

O SIG COMO FERRAMENTA PARA A GESTÃO AMBIENTAL EM UMA FERROVIA

*Felix Charlier¹
Clóvis Quintale Júnior²*

Resumo: A questão ambiental, conforme estabelece a política ambiental do Ministério dos Transportes, demanda das empresas ferroviárias a implementação de Sistemas de Gestão. O planejamento aí inserido exige a caracterização ambiental como passo imprescindível ao processo gerencial. A metodologia proposta para a delimitação das áreas suscetíveis aos danos causados pela atividade propõe a utilização de um SIG (Sistema de Informação Geográfica). O artigo mostra a utilização do SIG Spring 3.6, versão 01, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, com seus módulos Impima 3.6.01, Scarta 3.6.01 e Iplot Viewer 3.6.01, apresenta os resultados obtidos e conclui sobre sua importância como ferramenta para a Gestão Ambiental em uma ferrovia.

Palavras-chave: Gestão ambiental; Ferrovias; Áreas de Proteção Ambiental; Geoprocessamento.

Abstract: The environmental question, as established at the environmental policy of the Transports Ministry, demands from the railway companies the implantation of Management Systems. The planning inside it demands the environmental characterization as an essential path in the management process. The approached method for delimitation of the areas that could be damaged by the activity proposes the use of a GIS (Geographical Information System). The article shows the use of the GIS Spring 3.6, version 01, developed by the National Institute of Spacial Research – INPE, with its modulus Impima 3.6.01, Scarta 3.6.01 and Iplot Viewer 3.6.01, presents the achieved results and concludes on its importance as a tool for the Environmental Management in a railway.

Key-words: Environmental Management; Railways; Areas of Environmental Protection; Geoprocessing.

¹ Consultor em Engenharia Ferroviária e Tecnologia Ambiental, fcharlier@uol.com.br.

² Curso de Engenharia Química / Mestrado Profissionalizante em Tecnologia Ambiental da Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP, cqjunior@yahoo.com.br.

1. INTRODUÇÃO

Em 1835, o Regente Feijó sancionou a Lei Geral nº 101 que concedia carta de privilégios a várias Companhias para a construção de estradas de ferro ligando o Rio de Janeiro a diversas províncias.

No Estado de São Paulo, decreto imperial de 1868 autorizou a implantação da Companhia Paulista de Estradas de Ferro, de Jundiaí a Campinas, em extensão à já operante São Paulo Railway Company que ligava Santos a Jundiaí desde 1867. Em rápida seqüência foram criadas novas companhias ferroviárias: Companhia Ituana (1870), Companhia Sorocabana (1870), Companhia Mogiana (1872). Com o tempo, as ferrovias firmaram-se como o meio de transporte mais eficaz para a época, conciliando rapidez e redução de custos, e, aliadas à cultura cafeeira, impulsionaram o Estado de São Paulo rumo ao desenvolvimento. A partir da década de 30, com o advento da industrialização, em detrimento da economia agrário-exportadora, as ferrovias de São Paulo passaram a viver um abandono quase total. (MASSARANI, 1992).

Na década de 60, iniciou-se a discussão sobre a estatização e unificação do sistema ferroviário do estado, culminando com a formação, em 1971, da FEPASA - Ferrovia Paulista S.A. Os investimentos estatais aportados à malha ferroviária paulista sob operação da FEPASA, nas décadas de 1970 e 1980, possibilitaram um aumento expressivo na tonelagem transportada. A partir de então reiniciou-se o ciclo de abandono. Em meados da década de 1990, já era consensual a incapacidade do Estado em manter o volume necessário de investimentos. Inserida no Plano Nacional de Desestatização, a Malha Paulista foi privatizada em novembro de 1998, criando-se então a FERROBAN – Ferrovias Bandeirantes S.A., que assumiu o controle das operações em janeiro de 1999.

Em que pese todos os seus problemas, a ferrovia sempre apresentou, reconhecidamente, uma inserção amigável ao meio ambiente, até pelas especificações ENGEVISTA, v. 6, n. 3, p. 25-35, dezembro 2004

técnicas de seu traçado – uma ferrovia de bitola larga e linha singela exige uma plataforma de 8 metros de largura, enquanto que a plataforma de uma rodovia pavimentada deve ter, pelo menos, 14 metros – e um relacionamento íntimo com as comunidades lindeiras.

Ainda que seja o transporte ferroviário reconhecido como o meio de transporte terrestre que, intrinsecamente, gera o menor impacto ambiental, pois uma tonelada de carga em rodovias planas de pavimentação lisa requer quatro vezes mais energia não renovável do que é exigido nas estradas de ferro (FERROVIA CENTRO-ATLÂNTICA SA, 2002), sendo bastante conhecida a relação 1:3:10 que explicita o consumo energético comparativo hidrovias:ferrovia:rodovia, após a privatização das ferrovias brasileiras, até por exigência dos Contratos de Concessão, a questão ambiental passou a ser abordada de forma enfática.

