



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO E GRADUAÇÃO
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

LUAN PATRICK DOS SANTOS SILVA

**DIAGNOSTICO AMBIENTAL PRELIMINAR DE ÁREAS DE MINERAÇÃO DE SAIBRO NO
MUNICÍPIO DE MACAPÁ-AP, COM O SUPORTE DE FERRAMENTAS DE
GEOTECNOLOGIAS**

**MACAPÁ
2013**

LUAN PATRICK DOS SANTOS SILVA

**DIAGNOSTICO AMBIENTAL PRELIMINAR DE ÁREAS DE MINERAÇÃO DE SAIBRO NO
MUNICÍPIO DE MACAPÁ-AP, COM O SUPORTE DE FERRAMENTAS DE
GEOTECNOLOGIAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal do Amapá, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Ambientais, sob a orientação dos professores: Dr. Sávio Carmona e Dr. Marcelo Oliveira.

**MACAPÁ
2013**

LUAN PATRICK DOS SANTOS SILVA

**DIAGNOSTICO AMBIENTAL PRELIMINAR DE ÁREAS DE MINERAÇÃO DE SAIBRO NO
MUNICÍPIO DE MACAPÁ-AP, COM O SUPORTE DE FERRAMENTAS DE
GEOTECNOLOGIAS**

AVALIADORES

Prof. Dr. Sávio Luís Carmona dos Santos
Universidade Federal do Amapá

Prof. Dr. Marco Antônio Augusto Chagas
Universidade Federal do Amapá

Prof.(a) Dr.(a) Susana Corvalán
Universidade Federal do Amapá

Avaliado em: __/__/__

MACAPÁ
2013

DEDICATÓRIA

Dedico este Trabalho de Conclusão de Curso – TCC à minha família, amigos e todos aqueles que torceram pela minha vitória, que desde o início desta árdua caminhada chamada de graduação estiveram presentes nas conquistas e derrotas, acertos e erros, alegrias e tristezas.

Aos meus queridos avós DEUZA DOS SANTOS SILVA e PEDRO BARBOSA DA SILVA que nunca mediram esforços em ajudar-me nos momentos mais difíceis.

Não posso esquecer da minha querida mãe SILVANA DOS SANTOS SILVA que apesar da distância sei que nunca deixou de torcer pela minha vitória.

Dedico também à RAIELLY COUTINHO BARBOSA , uma pessoa muito especial que Deus colocou em meu caminho para ser minha amiga, companheira e motivadora nos momentos mais difíceis no decorrer da graduação. Assim como sua família que também merecem estar neste espaço.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por me dar forças mesmo nos momentos mais difíceis para alcançar meus objetivos e transpor os obstáculos que a caminhada até aqui nos proporciona.

Agradeço também a minha família e amigos que de qualquer maneira me ajudaram a chegar ao final de mais essa etapa da minha vida.

Meus agradecimentos também se estendem a minha querida turma de Ciências Ambientais 2009, a qual com muita satisfação fui o representante, nesta fiz grandes amizades que sinceramente pretendo levar para o resto da minha vida.

Agradeço também aos discentes do curso de Ciências ambientais que apesar das dificuldades enfrentadas pelo colegiado nesses quase cinco anos, em especial este último marcado por uma extensa greve, sempre ajudaram-me nos momentos que os procurei.

EPIGRAFE

“O saber ambiental é uma epistemologia política que busca dar sustentabilidade a vida; constitui um saber que vincula os potenciais ecológicos e a produtividade energuentrópica do planeta com a criatividade cultural dos povos que o habitam”.

Enrique Leff

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá

Silva, Luan Patrick dos Santos.

Diagnóstico ambiental preliminar de áreas de mineração de Saibro no município de Macapá-AP, com o suporte de ferramentas de geotecnologias / Luan Patrick dos Santos Silva; orientadores Sávio Carmona, Marcelo Oliveira. Macapá, 2013.

48p.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Pró-Reitoria de Ensino de Graduação, Curso de Ciências Ambientais.

RESUMO

Este trabalho foi realizado na cidade de Macapá, capital do estado do Amapá - Brasil, e teve como objetivo a caracterização de aspectos ambientais em três áreas de extração de saibro entre os anos de 2004 e 2009. A metodologia do estudo foi baseada no uso de ferramentas de geotecnologias. Foi utilizado um procedimento de interpretação visual de imagens de sensores orbitais de alta resolução espacial (GeoEyes e Ikonos) para o mapeamento preliminar dos principais ambientes naturais e de alterações relativas à interferência da atividade da extração de saibro sobre o meio natural. Chaves de interpretação, baseadas nas respostas espectrais e texturais das características mapeadas foram definidas para os diferentes ambientes, tais como: solo exposto, floresta primária, vegetação herbácea e arbustiva e processos erosivos. Estas informações foram espacializadas e armazenadas em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), mais especificamente em ambiente ArcGis 9.3 Desta forma foi possível analisar e quantificar alguns aspectos ambientais nas áreas de extração mineral, bem como caracterizá-los levando em conta a dinâmica desses aspectos no intervalo de tempo do estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Saibro, Mineração, Impactos ambientais, Geotecnologias

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fluxograma 1 - Etapas do licenciamento ambiental	18
Figura 1 - Polígonos dos processos minerários DNPM	23
Figura 2 - caixa de ferramentas do ArcGis 9.3.....	26
Figura 3 - Floresta primária.....	28
Figura 4 – Foto ilustrativa de floresta primária.....	28
Figura 5 - Lineamentos representativos dos processos erosivos	29
Figura 6 – Foto ilustrativa de processos erosivos	29
Figura 7 - Vegetação herbácea e arbustiva.....	30
Figura 8 – Foto ilustrativa de vegetação herbácea e arbustiva.....	30
Figura 9 - Representação de solo exposto	31
Figura 10 – Figura ilustrativa de solo exposto	31
Figura 11 – Registro fotográfico de processos erosivos.....	32
Figura 12 – Resultado do processo de extração mineral.....	33
Figura 13 – Poços de piscicultura	33
Mapa 1 - Localização das áreas de extração de saibro.....	22
Mapa 2 - Mapa temático do processo 858139/2011 no ano de 2004.....	35
Mapa 3 - Mapa temático do processo 858139/2011 no ano de 2009.....	35
Mapa 4 - Mapa temático do processo 858110/2008 no ano de 2004.....	38
Mapa 5 - Mapa temático do processo 858110/2008 no ano de 2009.....	38
Mapa 6 - Mapa temático do processo 858059/2008 no ano de 2004.....	41
Mapa 7 - Mapa temático do processo 858059/2008 no ano de 2009.....	41

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 - Especificações do satélite GeoEye	24
Tabela 2 – Especificações do sensor IKONOS	25
Tabela 3 – Elementos e descrição da floresta primária.....	28
Tabela 4 – Elementos e descrição de solo exposto	29
Tabela 5 – Elementos e descrição da vegetação herbácea e arbustiva	30
Tabela 6 – Elementos e descrição do solo exposto	31
Tabela 7 – Representatividade de solo exposto nas áreas de mineração no período do estudo.....	43
Tabela 8 – Representatividade de vegetação herbácea e arbustiva nas áreas de mineração no período do estudo.....	43
Tabela 9 – Representatividade de floresta primária nas áreas de mineração no período de estudo.....	43

LISTAS DE SIGLAS

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEPA – Instituto de Pesquisas Científicas do Estado do Amapá

IMAP – Instituto de Meio Ambiente e Ordenamento Territorial do Amapá

LI – Licença de Instalação

LO – Licença de Operação

LP – Licença de operação

PAE – Plano de Aproveitamento Econômico

PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente

PRAD – Plano de Recuperação de Área Degradada

RCA – Relatório de Controle Ambiental

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

SAF - Sistema de Atendimento Ambiental e Fundiário

SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REFERêNCIAL TEÓRICO	12
2.1 SAIBRO.....	13
2.2 MINERAÇÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS	14
2.3 CONTROLE AMBIENTAL DA MINERAÇÃO	15
2.4 GEOTECNOLOGIAS E ANÁLISES AMBIENTAIS	18
3 MATERIAS E MÉTODOS	21
3.1 ÁREA DE DESTUDO	21
3.2 COLETA DOS DADOS.....	23
3.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	25
3.3.1 Interpretação visual.....	27
4 RESULTADOS e discussão.....	32
4.1 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL	32
4.2 ÁREA 1 - PROCESSO 858139/2011.....	34
4.3 ÁREA 2 - PROCESSO 858110/2008.....	37
4.4 ÁREA 3 - PROCESSO 858059/2010.....	40
4.5 ANÁLISE PERCENTUAL DOS PROCESSOS	42
5 CONCLUSÃO	44
6 REFERêNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

A gestão ambiental das atividades de mineração e em particular a atual situação ambiental das áreas de extração de saibro¹ na cidade de Macapá é um tema que desperta dúvidas e questionamentos sobre o ordenamento dessa atividade. As informações são escassas ou quase inexistentes, o que pode denotar um baixo controle e acompanhamento desse tipo de mineração por parte do poder público competente.

A falta de estudos a respeito do saibro contrasta com a relevância desse material para o desenvolvimento local, tendo em vista ser um insumo mineral de grande importância e uso em obras de infraestrutura que melhoram a qualidade de vida das pessoas, como terraplanagem de vias e na própria regularização de terrenos para edificação de prédios públicos e residências.

Diante desse possível cenário de baixo controle institucional e da carência tanto de informações técnicas, quanto de pesquisas científicas voltadas ao assunto, buscou-se nesse estudo levantar informações quantitativas e qualitativas acerca do desempenho ambiental desse tipo mineração. Partiu-se da hipótese de que pela falta de controle institucional da atividade, as áreas de extração de saibro não são devidamente gerenciadas sob o ponto de vista ambiental e os planos de controle e recuperação das áreas degradadas são pouco efetivos.

Desse modo, o objetivo principal do presente trabalho foi de mapear e caracterizar qualitativa e quantitativa alguns aspectos ambientais nas áreas de extração de saibro no entorno urbano do município de Macapá bem como a evolução da atividade no período de 2004 a 2009, através de imagens de satélite de alta resolução e técnicas de geoprocessamento.

Com o uso de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), no caso o programa ArcGis 9.3, foram mapeadas e caracterizadas as condições ambientais de três áreas utilizadas para extração de saibro no município de Macapá, bem como a expansão da atividade e seus impactos no período de 2004 a 2009, ou seja, uma análise multitemporal ambiental com base em imagens de satélites disponíveis.

O estudo revelou um cenário de certo negligenciamento no controle e recuperação das áreas de extração de saibro em Macapá, tendo em vista que na maioria dos casos ocorreu o avanço da retirada de cobertura vegetal de relevância ambiental nas áreas em detrimento

¹ O saibro é conhecido regionalmente como piçarra, sendo um agregado mineral muito utilizado na construção civil, pavimentação, terraplanagem e revestimento de quadra de tênis.

da extração mineral. Além do desmatamento também verificaram-se traços de processos erosivos nessas áreas, o que denota que os planos de controle não estão sendo praticados favorecendo assim o processo de degradação do solo, e por consequência o carreamento de sedimentos e assoreamento de cursos d'água próximos.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

Dentre os segmentos da mineração existe um que tem como objeto de extração os minerais considerados como de interesse social. São assim denominados por serem consumidos diretamente pela sociedade nas obras e melhorias de infraestrutura e em edificações, trata-se dos agregados minerais de emprego imediato na construção civil.

