmos a degradação do relevo preexistente e, com solos expostos e erosões presentes em diversas partes do município, tornando-a uma lavra agressiva ao meio ambiente e ocasionando vários impactos.

Resultados e discussão

Pressão - Estado ou Ambiente

A pressão analisada é causada pelo setor de mineração do caulim, que desencadeia constantes ações impactantes ao meio ambiente, degradando consideravelmente o meio ambiente e comprometendo a quantidade e a qualidade dos recursos naturais, decorrente do processo de extração e beneficiamento do caulim, descrito no Quadro 02.

Indicadores de Pressão	
Processo de Extração e Beneficiamento do Caulim	Abertura de acessos internos
	Limpeza da área
	Decapeamento do material estéril
	Disposição do material estéril
	Extração do minério
	Beneficiamento do caulim
	Produção do rejeito do caulim
	Disposição do rejeito do caulim
	Carregamento do minério
	Transporte do minério

Quadro 02: Indicadores aplicados para Pressão

A jazida do caulim seguiu o filete, a extração através de banquetas, banquetões, cavas ou galerias com profundidade média de 45 metros. Os garimpeiros se unem em grupos de cinco e com o auxílio do guincho retiram o minério até chegar ao lençol freático.

A preparação inicial da área para a extração do caulim ocorre com toda a retirada da cobertura vegetal, para abertura das cavas e extração do minério.

Posteriormente ocorre o decapeamento do material estéril, o qual é depositado no entorno das banquetas e no entorno do Riacho Chorão, principal reservatório do município.

O material estéril produzido, do decapeamento até a sua disposição a céu aberto, o qual não recebeu nenhum tratamento ou destino, é empilhada vizinha à área de extração, se tornando num grande acúmulo, junto ao rejeito, os quais são ignorados, seja em relação ao impacto, reaproveitamento ou beneficiamento (Figura 02).



Figura 02: Extração do caulim em banqueta na comunidade Unha de Gato, com uso do guincho.

A extração do caulim ocorre de três formas: artesanal, semimecanizada e mecanizada. Como ainda apresenta um perfil bem rudimentar, encontra-se nas áreas mais distantes e de difícil acesso à retirada do caulim em banquetas, com a utilização do carrete, técnica proibida por representar grande risco aos garimpeiros, além de uma baixa produtividade, como é possível observar na Figura 03.



Figura 03: Extração manual do caulim em banquetas na comunidade da Carneira, denominada de Carretel.

De todo caulim bruto extraído 30% é de caulim puro e os 70% é descartado, tido como rejeito. O rejeito produzido é 90% depositado no entorno das banquetas ou no entorno das unidades de beneficiamento, as quais totalizam 15, entre elas legais e ilegais; 5% são depositadas em cavas antigas e abandonadas; e os 5% restante é destinado à única usina que beneficia o rejeito.

Entretanto, esse crescimento na demanda do caulim e na quantidade de pessoas fez aumentar, também, nas últimas décadas, o número de acidentes, de doenças e mortes na sua extração. Ao mesmo tempo, trouxe modificações consideráveis ao meio ambiente e a própria cidade de Junco do Seridó com a abertura de novas frentes de trabalho, o aumento no fluxo de caminhões e carretas pesadas (Almeida, 2010).



Figura 04: Transporte do caulim em caçambas para as unidades de beneficiamento - Noruega.

Na maioria das vezes, o caulim beneficiado, recebe nenhuma forma de proteção, por isso é comum ocorrer à dispersão das partículas pelo ar.

Grande parte do carregamento e transporte, cerca de 80% é de responsabilidade dos compradores, valor inserido no preço do carregamento. Geralmente, para os destinos dentro da Paraíba ou Rio Grande do Norte são utilizados caminhões caçambas.

Estado – Ambiente Natural

O Estado é a qualidade do ambiente e à qualidade é a quantidade dos recursos naturais. Neste caso, consideram-se os aspectos naturais do município de Junco do Seridó – PB, onde estão localizadas as áreas de extração e as unidades de beneficiamento. Além disso, deve ser fornecida a situação do ambiente natural e sua evolução no tempo (Ferreira et al, 2010).

Os rios do Semiárido estão assentados sobre solos rasos e pouco permeáveis (litólicos) (Ab' Saber, 2003), o que dificulta o armazenamento de água nesta região.