A política ambiental do Ministério dos Transportes estabelece Princípios como:

- Viabilidade ambiental dos sistemas de transportes;
- Respeito às necessidades de preservação do meio ambiente;
- Sustentabilidade ambiental dos transportes.

A par disso, as Diretrizes para a gestão ambiental das ferrovias, incorporadas aos Contratos de Concessão, levaram as empresas ferroviárias a buscar uma convivência mais harmoniosa com o meio, atendendo às exigências dos Órgãos Públicos com a maior agilidade possível. Para isso elas buscaram a institucionalização de seus Planos de Gestão Ambiental, com a criação de áreas departamentais com atuação voltada especificamente para as questões do inter-relacionamento com o Meio Ambiente.

A gestão ambiental pressupõe uma ação planejadora que – segundo Dror (1971), citado por Souza (2000, p.28) – trata-se de um conjunto de métodos destinados a captar e sistematizar informações e que tem como objetivo racionalizar processos decisórios indutores de modificações na dinâmica de funcionamento de sistemas ambientais.

Um Plano de Gestão Ambiental define o processo gerencial a ser adotado para a boa execução de um conjunto de ações destinadas, basicamente, a evitar ou a mitigar as conseqüências dos impactos provocados por obras de implantação e de conservação da ferrovia, incluindo os provocados por acampamentos, instalações de áreas industriais, bem como por outras instalações de apoio às obras, assim como aqueles gerados por acidentes decorrentes da própria operação ferroviária, buscando soluções para os processos de degradação ambiental que possam ser deflagrados.

O planejamento insere-se, pois, no Sistema de Gestão, uma vez que estrutura as diretrizes a serem seguidas pelos planos de ação e pela própria gestão ambiental.

Ora, sabe-se que a ferrovia com maior extensão de linhas no Estado de São Paulo, a FERROBAN – Ferrovias Bandeirantes S.A., agrega a sua matriz de transporte, entre outros, produtos como álcool, adubos, derivados de petróleo e enxofre (GEIPOT, 2002), classificados como produtos perigosos no Regulamento do Transporte Ferroviário de Produtos Perigosos do Ministério dos Transportes. Sendo assim, a gestão da questão ambiental na empresa requer que se caracterize:

- 1) A atividade de transporte em suas condições potencialmente impactantes ao meio, abrangendo o transporte ferroviário de mercadorias (Produtos considerados perigosos ou poluentes transportados regularmente; Rotas desses produtos na malha da empresa; Evolução dos transportes) e a incidência de acidentes nas operações afetas a esse transporte (Data; Tipo; Local; Veículos envolvidos; Produto transportado; Ocorrência de vazamentos; Danos relatados ao meio ambiente). Os dados necessários a este fim estão disponíveis nos relatórios operacionais das empresas ferroviárias.
- 2) O meio ambiente em que se desenvolve a atividade. Em geral os dados relativos ao meio envolvente não estão disponíveis na própria empresa, devendo ser levantados junto aos órgãos ambientais. É sobre essa etapa que se desenvolve o trabalho.

Para Ab'Saber (1994) – conforme citado por Souza (2000, p.30) – a etapa da caracterização ambiental é de grande interesse para a previsão de impactos, pois, além de fornecer dados sobre o sítio de implantação, fornece informações sobre uma determinada região, delineando a área de influência a ser afetada direta ou indiretamente pelas atividades. Sendo assim, é indispensável o conhecimento da estrutura, da composição e da dinâmica dos fatos que caracterizam o espaço total da região escolhida.

Como observa Souza (2000, p.30), a caracterização ambiental proporciona uma visão pró-ativa dos projetos. Afinal, tendo em mãos o conhecimento do meio ambiente e da atividade a ser implantada, é possível uma análise ambiental preventiva – observando a viabilidade ambiental – e não apenas uma que busque medidas corretivas.

A etapa da caracterização ambiental é, portanto, fundamental para a determinação das suscetibilidades naturais dos fatores ambientais.

2. A CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE

Como se vê, para uma Gestão consistente dos meios, é prioritária a caracterização ambiental das áreas mais frágeis e de proteção legal, ou seja, das áreas interferentes mais sensíveis a situações impactantes: (a) Áreas de mananciais (Áreas de Proteção Permanente, APP) que devem ser objeto de cadastramento de campo, uma vez que incluem pequenos cursos d'água ou vertentes que nem sequer estão mapeadas; (b) Demais áreas legalmente protegidas.