Esses minerais desfrutam de um regime de concessão mineral diferenciado em relação às demais categorias de minério, trata-se do regime de licenciamento, para o poder privado e regime de extração para o poder público, que segundo a legislação brasileira autorizam a extração mineral de certas substâncias de grande interesse social, como areias, cascalhos e saibros.

A mineração, como toda atividade que intervém no meio ambiente, gera impactos no local e ao redor do empreendimento, esse conceito também vale para os minerais de interesse social que impõe relativa intervenção antrópica no meio em que se encontram, resultando assim em impactos que comprometem a qualidade do meio ambiente.

Possivelmente pela maior facilidade na obtenção na autorização de extração mineral, a questão ambiental é geralmente negligenciada nessa categoria de mineração. Os impactos causados pela mineração de agregados para construção civil podem ser mais perceptíveis dentro dos centros urbanos em razão da proximidade das áreas produtoras com estes, ou seja, as externalidades são mais evidentes nesse tipo de mineração.

Nesse contexto, existem ações de controle dos impactos ambientais que deverão (ou deveriam) ser empregadas no empreendimento. Essas metodologias seguem uma hierarquia legal que começa na Constituição Federal de 1988 e passa por leis estaduais, municipais e resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Para a execução dessas medidas impostas em forma de lei o empreendedor deve ter em mãos ferramentas capazes de executar de maneira eficaz a legislação e evitar futuros problemas em relação à gestão ambiental do empreendimento.

Uma das principais ferramentas que vem sendo utilizada com certo êxito tanto em estudos ambientais como na gestão ambiental da mineração é a geotecnologia, ou seja, o uso de SIG, imagens de satélite e programas de computador específicos para o monitoramento ambiental.

Como o presente estudo teve como objetivo a realização de um diagnóstico ambiental de áreas mineradas de saibro com base em geotecnologias, serão apresentados alguns conceitos importantes que deram suporte a realização desse trabalho, o primeiro desses, é um apanhado conceitual sobre o objeto principal da pesquisa: o minério de saibro.

2.1 SAIBRO

Silva e Toledo (2010) caracterizam o saibro como um material incoerente, que se origina do intemperismo incipiente de rochas graníticas, que contém grande quantidade de fragmentos pequenos de feldspatos e quartzo, além de outros minerais encontrados na rocha. Suas jazidas se encontram entre o solo e a rocha matriz ainda não intemperizada.

Bastante utilizado na construção civil e manutenção das redes viárias, o saibro é popularmente conhecido na região amazônica como “piçarra”, trata-se de um material argilo-arenoso ou areia argilosa. É uma mistura de areia e argila, de origem sedimentar, transportado e depositado pela ação da água. Além de seu uso nos exemplos supracitados, em alguns casos também é utilizado como matéria prima no revestimento de quadras de tênis (OLIVEIRA *et al* ,2009).

Vale ressaltar, que para a lavra do material, o interessado deve requerer sua autorização junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), que é o órgão responsável pelo planejamento e fomento do aproveitamento dos recursos minerais, cabendo-lhe também superintender as pesquisas geológicas e minerais (FARIAS E COELHO, 2002).

Destaca-se que a legislação minerária brasileira reconhece um tipo de concessão mineral especial para os minerais de interesse social, ou seja, aqueles utilizados na construção civil, também chamados pelo código de mineração de minerais de classe II, dentre os quais o saibro.

Nesses casos, segundo a Lei 6567/78² trata-se de um procedimento simplificado em que o responsável pela área não precisa apresentar estudos detalhados de depósitos minerais, apenas necessita ter o título de domínio da terra bem como a autorização municipal para realizar a lavra a qual não deve exceder uma área superior a 50 hectares.

Ainda em relação ao saibro existe o regime de extração que é aplicado nos casos em que a administração pública pretende realizar a lavra do minério para a aplicação em obras,

² Dispõe sobre regime especial para exploração e o aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências.

nesse caso não podendo as áreas ultrapassar cinco hectares. Em ambos os casos as áreas devem ser registradas junto ao DNPM.

2.2 MINERAÇÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS

A mineração como todas as atividades de intervenção no meio ambiente causa impactos, entre esses podemos destacar impactos socioambientais como desmatamento, assoreamento de cursos d'água, destruição da biodiversidade, apropriação de terras, problemas na saúde, na infraestrutura urbana e migração (SIMÕES, 2009).

Sobre esses impactos, Silva (2007) afirma que eles alteram intensamente a área minerada e as áreas vizinhas, onde são realizados os depósitos de estéril e de rejeito. Além do mais, quando temos a presença de substâncias químicas nocivas na fase de beneficiamento do minério, isto pode significar um problema sério do ponto de vista ambiental.

Segundo Bitar (1997) a mineração provoca um conjunto de efeitos não desejados que podem ser denominados de externalidades. Algumas dessas externalidades são: alterações ambientais, conflitos de uso do solo, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtornos ao tráfego urbano.

O autor destaca ainda que estas externalidades geram conflitos com a comunidade, e que normalmente tem origem quando da implantação do empreendimento, pois o empreendedor não se informa sobre as expectativas, anseios e preocupações da comunidade que vive nas proximidades da empresa de mineração. Neste aspecto se torna favorável que a empresa cumpra com as normas ambientais, a fim de minimizar esses transtornos.

Sobre o assunto, Silva (2007) ressalta que esse processo é ainda mais evidente nas áreas de extração de agregados para a construção civil, pois a produção desses minerais, por fatores mercadológicos, impõe sua atuação próxima dos centros consumidores, caracterizando-se como uma atividade típica das regiões metropolitanas e urbanas.

Por esse motivo pode-se dizer que esse tipo de mineração, se não administrado de maneira correta, também se configura um problema de gestão ambiental urbana, uma vez que essas jazidas estão em áreas onde existe certa concentração populacional e afetam direta ou indiretamente a qualidade ambiental nessas áreas.

Sobre a mineração em áreas urbanas e periurbanas, o IBAMA (2006) afirma ser um dos fatores responsáveis pela degradação do subsolo. Atualmente, junto às grandes metrópoles brasileiras, é comum a existência de enormes áreas degradadas, resultante das atividades de extração de argila, areia, saibro e brita.

A exploração do saibro tende a crescer de forma diretamente proporcional ao aumento da população, segundo dados do censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população macapaense cresceu de 283.308 habitantes em 2000 para 397.913 segundo o último censo realizado em 2010. Uma vez que o número de habitantes cresce aumenta também a pressão nos recursos naturais voltados para a construção civil, como areia, seixo e o próprio saibro.

Sobre a extração de saibro Silva e Toledo (2010) afirmam:

Provoca grandes alterações no terreno, pois para atingi-lo é necessário retirar a cobertura superficial do solo que pode ser muito espessa, como no caso de algumas jazidas brasileiras em que se encontra o saibro em camadas profundas de solo, podendo chegar a 30 ou mais metros, levando a intensificação de processos erosivos.

Sobre as áreas degradadas pela extração de saibro Brollo *et al* (2008) afirmam:

Verificam-se diversos graus de degradação, a qual está associada à remoção do solo superficial e residual (os quais constituem o saibro) e muitas vezes do próprio solo saprolítico, sem qualquer cuidado de proteção do entorno ou de planejamento da extração. Como resultado, verifica-se a quase impossibilidade de recuperação vegetal, uma vez que não há mais substrato fértil para o seu desenvolvimento e sim um substrato árido (quase rocha fresca), com alto índice de acidez, devido a característica da rocha. Além disso, a degradação pode encontrar terreno com alta suscetibilidade a movimentos de massa, ampliando ainda mais a área degradada, especialmente se houver interferência antrópica, neste caso gerando áreas de risco.

Segundo Guerra (1994) e Araújo (2005) outro impacto da extração mineral é a perda do solo por erosão, que consiste num problema ambiental que debilita extensas áreas funcionais à agricultura e à ocupação urbana, além de provocar assoreamento nos mananciais. Isto é devido à falta de planejamento no uso e manejo dos solos a qual vem despertando grande preocupação das ciências ambientais.

Explicita-se, portanto, que em função dos impactos que a atividade de mineração provoca, a mesma deve adotar ações de controle ambiental, assunto a ser tratado a seguir.

2.3 CONTROLE AMBIENTAL DA MINERAÇÃO

Com o objetivo de atenuar os impactos ambientais decorrentes da atividade de mineração, existe um aparato legal na legislação brasileira que deve ser obedecido pelas empresas que extraem minérios. A Constituição da República de 1988 que em seu artigo 225, trata sobre o meio ambiente, e em seu capud declara:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

No que diz respeito à mineração, o parágrafo segundo do mesmo artigo obriga aquele que explorar os recursos minerais a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão público competente.

Neste sentido o decreto nº 97.632 de 10 de abril de 1989 regulamenta o art 2, inciso VIII da lei n 6938 de 31 de agosto de 1981 - Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), que trata da recuperação de áreas degradadas. O decreto em questão define degradação como 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.

A Política Nacional do Meio Ambiente, em seu art. 9º, incisos III e IV, fala sobre Avaliação de Impacto Ambiental, Licenciamento e revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, respectivamente. Neste aspecto se insere a atividade mineradora pode ser considerada como de potencial impacto ambiental, portanto sendo necessários os devidos estudos para sua implementação.

Vale ressaltar que o estudo de Avaliação de Impacto Ambiental faz parte do processo de Licenciamento Ambiental. No Brasil, este processo é regulamentado pelo decreto do CONAMA nº 237 de 19 de dezembro de 1997, e se apresenta dividido em três etapas, segundo o art. 8, incisos I, II e III do mesmo decreto:

I – Licença Prévia (LP): Concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;

II – Licença de Instalação (LI): Autoriza a instalação do empreendimento ou atividades de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes determinados para a operação;

III – Licença de operação (LO): Autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

Para a obtenção da licença prévia para a mineração Farias e Coelho (2002) afirma:

O Plano de Aproveitamento econômico da jazida (PAE), o Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD) e o EIA/RIMA são documentos técnicos exigidos para a obtenção da licença prévia, cuja tramitação é concomitante ao do pedido de concessão de lavra.

Contudo, o licenciamento ambiental da extração de saibro não obedece ao mesmo rito processual e documental que a maioria dos recursos minerais, pois, segundo o Decreto lei nº 227 de 28 de fevereiro de 1967 – código de minas – em seu art. 5 o saibro é classificado como classe II, pelo fato de seu emprego imediato na construção civil.

