

# **TRAÇADO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) UTILIZANDO FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO COMO TÉCNICA AUXILIAR NA RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE ÁREAS DEGRADADAS**

Autores: Adriana Gomes de Souza – Pesquisadora em Geociências, Geóloga, CEDES - CPRM/SGB; José Francisco Ladeira Neto – Técnico em Geociências, Licenciado em Geografia, CEDES - CPRM/SGB

## **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi a aplicação prática das técnicas de geoprocessamento no traçado dos mapas de Área de Preservação Permanente (APP), delimitando as áreas críticas para retirada total do rejeito proveniente da mineração de carvão e posterior recomposição dos ecossistemas degradados, em área objeto de ação civil pública, em cuja União Federal foi responsabilizada inicialmente pela recuperação de 23 (vinte e três) áreas que compõem a massa falida da antiga Companhia Brasileira de Carvão Araranguá (CBCA), localizada no município de Criciúma, no estado de Santa Catarina. A CPRM – Serviço Geológico do Brasil, executora do projeto institucional que visa responder a ação civil pública, através do CEDES – Centro de Desenvolvimento Tecnológico, contribui na rápida identificação dos pontos críticos de degradação com o traçado de um mapa delimitando as Áreas de Preservação Permanente (APP), utilizando como base o Código Florestal Brasileiro e as Resoluções CONAMA n° 302 e n° 303.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Impactos Ambientais; Recomposição de ecossistemas; Código Florestal Brasileiro.

## **INTRODUÇÃO**

A mineração do carvão foi calcada na ausência de preocupação quanto à necessidade de recuperação das áreas degradadas nos empreendimentos minerários, ou seja, o foco voltou-se apenas aos impactos que afetavam a capacidade produtiva da atividade. Ao encerrarem as atividades da mina, as empresas deslocavam-se para novos sítios de exploração, deixando para trás um passivo ambiental a ser suportado pela sociedade. As áreas abandonadas pela mineração do carvão representam impactos ambientais de longo prazo, impossibilitando o uso posterior do solo e gerando repercussões sociais e ambientais. Estas regiões podem tornar-se objeto de ocupações humanas desordenadas e clandestinas, como também, ser utilizadas como depósito de lixo, de rejeitos perigosos e demais resíduos sólidos.

Outra preocupação pertinente é à disposição de produtos oriundos da mineração de carvão em Áreas de Preservação Permanente, conceito esse transcrito na Lei Federal 4771 de 1965, que institui o Código Florestal, em cujo artigo segundo são definidas as áreas de preservação permanente. A Resolução n° 302 do CONAMA, em seu artigo terceiro, vem complementar o Código Florestal, e estabelece a delimitação da área de entorno dos reservatórios artificiais como APP. Por fim, a resolução n°303 do CONAMA considera as Áreas de Preservação Permanente (APP) e outros espaços territoriais especialmente protegidos, como instrumentos de relevante interesse ambiental, que integram o desenvolvimento sustentável, objetivo das presentes e futuras gerações e estabelecem parâmetros, definições e limites referentes às Áreas de Preservação Permanente.

Os critérios estabelecidos com base no Código Florestal Federal e nas Resoluções CONAMA n° 302 e n° 303 que definem APP como “ área protegida por Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a

estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem das populações humanas”, apontam para que essas áreas sejam preservadas de ação antrópica e de exploração econômica.

A área de estudo está situada na chamada Bacia Carbonífera de Santa Catarina, abrangendo o perímetro urbano da cidade de Criciúma e entorno do morro Cechinel (Figura 1).

Em ação civil pública, a União Federal foi responsabilizada pela realização de um plano de recuperação ambiental de áreas degradadas que compõem a massa falida da antiga Companhia Brasileira de Carvão Araranguá (CBCA), no município de Criciúma. Em trabalho executado pelo Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM no ano de 2008, procedeu-se ao reconhecimento de áreas de disposição de rejeito carbonoso, a partir de delimitação visual, utilizando mosaico de ortofotos na escala 1:20.000, onde inicialmente foram delimitadas 23 (vinte e três) áreas objeto de recuperação ambiental.