Conforme mostra o Quadro 03, o qual faz referência aos elementos naturais que foram analisados no referente modelo aplicado a sustentabilidade:

Indicadores de Estado	
Ambiente Natural	Solo
	Clima
	Temperatura
	Flora
	Fauna
	Recursos Hídricos

Quadro 03: Indicadores aplicados ao Estado dos elementos naturais.

Enfatiza Guerra (1975), que predomina no município de Junco do Seridó solos pouco desenvolvidos, rasos, pedregosos, arenosos, com alta diversidade mineral e baixo teor de matéria orgânica. Outra característica dos solos é a grande quantidade de mica e alta erosividade.

Devido ao baixo índice pluviométrico, o elevado índice de aridez e o grande risco de seca, o município de Junco do Seridó também está incluído no Semiárido brasileiro, índices pluviométricos entre 400 e 600 mm/ano, com chuvas irregulares, conforme AESA (2010).

A vegetação predominante é a Caatinga, vegetação típica de clima semiárido, com predomínio de pequeno a médio porte e adaptada à carência hídrica e às características do solo que, por sua vez, dificultam a infiltração e a absorção da água.



Figura 05: Imagem da vegetação típica local, período de inverno – 2014.

Em relação à flora, as espécies mais encontradas na região são bromeliáceas, cactáceas e os frutos suculentos, com grande variedade de espécies, exemplos: xique-xique, palma,

mandacaru, facheiro, macambira, coroa-de-frade, jurema, jurema preta, cana-fistula, marmeleiro, catingueira, pereiro, pinhão, mulungu, barriguda, caroá, juazeiro, umbuzeiro, baraúna, quixabeira, aroeira e o jatobá (Bernardes, 1999).

A distribuição das plantas é esparsa e rasteira. São predominantes nessa região espécies de metabolismo resistentes, hiperxerófitas, com múltiplos espinhos protetores, caducifólias, que perdem suas folhas durante a estação seca, mas quando chegam às primeiras chuvas, tudo reverdece (Ab' Saber, 2003).

Em relação à fauna típica da caatinga busca a sobrevivência em meio às adversidades expostas pelo Semiárido. São identificadas espécies mamíferas, répteis e aves, entre os quais estão: tatu peba (*Euphractus sexcinctus*); répteis com variedade de lagartos, como o camaleão (*Iguana iguana*) e o teju (*Tupinambis tequixim*), mocó (*Kerodon rupestris*), aves casacas de couro (*Pseudoseisura cristata*), urubu-de-cabeça preta (*Coragyps atratus*), canção (*Cyanocorax cyanopogon*), rasga mortalha (*Tyto alba*), periquito da caatinga (*Eupsittula cactorum*), rolinha (*Columbina*) e carcará (*Caracara plancus*).



Figura 06: Casacas de Couro em meio à caatinga

As casacas de couro é uma espécie geralmente incomum e habita a caatinga seca e florestas de galeria. Vive principalmente no alto de árvores, indo eventualmente ao solo aos pares, para se alimentar ou beber água.

As águas do município escoam para a Bacia do rio Taperoá, afluente do rio Paraíba. O riacho do Chorão, próximo à cidade, está assoreado e poluído. Um dos agravantes é que as pequenas usinas de beneficiamento de caulim lançam o esgoto direto no riacho, tornando-o impróprio para consumo humano e animal.

Aos tanques destinados ao beneficiamento do caulim por decantamento, a água chega de carro pipa vinda dos açudes. A população

consome água de um único açude disponível para essa finalidade, a qual ela não paga nada.

É um dos municípios da Paraíba que não é abastecida pela rede pública estadual, a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba – CAGEPA, com uma distribuição de ordem municipal dos reservatórios locais, mas como a água possui um aspecto bem turbo, não é indicado para o consumo humano nas atividades de beber e cozinhar. Assim, parcela dos moradores compra água advinda de outras localidades através de carros-pipa para as atividades básicas.

Impacto

O processo de extração mineral é uma atividade bastante visada pela sociedade pelo fato de causar grandes impactos ambientais, seja negativo ou positivo.

De acordo com essa situação está a mineração do caulim, que desencadeia entre os impactos negativos: emissão de poeiras, ruídos, prejuízo à flora; fuga da fauna. Quanto aos impactos positivos: incremento do comércio local; oferta de emprego; aumento na arrecadação tributária; melhoria na infraestrutura; e incremento da economia mineral (Quadro 4).

