



## GEOMORFOLOGIA E GEOGRAFIA COMO INSTRUMENTOS SUPLEMENTARES PARA ELABORAÇÃO DE UM PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS EM SÍTIOS URBANOS

## GEOMORPHOLOGY AND GEOGRAPHY AS SUPPLEMENTARY TOOLS FOR ELABORATION OF A RECOVERY PROGRAM OF DEGRADED AREAS IN URBAN SITES

## GEOMORFOLOGÍA Y GEOGRAFIA COMO HERRAMIENTAS SUPLEMENTÁRIAS PARA ELABORACIÓN DE UN PROGRAMA DE RECUPERACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS EN SITIOS URBANOS

Max Furrier

Professor Adjunto, nível IV - Departamento de Geociências  
Centro de Ciências Exatas e da Natureza  
Universidade Federal da Paraíba  
max.furrier@hotmail.com

**Resumo:** As áreas de mineração em sítios urbanos, muitas vezes, se traduzem em problemas ambientais e em conflitos sociais, devido aos impactos e, praticamente, a exclusão da população do entorno, quando a mesma é explorada por empresa multinacional, como é o caso da área investigada. Quando essas áreas mineradas são exauridas ou abandonadas por fatores diversos, as mesmas passam a ser um passivo ambiental quando a legislação vigente não é empregada ou quando os órgãos públicos são omissos, o que pode gerar novos problemas e conflitos com a população do entorno. Aplicando a legislação vigente com o conhecimento substancial das características do meio físico e social da área minerada e de suas adjacências, a geomorfologia, assim como a ciência geográfica, pode contribuir para uma recuperação que vise um uso futuro que integre questões ambientais e sociais para que essa área se adeque às necessidades locais, melhorando, substancialmente, a qualidade ambiental e de vida da população.

**Palavras-chave:** Mineração; áreas degradadas; fábrica de cimento.

**Abstract:** Mining areas in urban sites are often translated into environmental problems and social conflicts, due to impacts and the exclusion of the surrounding population, when it is exploited by multinational company, as is the case of this investigated area. When these mining areas are depleted or abandoned by various factors, they become an environmental liability when the current law is not used or when the public agency are silent, what can generate new problems and conflicts with the surrounding population. Applying current legislation with substantial knowledge of the characteristics of the physical and social environment of the mined area and its surroundings, geomorphology and the geographical science can contribute in recovery aiming for a future use that integrates environmental and social issues to that area suits local needs substantially improving environmental quality and the population life.

**Keyword:** Mining; degraded areas; cement factory.

**Resumen:** Áreas mineras en sitios urbanos a menudo se traducen en problemas ambientales y conflictos sociales, debidos a los impactos y prácticamente la exclusión de la población de los alrededores, cuando es explotado por empresa multinacional, como es el caso de la zona investigada. Cuando estas zonas mineras se agotan o abandonados por varios factores, se convierten

en un pasivo ambiental cuando no se utiliza la ley actual o cuando los organismos públicos están en silencio, lo que puede generar nuevos problemas y conflictos con la población circundante. La aplicación de la legislación vigente con el conocimiento sustancial de las características del entorno físico y social de la zona minada y su entorno, la geomorfología y la ciencia geográfica puede contribuir en la recuperación que mire el objetivo de un uso futuro que integra las cuestiones ambientales y sociales a área que se adapte a las necesidades locales, mejorando sustancialmente la calidad del medio ambiente y la vida de la población.

**Palabras clave:** Minería; Áreas degradadas; planta de cemento.

## Introdução

Este artigo mostra a aplicação do conhecimento da ciência geomorfológica e geográfica na elaboração de Programas de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), principalmente aquelas localizadas em áreas urbanas ou próximas que foram impactadas pela mineração. Um PRAD tem o objetivo de apresentar as medidas de controle e recuperação propostas para a reabilitação de áreas degradadas pelo uso antrópico, como a mineração, bem como a proposição de usos futuros das áreas degradadas.

Para este estudo foram selecionadas as áreas ocupadas pela lavra de calcário, argila e o depósito de material estéril da CCB – CIMPOR CIMENTOS DO BRASIL LTDA (CIMPOR), na propriedade denominada Fazenda da Graça, localizada no setor oeste da área urbana do município de João Pessoa, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil.

Um PRAD pode ser entendido como um projeto a ser implementado de modo eficaz (isto é, que atinja seus objetivos) e eficiente (isto é, com os menores recursos possíveis). No caso de uma mina em funcionamento, trata-se de um projeto de longo prazo, que prossegue até depois de seu fechamento (SÁNCHEZ, 2004).

A atividade mineradora sempre foi tida como importante atividade econômica, pois as matérias-primas e insumos advindos da extração mineral constituem fator necessário para manutenção da vida humana em sociedade, como por exemplo, na saúde, agricultura, comunicação, construção, transporte, entre outros. No entanto, atividade mineraria é importante para o homem, mas ela provoca impacto sobre os meios físico, biótico e antrópico. Portanto, se estabelece um binômio complexo e polêmico: assegurar suprimento de matérias-primas minerais e garantir as condições de qualidade ambiental (SÃO PAULO, 2003).

O planejamento de um PRAD pressupõe que toda mina constitui uma forma temporária e transitória de uso do solo e que ao término da atividade de mineração as áreas afetadas devem estar aptas para alguma forma de uso sustentável. Podem-se admitir restrições de uso no futuro, e não é usual que a reabilitação de áreas mineradas requeira multifuncionalidade do solo e nem mesmo que sejam restabelecidas condições similares àquelas que precederam à perturbação. Na verdade,

terrenos que nunca foram minerados também têm aptidões e restrições naturais para diversas formas de uso, havendo, para cada classe de terreno, usos mais adequados às suas características naturais (ROSS, 1992). A mesma situação é geralmente aceita para áreas mineradas (SÁNCHEZ, 2007).

Ricciardi e Sánchez (2005) apresentam casos reais de usos pós-mineração em antigas pedreiras em São Paulo. Os principais tipos potenciais de uso para áreas de pedreiras de extração de calcário e agregados em áreas urbanas são: parques, unidades de conservação ambiental; uso recreativo, turístico, industrial ou comercial; uso residencial, agrícola ou silvicultural; conservação do patrimônio histórico mineiroindustrial; disposição de resíduos sólidos, reservatórios de águas para abastecimento e reservatórios (piscinão) para controle de cheias.

Por outro lado, as mudanças na morfologia do terreno e na paisagem causadas diretamente pela atividade de mineração também representam oportunidades de aproveitamento dos novos ambientes assim criados (escavações secas ou inundadas, pilhas de solo ou rocha), que podem ser explorados criativamente para a definição das opções de uso pós-mineração.

Assim, a condução da lavra e da disposição de estéreis pode se dar no sentido de preparar a área para o uso futuro pretendido. Tal estratégia é particularmente interessante em minas situadas nas proximidades de áreas urbanas, onde há uma maior dinâmica do mercado imobiliário e a falta crônica de áreas de lazer e recreação, como é o caso dos arredores urbanos onde se localiza a CIMPOR em João Pessoa.