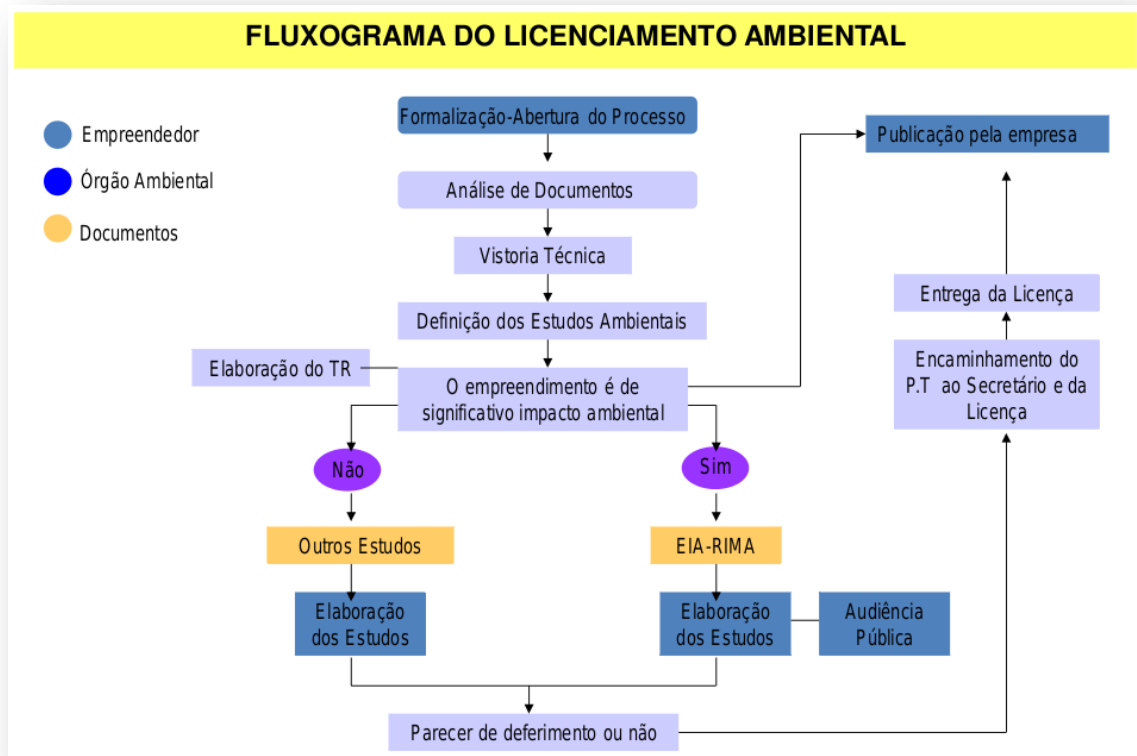
Mas, especificamente para os minerais de classe II a resolução CONAMA nº 10/90 estabelece critérios específicos para o licenciamento ambiental desses minerais. Essa mesma resolução deixa a critério do órgão ambiental competente a apresentação ou não de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) por parte do empreendedor, levando em conta a natureza, localização, porte e demais peculiaridades. Contudo, o EIA/RIMA será substituído por outro documento: o Relatório de Controle Ambiental (RCA).

Outra legislação importante atinente à mineração é a resolução CONAMA 369 de 2006 que caracteriza as atividades de pesquisa e extração de areia, argila, saibro e cascalho, outorgadas pela autoridade competente como um caso de interesse social. Nesta hipótese o órgão ambiental competente poderá autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente (APP).

É importante ressaltar que o processo de licenciamento ambiental é contínuo e deve ser renovado junto ao órgão ambiental competente até o encerramento das atividades do empreendimento. No estado do Amapá, em relação às áreas de mineração de saibro, o procedimento de licenciamento ambiental da mineração, incluindo o saibro, é de responsabilidade do Instituto de Meio Ambiente e Ordenamento Territorial do estado do Amapá (IMAP).

Para tanto o empreendedor deverá apresentar no Sistema de Atendimento Ambiental e Fundiário (SAF) a documentação básica, formulário padrão, projeto básico, programa de monitoramento, educação ambiental, entre outros. Dependendo da atividade exigirá o EIA/RIMA, conforme o termo de referência (IMAP, 2013), obedecendo o fluxograma abaixo:

Fluxograma 1 - Mostra as etapas do licenciamento ambiental



FONTE: IMAP (2013)

2.4 GEOTECNOLOGIAS E ANÁLISES AMBIENTAIS

A tecnologia, em todas as suas modalidades, tornou-se uma ferramenta poderosa na mitigação dos impactos ambientais. Nos estudos de recursos terrestres destacou-se a geotecnologia, sobre o assunto Bitar *et al* (2000) afirma:

O panorama mundial de tendências no campo da geotecnologia, compreendendo em especial as múltiplas aplicações das geociências para a solução de problemas para a engenharia e o aproveitamento de recursos naturais, particularmente os recursos hídricos, minerais e energéticos, encontra-se hoje fortemente influenciado pelo debate globalmente difundido em torno da crescente degradação ambiental do planeta e do desafio de alcançar o desenvolvimento verdadeiramente sustentável para a sociedade humana.

Um das principais ferramentas da geotecnologia é o uso de imagens de satélites, usadas para os mais variados fins, no que diz respeito ao uso desta ferramenta Florenzano (2007) destaca:

As imagens de satélites proporcionam uma visão sinóptica (de conjunto) e multitemporal (de dinâmica) de extensas áreas da superfície terrestre. Elas mostram os ambientes e a sua transformação, e destacam os impactos causados por fenômenos naturais e pela ação do homem com o uso e a ocupação do espaço. Os elementos da paisagem mais visíveis em imagens de satélites e fotografias aéreas são o relevo, a vegetação, a água e o uso da terra.

A geotecnologia está ligada diretamente com o Sensoriamento Remoto, Vettorazzi (1996) conceitua o Sensoriamento Remoto como a ciência e a arte de se obterem informações sobre um objeto, área ou fenômeno, através da análise de dados coletados por aparelhos denominados sensores, que não entram em contato direto com os alvos em estudo.

Estes sensores se encontram acoplados ao satélite e são responsáveis pela captação da energia que é refletida pela superfície terrestre, sobre o assunto Fitz (2008) afirma:

Os sensores são dispositivos que possibilitam a captação de energia refletida ou emitida por uma superfície qualquer, registrando-a por meio de imagens que podem ser armazenadas nos formatos digital ou analógico, ou ainda diretamente sobre um filme ou chapa sensível.

Segundo o mesmo autor, estes sensores são divididos em dois grupos, os *ativos* e os *passivos*, sendo que o primeiro são aqueles que possuem uma fonte de energia própria, ou seja, eles mesmos emitem energia na direção dos alvos e captam sua reflexão. Já os passivos, por sua vez, não possuem fonte própria de energia, necessitando de fontes externas para captação de energia.

Florenzano (2007) aborda a técnica de sensoriamento remoto no estudo de ambientes naturais como: mangues, florestas tropicais e também recursos minerais, sobre este último o autor afirma que:

Por meio de feições e determinados padrões representados nas imagens, os intérpretes especializados em geologia identificam áreas com potenciais de recursos minerais. A delimitação por meio de imagens de áreas com provável ocorrência de minerais diminui a quantidade de locais pesquisados em campo, o que permite uma economia de tempo e custo com esse tipo de trabalho que envolve a prospecção mineral.

O geoprocessamento é outra ferramenta utilizada no controle e monitoramento ambiental. Silva (2003) afirma que geoprocessamento representa qualquer tipo de processamento de dados georreferenciados. Envolvem técnicas e conceitos de cartografia, sensoriamento remoto e SIG.

São várias as possibilidades de estudos no contexto das ciências ambientais que podem ser elaborados com a ajuda do geoprocessamento, Souza (2008) e Lima (2007)

utilizaram a ferramenta para estudos da qualidade da água. Oliveira *et al* (2008) por sua vez, analisou o geoprocessamento como ferramenta no licenciamento ambiental de postos de combustíveis e concluiu que a utilização das geotecnologias pode auxiliar no controle, monitoramento e tomada de decisão no licenciamento e monitoramento ambiental de postos de combustíveis.

Monteiro *et al* (2011), utilizaram as imagens de satélite para a avaliação dos planos de manejo florestal na Amazônia legal, especificamente, os estados do Pará e Mato Grosso por serem os maiores produtores de madeira da Amazônia. O resultado deste estudo mostrou que é possível avaliar planos de manejo florestal utilizando imagens de satélites. Além disso, a metodologia tem grande aplicação em programas de monitoramento e controle da atividade madeireira na Amazônia.

Santos e Faria (2011), utilizaram imagens do satélite IKONOS para o mapeamento e monitoramento de processos erosivos no município de Queluzito – MG, e concluíram que:

A utilização de imagens de satélite de alta resolução foi muito importante neste trabalho, pois, além de permitir sua delimitação, podem contribuir para os processos de planejamento e gestão que envolva sua estabilização e recuperação.

Ferreira *et al* (2008), alicerce principal da pesquisa, utilizaram imagens de satélite para a detecção de algumas características naturais em áreas de extração de saibro que podem através de metodologia específica mostrar a situação ambiental em que essas áreas se encontram. É comum em áreas mineradas a ocorrência de processos erosivos resultantes da exploração mineral, feições como erosão laminar, sulcos, ravinas e boçorocas são exemplos característicos de identificação de tais processos.

O autor também verificou a ocorrência de solo exposto nas áreas de mineração, condição *sine qua non* para a realização de atividades de mineração a céu aberto, pois nesse tipo de atividade é necessária a retirada da cobertura vegetal para o aproveitamento do minério, a exposição do solo é uma característica que pode ser percebida com facilidade durante a interpretação das imagens.

Outra característica evidenciada por Ferreira *et al* (2008) foi a vegetação herbácea e arbustiva presente nas áreas de extração de saibro, que segundo o mesmo autor se apresenta de duas formas: i) porções do polígono da área minerada nos quais houve um desmatamento provocado pela atividade extrativa, mas que atualmente apresenta cobertura vegetal em regeneração, ii) áreas naturais de gramíneas e cerrado presentes na área.