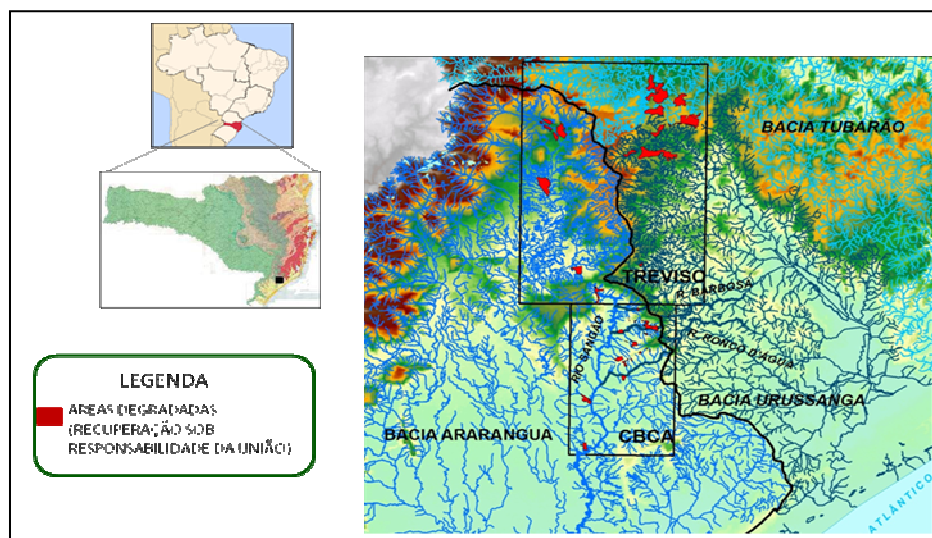


Figura 1: Localização da área de estudo e disposição das áreas degradadas de interesse para recuperação ambiental (em vermelho). Adaptado de Appi *et al.*, 2010.

A CPRM – Serviço Geológico do Brasil, executora do projeto institucional que visa responder a esta ação civil pública, traz como aplicação técnica o traçado de um mapa delimitando as Áreas de Preservação Permanente (APP) de acordo com a legislação federal, utilizando como base o Código Florestal Brasileiro e as Resoluções CONAMA n° 302 e n° 303, no sentido de facilitar a rápida identificação dos pontos críticos de degradação.

O estudo em questão teve por objetivo a aplicação prática das técnicas de geoprocessamento no traçado do mapa de APP (Portes *et al.*, 2009), delimitando as áreas críticas para retirada total do rejeito proveniente da mineração de carvão e posterior recomposição dos ecossistemas degradados.

## 2. METODOLOGIA DE TRABALHO

**2.1 Aquisição de imagens de satélite de alta resolução atualizadas** - Como base inicial de trabalho, foram adquiridas imagens de satélite Geoeye-1 em composição RGB, datadas de setembro de 2009 com o intuito de fornecer um retrato atualizado de áreas degradadas pela mineração de carvão em Criciúma, SC, para um projeto institucional da CPRM/SGB. As imagens fornecidas pela empresa Space Imaging do Brasil foram ortorretificadas e convertidas para o Datum SAD-69 pela referida empresa. As imagens possuem resolução

espacial de 0,5 m x 0,5 m, e foram de fundamental importância na identificação visual das áreas possivelmente impactadas.

**2.2 Delimitação das áreas de APP** - Com o intuito de orientar as ações ambientais de planejamento e monitoramento, e fornecer suporte para os instrumentos jurídicos de controle e fiscalização do ambiente, apoiados em critérios capazes de identificar e mensurar as ocorrências de conflito de uso da terra foi elaborado um mapa com a delimitação das áreas de APP dentro do polígono estudado pelo projeto institucional da CPRM que visa responder a ação civil pública de responsabilidade da União Federal. A Figura 2 mostra a delimitação das APPs na região de interesse do projeto, destacando a área de maior importância em termos de recuperação ambiental, situada próxima ao aeroporto da cidade de Forquilha, SC.