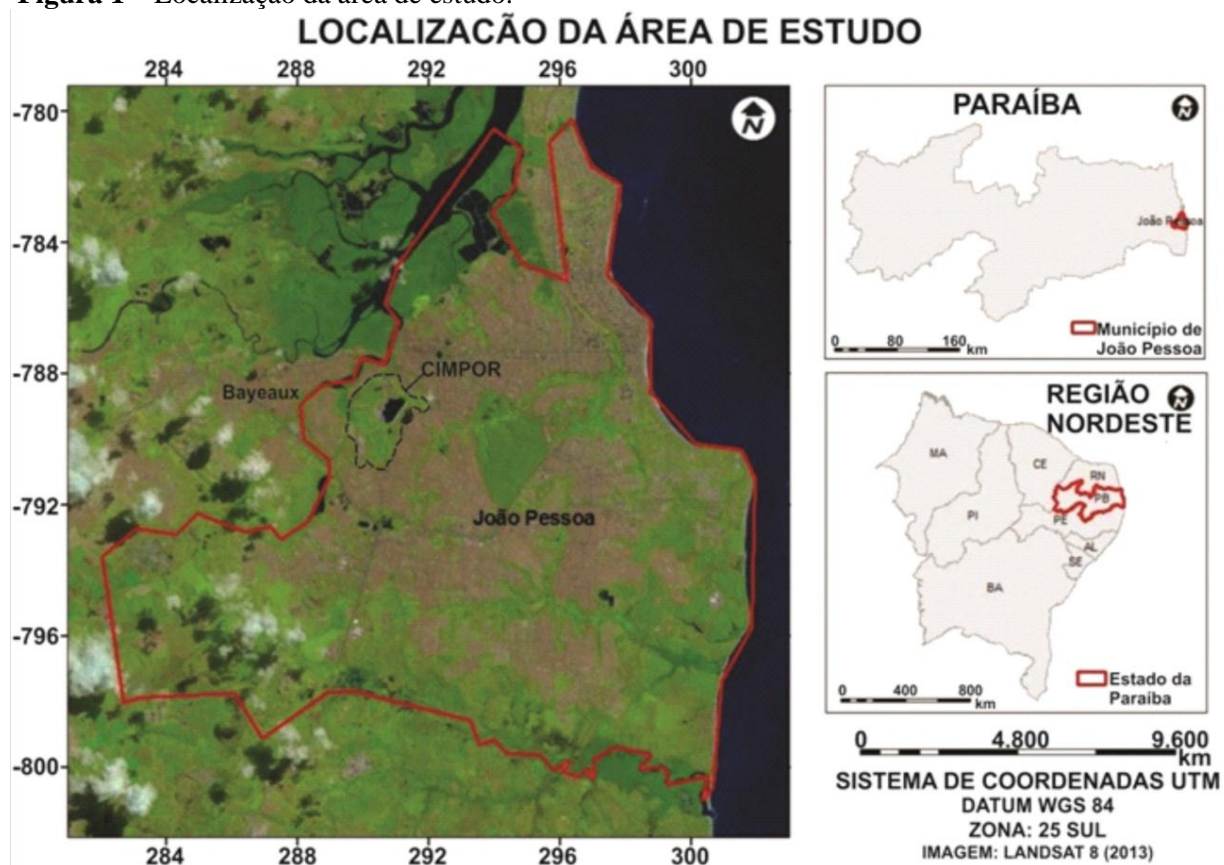
### **Localização da área de estudo**

O município de João Pessoa está localizado na região Nordeste do Brasil e possui uma população estimada em 2014 de 780.738 habitantes, distribuídos em uma área de 211,475 km<sup>2</sup> com uma densidade demográfica de 3.691,87 hab./km<sup>2</sup> (BRASIL, 2014). A área objeto desta investigação localiza-se no bairro da Ilha do Bispo, na porção oeste de João Pessoa, próximo ao limite com o município de Bayeux. Esse bairro possui uma população de aproximadamente 8.000 habitantes, sendo que 58,32% da população se encontram abaixo da linha de pobreza (KOURY, 2005).

A área da CIMPOR encontra-se no limite do município de João Pessoa, nas proximidades com o município de Bayeux, pertencente à região metropolitana. Este município possui uma população de 95.667 habitantes (BRASIL, 2014). A área da CIMPOR contendo as áreas de lavra, a fábrica de cimento e sua área vegetada está realçada em preto na figura 1.



**Figura 1** – Localização da área de estudo.



### Metodologia

A premissa básica deste trabalho é o emprego de conhecimentos específicos da Geomorfologia (Ciências da Terra) e da Geografia (Ciências Humanas) para a elaboração de um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) das minas e planta de fabricação de cimento que envolvem a unidade de João Pessoa da CIMPOR. Esse trabalho envolve o reconhecimento das características ambientais, traduzidas pelo diagnóstico socioambiental atual proporcionado pelas bases do conhecimento geomorfológico e geográfico.

É importante ressaltar que o conhecimento das características ambientais anteriormente à intervenção é sem dúvida um aspecto fundamental para elaboração das medidas de recuperação. Toy e Hadley (1987) afirmam que o conhecimento prévio das condições ambientais anteriores à intervenção, denominada de etapa pré-intervenção, compõe elemento básico, pois a importância do conhecimento dos processos naturais e seu estado antes da implantação da atividade mineradora é uma prática para se alcançar um bom nível de recuperação.

O ponto de partida para o planejamento da recuperação de áreas degradadas, de acordo com a maioria dos guias de boas práticas, é a definição dos objetivos de recuperação e,

consequentemente, do uso futuro pretendido para a área. Tal definição deve ser obtida desde o início do planejamento de uma mina – e antes de sua abertura para as minas novas – e guiará a escolha das práticas a serem empregadas. Infelizmente, essa prática não ocorre em minas antigas, haja vista que as mesmas foram abertas sem nenhum planejamento, pois em épocas passadas, as questões ambientais não eram sequer discutidas. Objetivava-se apenas o lucro imediato. O histórico de mineração de calcário na Paraíba remonta a meados do século XIX (ARAÚJO, 2012) e continua até os dias atuais também em pedreiras clandestinas como a do Roger e a de Mandacaru.

A metodologia e os procedimentos para elaboração desta proposta de PRAD consistiram, além do embasamento teórico descrito, em pesquisa bibliográfica e análise de relatórios ambientais existentes sobre o empreendimento, vistoria na área para levantamento de dados, aquisição de imagem de satélite recente, discussão com o corpo técnico da CIMPOR acerca do planejamento da lavra e das medidas de recuperação, avaliação dos efeitos e impactos ambientais, diagnóstico sociodemográfico da área vizinha e proposição de medidas mitigadoras e de recuperação da área após sua desativação.

As principais etapas da execução dessa pesquisa foram baseadas em diretrizes básicas com destaque para as seguintes etapas:

#### *Levantamento de dados básicos*

Constitui-se na aquisição de informações por meio de pesquisa bibliográfica e coleta de informações junto à CIMPOR e à Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), órgão oficial do governo da Paraíba responsável pela execução da política de proteção e preservação de meio ambiente do estado. Nesta fase do trabalho foram obtidos dados atuais sobre os meios físico, biótico e antrópico e também de ordem jurídico-administrativa, informações sobre a natureza do problema relativo às medidas de recuperação de áreas mineradas, além de dados disponíveis que permitissem reconstituir alguns dos elementos ambientais que compunham o quadro original da área, anteriormente à intervenção das atividades minerárias.

#### *Reconhecimento da área de estudo*

Foram realizados trabalhos de campo visando à obtenção de dados relativos às áreas mineradas e ao processo produtivo de cimento para fins de caracterização do empreendimento, bem como levantamento de dados relativos aos meios físico, biótico e antrópico da área da CIMPOR e da região adjacente.



### *Identificação das áreas degradadas*

De posse do material e informações obtidas nas etapas anteriores, procedeu-se a identificação, delimitação e, quando possível, à quantificação das áreas impactadas pelas atividades de lavra e industrial com objetivo único de avaliar o estágio de degradação dos elementos ambientais afetados. Nesta fase do trabalho, foi definido o nível de recuperação desejado para área, com as proposições de estabilidade do meio e novo uso para área do empreendimento (lavra de calcário, argila e depósitos de material estéril).

### *Elaboração do plano de recuperação*

A formulação de diretrizes básicas voltadas à recuperação de áreas degradadas pela atividade de mineração da CIMPOR em João Pessoa teve como base principal, além do conhecimento pré-intervenção da área, as alterações na cobertura vegetal nativa, na morfologia do terreno e de incômodos causados à população que vive no entorno. A elaboração deste documento contemplou como roteiro básico os principais trabalhos publicados a respeito de áreas degradadas por atividade mineraria, tanto em âmbito nacional como internacional.