3 MATERIAS E MÉTODOS

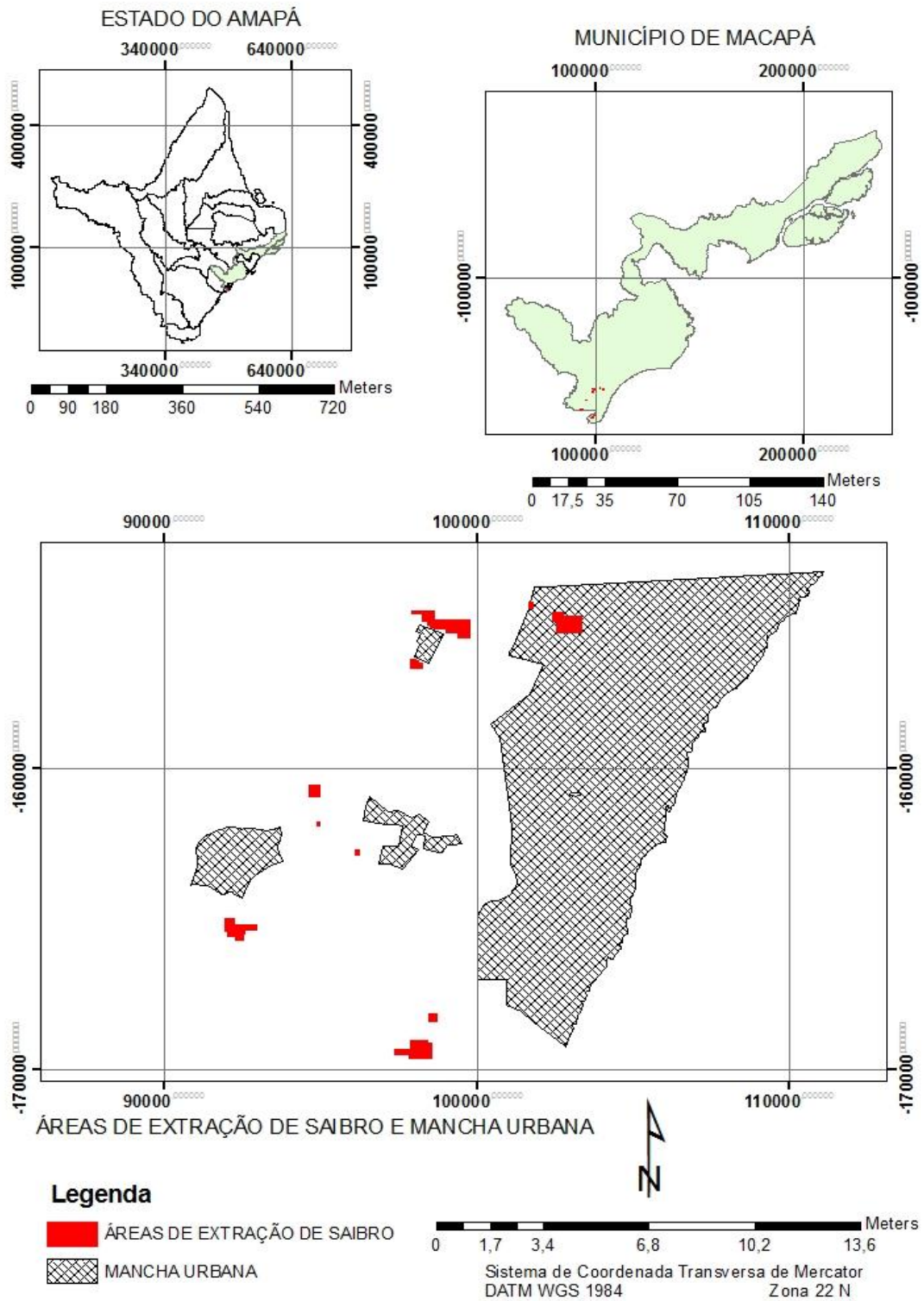
3.1 ÁREA DE DESTUDO

O estudo foi realizado no município de Macapá – AP, principal consumidor dos agregados para construção civil, a qual atravessa um notável crescimento no ramo da construção civil nos últimos anos, e paralelamente a isso cresce a procura por minerais de interesse social como o saibro.

No município de Macapá existem 13 áreas licenciadas ou em processo de legalização, registradas em forma de processos no DNPM (figura 02), das quais uma está em fase de requerimento de licenciamento, uma em requerimento de registro de extração e onze processos em fase de licenciamento ambiental. Característica comum a todos os processos é o fato de que a destinação final do produto seja o abastecimento do mercado da construção civil. No geral, são áreas relativamente pequenas que variam de quatro à aproximadamente cinquenta hectares.

Para este estudo foram escolhidas apenas três áreas de extração de saibro, entre as 13 áreas licenciadas. A justificativa desta seleção se deve as condições de visibilidade dessas áreas nas imagens disponíveis, a partir de dois fatores restritivos: 1) A área de recobrimento das imagens orbitais não abrangem todas as áreas de extração de saibro e, 2) algumas das áreas de extração foram mascaradas pela presença de nuvens.

Mapa 1 - Localização das áreas de extração de saibro



Os três processos minerários são: 858110/2004 (figura 01.A), 858059/2010 (figura 01.B), 858139/2011 (figura 01.C) ilustrados a seguir:

Figura 1 - Polígonos dos processos minerários DNPM



FONTE: Imagem GeoEye composição colorida (RGB) visível

3.2 COLETA DOS DADOS

As informações sobre as áreas de extração de saibro na cidade de Macapá foram coletadas no sistema *sigmine* do DNPM. Trata-se da integração do SIG da Mineração do DNPM com o Google earth. A ferramenta, que foi desenvolvida pela coordenação de geoprocessamento, permite ao público usuário interessado no setor mineral obter informações espaciais atualizadas referentes aos processos minerários cadastrados no DNPM. Os dados apresentados neste sistema são disponibilizados no formato shapefile (shp) em dois sistemas geodésicos de referência: SAD 69 e SIRGAS 2000, DNPM (2012). Para a execução do trabalho, foi adotada a projeção cartográfica Transversa de Mercator e DATUM WGS 1984.

Um dos sensores utilizados como base para o mapeamento das áreas de mineração foi o Geoeye-1, este dispõe de uma resolução espacial de 41 cm no modo pancromático (banda pancromática) e 1,65 m no modo multiespectral (bandas azul, verde, vermelha, e infravermelho próximo), como descritos na tabela 01 (GeoEye, 2010).

Tabela 1 - Especificações do satélite GeoEye

Resolução espacial	0.41m no pancromático (P&B) 1.64m no multiespectral (colorido)
Sensibilidade espectral no pancromático	450-900 nm
Sensibilidade espectral no multiespectral	Azul: 450-520 nm Verde: 520-600 nm Vermelho: 625-695 nm Infra vermelho: 760-900 nm
Faixa imageada	15.2 Km
Capacidade de visada lateral	Até 60 graus
Quantificação	11 bits por pixel
Vida útil	Concebido para operar por mais de 10 anos
Capacidade de revista	A cada 3 dias ou menos
Altitude	684 km
Hora da passagem	10:30 am G.M.T

Fonte – Engesat (2013)

Segundo Silva *et al* (2011), com resolução radiométrica de 11 bits, o GeoEye é hoje o satélite comercial de maior resolução espacial e precisão posicional do mundo. O sensor é capaz de coletar, em uma mesma passagem, imagens no modo monoestéreo, pares estereoscópicos, grandes áreas ou alvos pontuais precisamente localizados.

Ressalta-se que a imagem utilizada neste trabalho foi gentilmente cedida pelo IEPA, através do projeto Ressaca, financiado pelo Ministério Público do Estado do Amapá.

Outro satélite utilizado na pesquisa foi o IKONOS. As imagens geradas por este satélite possuem usam resolução espacial de 01 metro (pancromático) e 04 metros (multiespectral). A resolução radiométrica é de 11 bits (2048 níveis de cinza) aumentando o poder de contraste e de discriminação dos alvos, algumas características técnicas desse sensor se encontram na tabela 2.

Tabela 2 – Especificações do sensor IKONOS

Altitude	680 km
Inclinação	98,1 °
Resolução espacial	Pancromática: 1m / Multiespectral: 4m
Bandas espectrais	Pan 0.45 – 0.90μ Azul 0.45 – 0.52μ Verde 0.52 – 0.60μ Vermelho 0.63 – 0.69μ
Imageamento	13 km na vertical (cenas de 13km x 13km)

Fonte: Engesat (2013)

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

Para a análise e tratamento dos dados foi utilizado o pacote ArcGis 9.3, trata-se de um software GIS que tem a funcionalidade de manejar diversos tipos de informações espaciais. Com a utilização do software podem ser elaborados e implementados projetos GIS para um ou mais usuários, oferecendo instrumentos para a edição e atualização de dados, mapeamento e modificação de bases cartográficas, gerenciamento de dados, auxílio em análises geográficas diversas, administração de dados avançados e desenvolvimento / aplicações de informações via internet (ESRI, 2010).

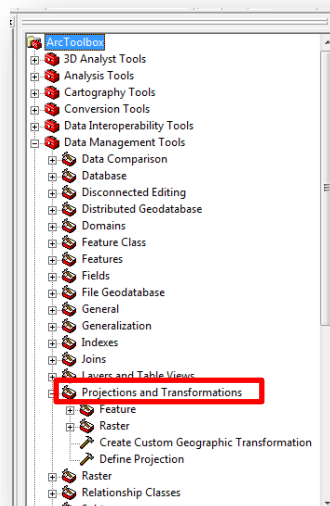
No primeiro momento foi feito o download dos arquivos no formato shapefile (.shp) diretamente do banco de dados do DNPM (o sistema SIGMINE), mas este sistema só permite a obtenção de arquivos em dois DATUMS diferentes: SAD 1969 e SIRGAS 2000.

A imagem Geoyes utilizada como base para o mapeamento dos processos minerais encontra-se ortorretificada com o sistema de projeção UTM e DATUM WGS 1984. Para se trabalhar com dados geográficos computacionais em uma base consistente é recomendado que os mesmos estejam em um único sistema de projeção geográfica. Assim adotou-se esse sistema de projeção para a representação espacial de todos os dados desse trabalho.

A imagem IKONOS utilizada no trabalho foi cedida pela Secretaria de estado de meio ambiente (SEMA), também foi modificada, no que diz respeito ao seu sistema de coordenada e geometria, ou seja, foi padronizada na projeção WGS 1984 e corrigida geometricamente, com a ferramenta *georreferencing* do ArcGis.

Os sistemas de projeções do dados obtidos pelo SIGMINE foram convertidos através da ferramenta *projections and transformation* no software (figura 2).

Figura 2 - caixa de ferramentas do ArcGis 9.3.



Fonte: Arcis 9.3

Após a padronização do sistema de projeção cartográfica foi possível a produção dos mapas temáticos através do processo de edição. Na medida em que as características ambientais eram identificadas na imagem foram criados *layers* (camadas) representativas das mesmas. Essas camadas apresentam-se no formato shapefile, para a visualização no software utilizado, e foram criadas no gerenciador de arquivos utilizado pelo ArcGis, o *ArcCatalog*.

Para a quantificação das características evidenciadas nas imagens, foi utilizada a ferramenta *table operations* encontrada na extensão do ArcGis, o *X-tools*. Para os polígonos a unidade de medida foi o hectare (ha), e para os lineamentos, especificamente para os processos erosivos a unidade de medida foi o metro linear.

3.3.1 Interpretação visual

A interpretação visual envolve o exame dos padrões espaciais das feições em uma imagem de sensoriamento remoto, usando nossos próprios olhos, bem como o conhecimento que temos sobre as características das feições e sobre o processo de interação entre a radiação eletromagnética e os alvos presentes nas imagens.

Esta etapa foi realizada segundo os critérios recomendados por Florenzano (2008) que afirma que interpretar uma imagem é dar significado aos objetos nela representados e identificados. Esta interpretação é realizada a partir do reconhecimento e descrição dos principais elementos de interpretação visual, ou seja, Tonalidade/Cor, Textura, Tamanho, Forma, Sombra, Altura, Padrão e Localização.