Indicadores de Impacto	
Setor de Mineração do Caulim	Emissão de poeiras
	Ruídos
	Prejuízo à flora
	Fuga da fauna
	Danos aos recursos hídricos
	Oferta de emprego
	Incremento do comércio local
	Aumento na arrecadação tributária
	Melhoria na infraestrutura
	Incremento da economia mineral

Quadro 04: Análise do Estado dos elementos naturais

Este indicador analisa a importância e o papel das empresas de mineração e o número de famílias beneficiadas com o desenvolvimento do mesmo.

Como o caulim é particulado, ocorre à dispersão das partículas pelo ar. Em alguns trechos do percurso, a vegetação chega a ficar

branca, coberta por sedimentos, como podemos observar na Figura 07.



Figura 07: Imagem da vegetação coberta por partículas do caulim.

O caulim é transportado seco e sem proteção, ao ser transportado a ação do vento o espalha pelas ruas, poluindo o ar e comprometendo todo o trajeto, além de grande quantidade de material na área onde as banquetas estão em atividade, afeta os garimpeiros e as comunidades do entorno (Figura 08).



Figura 08: Imagem da dispersão do caulim durante o seu transporte.

Em relação aos ruídos, este é um impacto de menor proporção, uma vez que no processo de extração do caulim não é necessário utilizar explosivos.

Especificamente na extração e beneficiamento do caulim é um processo que provoca pequenos ruídos, principalmente se compararmos com outros minérios. Esse fato se deve por ser o caulim um minério particulado e adensado e de fácil fragmentação.

Quanto ao prejuízo à flora, a atividade de extração do minério também causa sérios problemas à flora, pois, destrói a área florestal por

causa dos trabalhos de extração mineral causando prejuízos ao meio ambiente. O indicador de impacto analisa qual a proporção da destruição e o tempo de recuperação da flora e, ainda, as possíveis soluções que no caso das empresas que extraem e beneficiam o caulim adotaram para solucioná-los (Ferreira et al, 2010).

A ocorrência desse processo registra-se em função do uso de práticas inadequadas na mineração e agropecuária, sem um devido manejo racional da caatinga, mas sim com uma forte agressão ao ecossistema, caracterizada pelo desmatamento ilimitado e irracional, desencadeando assim impactos cuja versão, se não impossível, é bastante onerosa (SECTMA, 2008).

É nítida a retirada da caatinga nas diversas áreas onde ocorre a mineração do caulim, prática que agrava a situação dessa vegetação que já é impactada por outras atividades que utilizam a madeira como matéria-prima ou uso do solo.

A flora é um dos primeiros recursos naturais a ser impactada pela mineração. A retirada da cobertura vegetal para o início da extração dos minérios é comum à extração do caulim, onde banquetas e cavas são abertas (Figura 09).



Figura 09: Área de extração do caulim desativada, onde a vegetação foi retirada – setor da Carneira.

Os impactos ambientais registrados nos ecossistemas naturais da Paraíba têm provocado graves alterações, principalmente no que diz respeito aos recursos de solo e água, a flora e a fauna. No tocante à exploração mineral, a situação também é preocupante, posto que esta ocorra de forma bastante irracional, principalmente ocorrências pegmatíticas do Cariri e do Seridó (SECTMA, 2008).

Decorrente dessa ação, a vegetação continua a ser degradada, com a redução de

espécies locais, extinção de algumas espécies da fauna que eram identificadas na região do Seridó e que na última década não foram mais encontradas.

Na Mesorregião da Borborema, uma das mais ricas em recursos minerais metálicos e não metálicos do Estado, na qual é possível observar graves problemas de poluição referentes à poluição do ar, nas unidades de beneficiamento, às formas de deposição dos resíduos da mineração, à destruição da flora nativa para obtenção da lenha usada como combustível na calcinação do calcário e, conseqüentemente a extinção da fauna.

Também é problema oriundo da devastação da flora, o aumento de solo exposto e o agravamento deste problema, com a presença intensa de erosões e o empobrecimento do solo.

Não foram identificadas as ações para solucionar ou atenuar esse problema, mesmo se tratando de um problema de fácil visualização, seja áreas em atividade ou inativas.

Outro agravante é o uso indiscriminado de lenha para secagem do caulim, como mostra a Figura 10.



Figura 10: Forno para secagem do caulim – setor Noruega.

É utilizada a lenha da Algaroba (*Prosopis juliflora*), como também de espécies nativas da Caatinga de outras áreas que não são necessariamente do entorno das minas.