### *Bases legais e obrigatoriedade na recuperação de áreas degradadas por mineração no Brasil*

A obrigatoriedade de se recuperar o meio ambiente degradado por atividades minerais foi incorporada à Constituição Federal de 1988, no parágrafo 2º do Artigo 225:

*§2º Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.*

O Decreto Federal 97.632, de 10 de abril de 1989, regulamentou o Artigo 2º, inciso VIII da Lei 6.938/81 (que instituiu no Brasil a Política Nacional do Meio Ambiente), exigindo a apresentação do plano de recuperação de áreas degradadas.

*Artigo 1º Os empreendimentos que se destinam à exploração de recursos minerais deverão, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e do Relatório do Impacto Ambiental - RIMA, submeter à aprovação do órgão ambiental competente, plano de recuperação de área degradada.*

*Parágrafo único. Para os empreendimentos já existentes, deverá ser apresentado ao órgão ambiental competente, no prazo máximo de 180 (cento e oitenta) dias, a partir da data de publicação deste Decreto, um plano de recuperação da área degradada.*

*Artigo 2º Para efeito deste Decreto são considerados como degradação os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais.*

*Artigo 3º A recuperação deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente.*

### **Caracterização do meio abiótico e biótico**

A área onde se encontram instaladas as minas e a fábrica da CIMPOR em João Pessoa teve suas atividades iniciadas no início dos anos de 1930. O conhecimento geológico sobre a Bacia Sedimentar da Paraíba, já nesta época, revelava o enorme potencial mineral das argilas da Formação Barreiras e suas camadas subjacentes: as formações Maria Farinha e Gramame, compostas essencialmente por rochas calcárias de origem marinha, objeto da extração para fabricação de cimento.

As concessões de lavra da CIMPOR estão compreendidas em terrenos sedimentares representados pelo Grupo Paraíba e a Formação Barreiras. No primeiro, destaca-se a Formação Gramame, formada por calcários margosos cinza na base e amarelo no topo, mostrando-se bem estratificado com as camadas sub-horizontais, sendo compacto, com a presença de delgadas lentes argilosas e bastante fossilífero.

Repousando de forma discordante sobre a Formação Gramame, aparecem sedimentos arenoargilosos mal consolidados, pertencentes à Formação Barreiras de origem continental. Acima desta, observa-se uma camada arenosa cinza, rica em matéria orgânica que caracteriza o tipo de solo principal da área, desenvolvido sobre um forte intemperismo químico devido a elevada pluviosidade (1.800 mm/ano) e a elevada temperatura média (25° C).

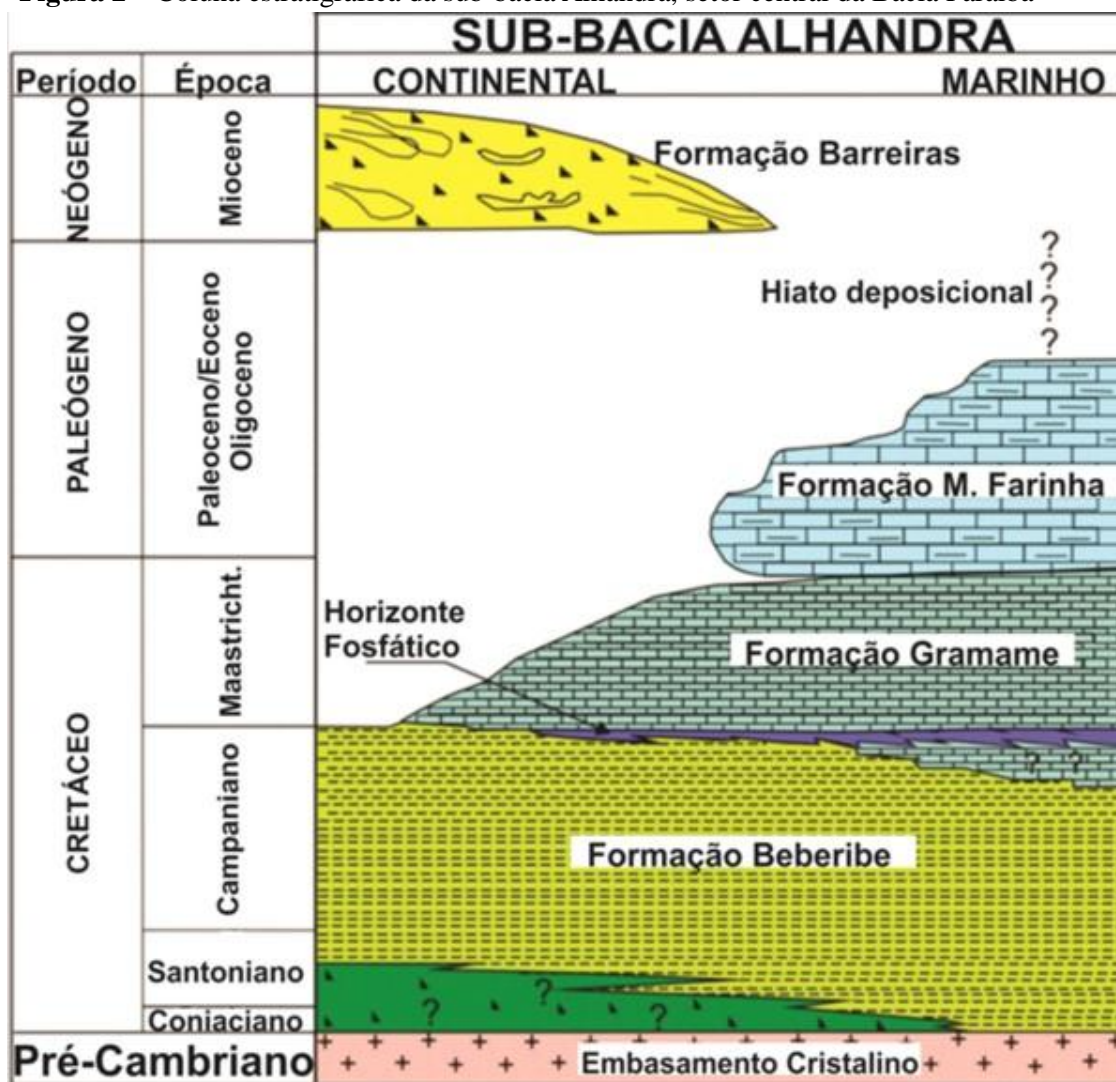
A região litorânea da Paraíba é formada por litologias sedimentares compostas por rochas com camadas superpostas que compõem a Bacia Sedimentar Paraíba. Especificamente, a sub-bacia Alhandra, onde se encontra a área de estudo, é representada por sequências de rochas marcadas por eventos deposicionais que podem ser observados através da coluna estratigráfica dessa sub-bacia (Figura 2).

Análises de sondagens realizadas na Bacia Sedimentar Paraíba através de poços tubulares para a extração de água subterrânea revelaram uma grande variação nas cotas dos patamares do calcário da Formação Gramame, sugerindo a existência de falhas com consideráveis rejeitos, que



podem afetar sobremaneira os terrenos superpostos dos tabuleiros litorâneos (FURRIER, *et al.*, 2006).

**Figura 2** – Coluna estratigráfica da sub-bacia Alhandra, setor central da Bacia Paraíba



Fonte: Modificado de Barbosa *et al.* (2003).

O município de João Pessoa está inserido, basicamente, em dois domínios geomorfológicos distintos, cada um dos quais abrangendo várias unidades morfológicas. Os domínios recebem as seguintes denominações locais: Baixos Planaltos Costeiros e Baixada Litorânea. As jazidas a céu aberto da fábrica CIMPOR encontram-se, exclusivamente, no domínio dos Baixos Planaltos Costeiros.

Os Baixos Planaltos Costeiros estão inseridos na macrocompartimentação dos Tabuleiros Litorâneos. Essa compartimentação geomorfológica é sustentada pelos sedimentos arenoargilosos mal consolidados da Formação Barreiras. Em linhas gerais, constituem unidades geomorfológicas



de superfícies aplainadas e suavemente inclinadas para leste, sendo abruptamente interrompidos pelos entalhes fluviais e pelas falésias marinhas esculpidas pela abrasão marinha atual e/ou pretérita.