A partir da identificação dos elementos de interpretação das imagens, foram elaboradas as Chaves (modelos) de Interpretação. As chaves consistem na descrição de um conjunto de elementos de interpretação que caracterizam um determinado alvo ou objeto (Andrade, 1998).

As chaves sistematizam e orientam o processo de análise e interpretação de imagens, ajudando na identificação correta de objetos e feições representados em uma imagem de sensoriamento remoto de maneira consistente e organizada (Florenzano, 2008).

Ao todo, 4 chaves de interpretação foram definidas caracterizando os diferentes ambientes mapeados nas imagens.

Para a validação em campo da interpretação feita nas imagens de satélite, foi escolhido o processo 858139/2011, a seleção da área a ser visitada foi feita com base em critérios de logística e, principalmente, levou-se em consideração que esse processo apresenta todas as características evidenciadas nas imagens.

3.3.1.1 Floresta Primária

A floresta primária caracteriza-se pela tonalidade verde escura e homogênea na imagem, passando ao intérprete a sensação de rugosidade no dossel. Em relação às demais feições ambientais mapeadas no trabalho, a floresta primária apresenta um menor grau de refletância, além disso, é possível perceber um sombreamento característico desse tipo de feição ocasionado pela diferença de altura das copas das árvores, as figuras 3 e 4 a seguir mostram um exemplo dessa característica mapeada nas áreas de estudo, a tabela 3 mostra as características visualizadas nas imagens da floresta primária.

Figura 3 - Floresta primária



Tabela 3 – Elementos e descrição da floresta primária

Elementos	Descrição
Cor	Verde escuro
Forma	Irregular em aglomerações e circular em amostras individuais

FONTE: Imagem GeoEye composição colorida (RGB) visível

Figura 4 – Foto ilustrativa de floresta primária



3.3.1.2 Processos Erosivos

Os processos erosivos são impactos característicos no processo de extração do minério, são identificados através de lineamentos traçados na imagem, associados aos caminhos preferenciais de escoamento da água superficial. Estas feições são caracterizadas pela forma linear, retilínea a sinuosa, indicativos de sulcos e ravinas

provocadas pela atividade. A localização desses processos é outra característica fundamental para a identificação dessas feições, pois estes se apresentam sempre no interior de áreas sem coberturas vegetais. A figura 5 e a tabela 4 mostram as características dos processos erosivos na imagem de satélite, a figura 6 representa uma fotografia registrada em campo.

Figura 5 - Lineamentos representativos dos processos erosivos



Tabela 4 – Elementos e descrição de solo exposto

Elementos	Descrição
Cor	Magenta escuro a branco
Forma	Linear retilínea a sinuosa
Tamanho	Variável
Localização	Áreas sem cobertura vegetal de

FONTE: Imagem GeoEye composição colorida (RGB) visível

Figura 6 – Foto ilustrativa de processos erosivos



3.3.1.3 Vegetação Herbácea e Arbustiva

A vegetação herbácea arbustiva caracteriza-se por ser uma vegetação rasteira, espaçada e com plantas de pequeno a médio porte de cor verde não homogênea e apresentam traços de regeneração devido à atividade mineral. Essas áreas geralmente correspondem ao cerrado, tipo de vegetação bastante presente no município de Macapá, que sofrem em determinado período do ano queimadas, resultando em alguns momentos uma tonalidade mais escura. A figura 7 e a tabela 5 mostram as características da vegetação herbácea e arbustiva nas imagens de satélite, entretanto a figura 8 ilustra essa característica em campo.

Figura 7 - Vegetação herbácea e arbustiva



Tabela 5 – Elementos e descrição da vegetação herbácea e arbustiva

Elementos	Descrição
Cor	Verde Claro
Forma	Irregular
Tamanho	Variável
Textura	Lisa, em alguns casos média

FONTE: Imagem GeoEye composição colorida (RGB) visível

Figura 8 – Foto ilustrativa de vegetação herbácea e arbustiva



3.3.1.4 Solo Exposto

O solo exposto apresenta como característica principal a tonalidade clara com alta refletância espectral nas imagens de satélite. Esta feição mapeada está diretamente relacionada com a presença, em seu interior, de processos erosivos resultantes da extração mineral. A figura 9 e a tabela 6 mostram as características do solo exposto evidenciadas nas imagens, a figura 10 representa uma fotografia registrada em campo.

Figura 9 - Representação de solo exposto



Tabela 6 – Elementos e descrição do solo exposto

Elementos	Descrição
Cor	Magento claro
Forma	Irregular
Tamanho	Variável
Textura	Lisa
Localização	Áreas desmatadas

FONTE: Imagem GeoEye composição colorida (RGB) visível

Figura 10 – Figura ilustrativa de solo exposto



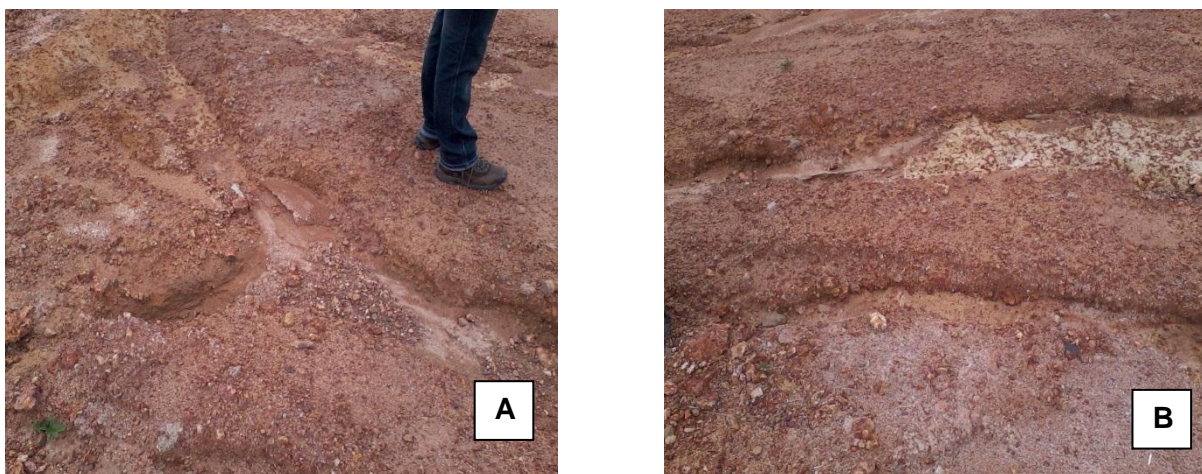
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

No processo de mineração escolhido para a visita de campo foram detectados vários níveis de degradação ambiental. Os processos erosivos apareceram de maneira bastante intensa na área (figuras 11A e 11B). Esses processos, através da lixiviação do solo, facilitam o escoamento de sedimentos para os corpos d'água provocando o assoreamento dos mesmos.

Ao mesmo tempo os processos erosivos também alteram as propriedades físicas do solo tornando-os instáveis e gerando áreas de risco.

Figura 11 – Registro fotográfico de processos erosivos



A visita técnica realizada também possibilitou uma breve percepção da magnitude do impacto ambiental causado na área em decorrência da atividade de mineração. A figura 12 mostra intensidade do processo de extração, ocasionando uma grande cava no local onde havia o minério.

Figura 12 – Resultado do processo de extração mineral



Em razão do baixo valor agregado ao minério, o responsável pela área relatou que o seu verdadeiro interesse não é extrair saibro, mas sim a criação de peixe em poços (figura 13). Como o mesmo não dispõe de maquinário apropriado para a abertura das cavas, ele autoriza qualquer interessado extrair o minério, desde que este se comprometa a executar a escavação dos poços para piscicultura.

Figura 13 – Poços de piscicultura



Nos demais processos minerais mapeados no estudo, também foi possível caracterizar a maioria das classes ambientais tomadas como base na metodologia, levando em conta suas respectivas características espectrais nas imagens dos satélites. Sobre o assunto é necessário analisar individualmente as áreas de mineração.

4.2 ÁREA 1 - PROCESSO 858139/2011

O processo 858139/2011 apresenta uma área total de 6,55 ha. No mapeamento realizado com a imagem IKONOS de 2004, a taxa de solo exposto mapeada na área era de aproximadamente 0,2 ha, e na classificação realizada na imagem GeoEye de 2009, como era esperado, essa taxa aumentou para aproximadamente 0,8 ha, vale ressaltar que a presença de processos erosivos não foi verificada em 2004, mas em 2009 já somava um total de aproximadamente 160,47 metros.

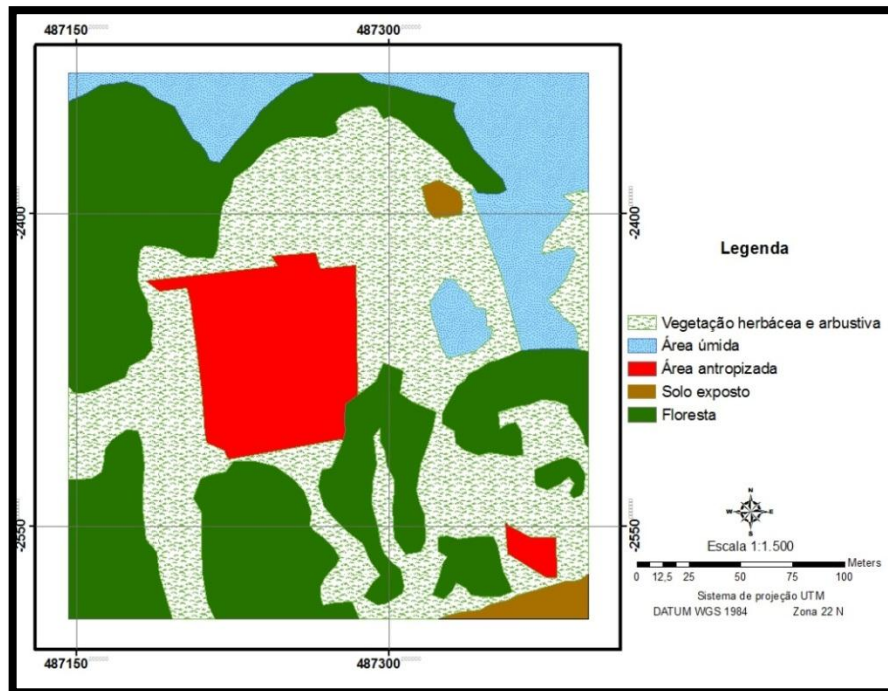
Os processos erosivos estão diretamente ligados à extração mineral, e são muito frequentes no processo de exploração do minério. A presença desse indicador mostra que esta área já está em processo de lavra e os impactos no meio ambiente começam a se intensificar, impactando conseqüentemente a quantidade de floresta nativa e a vegetação herbácea e arbustiva na área.

Outro indicador mapeado na área foi a quantidade de floresta primária existente, em 2004 esse valor era de aproximadamente 2,4 ha, em 2009 esse valor sofreu uma redução e caiu para aproximadamente 0,9 ha. Esse decaimento está diretamente ligado à situação supracitada do aumento das áreas de solo exposto e o aparecimento dos processos erosivos.