Este problema reflete um sistema deficiente, com técnicas rudimentares e inadequadas, tanto da matriz energética como das técnicas de processamento, responsáveis pela separação dos minerais e substâncias, que desse modo, requerem muito mais lenha, mais custos econômicos, ambientais, comprometendo os rendimentos e o aproveitamento.

Segundo Cândido, Barbosa e Silva (2002), a degradação da vegetação nativa, em

função de atividades agrícolas e pastoris, além do corte raso para a produção de carvão e abastecimento das indústrias de cerâmica e de processamento do caulim, são fatores que colocam esta área entre aquelas com níveis acentuados de desertificação.

A liberação para corte da Algaroba para a produção de lenha foi autorizada pela SUDEMA que proporcionou expansão do seu uso e reflete hoje numa menor pressão sobre a caatinga (SUDEMA, 2014). Essa afirmativa tem como base análise de mineração de outras substâncias e de outras atividades, que tem por prática o desmatamento de grandes áreas, ocasionando maior área degradada.

Contudo, um atenuante desse problema é que o desmatamento é uma ação pontual, ocorrendo apenas nas áreas em que ocorre a mineração do caulim, pontos em que os filetes de caulim são encontrados.

Segundo Almeida (2010), a caatinga encontra-se parcialmente conservada, se comparada com as áreas utilizadas para pecuária extensiva. Nesse aspecto as frentes de lavra em si não provocam grande devastação se comparadas a outros empreendimentos minerais do Brasil como os destinados à extração de óxidos de ferro, prata ou ao próprio sobrepastoreio praticado na região.

O clima quente e seco causa consequentemente a fuga dos animais que já são poucos na região. Esse indicador analisa o número de animais e as espécies em extinção encontrada nesta Região, além de sua importância para a sustentabilidade local.

Em relação à fauna típica da região as áreas mais distantes da zona rural e de maiores altitudes, encontram as áreas onde as espécies estão mais preservadas e em maiores números e diversidades de espécies. São geralmente os animais que fugiram das áreas mais próximas das banquetas e das unidades minerárias. Esses animais buscam áreas mais úmidas, mais seguras e que possam se abrigar nas árvores.

Quanto à oferta de emprego, o município de Junco do Seridó é o município da região do Seridó com o maior número de empreendimentos e com o maior número de pessoas.

Contudo, são em grande maioria, pequenos empreendimentos em atividade, com baixos investimentos na empresa, com baixa capacidade produtiva e a sua estrutura tem contribuído pouco para o desenvolvimento local, gerando poucos empregos. A oferta de emprego gerada nessa atividade é um fator conflitante, são diretamente cerca de 300 garimpeiros envolvidos.

Em relação aos trabalhadores que trabalham na extração do caulim, a situação é

mais crítica. Os garimpeiros formam pequenas equipes, onde quatro trabalhadores ficam responsáveis pela extração do caulim nas banquetas e um fica manuseando o guincho. Em suma, a maioria são trabalhadores clandestinos, que comercializam, a sua produção nas unidades de beneficiamento locais ou da região, como mostra a Figura 11.



Figura 11: Grupo de garimpeiros trabalhando na extração do caulim em Banqueta– setor Noruega.

Do total de trabalhadores envolvidos na função, cerca de 40% destes trabalhadores estão empregados nas unidades de beneficiamento, destes cerca de 50% trabalham com carteira assinada, mas geralmente como serviço geral, cozinheira, vigilante, motorista, entre outras funções.

Muitos destes trabalhadores possuem baixa escolaridade e tem nessa atividade uma alternativa de vida, são agricultores que no período de estiagem buscam outra forma de sobrevivência. Outra presença importante é de pedreiros e serventes que revezam função com o garimpo.

Com o desenvolvimento desta atividade o comércio local é favorecido, com o abastecimento de insumos para equipamentos, infraestrutura (hospedagem, alimentação, transporte etc) para trabalhadores e demais envolvidos direta e indiretamente nesta atividade, gerando receita para o comércio local.

Esse crescimento da produção caulínica despertou, também, o interesse dos grandes empresários que, atualmente, estão “expulsando” os *banqueteiros* das reservas de caulim e se recusando a pagar impostos ao município para lavrar e transportar esse mineral, de maneira que” todo o dinheiro arrecadado fica com a cidade vizinha, Juazeirinho, a qual leva o bônus e deixa para o Junco do Seridó o ônus dessa extração.