Embora o tectonismo esteja cada vez mais explicando a intensificação de processos denudacionais que auxiliaram na esculturação dos Tabuleiros Litorâneos, não se podem relegar os processos morfoclimáticos que atuaram e continuam atuando, de forma intensa, modelando o relevo local. A estrutura delinea os traços gerais da área e os processos morfoclimáticos modelam o relevo. As formas atuais são produtos, tanto de tectonismo, como de processos morfoclimáticos pretéritos e atuais. Nesse sentido, é impossível separá-los. Os calcários explorados são rochas marinhas do final do Cretáceo e atualmente encontram-se distante da linha de costa atual. *In loco*, percebem-se falhas e fraturas tanto nos calcários como nos arenitos mal consolidados da Formação Barreiras. É inequívoco que as águas pluviais percolam essas falhas e fraturas e dinamizam a evolução do relevo.

Devido ao clima quente e úmido da região, a maioria dos solos presentes na área apresenta abundância de minerais secundários, principalmente óxidos de ferro e hidróxido de alumínio, pobres em cátions básicos, sobretudo cálcio, magnésio e potássio. As chuvas, presentes em todos os meses do ano e bastante concentradas no outono e inverno faz com que grandes volumes de água se infiltrem, lixiviando para o nível freático e cursos de água muitos nutrientes do solo. As cargas elétricas, responsáveis pela capacidade de troca dos cátions são neutralizadas, primeiro pelo hidrogênio e, depois, pelo alumínio, que conferem ao solo propriedades ácidas e com baixa fertilidade natural (LEPSCH, 2002).

A distribuição dos solos, na área de estudo, está intimamente relacionada com o relevo local. Sobre os Tabuleiros Litorâneos esculpidos sobre a Formação Barreiras predominam os Argissolos Vermelho-Amarelos, muitas vezes associados aos Latossolos Vermelho-Amarelos e aos Espodossolos. Os Argissolos Vermelho-Amarelos encontrados na área apresentam geralmente horizonte B textural, com argila de atividade baixa (capacidade de troca de cátions reduzida). São solos ácidos, de baixa saturação de bases e saturação de alumínio geralmente superior a 50%, refletindo, portanto, numa fertilidade natural baixa (PARAÍBA, 2004).

O clima de João Pessoa é caracterizado pela umidade acentuada que é garantida pelas temperaturas elevadas durante o ano todo, com pequena queda nos meses de inverno, e pela concentração da pluviosidade entre o final do outono e o inverno. A temperatura deste domínio oscila entre 23°C a 26°C e a média das máximas pode chegar a 30°C, com mínimas nunca inferiores



a 18°C. A pluviosidade média situa-se entre cerca de 1.800 mm no município de João Pessoa (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A área ocupada pela CIMPOR está inserida na bacia hidrográfica do rio Paraíba, na sub-bacia hidrográfica do rio Sanhauá. A rede de drenagem possui regime perene em virtude das influências do clima e outros condicionantes do meio físico (geologia, relevo, cobertura vegetal, entre outros). Em escala local, destacam-se as bacias hidrográficas dos rios Gamboa da Matança, que drena a porção nordeste da área e o rio Gamboa da Graça que tem suas nascentes no interior da propriedade da CIMPOR, localizada no açude da Graça e no córrego sem denominação que drena as águas na área do bairro dos Novais.

O município de João Pessoa é considerado a capital mais verde do Brasil, com mais de 7 m<sup>2</sup> de floresta por habitante. Dentro dos limites da cidade existem duas reservas de Mata Atlântica, uma denominada Parque Arruda Câmara com aproximadamente 0,43 km<sup>2</sup> e outra conhecida popularmente como Mata do Buraquinho, que foi transformada em Jardim Botânico, com mais de 5 km<sup>2</sup> de floresta preservada, sendo esta última considerada um dos maiores remanescentes de Mata Atlântica em área urbana do Brasil.

Segundo a classificação adotada em Paraíba (2004b) e incorporada neste trabalho, a área de estudo apresenta somente duas tipologias florestais: mata perenifólia/subperenifólia e floresta paludosa (manguezal). Toda e qualquer mata perenifólia ou subperenifólia, na Paraíba, enquadra-se na expressão “Mata Atlântica”. A mata perenifólia/subperenifólia é caracterizada pela exuberância de suas árvores e riqueza em espécies. Possui árvores com até 30 m de altura, copas largas, troncos espessos com presença de epífitas e folhagem sempre verde. São espécies comuns nesse tipo de vegetação a Sucupira (*Bowdichia virgilioides*), Sapucaia (*Lecythis pisonis*), Copaíba (*Copaifera langsdorfii*), entre outras.

Atualmente, a vegetação nativa da propriedade da CIMPOR ocupa uma área de aproximadamente 1,5 km<sup>2</sup>, distribuída em fragmentos de vegetação nativa secundária variando de estágio inicial a avançado de regeneração natural, uma pequena mancha de mangue, matas de galeria que acompanham os cursos de água (rio Camboa da Graça e seu afluente) e áreas em recuperação com mudas de espécies nativas e exóticas plantadas pela própria empresa.

Atualmente restam 11,7% da vegetação original de Mata Atlântica no Brasil, sendo que 83% dos fragmentos encontrados são menores que 50 ha (RIBEIRO *et al.*, 2009). Esse bioma abrange uma grande biodiversidade, abrigando de 1 a 8% das espécies do mundo. Abriga ainda, muitas espécies endêmicas. Na Mata Atlântica são registradas 261 espécies de mamíferos, 688 espécies de

aves, 200 espécies de répteis e 280 espécies de anfíbios e um grande grau de endemismo (RIBEIRO *et al.*, 2009).

### **Meio antrópico**

A Região Metropolitana de João Pessoa, criada pela Lei Complementar Estadual 59 de 2003, e ampliada pela Lei Complementar Estadual 90 de 2009, é composta dos municípios de João Pessoa, Bayeux, Cabedelo, Conde, Cruz do Espírito Santo, Lucena, Mamanguape, Rio Tinto, Santa Rita, Alhandra, Pitimbu e Caaporã. O município de João Pessoa possui extensão territorial de 211 km<sup>2</sup>, limitando-se ao norte pelo município de Cabedelo, ao sul pelo município do Conde, a oeste pelo município de Bayeux e Santa Rita, e todo o seu setor leste é banhado pelo Oceano Atlântico.

Em 2001 foram contados 597.934 habitantes, ao passo que a projeção do IBGE para 2009 era de 702.235 habitantes, apontando um crescimento significativo do contingente populacional. Atualmente, a população estimada em 2014 é de 780.738 habitantes (IBGE, 2014). O crescimento demográfico do município de João Pessoa é de aproximadamente 2% ao ano, superior, portanto à média brasileira que é de 1,5% ao ano.

O município de Bayeux, vizinho ao bairro da Ilha do Bispo, é o 68º município brasileiro em homicídios por 100.000 habitantes, possui 62,11% de sua população abaixo da linha de pobreza (IBGE, 2014) e não possui nenhum parque natural aberto à visitação pública, apenas apresenta uma área de conservação ambiental estadual sem nenhuma infraestrutura para visitação pública e/ou recreação.

### **Efeitos e impactos ambientais e medidas mitigadoras**

Os efeitos e impactos ambientais gerados por este empreendimento são os comuns à maioria da atividade de mineração. Por tratar de exploração de recursos naturais não renováveis, há naturalmente um impacto inerente a atividade que é a retirada de material e mudanças significativas no meio e no relevo. São destacados o impacto visual, alteração da morfologia do terreno, geração de poeira e emissão de ruído.