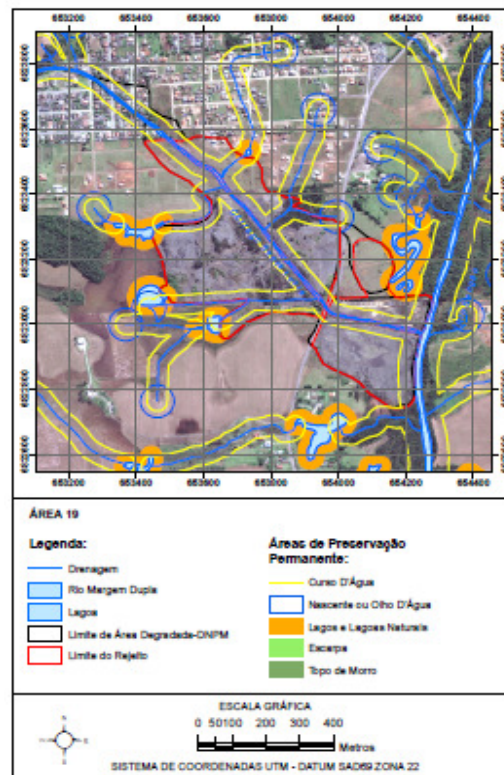


Figura 2: Imagem de satélite Geoeye (setembro de 2009) destacando a delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP) em detalhe da área de estudo (imagem adaptada de Appi *et al.*, 2010).

A metodologia utilizada para confecção do mapa de Áreas de Preservação Permanente (APP) foi fundamentada principalmente na Lei Federal Nº 4771, de 1965, que instituiu o Código Florestal Brasileiro e na Resolução nº 302 do CONAMA, que, em seu artigo terceiro, vem complementar o Código Florestal, estabelecendo a delimitação da área de entorno dos reservatórios artificiais como APP. Foi também utilizada como referência legal a Resolução nº 303 do CONAMA que considera as Áreas de Preservação Permanente (APP) e outros espaços territoriais especialmente protegidos, como instrumentos de relevante interesse ambiental e estabelece parâmetros, definições e limites referentes às Áreas de Preservação Permanente.

Primeiramente foi utilizado um SIG para representar o mapeamento das áreas protegidas requerendo tratamento prévio de camadas de dados geográficos contendo informações altimétricas, rede de drenagem, massas d'água, e divisores de bacias hidrográficas.

Para o mapeamento das APPs de margens de rios foi gerado um *buffer* com a distância de 30 m em ambos os lados da drenagem com largura igual ou inferior a 10 m, e de 50 m em drenagens com largura entre 10 e 50 m. No entorno de nascentes foi criado um *buffer* com valor correspondente a 50 m de raio a partir do ponto central.

Já para o mapeamento de APPs de declividade superior a 45° ou 100%, a partir das curvas de nível e pontos cotados foi gerado um TIN (Triangle Irregular Network – Malha de Triângulos Irregulares). Em seqüência, a partir da geração do MDT – Modelo Digital de Terreno trabalhado como dado de base, foi criada uma grade de declividade em graus, posteriormente fatiada gerando um mapa temático com uma única classe de áreas com inclinação superior a 45° (APPs de declividade acima de 45°).

No mapeamento das APPs correspondentes aos topos de morro foi criado um plano de informação contendo os limites da área de estudo, linhas de cumeada e altimetria. Esse plano de informação reuniu a interpretação de topos de morro e escarpas, baseada nas definições da Resolução CONAMA Nº 303, onde a delimitação dos topos de morro foi feita a partir do traçado das curvas de nível que correspondem à delimitação dos dois terços superiores a partir da cota base de 50 m, posteriormente a ser classificada como APP. Para as escarpas foi marcada uma faixa a partir da linha de ruptura nunca inferior a cem metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa.

Os critérios relativos às delimitações de faixas marginais de rios, entorno de nascentes, declividades superiores a 45° ou 100%, escarpas e topos de morro foram agrupados em um único plano de informação, gerando um mapa final de Áreas de Preservação Permanente (APP) compatível com a escala 1:25.000. Para a elaboração do mapa de APP final realizou-se a seqüência de trabalho descrita abaixo:

I. **Modelo digital de terreno** - O Modelo Digital de Terreno (MDT) consiste na representação digital do terreno, obtido a partir de curvas de nível e de pontos cotados do levantamento plani-altimétrico. Realizou-se a conversão dos dados da restituição plani-altimétrica numa malha de pontos com valores de X, Y e Z. A partir desta malha, foi gerado um modelo do tipo malha de triangulação irregular (*triangulated irregular network* - TIN). Esse TIN foi convertido para um tipo Raster, célula de 5X5 m. Para a confecção do MDT foi utilizado o software ArcGIS 9.3 e a extensão 3D Analyst.