É identificado que apenas um dos empreendimentos está trabalhando dentro da legalidade, com o pagamento do CFEM - Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais, que segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, foi estabelecido pela Constituição de 1988, em seu Art. 20, § 1o, é devido aos Estados, ao Distrito Federal, aos Municípios, e aos órgãos da administração da União, como contraprestação pela utilização econômica dos recursos minerais em seus respectivos territórios. Portanto, a mineração do caulim no município de Junco do Seridó não tem representado um aumento significativo na arrecadação tributária.

Como a atividade em questão ocorre de forma artesanal e na clandestinidade, muito da infraestrutura utilizada é pouca, rudimentar, inadequada e insuficiente. Portanto, não houve investimentos na infraestrutura significativa que tenha sido identificada.

Também não foi identificado o incremento da economia mineral, especificamente em relação ao caulim, já são aproximadamente cinco décadas de extração desse minério e de acordo com os trabalhadores locais existe hoje uma expectativa de apenas 10 anos para que esse recurso se esgote.

Resposta

Medidas desenvolvidas como forma de atenuar os impactos gerados pela mineração do caulim na área em questão.

De acordo com a pesquisa em questão, foram analisadas as medidas aplicadas para atenuar os impactos ambientais gerados pela mineração do caulim.

Para melhor compreensão este indicador foi dividido em três grupos: a) as medidas de recuperação de áreas degradadas; b) as medidas de prevenção e controle ambiental; c) a gestão de qualidade ambiental (Quadro 05).

Indicadores de Resposta	
Medidas de recuperação de áreas degradadas	Recuperação física do solo
	Reflorestamento com plantio de mudas nativas
	Aproveitamento da cava final como reservatório de água
Medidas de prevenção e controle ambiental	Abertura das vias de acesso interno
	Prevenção contra a contaminação do solo com óleos lubrificantes
	Reconstituição do relevo pré-existente
	Reaproveitamento do rejeito do caulim
	Prevenção contra as emissões de ruído e poeira
	A minimização da erosão
Gestão de qualidade ambiental	Certificação ambiental

Quadro 05: Medida para preservação ambiental, mediante a mineração do caulim.

Não foi identificada nenhuma ação de recuperação física do solo, nas áreas de solo exposto e de banquetas abertas a paisagem é a mesma, banquetas abertas ativas e inativas, pilhas do rejeito de caulim e pontos de solo erodido.

Outro aspecto negativo referente a esta atividade é a ausência de reflorestamento com o plantio de mudas nativas.

As áreas desmatadas apresentam grandes perímetros de solo exposto e continuam

abandonadas sem nenhuma ação para amenizar os impactos.

Como é possível observar na Figura 12, as banquetas desativadas ficam inutilizadas e sem nenhuma medida de recuperação do solo e como consequência a degradação ambiental fica mais intensa.



Figura 12: Banquetão desativado – setor Carneira

Posterior à abertura das banquetas, os garimpeiros escavam até alcançarem o lençol freático, que ocasiona a transferência da mina e o abandono das galerias cheias de água. Devido a grande profundidade e a falta de estrutura, a água acumulada nas cavas não é aproveitada. De acordo com os garimpeiros, não chega a 10% dessa água (Figura 13).



Figura 13: Galeria desativada usada com elevação do nível freático – Setor Unha de Gato.

Como foi possível observar em campo, os rejeitos gerados nas operações de exploração do caulim são distribuídos da seguinte forma: 75% são depositados no entorno das banquetas ou usinas de decantamento; 12% do rejeito são depositadas em minas áreas desativadas (Figura 14); e 8% do rejeito são depositados dentro das banquetas, numa antiga cava, oriunda do processo de extração do caulim. Contudo, o total do rejeito gerado fica exposto sem nenhum tratamento.

Apenas, 5% do total do rejeito produzido são reaproveitados, pois em 2011 uma família de garimpeiros se uniu para comercializar parte do rejeito, o qual é separado, ensacado e comercializado para empresas da construção civil,

como material de acabamento. Esse produto tem boa aceitação no comércio, com destino principalmente para o estado de Pernambuco.



Figura 14: Rejeito de caulim depositado em área de pecuária - Setor Noruega .