A exposição do solo às intempéries pode provocar o aumento das taxas de erosão e de assoreamento dos cursos de água adjacentes, e comprometer a qualidade das águas superficiais. A detonação de explosivos pode gerar vibração, sobrepressão acústica e lançamentos de dejetos, em casos acidentais, e, sobretudo desconforto ambiental. O despejo de efluentes líquidos sem tratamento também pode comprometer a qualidade das águas dos cursos de água adjacentes. O controle destes efeitos e impactos ambientais deve ser feito durante a operação do empreendimento, a partir da implantação de medidas mitigadoras elaboradas pela própria empresa e fiscalizadas por



órgão ambiental. Quando a empresa não implanta essas medidas mitigadoras, cabe a população residente no entorno acionar o Ministério Público que acionará a justiça para que a mesma exija o cumprimento imediato dessas medidas mitigadoras.

A CIMPOR já foi acionada várias vezes pela justiça e a população conseguiu êxito em todas as ações, pois uma atividade de alto impacto ambiental, como é a mineração e uma fábrica de cimento em área urbana, causa uma série de conflitos, nos quais a legislação ambiental brasileira deve ser empregada. Uma das ações em que a população teve seu pleito atendido foi a interrupção da detonação de explosivos para obtenção de calcário, o que gerava intensos ruídos, vibração do solo que afetava as construções, provocando rachaduras, e o excesso de pó na atmosfera que causava problemas respiratórios, além do mesmo invadir as casas e ocasionar intensa sujeira.

### **Propostas de recuperação de áreas degradadas**

Embora a terminologia já tenha se tornado de uso comum, o conceito de recuperação de áreas degradadas ainda é controvertido, razão pela qual é necessário definir o que se entende nesse trabalho por recuperação de áreas degradadas.

O artigo 2º do Decreto Federal 97.632 de 10 de abril de 1989 (BRASIL, 1989) define degradação como "*os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais*".

Recursos ambientais, por sua vez, foram definidos no artigo 3º, inciso V, da Lei da Política Nacional do Meio Ambiente de 31 de agosto de 1981 (LEI 6.938) (BRASIL, 1981), como "*a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo e os elementos da biosfera*".

O objetivo da recuperação é fixado pelo artigo 3º do citado decreto: "*o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente*". Esta exigência legal tem a característica de deixar em aberto o grau de recuperação requerido, isto é, não obriga a uma restauração das condições iniciais do sítio, o que, na maioria das vezes, é economicamente inviável, se não tecnicamente impossível. Esse é o panorama da área da CIMPOR, haja vista seus poucos documentos existentes antes de sua implementação, o que torna impossível, saber com a devida exatidão, como era o meio físico antes de sua implementação.

Por outro lado, a exigência legal fixa as diretrizes para a elaboração do plano de recuperação de áreas degradadas: (i) a área deve ser utilizável para alguma finalidade; (ii) esta deve estar de

acordo com um plano preestabelecido; e (iii) a condição final deve ser estável, ou seja, a área deve estar em equilíbrio dinâmico com o entorno.

A formulação do objetivo de recuperação está associada a dois aspectos complementares: a escolha do grau de recuperação desejado e do uso futuro que se pretende dar à área. Willians *et. al.* (1990) abordam que o retorno da área degradada deve estar em acordo com o plano prévio elaborado pela própria empresa e em conformidade com a circunvizinhança. Portanto, nesse caso, aborda a participação da comunidade na adequação da área degradada para seu uso futuro. Bitar (2007) compreende os procedimentos e medidas necessários à rápida estabilização do ambiente e progressiva instalação de um uso do solo previamente planejado e de acordo com as necessidades socioculturais do entorno. Portanto, nesse caso, visa a agilidade do processo de recuperação da área degradada, haja vista, que mesmo após a desativação da mineração, a área degradada continuará sendo um ponto de desequilíbrio socioambiental na área ao redor.

Portanto, a evolução conceitual do termo recuperação aponta para a impossibilidade de recuperação total do sítio a ponto de deixá-lo idêntico a como estava antes do início das atividades. Desta forma, outro conceito importante que deve ser assinalado é o de IRREVERSIBILIDADE, ou seja, o retorno da área degradada conforme se encontrava no período pré-intervenção. Atualmente, é consenso que, pela complexidade da natureza e a falta muitas vezes de documentos que atestam com a devida veracidade como era o ambiente antes da intervenção, a recuperação da área degradada ao seu ecossistema anterior é impossível. Portanto, tem-se como factível a recuperação da área que equivale a estabilização e equilíbrio dos processos físicos, químicos e biológicos, com objetivo primordial de dar um novo uso à área.

Experiências têm mostrado que a recuperação de áreas em busca das condições originais exatas do local antes da intervenção não é possível, pois a recomposição florestal por si só não garante o retorno dos perfis pedológicos originais e nem das camadas geológicas e das formas de relevo. Porém, o conhecimento acumulado nas várias áreas envolvidas na recuperação de áreas degradadas pela mineração tem demonstrado que algumas práticas atingem uma recuperação ideal, mas não idênticas.

Os níveis intermediários de recuperação poderiam ser designados de **reabilitação**, significando a criação de condições para que a área se torne apta para algum uso futuro, que pode eventualmente ser semelhante ou idêntico ao uso inicial (por exemplo, agricultura), ou pode ser completamente diferente (como a criação de uma área de lazer).

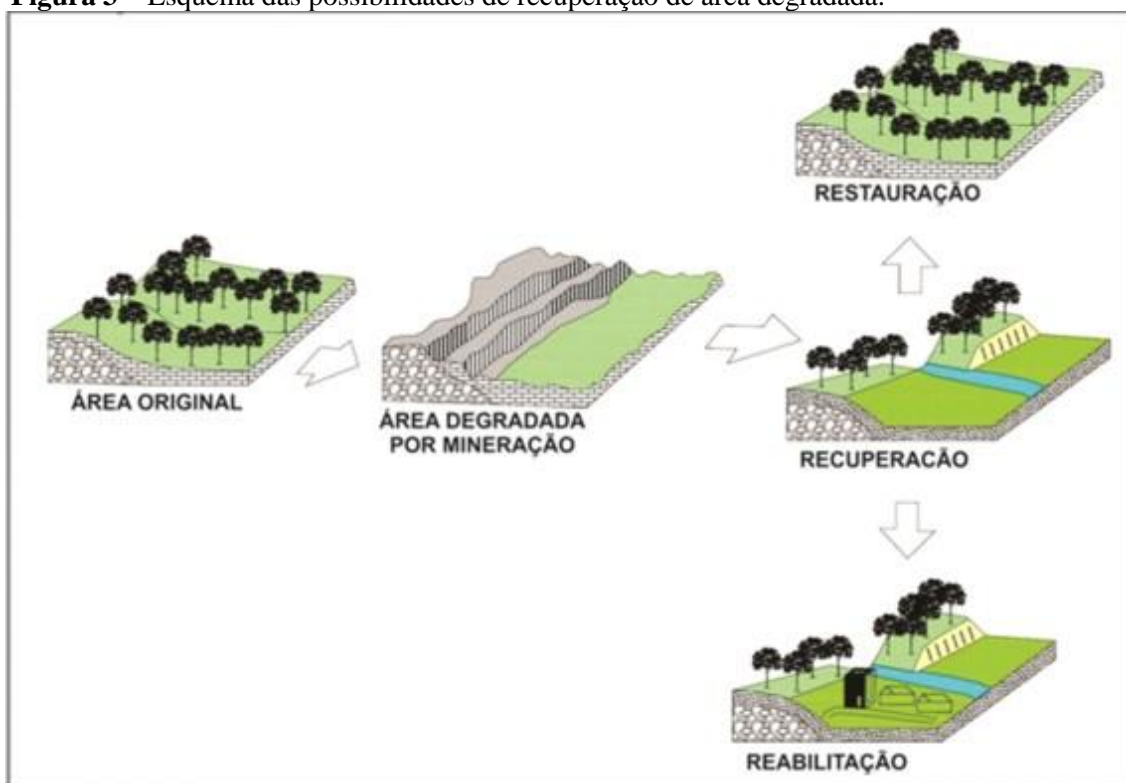
Como nem a Constituição Federal e nem o Decreto Federal nº 97.632/89 estipulam o nível de recuperação exigido, mas apenas que deve ser dada à área degradada alguma forma de utilização



e que a condição final deve ser estável, ou seja, em equilíbrio dinâmico com o entorno, a empresa fica livre para submeter ao órgão público competente o plano de recuperação que lhe parecer mais conveniente, desde que respeitadas estas diretrizes.