II. **Mapa de declividade** - O Mapa de declividade é um subproduto do modelo digital de terreno. Foi elaborado através da extensão 3D Analyst, utilizando a ferramenta Slope. As unidades de medida de declividade foram expressas em graus.

III. **Mapa de altimetria e drenagem** - O Mapa de altimetria foi elaborado a partir da restituição plani-altimétrica, na escala de 1:5.000. O levantamento aéreo que precedeu a produção das ortofotos foi realizado em 2000 e a restituição em questão foi executada pela Aero Image S/A em Agosto de 2002. Também a partir destes dados, a hidrografia foi digitalizada e retificada, na mesma escala da restituição.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cruzamento dos mapas de hidrografia, altimetria e declividade permitiu gerar como produto um mapa final delimitando as Áreas de Preservação Permanente – APP (figura 3) para toda a área estudada, de acordo com os critérios estabelecidos pelo Código Florestal e as Resoluções CONAMA nº 302 e nº 303. Foi observado que muitas das áreas de deposição do estéril da mineração se encontravam totalmente inseridas em APP, enquanto que outras se encaixavam apenas parcialmente nestas áreas. Esse mapa atende ao objetivo de orientar os locais de retirada total de rejeito carbonoso nas áreas degradadas de interesse e a retirada parcial com posterior envelopamento em sítios que não se encaixam totalmente em APP, bem

como estabelece restrições ambientais e topográficas em relação à disposição de resíduos sólidos para novos empreendimentos minerários ou de construção civil.

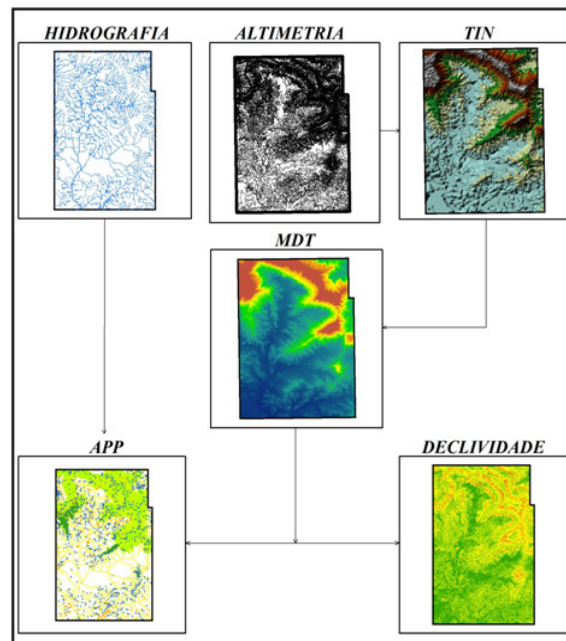


Figura 3: Sequência de trabalho indicando a geração do Mapa de Áreas de Preservação Permanente (APP) como produto final.

#### 4. CONCLUSÕES

O estudo em questão teve por aplicação prática o traçado do mapa de APP para a região de Criciúma, delimitando os sítios críticos para retirada total do rejeito carbonoso nas áreas objeto de ação civil pública, cuja responsabilidade de elaboração do plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD) coube à União Federal, através da CPRM – Serviço Geológico do Brasil.

A utilização da legislação federal, a citar o Código Florestal, bem como as Resoluções CONAMA nº 302 e nº 303 que o complementam, foi o balizador técnico necessário para a aplicação das ferramentas de geoprocessamento, no sentido de delimitar e orientar a recomposição dos ecossistemas degradados pela pretérita ação da mineração de carvão.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Aos geólogos Ciro Jorge Appi (Chefe do CEDES), Irineu Capeletti (ASPR/CPRM) e André Luís Invernizzi (coordenador de projeto/CEDES) pelo incentivo e apoio técnico prestados.

#### 6. REFERÊNCIAS

APPI, C. J.; INVERNIZZI, A. L.; CAPELETTI, I.; BARCELLOS, A. S. **Recuperação ambiental das áreas degradadas pela mineração de carvão.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 45. 26 set. – 01 out. 2010, Belém. Resumos...Belém: SBG. Núcleo Norte, 2010.

PORTES, C. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; FARIA, L. A. L.; BARBOSA, W. A. **Espacialização das Restrições Ambientais como Subsídio ao Plano De Desenvolvimento Físico e Ambiental do Campus da Universidade Federal de Viçosa – Viçosa.** XIII SBGFA SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 2009.