Para a pequena parcela do rejeito do caulim que é depositado em cavas desativadas, afirma Ferreira et al (2010), que desenvolvendo este tipo de procedimento consegue-se reconstituir o relevo preexistente e, com isso reduz-se custo com transporte, mão-de-obra e maquinário, tornando-a uma lavra mais eficiente, menos agressiva ao meio ambiente e ocasionando menos danos ambientais.

Devido ao tráfico constante das caçambas transportando o caulim e dos maquinários utilizados é possível à contaminação do solo com óleos lubrificantes, impacto o qual não é evitado. Fato agravado pela falta de manutenção ou inadequada, pois a grande maioria é realizada pelos funcionários comuns e não recebi a assistência de profissionais.

Não foi identificado nenhum processo de reconstituição do relevo pré-existente. Assim, o quadro continua sendo agravado e ocasiona uma maior exposição do solo.

Todavia, quando associamos o nível de degradação do solo com a atividade em questão, devem ser considerados os seguintes aspectos: demandam da mineração, densidade demográfica, tipologia de posse da terra, condições de declividade, e as propriedades físicas do solo (Almeida, 2009).

O município de Junco do Seridó, a exemplo do Semiárido brasileiro, possui solos rasos e pedregosos, além de um território com alto nível declividade, quando associada à mineração tem agravado o processo de degradação do solo.

Em relação ao ruído, ele ocorre de forma moderada, já que não são utilizados explosivos no processo de extração do caulim. Contudo, quanto

à emissão de poeira, a situação é mais grave, pois o caulim é um minério que se desprendi rápido e que facilmente fica particulado no ar, presente em todo o trajeto feito pelas caçambas.

É comum o caulim particulado está presente em toda a região onde existem banquetas em atividade, nas usinas de beneficiamento e nas áreas adjacentes, seja no solo, na vegetação, em reservatórios e no entorno das comunidades.

Existe grande quantidade dessas partículas em suspensão durante a extração, quanto também no transporte do caulim bruto, o minério é transportado por caçambas, sem nenhum tipo de proteção. Grande quantidade de caulim disperso ao longo do trajeto realizado dos pontos de extração do caulim até as unidades de beneficiamento (Figura 15).



Figura 15: Emissão de poeira e posteriormente, poeira do caulim recobre a vegetação - Setor Unha de Gato.

É comum ser identificado nas áreas adjacentes às banquetas a presença acentuada de erosões, principalmente nas áreas em que a extração está inativa. Este fato é decorrente da falta de medidas que busquem atenuar esse impacto.

Em relação à Certificação ambiental, o DNPM, apresenta uma relação de empreendimentos que atuam com a extração e beneficiamento de caulim no município de Junco do Seridó, dos quais 28 possuem alvarás de pesquisa válidos, duas concessões de lavra e uma lavra garimpeira. Quanto aos demais empreendimentos alguns estão na fase inicial de requerimento e outros com documentos inválidos.

Quanto à documentação municipal, apenas 12 estabelecimentos possuem o Alvará, dentre estes apenas um está em dia com seus impostos, incluindo a Compensação Financeira pela Exploração de Minérios – CFEM.

De acordo com as informações obtidas em campo e nos órgãos competentes, os indicadores de sustentabilidade o PEIR, aplicado na mineração do caulim, foram classificados em três níveis: baixo, moderado e alto, entendendo por baixo os fatos mais graves e recursos mais degradados, que comprometem a sustentabilidade da atividade; moderado, uma situação média intermediária; e alta, as situações e recursos que atenuam os impactos negativos e promovem a sustentabilidade, como é possível observar no Quadro 06.

Com os resultados obtidos foi possível verificar que apenas a pressão exercida através da abertura de acessos internos e o transporte do caulim, são as etapas desse processo que estão mais próximas da sustentabilidade.

A exemplo da situação intermediária estão a Certificação ambiental e o reaproveitamento do rejeito ou das cavas desativadas, atenuando os impactos.

Enquanto que os demais fatores têm agravado os problemas, com graves consequências.

Conclusões

O setor da mineração, pela natureza de sua atividade, apresenta fortes impactos negativos ao meio ambiente, havendo a necessidade de implantar uma gestão diferenciada, ou seja, uma gestão sustentável com a preocupação efetiva de sustentabilidade para a região.

No cenário atual, a mineração do caulim no município de Junco do Seridó, com o predomínio de pequenos empreendimentos, muitos clandestinos, executados de forma rudimentar, com mão de obra garimpeira barata e sem qualificação, gera impactos negativos bem superiores aos benefícios produzidos.