O plano proposto neste trabalho tem o objetivo de **reabilitar** essa área degradada para um uso pós-lavra. Tendo como visão reabilitar a área com a finalidade de atingir uma conformidade com os valores estéticos e sociais da comunidade circunvizinha, pois a mesma, como descrita anteriormente, é constituída de população de baixa renda, alto índice de violência e áreas de lazer restritas ou inexistentes. Na figura 3 é apresentado o esquema teórico que representa as várias possibilidades que a área degradada pode atingir: restauração, recuperação e reabilitação.

**Figura 3** – Esquema das possibilidades de recuperação de área degradada.



Fonte: [http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/imagens/estudos/degrad\\_rest\\_etc.gif](http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/imagens/estudos/degrad_rest_etc.gif), (modificado)

## Medidas de recuperação baseadas nos conhecimentos geomorfológicos e geográficos da área degradada e de seu entorno

### Reconfiguração topográfica

As práticas de caráter topográfico envolvem uma reconfiguração do relevo a uma morfologia apropriada ao embasamento geológico e/ou pedológico exposto pela mineração. Trata-se de uma reconfiguração que pode ser compatibilizada com o plano de exploração atual bem como

adequar para seu uso futuro, que nesse caso será a reabilitação da área. Estas práticas incluem também a consideração da posição futura do lençol freático, pois muitas vezes as escavações são preenchidas com água, formando lagos artificiais, ou seja, criando ambientes inteiramente novos no local minerado. Na extração de calcário da CIMPOR, devido a compactação dessa rocha, em períodos de chuva ocorre a formação de um lago artificial (Figura 4). Portanto, essa característica favorece o planejamento de um lago artificial futuro, após a desativação da mineração.

Isso não ocorre na lavra de argila onde as águas pluviais são infiltradas, devido as condições litológicas desse material que é retirado de camadas mais argilosas encontradas na Formação Barreiras que é constituída, predominantemente, de sedimentos arenoargilosos mal consolidados, possuindo alta porosidade e permeabilidade. Portanto, para cada lavra, deve haver uma proposta adequada de reabilitação, pois essas propostas envolvem custos que muitas vezes podem inviabilizar o projeto de reabilitação. A área de mineração de argila deve ser reflorestada e antes feita a correção edafológica necessária através de um profissional habilitado. Devido as características litológicas da Formação Barreiras, de onde a argila é extraída, a exposição desse material, naturalmente mal consolidado, poderá acarretar em uma erosão acelerada, contribuindo para uma maior degradação da área e o assoreamento de cursos de água adjacentes.

**Figura 4** – Área da CIMPOR com destaque para as lavras de calcário e argila.



Coordenadas geográficas do lago sobre a lavra de calcário 7° 8' 06.66'' S e 34° 53' 33'' W.

Fonte: Adaptado de Google Earth. Disponível em: <<http://www.google.com.br/intl/pt-PT/earth/>>. Acesso em: 20 jul. 2014.



A mudança da morfologia original das vertentes, a remoção dos substratos pedológicos, a diminuição da percolação da água quando atinge a rocha calcária e o rebaixamento do lençol freático são efeitos ocasionados pela atividade mineraria na área. A inerência das mudanças nos processos físicos naturais deve ser encarada como processos antrópicos intrínsecos, porém medidas de controle adotadas adequadamente minimizam os efeitos dos impactos sobre o meio, fazendo com que estes assumam dimensões e efeitos pequenos.

Os fatores que determinam a estabilidade de uma vertente são, fundamentalmente: sua inclinação (declividade); densidade dos materiais envolvidos e seus parâmetros de resistência mecânica; estruturas geológicas com mergulho desfavorável; presença de minerais deletérios ou expansivos; presença de água; e ocorrências ou intervenções como cobertura vegetal, erosões, escavações e aplicação de cargas (BITAR, 2002). Dependendo da natureza da vertente, cada parâmetro envolvido assume maior ou menor importância, e devem ser tomadas medidas para contenção ou estabilização visando a supressão ou compensação dos parâmetros desfavoráveis mobilizados.

Na área da CIMPOR deve-se prever a estabilização ambiental das áreas ocupadas pelas lavras de calcário (minas da Graça e Riacho do Poente), argila e calcário (mina Sampaio) e dos depósitos de material estéril, para que aí seja dado um uso futuro ao local. A reconfiguração topográfica de alguns setores das minas e de todo depósito de estéril terá a finalidade principal de alcançar a plena estabilidade morfológica da área. A execução de plantios de mudas nativas, exóticas e gramíneas também são prioridades, pois é de conhecimento que uma vertente vegetada é mais estável que uma vertente sem nenhum tipo de vegetação. Além de o plantio de vegetação nativa ou mesmo exótica ser necessário, principalmente nas áreas de mineração de argila, devido as peculiaridades litológicas da Formação Barreiras, o mesmo deve ser realizado juntamente com a implantação de um sistema de drenagem, formado por canaletas e caixas de decantação visando, além da maior estabilidade, cessar as possíveis ocorrências de processos erosivos e conseqüentemente o assoreamento dos cursos de água próximos presentes.

Na figura 5 são apresentados perfis esquemáticos para as vertentes finais em solo ou depósitos de estéril e vertentes em rocha que já são usualmente empregados em obras de engenharia e PRADs no Brasil. Estes padrões morfológicos garantem uma maior estabilidade física para as vertentes e tem como objetivo maior, a além do equilíbrio dinâmico com o meio, a possibilidade de promover a implantação de um novo uso da área.



**Figura 5** – Corte esquemático das vertentes finais em solos e rochas propostos para as áreas de mineração da CIMPOR (Adaptado de ABNT, 1991).



### *Revegetação dos taludes e bermas*

Os trabalhos de revegetação de vertentes e bermas das áreas de lavra e do depósito de estéril deverão ser realizados à medida que as situações finais de mineração forem sendo alcançadas com as conformações dos ângulos, medidas das bermas e vertentes e implantação do sistema completo de drenagem pluvial (conforme já exposto), evitando assim possíveis focos de erosão pluvial e aumentando a própria estabilidade das vertentes e das bermas reconfiguradas.

Deverá ser efetuada a correta fertilização dos solos expostos e o ajuste de seu pH por profissional capacitado, pois os solos, como já descritos anteriormente, são naturalmente pobres e ácidos. A ciclagem natural da matéria orgânica proveniente da própria Mata Atlântica, devido a intensa umidade da área, era a responsável por sustentar uma floresta densa e com grande biodiversidade florística. Como a mata primária foi retirada, a fertilização se torna fundamental. Esta correção do solo é de grande importância para auxiliar o processo de revegetação rápida para dar suporte ao estabelecimento e crescimento das mudas a serem plantadas e ao seu desenvolvimento em um tempo mais curto.

### *Procedimentos para revegetação*

Estes procedimentos visam orientar os trabalhos de plantio de mudas nativas ou exóticas a serem realizados nas bermas das áreas de lavra, nos depósitos de estéril e nas vertentes reconfiguradas sobre a Formação Barreiras. Nas vertentes sobre a Formação Gramame, não há necessidade de revegetação devido as mesmas serem constituídas de rochas calcárias compactas e com grande estabilidade. Sua reconfiguração topográfica, conforme descrita acima, já dá às vertentes (taludes) sobre essa formação geológica uma grande estabilidade frente aos processos erosivos.