A quantidade de vegetação herbácea arbustiva também apresentou no intervalo de tempo uma significativa redução, em 2004 totalizava uma área de aproximadamente 2,4 ha. Em 2009 essa quantidade caiu diminuiu para pouco mais de 1 ha. . A seguir estão os mapas temáticos 2 e 3 produzidos no estudo para o processo em questão. Os gráficos 01 e 02 mostram a situação da área em 2004 e 2009

Os processos erosivos não aparecem nos gráficos estatísticos por se tratarem de lineamentos, característica que torna impossível sua representação em hectares, diferentemente das demais classes de interpretação que são representadas por polígonos permitindo assim o cálculo da área em hectares.

Mapa 2 - mapa temático do processo 858139/2011 no ano de 2004



Mapa 3 - mapa temático do processo 858139/2011 no ano de 2009

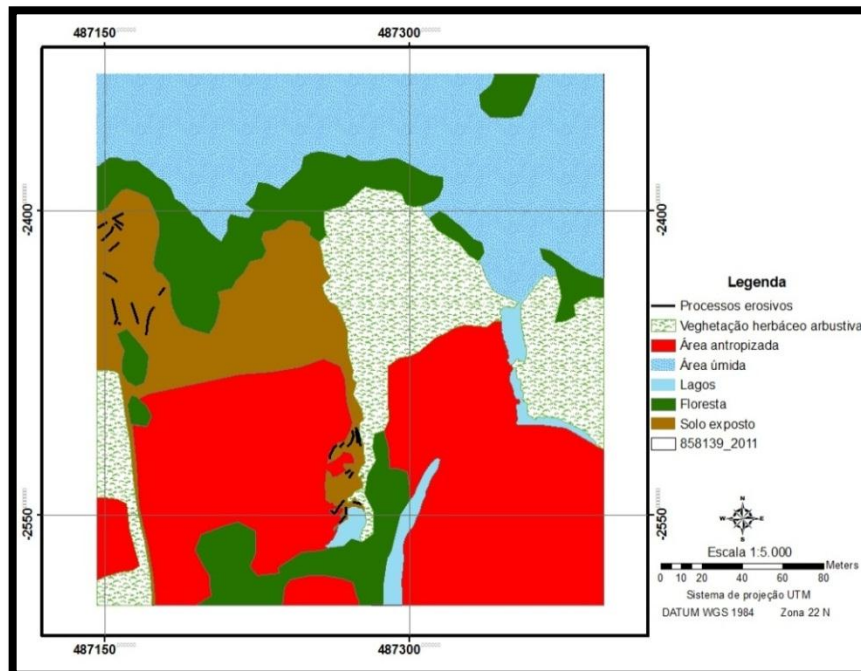


Gráfico 1 - Números do processo em 2004

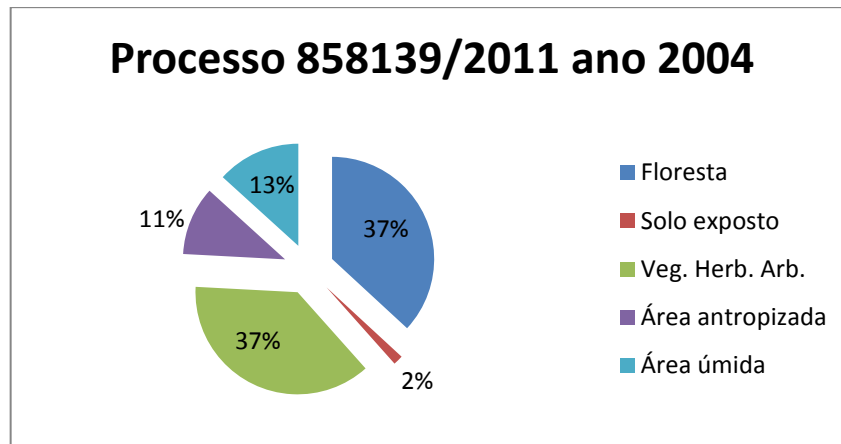
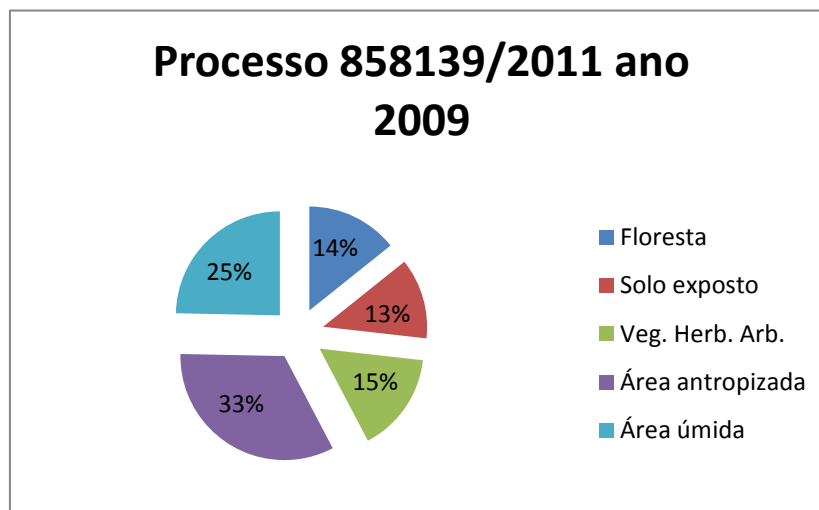


Gráfico 2 - Números do processo em 2009



4.3 ÁREA 2 - PROCESSO 858110/2008

O processo 858110/2008 apresenta uma área total de 35,7 ha. No mapeamento realizado com a imagem IKONOS de 2004 a quantidade de solo exposto mapeado somava um total de 0,34 ha, em termos percentuais isso equivale a 1% da área. Vale ressaltar que as feições caracterizadas como solo exposto no ano de 2004 não correspondem às áreas de extração mineral, e sim a estradas que passam por entre o processo mineral.

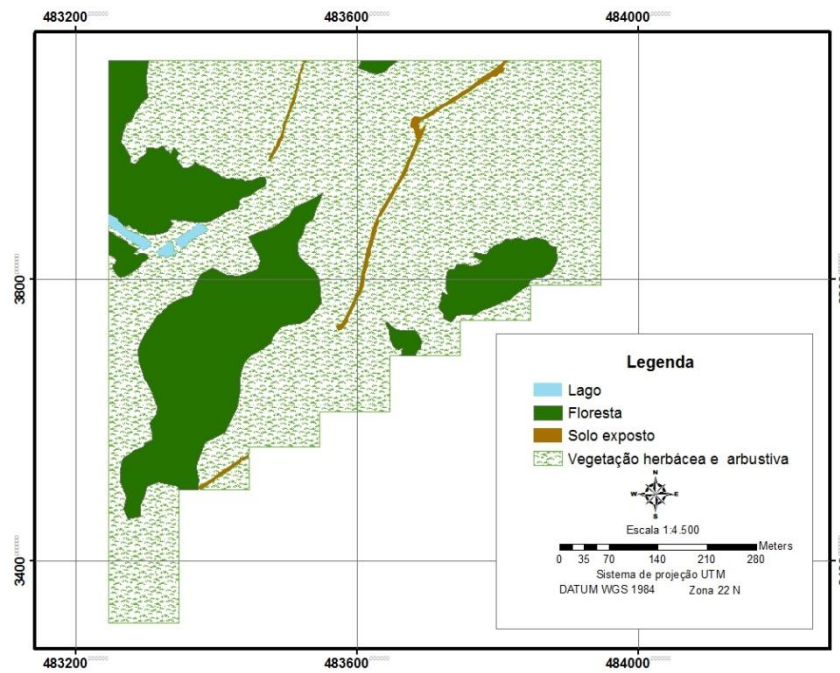
Em 2009 a quantidade de solo exposto subiu em relação ao ano anterior e atingiu o equivalente a 16,71 ha, e paralelamente esse crescimento, também foi possível verificar a presença de processos erosivos que somam um total de 1846,3 metros. Neste mesmo ano a quantidade de solo exposto já representava 48% do total da área de mineração.

Quanto a quantidade de floresta primária na área, houve uma redução pouco significativa dessa característica ambiental, em 2004 totalizava uma área de aproximadamente 8,8 ha, em 2009 essa representatividade caiu para 8,1 ha. Em termos percentuais houve um decaimento de 2% da quantidade de floresta nativa na área.

Entretanto, a característica ambiental mais afetada nessa área de extração mineral foi a vegetação herbácea e arbustiva, em 2004, 26,2 ha da área eram cobertos por este tipo de vegetação, representando 74% do total. Em 2009 restaram apenas 9,9 ha dessa característica, isso explica o aumento da quantidade solos expostos e qual foi o ambiente mais afetado pela exploração de saibro.

Os mapas temáticos 4 e 5 mostram as características mapeadas nos anos 2004 e 2009 respectivamente, os gráficos 3 e 4 representam o percentual dessas características.