Por natureza, mineração e sustentabilidade parecem ideias antagônicas. Contudo, uma empresa de mineração explora um determinado local apesar de não ter como evitar os impactos ambientais, mas, ela procura solucionar o problema através de procedimentos sustentáveis (Ferreira et al, 2010).

De acordo com o modelo utilizado, os principais agentes de pressão da mineração do caulim na área específica é a abertura de vias de acessos à reserva mineral, a forma de como ocorre à extração do caulim, a produção e disposição do rejeito e a emissão de poeira, ocasionando alterações diretas ao meio ambiente.

As características naturais da área de estudo seguiram as peculiaridades do Seridó, região com altas temperaturas, precipitação abaixo da média, solos rasos, arenosos, pedregosos,

pobres em matéria orgânica e com um processo erosivo intenso, além da escassez hídrica que assola a região.

Quadro 06: Resultado do PEIR aplicado na mineração.

Indicadores do PEIR	Indicadores Analisados	Nível de Sustentabilidade
1. Indicadores de Pressão	-Abertura de acessos internos -Limpeza da área -Decapeamento do material estéril -Disposição do material estéril -Extração do minério -Produção do rejeito do caulim -Disposição do rejeito do caulim -Carregamento do minério -Transporte do minério	Baixo Baixo Baixo Baixo Baixo Baixo Baixo Baixo Moderado Alto
2. Indicadores de Estado	-Solo -Clima -Temperatura -Flora -Fauna -Recursos hídricos	Baixo Baixo Baixo Moderado Moderado Baixo
3. Indicadores de Impacto	-Emissão de poeiras -Ruídos -Prejuízo à flora -Fuga da fauna -Oferta de emprego -Incremento do comércio local -Aumento na arrecadação tributária -Melhoria na infraestrutura -Incremento da economia mineral	Baixo Moderado Baixo Baixo Moderado Moderado Baixo Baixo Baixo
4. Indicadores de Resposta	-Recuperação física do solo -Reflorestamento com o plantio de mudas nativas -O aproveitamento da cava final como reservatório de água -Abertura das vias de acesso interno -Prevenção contra a contaminação do solo com óleos lubrificantes -Reconstituição do relevo pré-existente -Reaproveitamento do rejeito do caulim -A prevenção contra as emissões de ruído e poeira -A minimização da erosão -Certificação ambiental	Baixo Baixo Moderado Moderado Baixo Baixo Moderado Baixo Baixo Baixo

Em relação aos impactos, foi possível identificar como os impactos mais presentes a emissão de poeira, prejuízo à flora e a oferta de emprego. A extração e manuseio do caulim promove uma grande quantidade de material particulado, a poeira gerada afeta diretamente também a vegetação, além disso, nas áreas em

atividade a cobertura vegetal é removida e posterior às atividades, não ocorre o reflorestamento.

Outro fator gerado é a oferta de emprego, que mesmo em número bem inferior do que seria se as condições fossem adequadas, é uma atividade alternativa para muitos que promovem a

busca pela sobrevivência de uma parcela menos favorecida.

Uma minoria tem seus direitos trabalhistas, assistência média é por conta do trabalhador. Outro aspecto importante é a crescente terceirização, principalmente na etapa de extração do caulim. Assim, os empresários diminuem os riscos de serem responsabilizado por algum acidente, já que essa é a etapa com maior risco, além de diminuir os custos.

Os indicadores referentes à resposta ao perfil analisado, três itens foram identificados na mineração do caulim, são estes: a abertura das vias de acesso interno, realizada pelos empreendimentos, para facilitar a atividade; o reaproveitamento do rejeito do caulim, através de uma unidade que trabalha com o reaproveitamento do caulim; e a certificação ambiental, a qual está dentro do prazo, uma pequena minoria, mas de acordo com os órgãos competentes todas possuem alguma irregularidade, por não estarem totalmente adequadas às exigências.

Assim, é perceptível uma atividade com baixo nível de sustentabilidade em âmbitos social, econômico e ambiental, com a necessidade de mudanças imediatas para uma maior perspectiva dessa atividade.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento à pesquisa e concessão de bolsas de estudo.

Aos órgãos competentes e a comunidade do Município de Junco do Seridó por disponibilizarem as informações necessárias para a conclusão da pesquisa em questão.