A fertilização no desenvolvimento inicial é um fator determinante ao desenvolvimento das mudas, sendo, hoje em dia essencial para o sucesso dos projetos de recuperação de áreas degradadas, pois os solos nestas áreas são muito pobres em nutrientes e ácidos, sendo que quase todos perderam sua camada superficial ou orgânica (a mais rica em nutrientes) devido à exploração da lavra. Esse fato é agravado na área da CIMPOR, pois os solos desenvolvidos sobre a Formação Barreiras são naturalmente pobres e arenosos, com uma estabilidade muito baixa frente aos processos erosivos pluviais.

### *Plantio das mudas*

Para o modelo de recuperação de áreas degradadas adotado, deve se levar em consideração a dinâmica da formação florestal nativa, sendo baseada no levantamento florístico prévio do local e em bibliografia regional (PARAÍBA 2004b). A abordagem proposta preconiza o reflorestamento utilizando a maior diversidade de espécies possível, entretanto, como não há um documento fidedigno que comprove qual era o espectro da vegetação anterior à mineração, torna-se impossível recompor a área com a vegetação nativa. Portanto, só esse fato já impossibilita a restauração completa da área.

O plantio das mudas deve ser realizado obedecendo-se o alinhamento das curvas de nível do terreno evitando assim um processo erosivo mais acelerado que pode comprometer a fertilização do solo, e preferencialmente em época chuvosa, com condições máximas de umidade do solo. Essa época chuvosa se concentra nos períodos de outono e inverno.

As mudas de espécies nativas e exóticas necessárias para atender a demanda de recuperação já estão sendo produzidas no próprio viveiro florestal da CIMPOR plantado na Fazenda da Graça. A CIMPOR conta também com uma câmara fria, utilizada para estocar as sementes florestais enquanto não são semeadas no viveiro florestal. Essas ações já fazem parte do programa de reflorestamento da própria empresa, o qual se encontra registrado na Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba (SUDEMA) como compensação ambiental devido ao corte da mata original.

### **Proposições para usos futuros**

Ao término da vida útil do empreendimento, as áreas mineradas pela CIMPOR terão modificado a paisagem, a morfologia do terreno, a vegetação, a fauna e outras características dos locais de maneira substancial e irreversível.

As modificações ambientais decorrentes de toda vida útil do empreendimento implicarão algumas restrições aos possíveis usos futuros da área, mas também resultarão em certas oportunidades que poderão ser aproveitadas na estratégia de fechamento e na administração futura da área a ser reabilitada.

A recomendação de fontes como ANZMEC/MCA (2000), IIED (2002) e Curitiba (2002) é a de formular um leque de alternativas plausíveis, explorar suas implicações ambientais, sociais e econômicas. Salienta-se que os usos futuros da área minerada devem ser tratados em versões sucessivas do plano de fechamento da mina, com envolvimento da comunidade em sua formulação e discussão.

Após a desativação deverá ocorrer a conformação de todas as alterações na topografia local, pois todas as áreas de exploração são abertas, sendo a área de extração do calcário muito mais profunda que as áreas de extração de argila. Onde ocorre a extração do calcário apresentará seu piso na própria rocha maciça onde poderá ser criado um lago artificial como o do Parque Tanguá (Curitiba) no local em que a cava para exploração de granito para brita foi transformada em um lago que valorizou a beleza cênica do parque (Figura 6). As áreas de extração de argila devem ser reflorestadas e revegetadas, pois o substrato é formado por sedimentos arenoargilosos mal consolidados e extremamente permeáveis em que a vegetação impedirá a erosão pluvial acelerada.

**Figura 6** – Parque Tanguá, Curitiba – Brasil



Fonte: Domínio público.



A área ocupada pela CIMPOR deverá ser recuperada por força de lei, como já exposto anteriormente, seguindo o que preconiza o Decreto Federal 97.632/89 (BRASIL, 1989), sendo de responsabilidade da empresa a estabilização e o equilíbrio dos processos ambientais. Entretanto, não há legislação que regulamente a responsabilidade futura da área recuperada, muito menos, como será a gestão da mesma, portanto, há a necessidade de participação da sociedade civil organizada e da população do entorno no tocante a mobilização e pressão do poder público para que a área recuperada tenha seu uso futuro atrelado à necessidade de seu entorno.

Após a recuperação da área degradada as possibilidades já respaldadas por exemplos anteriores e que hoje se constituem em muitos sucessos e de aprovação popular podem se destacadas abaixo:

- 1- Uso como parque
- 2- Unidade de conservação
- 3- Uso turístico e recreacional
- 4- Uso industrial/comercial
- 5- Uso residencial
- 6- Conservação do patrimônio minero-industrial
- 7- Disposição de resíduos inertes (resíduos da construção civil)

A proposta dessa pesquisa para a recuperação dessa área é a de transformação em um parque de uso recreacional e turístico, tomando como exemplo o sucesso do Parque Tanguá, em Curitiba, onde uma antiga mina para extração de brita de granito foi transformada em um parque recreacional que serve à população do entorno, bem como, por seu projeto arquitetônico e original, o transformou, também, em um dos pontos turísticos mais visitados de Curitiba. O município de João Pessoa é preconizado como um dos mais verdes do mundo, mas não se encontra um dado oficial que confirme sua correta posição nesse tópico no cenário brasileiro. O que de fato é comprovado é que o município possui apenas duas áreas verdes abertas ao público para visitação: o Parque Arruda Câmara (Parque da Bica), onde se encontra um pequeno zoológico e um resquício de Mata Atlântica ( rea total de 0,43 km<sup>2</sup>), e o Jardim Botânico (Mata do Buraquinho) que consta com algumas trilhas com precária sinaliza o ( rea total de 5 km<sup>2</sup>).

Essas duas áreas verdes possuem uma visita o p fia, apresenta um aporte para recrea o rudimentar e não se encontram entre as atra es turísticas mais visitadas de João Pessoa. A voca o turística de João Pessoa sempre foram suas praias que têm são amplamente utilizadas para a

recreação, fazendo ocorrer nos finais de semana, na alta estação, um congestionamento intenso de pessoas que resulta num excessivo acúmulo de lixo, entre outros problemas que fogem ao escopo deste trabalho.

Portanto, a criação de um parque turístico-recreacional na área da CIMPOR poderá proporcionar uma valorização dos bairros que se encontram ao redor, descongestionar as praias urbanas de João Pessoa nos finais de semana, facilitar o lazer das populações dos bairros adjacentes e do município de Bayeux que não possuem um parque desse tipo . A transformação da área da CIMPOR em um parque acrescentaria uma área de lazer ao município de João Pessoa de 3,8 km<sup>2</sup>. Levando em consideração que no Jardim Botânico a recreação é baseada apenas em trilhas rudimentares, a transformação da área da CIMPOR em um parque turístico-recreacional transformaria essa área no maior espaço de lazer do município depois de suas praias.

### **Escolhas possíveis pelo empreendedor**

A recuperação de áreas mineradas, após o efetivo monitoramento ambiental, permite propor novos usos após o encerramento da atividade. A definição dos usos futuros mais apropriados à área deve considerar o tempo e o grau de recuperação alcançado, e principalmente sua utilidade frente às necessidades da comunidade ao redor e as possibilidades de gestão futura.

Como mostrado, existem várias possibilidades de usos futuros que podem ser conjugados à efetiva recuperação ambiental da área. Como não é um requisito legal a escolha antecipada de um uso, bem como as tendências futuras, pode-se e deve-se propor um uso que estabilize a área em seus aspectos ambientais, e depois uma escolha recreacional como um parque aberto ao público ou uma área de preservação ambiental.

Contudo, a CIMPOR, entre várias possibilidades, propõe que a recuperação das áreas mineradas seja efetuada com a utilização de material inerte para preenchimento das cavas exauridas com possibilidade de preenchimento total ou parcial com a formação de um espelho de água. O preenchimento total com inertes abre possibilidades de novos usos, dentre eles o proposto aqui, de uso recreacional com a criação de um parque com o plantio de espécies nativas e exóticas. A escolha de espécies exóticas deve-se ao fato de seu crescimento ser, geralmente, muito mais rápido que o de espécies nativas (DO VALE et al., 2014). Essas espécies exóticas seriam de grande utilidade nas áreas que apresentam instabilidade crítica frente aos processos erosivos pluviais, como as áreas de exploração de argila na Formação Barreiras.