Mapa 4 - Mapa temático do processo 858110/2008 no ano de 2004



Mapa 5 - Mapa temático do processo 858110/2008 no ano de 2009

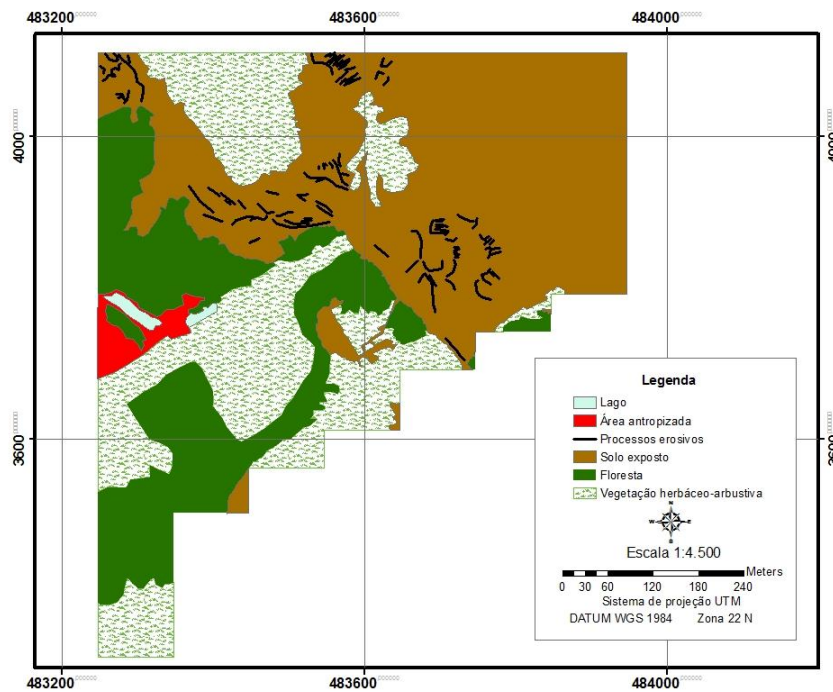


Gráfico 3 - Números do processo em 2004

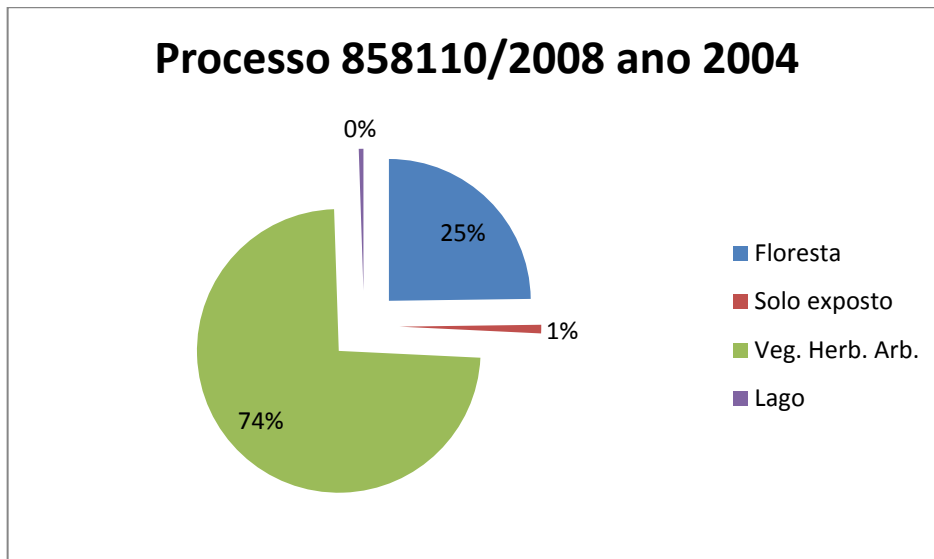
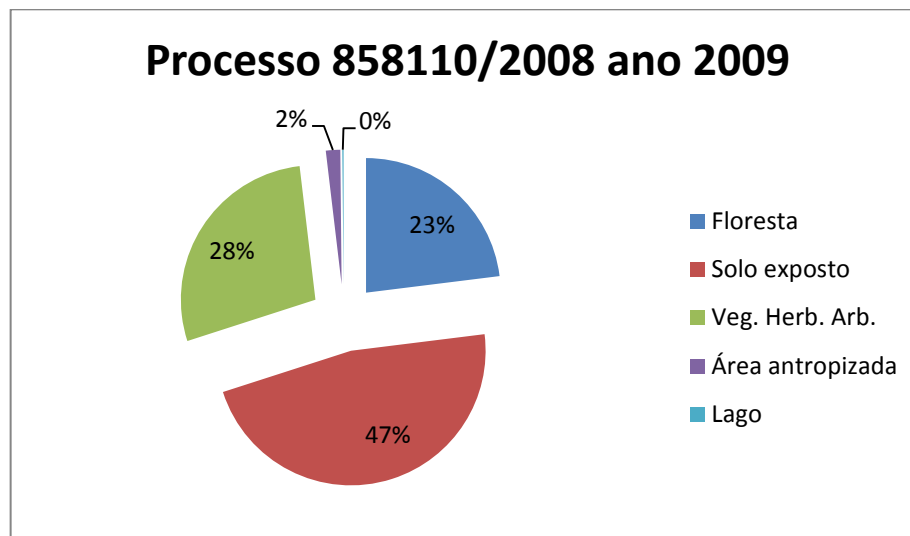


Gráfico 4 - Números do processo em 2009



4.4 ÁREA 3 - PROCESSO 858059/2010

O processo 858059/2010 apresenta uma área total de 20,35 ha, no ano de 2004 a quantidade de solo exposto mapeado no processo mineral era de 3,9 ha, representando aproximadamente 19% da área de estudo. Em 2009 o percentual de solo exposto aumentou para 25%, representando uma área de 5,4 ha.

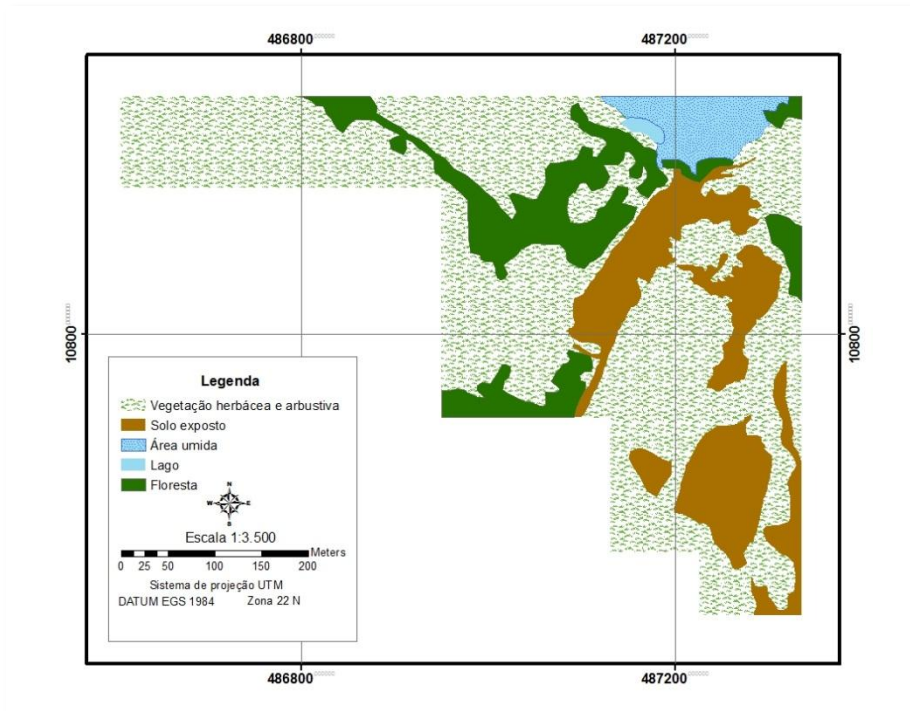
Intimamente relacionado com o crescimento de solos expostos pela atividade de mineração, está o surgimento de processos erosivos na área, em 2009 os lineamentos representativos dessa classe já somavam um montante de 1732,3 metros.

Outra característica ambiental mapeada no trabalho foi a quantidade de floresta primária. Em 2004 3,9 ha da área de extração mineral eram representados por floresta nativa, em termos percentuais esse valor corresponde a 20% do terreno. Já em 2009, a quantidade de floresta nativa representava 15% da área, ou seja, 3,3 ha eram cobertos por esse tipo de floresta.

Em relação a quantidade de vegetação herbácea e arbustiva, ocorreu uma discreta diminuição na quantidade dessa classe, em 2004 essa característica representava 12,96 ha da área de estudo, em 2009 esse valor caiu para 12,93 ha, em termos percentuais houve uma queda de 2% da representatividade dessa feição.

Os mapas temáticos 6 e 7 foram produzidos para representar a situação do processo nos anos de 2004 e 2009 respectivamente, e os gráficos 5 e 6 mostram o percentual de cada característica mapeada.

Mapa 6 - Mapa temático do processo 858059/2010 no ano de 2004



Mapa 7 - Mapa temático do processo 858059/2010 no ano de 2009

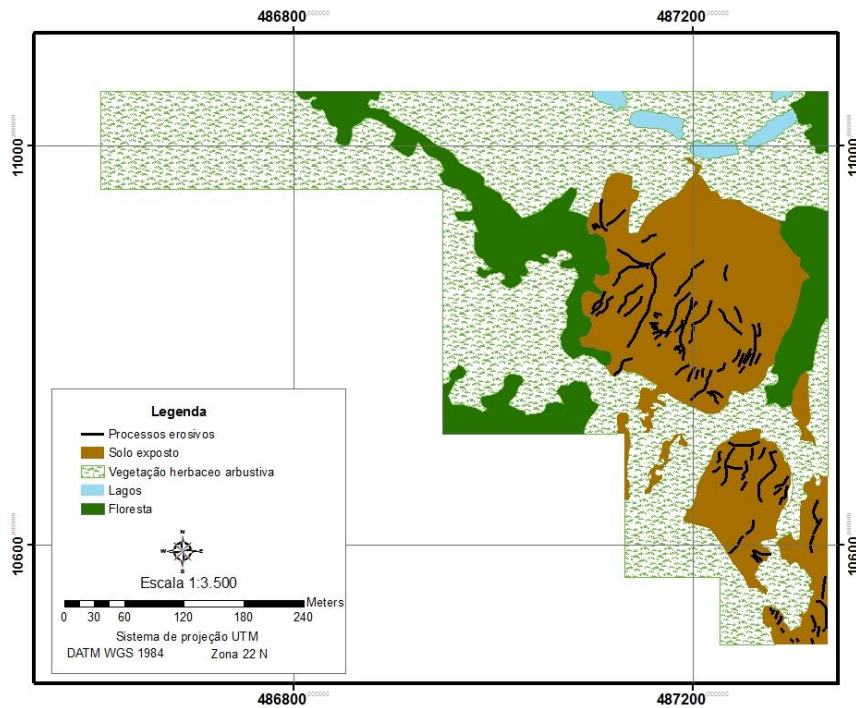


Gráfico 5 - Números do processo em 2004

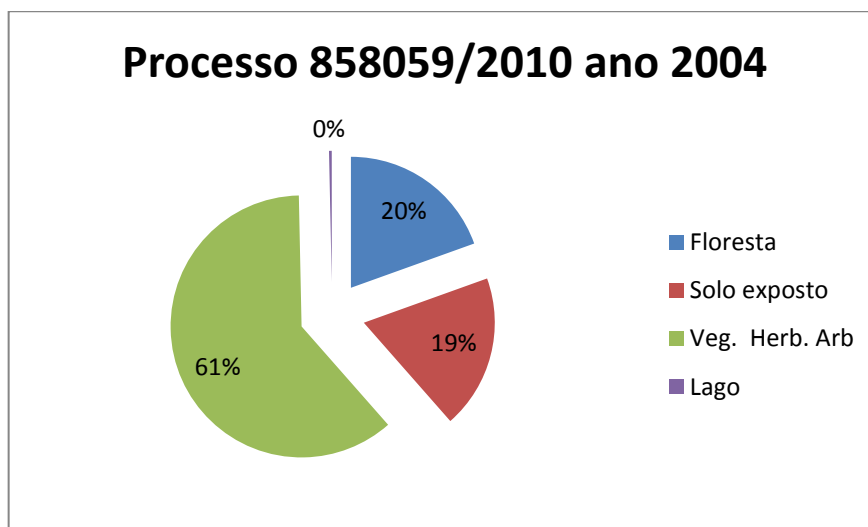
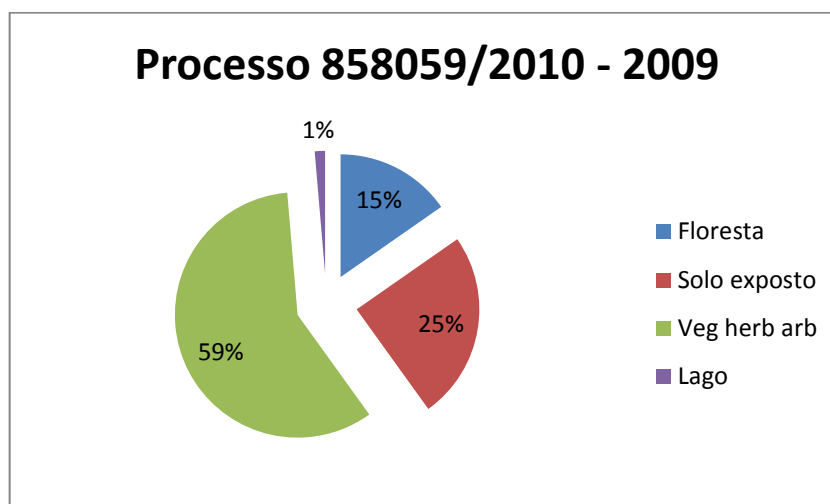


Gráfico 6 - Números do processo em 2009



4.5 ANÁLISE PERCENTUAL DOS PROCESSOS

O avanço dos solos expostos se mostrou mais evidente no processo 858110/2008, pois nessa área, houve um crescimento de 46% na representatividade dessa característica. Nos processos 858139/2011 e 858059/2010 ocorreu um avanço de 11% e 6% respectivamente, como podemos evidenciar na tabela 7.