Referências

- Almeida, I. C. de S. Alterações ambientais decorrentes da extração de Caulim no Alto do Chorão no município de Junco do Seridó. 2009. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em geografia) – Curso de licenciatura plena em geografia. Campina Grande, 2009. 77p.
- Almeida, I.C.S. A Problemática Ambiental da Extração de Caulim no Alto do Chorão em Junco do Seridó/ PB. In: XVI Encontro Nacional de Geógrafos. AGB, Porto Alegre, 2010.
- AESA – Agência Estadual de Águas. Relatório das Condições Climáticas da Paraíba. Disponível em: <<http://geo.aesa.pb.gov.br/>> Acesso em: 10 de Outubro de 2010.
- Ab'sáber, A. N. 2003. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial. 160p.

- Becker, K. Bertha. As frentes de exploração mineral: grandes projetos e garimpos. In: Becker, K. Bertha. Amazônia. São Paulo: Hucitec, Rio de Janeiro: 1990. (p. 62-82).
- Bernardes, N. As Caatingas. Estudos Avançados, v. 13, n. 36 p. 69-78, 1999.
- Cândido, G. A. (Org.). Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade: Formas de Aplicações em Contextos Geográficos Diversos e Contingentes Específicos – Campina Grande – EDUEFCG, 2010.
- Carvalho, P. G. M. e Barcellos, F. C. Mensurando a Sustentabilidade. In: May, Peter H. (org.) Economia do meio ambiente: teoria e prática. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier, 2010.
- CDRM. Disponível em: <<http://www.cdrm.pb.gov.br/>>. Acesso em 14 de Abril de 2014.
- DNPM. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/>. Acesso em: 10 de Dezembro de 2013.
- DNPM. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/>. Acesso em: 21 de Outubro de 2014.
- Donato. Disponível em: <<http://www.juncodoserido.pb.gov.br/servicos/eventos>>. Acesso em: 21 de Outubro de 2013.
- Farias, C. E. G. Mineração e meio ambiente no Brasil. Relatório preparado para o CGEE, 2002.
- Félix, V.S. e Cavalcanti, W.C., A Adoção da Variável Ambiental para a Materialização da Sustentabilidade em Empresas do Setor Extrativistas Localizadas no Cariri e Seridó Paraibano. Revista Brasileira de Geografia Física, 2012:02.
- Ferreira, E. S. da; Lira, W. S.; Cândido, G. A. et al. Sustentabilidade na Setor de Mineração: uma Aplicação do Modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta. In: Cândido, G.A. Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade. Campina Grande-PB: EDUEFCG, 2010.
- Guerra, Antônio Teixeira. Dicionário Geológico e Geomorfológico. 4. ed. Rio de Janeiro. IBGE: 1975.
- Harding, R. Ecologically sustainable development: origins, implementation and challenges. Desalination, 2006.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. IBGE Cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm>. Acesso em 22 de Novembro de 2014.
- IBGE. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável - Brasil 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/r>

- ecursosnaturais/ids/default_2012.shtm>.
Acesso em 03 Junho de 2014.
- Lira, W. S. e Cândido, G. A. A análise dos modelos de indicadores no contexto do desenvolvimento sustentável. *Revista Eletrônica de Ciências Sociais Aplicadas*. 2008:03.
- OECD. Draft Synthesis Report, Group on State of Environment workshops on Indicators for Use in Environmental Performance reviews. Doc. ENV/EPOC/SE, Paris, OCDE. 1998.
- Pontes, J. C., Lira, W. S. e Lima, V. L. A. Aplicação de técnicas de produção mais limpa no de rocha e sua contribuição para a saúde do trabalhador. In: Lira, W. S. & Cândido, G. A. *Gestão Sustentável dos Recursos Naturais: uma Abordagem Participativa*. Campina Grande: EDUEPB, 2013.
- Sachs, Ignacy. *Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.
- Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente - Paraíba, 2008. Disponível em: <<http://www.paraiba.pb.gov.br/meio-ambiente-dos-recursos-hidricos-e-da-ciencia-e-tecnologia>>. Acesso em 20 de novembro de 2014.
- SUDEMA, 2014. Disponível em: <<http://www.sudema.pb.gov.br/>>. Acesso em 21 de novembro de 2014.
- Van Bellen, H. M. *Indicadores de Sustentabilidade: uma Análise Comparativa*. 2. Ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.
- Villas Bôas, H. C. *A indústria extrativa mineral e a transição para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: CETEM/MCT/CNPq/2011, 108p.