Salienta-se, que os depósitos de material estéril serão reconfigurados com as medidas geotécnicas já discutidas e apresentadas (Figura 4) e revegetado com espécies exóticas para uma estabilidade morfológica mais rápida. As mudas de Mata Atlântica criadas no próprio viveiro da



CIMPOR seriam utilizadas nas áreas mais estáveis, ao redor das áreas de lavra, o que atrairia as espécies nativas da fauna, principalmente os pássaros.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A recuperação de áreas degradadas é um conjunto de procedimentos e de práticas que tem a finalidade de tornar as áreas mineradas aptas para um novo uso após estabilização do meio degradado. A recuperação é prevista em lei, mas o tipo de uso futuro não, o que abre a possibilidade de criação de áreas de recreação e de preservação ambiental, principalmente onde há escassez das mesmas.

A recuperação de áreas degradadas, especialmente a área da CIMPOR, formada pelas minas de calcário e argila e pelo depósito de material estéril proveniente dessas áreas de mineração, visa a obtenção de uma condição de estabilidade da área recuperada, possibilitando a implantação de novos usos e atendendo, desta forma, à função de uso social da propriedade e à legislação vigente. Na atualidade, a CIMPOR tem total conhecimento dessa legislação e de que a mineração é uma forma transitória de uso do solo e deve ser exercida com cuidado e responsabilidade, sem deixar um passivo ambiental.

Neste cenário, a Constituição Federal, em seus dispositivos, permite a integração entre o exercício das atividades econômicas com a proteção do meio ambiente, unindo-as pelo elo comum da finalidade de melhoria da qualidade de vida, pois tanto a mineração, quanto a conservação ambiental, convergem seus objetivos para a satisfação e bem-estar da sociedade, sendo extremamente necessário alcançar-se mecanismos que permitam a harmonia e equilíbrio entre ambos.

Cabe às operações de recuperação da área degradada, oferecer uma nova modalidade de uso para a área lavrada, respeitar os aspectos socioambientais que a circundam, gerar a estabilidade necessária para a devolução desta região para a sociedade e não deixar um passivo ambiental que comprometa a comunidade que reside em seu entorno.

Portanto, a criação de uma área recreacional combinada com uma recuperação ambiental satisfatória poderia transformar a área em um espaço de uso para os bairros que estão ao redor e ao município vizinho de Bayeux, os quais são carentes em áreas recreacionais. Essa área hoje minerada poderia ser transformada na segunda maior área verde do município de João Pessoa, se levado em consideração, que a mesma conjugaria área ambiental com recreação.

A criação de um parque na área que atualmente abriga a CIMPOR poderia agregar ao município de João Pessoa uma área de 3,8 km<sup>2</sup> que conjugaria recreação e preservação ambiental

em um setor do município onde há total escassez de área com mínimos recursos recreacionais e total escassez de áreas conjugadas (recreacional e ambiental). As capitais brasileiras localizadas em áreas litorâneas não podem mais, em pleno século XXI, dispor apenas de suas praias para a recreação de sua população, haja vista que são cidades turísticas e há uma pressão ambiental enorme nessas áreas de praias, principalmente nas altas temporadas. Portanto, há que se concretizar alternativas de qualidade para a população e para o turismo, agregando valor ao município, aos seus habitantes e aos turistas que o visitam.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) através do Projeto Universal nº 470200/2013-8 pelo auxílio financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 11682**. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/56799432/NBR-11682-Estabilidade-de-Taludes>>. Acesso em: 01 novembro de 2014.
- ANZMEC/MCA. Australian and New Zealand Minerals and Energy Council/Minerals Council of Australia, 2000. Disponível em: <<http://www.sernageomin.cl/pdf/mineria/cierrefaena/DocumentosRelacionados/Strategic-Framework-Mine-Closure.pdf>>. Acesso em: 01 novembro de 2014.
- ARAÚJO, M. Água e rocha na definição do sítio de Nossa Senhora das Neves, atual cidade de João Pessoa – Paraíba. 2012. 239f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia, 2012.
- BITAR, O. Y. Recuperación de áreas degradadas por la minería en regiones urbanas. In: Curso internacional de aspectos geológicos de protección ambiental, 2 (UNESCO). **Anais...** Montevideo: UNESCO, 2002, v.1, p. 332-345.
- BRASIL. Lei da Política Nacional do Meio Ambiente de 31 de agosto de 1981 (**LEI 6.938**). Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>. Acesso em: 30 outubro de 2014.
- BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Parágrafo 2º do Artigo 225. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/topicos/10645317/paragrafo-2-artigo-225-da-constituicao-federal-de-1988>>. Acesso em: 20 outubro de 2014.
- BRASIL. **Decreto Federal 97.632** de 10 de abril de 1989, artigo 2º. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/D97632.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm)>. Acesso em: 30 outubro de 2014.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações sobre os municípios brasileiros**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=250750&search=paraibajoaopessoa>>. Acesso: em 20 outubro de 2014.
- CURITIBA. Secretaria do Meio Ambiente. **Plano de manejo do parque municipal Tanguá**. Curitiba: SMMA, 2002. 36p.



DO VALE, A. B.; MACHADO, C. C.; PIRES, J. M. M.; BARBOSA, M. **Eucaliptocultura no Brasil: silvicultura, manejo e ambiência**. SIF, 2014. 551p.

FURRIER, M., ARAÚJO, M.; MENEZES, L. F. Geomorfologia e Tectônica da Formação Barreiras no estado da Paraíba. **Geologia USP Série Científica**. São Paulo, v. 6, n. 2, p. 61-70, 2006.

IIED. International Institute for Environment and Development. **Breaking New Ground: Mining, Minerals, and Sustainable Development**. Earthscan, London, 2002. Disponível em: <<http://www.iied.org/mmsd-final-report>>. Acesso: em 30 outubro de 2014.

KOURY, M. G. P. Tenso convívio. Sociabilidade, medos, hierarquização e segregação em um bairro popular. **Revista de Antropologia Experimental**, Universidad de Jeán – España, n. 5, texto 6, p. 01-12, 2005.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Texto, 2002. 178 p.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Texto, 2007. 208 p.

PARAÍBA. SUDEMA. **Mapa pedológico do Estado da Paraíba**. João Pessoa: SUDEMA, 2004. 1 mapa, col. Escala: 1:500.000.

PARAÍBA. SUDEMA. **Atualização do diagnóstico florestal do Estado da Paraíba**. João Pessoa: SUDEMA, 2004b. 268 p. 40 mapas.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONSONI, F. J.; HITOTA, M. M. **The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation**. *Biological conservation*, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RICCIARDI, C. T. R.; SÁNCHEZ, L. E. Reabilitação e novo uso de áreas mineradas: um apanhado de alguns casos em São Paulo. **Revista Areia e Brita**, São Paulo, n. 27, p. 26-34, 2004.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, São Paulo, n. 6, p. 17-29, 1992.

SÁNCHEZ, L. E. Planejamento do ciclo de vida de uma mina e redução dos riscos ambientais. In: I Semana Ibero-Americana de Engenharia de Minas. São Paulo, **Anais...**, p. 347-352, 2004.

SÁNCHEZ, L. E. Planejamento e gestão do processo de recuperação de áreas degradadas. In: Filippini Alba, J. M. (org.). **Recuperação de áreas mineradas: a visão dos especialistas brasileiros**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 150 p.

SÃO PAULO. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mineração & Município, base para planejamento e gestão dos recursos minerais**. São Paulo: IPT (publicação 2850), 2003. 177 p.

TOY, T. J.; HADLEY, R. F. **Geomorphology and reclamation of disturbed lands**. Hadley, Academic press, 1987. 480p.

WILLIAMS, D.; BUGIN, A.; REIS, J. L. B. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília: IBAMA, 1990. 96 p.

Recebido em 18 de novembro de 2014

Aprovado em 20 de abril de 2015