Tabela 7 – Representatividade de solo exposto nas áreas de mineração no período do estudo

	Representatividade no ano de 2004 (%)	Representatividade no ano de 2009 (%)	Crescimento percentual (%)
Processo 858139/2011	2	13	11
Processo 858110/2008	1	47	46
Processo 858059/2010	19	25	6

No que diz respeito à vegetação herbácea e arbustiva, ocorre uma diminuição na representatividade desta feição nas áreas de mineração estudadas. No processo 858110/2008 ocorre a maior perda percentual desse tipo de vegetação com uma redução de 46%. Nos processos 858059/2010 e 858139/2011 ocorreu uma perda de 2% e 22% respectivamente, como é ilustrado na tabela 8.

Tabela 8 – Representatividade de vegetação herbácea e arbustiva nas áreas de mineração no período do estudo

	Representatividade no ano de 2004 (%)	Representatividade no ano de 2009 (%)	Decaimento percentual (%)
Processo 858139/2011	37	15	22
Processo 858110/2008	74	28	46
Processo 858059/2010	61	59	2

A quantidade de floresta primária também sofreu uma redução nas três áreas estudadas, sendo a mais significativa no processo 858139/2011 com uma diminuição de 23% dessa característica. Nos processos 858110/2008 e 858059/2010 essa redução foi pequena, 2% e 5% respectivamente, como mostra a tabela 9.

Tabela 9 – Representatividade de floresta primária nas áreas de mineração no período de estudo

	Representatividade no ano de 2004 (%)	Representatividade no ano de 2009 (%)	Decaimento percentual (%)
Processo 858139/2011	37	14	23
Processo 858110/2008	25	23	2
Processo 858059/2010	20	15	5

5 CONCLUSÃO

A utilização das geotecnologias para o diagnóstico ambiental nas áreas de extração de saibro possibilitou um diagnóstico ambiental prévio a partir dos resultados obtidos pelas análises quantitativas e qualitativas dos aspectos ambientais tomados como base para o estudo. Além disso, essa ferramenta pode auxiliar no controle ambiental dessas áreas, tomadas de decisão e planejamento ambiental.

Verificou-se que no período que compreende os anos de 2004 e 2009 intensificaram-se os processos de intervenção humana nessas áreas, através da diminuição de áreas verdes, como florestas e vegetação herbácea e arbustiva, formando manchas de solos expostos e surgimento de processos erosivos em razão da atividade extrativa ocorrente nessas áreas, e em nenhum dos casos foi possível perceber a recuperação das características mapeadas.

Portanto, o estudo mostrou que nas áreas analisadas o processo de extração mineral está ocorrendo de forma extensiva, mas no que diz respeito aos aspectos ambientais essas áreas estão impactadas pela atividade que ostentam, necessitando medidas por parte da administração pública na fiscalização do cumprimento das condicionantes exigidas no processo de licenciamento ambiental, isso é imprescindível para que as empresas adotem medidas ambientalmente corretas e ecologicamente sustentáveis no processo de extração do minério.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Nilo Sérgio de Oliveira. ARAÚJO, Luciana Spinelli. NUMATA Izaya. **Estudo da Dinâmica da Cobertura Vegetal e Uso da Terra na Região de Ji-Paraná/RO**. Anais IX Simpósio de Sensoriamento Remoto, Santos, Brasil, 11-18 de Setembro 1998, INPE, p. 89-98.

ARAÚJO G. H. S; RIBEIRO, A.J; GUERRA, A.J.T; **Gestão Ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2005.

BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas para mineração Região Metropolitana de São Paulo**. SP 1997.

BITAR, Omar Yazbek. IYOMASSA, Wilson Shoji. JR, Marsis Cabral. **Geotecnologia: Tendências e desafios**. Instituto Tecnológico de São Paulo, 2000.

BROLLO, Maria José. FERREIRA, Cláudio José. SILVA, Paulo César Fernandes da. TOMINAGA, Lídia Keiko. VEDOVELLO, Ricardo. GUEDES, Antônio Carlos Moretti. LOPES, Elizabete Aparecida. OLIVEIRA, André Ragnelli de. UMMUS, Marta Eichemberger. GRIPPS, Jonh Canning. **Caracterização das áreas degradadas por mineração de saibro em Ubatuba: condicionantes para sua recuperação ambiental**. 11º Congresso Brasileiro de Geologia e Engenharia Ambiental, 13 a 16 de novembro, Florianópolis – SC, tema 01: geologia ambiental e urbana, 2005.

BRASIL. Constituição (1988). Art 225 da Constituição da República Federativa do Brasil.

_____. Política Nacional do Meio Ambiente. Lei 6938 de 31 de agosto de 1981.

_____. Ministério de minas e energia. Decreto – lei nº 227 de 28 de fevereiro de 1967.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA 001/86

_____. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA 10/90

_____. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA 237/97.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA 369/06.

_____. Lei nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [República Federativa do Brasil]**. Brasília, 2. Set 1981.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. Disponível em <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=99&IDPagina=72&IDNoticiaNoticia=531>>.

Acessado em 27/06/2012 às 10:15.

Esri. **Using ArcMap: GIS by Esri**. Redlands – California - United States of America: Printed by Environmental Systems Research Institute, Inc., 2010.

FARIAS, Carlos Eugênio Gomes. COELHO, José Mário. **Relatório preparado para o CGEE pnud – Contrato 2002/001604**. Outubro de 2002.

FERREIRA, Cláudio José. BROLLO, Maria José. UMMUS, Marta Eichemberger. **Definição e quantificação por meio de geoprocessamento de indicadores da degradação ambiental em áreas mineradas no município de Ubatuba (SP)**. Instituto geológico – seção de geologia aplicada e ambiental, 2008.

FITZ, Paulo Roberto. **Cartografia Básica**. Oficina de textos, São Paulo, 2008.

FLORENZANO, Teresa Galloti. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

GeoEye. **GeoEye Product Guide**. Dulles – Virgínia – United States of America: Printed by GeoEye. Version 2. 2010.

GUERRA, A. J. T; DA CUNHA, S.B. (org); **Geomorfologia uma utilização de bases e conselhos**, Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 93 – 199, 1994.

IBAMA. **O estado dos solos**. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: <http://www2.ibama.gov.br/~geobr/Livro/cap2/subsolos.pdf>. Acesso em 23 de JAN 2013.

IMAP – Instituto de Meio Ambiente e Ordenamento Territorial do Estado do Amapá. Disponível em < <http://imap-ap.com.br/infotexto.php?rg=1655894849>>. Acessado em 02/14/2013 às 16:46.

LIMA, Maria Lucilene Alves de. **Uso do geoprocessamento na qualidade de água superficial destinada ao abastecimento humano no estado de Rondônia**. Anais I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, Taubaté, Brasil, p. 199 – 206, 07- 09 Novembro, 2007.

MONTEIRO, André Luiz Silva. JR, Carlos Moreira de Souza. CRUZ, Denis Conrado. CARDOSO, Dalton Ruy. **Avaliação de planos de manejo florestal na Amazônia através**

de imagens de satélites Landsat. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, p. 5615.

NUNES, Paulo Henrique Faria. **Mineração, meio ambiente e desenvolvimento sustentável – Aspectos jurídicos e Socioeconômicos**, 2002.

OLIVEIRA, Paulo tarso Sanches de. AYRES, Fabio Martins. FILHO, Getúlio Ezequiel da Costa Peixoto. MARTINS, Ivan Pedro. MACHADO, Nícia Maria. **Geoprocessamento como ferramenta no licenciamento ambiental de postos de combustíveis.** Mato Grosso do Sul – MS, 2008.

OLIVEIRA, R.A., REGO W.A., FERREIRA S. Romero de Melo, MOTA J.M.F. **Manifestações patológicas em revestimentos de argamassas com saibro.** X Congresso Latinoamericano de Patología y XIII Congreso de Calidad em la construcción – CONPAT, Valparaíso – Chile, 2009.

SANTOS, Eliana Elizabeth dos. FARIA, André Luiz Lopes de. **Mapeamento e monitoramento de processos erosivos a partir de imagens ikonos: um estudo de caso da área urbana no município de Queluzito (MG).** Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, p. 5716.

SILVA, André Ricardo da. TOMASIELLO, Diego Bogado. PRADO, Bruno rodrigues do. VIEIRA, Matheus Alves. BARBARISI, Bernard Freire. ORTIZ, Manoel Jimenez. **Extração da cobertura vegetal de áreas urbanas utilizando imagens do satélite GeoEye – 1.** Anais XV Simpósio de Sensoriamento Remoto – SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE, p. 1576.

SILVA, J.S.V. **Análise multivariada em zoneamento para planejamento ambiental.** Estudo de caso: Bacia Hidrográfica do Rio Taquari MS/MT.2003. 307 f. tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SILVA, João Paulo Souza. **Impactos ambientais causados por mineração.** Revista Espaço da Sophia, nº 8, novembro de 2007, mensal, ano I.

SILVA, Kerline Maria da TOLEDO, Cristiane Campos. **Diagnóstico de área degradada por extração de saibro.** Vianna Sapiens, Juiz de Fora, v.1, edição especial, OUT/2010.

SOUZA, Sônia. **Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas potenciais à degradação da qualidade da água.** XI curso de especialização em geoprocessamento, UFMG, departamento de cartografia, 2008.

VALVERDE, Fernando Mendes. **Agregados para Construção Civil**. Balanço Mineral Brasileiro, 2001.

VETTORAZZI, Carlos A. **Técnicas de geoprocessamento no monitoramento de áreas florestadas**. Departamento de engenharia rural da ESAL/USP. Série técnica IPEF, Piracicaba, v. 10, n. 29, pág. 45 – 51, nov. 1996.