Para os objetivos do presente trabalho, foram eleitas as Áreas de Proteção Ambiental (APA's), exibidas na Figura 2.1 (SÃO PAULO, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2002), devido à sua precisa definição legal e delimitação territorial.

A par de assegurar o bem-estar das populações humanas, a proteção, a recuperação e a conservação dos recursos naturais, as APA's são também consideradas como espaços de planejamento e gestão ambiental de

extensas áreas que possuem ecossistemas de importância regional, englobando um ou mais atributos ambientais.

Além disso, as APA's são classificadas na categoria de uso direto dos recursos naturais, assim como as Florestas Nacionais, Reservas Extrativistas e as

Reservas de Fauna, onde são permitidas a ocupação e exploração dos recursos naturais, conforme normas específicas que assegurem a proteção da unidade, procurando harmonizar a conservação e a recuperação ambiental e as necessidades humanas.



1 Campos do Jordão | 2 Silveiras | 3 Tietê | 4 Corumbataí/Botucatu/Tejupá | 5 Cabreúva | 6 Cajamar | 7 Jundiá | 8 calvário do Mar | 9 Represa Bairro da Usina | 10 Ibitinga | 11 Várzea do Tietê | 12 Ilha Comprida | 13 Piracicaba/Juqueri-Mirim(área1) | 13 Piracicaba/Juqueri-Mirim(área2) | 14 Haras São Bernardo | 16 Mananciais Vale do Paraíba(Federal) | 17 Cananéia/Iguape/Peruíbe(Federal) | 18 Serra da Mantiqueira(Federal) | 19 Parque do Carmo | 20 Mata do Iguatemi | 21 Sapucaí-Mirim | 22 Sistema Cantareira | 23 Represa de Itupararanga | 24 Rio Batalha |

Figura 2.1 – APA's – Áreas de Proteção Ambiental no Estado de São Paulo

Tabela 2.1 – Deficiências das cartas detalhadas das APA's

Nº	Denominação	Cartas existentes
3	Tietê	Mapa detalhado, com o traçado ferroviário, em boas condições.
4a	Corumbataí	Mapa detalhado, com o traçado ferroviário, visualmente muito poluído.
4b	Botucatu	Inexistência de mapa detalhado.
7	Jundiá	Mapa detalhado, com o traçado ferroviário, visualmente muito poluído.
8	Serra do Mar	Mapa detalhado, com o traçado ferroviário, visualmente muito poluído.
13a	Piracicaba – Juqueri-Mirim I	Mapa detalhado, com o traçado ferroviário, visualmente muito poluído.
13b	Piracicaba – Juqueri-Mirim II	Mapa detalhado, sem o traçado ferroviário, visualmente muito poluído.
17	Peruíbe	Inexistência de mapa detalhado.
24	Rio Batalha	Inexistência de mapa detalhado.

No território das APA's coexistem áreas urbanas e rurais, com suas atividades socioeconômicas e culturais e as terras permanecem sob o domínio privado, não exigindo desapropriação pelo poder público (SÃO PAULO, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2002), portanto revelaram-se unidades de conservação de excelência para o estudo de impacto ambiental proposto.

Para a delimitação geográfica dessas áreas, e de suas interferências com a malha ferroviária, deparou-se com o problema da falta de cartas que contemplassem ambos os elementos.

Os dados existentes no mapeamento ambiental do Estado de São Paulo, com o detalhamento das áreas demarcadas na Figura 2.1, apresentavam as deficiências especificadas na Tabela 2.1.

Nesse caso, impõe-se a utilização de técnicas de geoprocessamento e de cartografia para delimitação das áreas sobre cartas georreferenciadas, a partir dos dados existentes, na região em que estas sobrepõem-se ao traçado ferroviário das linhas da FERROBAN.

Define-se geoprocessamento como a “ciência do tratamento numérico de informação geográfica”, ou como um conjunto de tecnologias destinado à coleta e tratamento de informações espaciais, sendo, portanto, um termo abrangente que envolve toda atividade de processamento de dados georreferenciados.

Segundo Davis Júnior (1997, p.C-1), sempre que o onde aparece, dentre as questões e problemas que precisam ser resolvidos por um sistema informatizado, haverá uma oportunidade para considerar a adoção de um SIG (Sistema de Informação Geográfica), que são definidos como sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável para analisá-la. Em sua essência, portanto, um SIG vem a ser uma tecnologia que utiliza-se de recursos de computação gráfica e processamento digital de imagens para associar informações geográficas a bancos de dados convencionais, permitindo

deduzir relações de proximidade, adjacência, envolvimento e sobreposição.

Projetos de trabalho em um SIG agrupam dados e informações (objetos e atributos não-espaciais) de uma região, segundo um referencial geográfico definido. Na criação dos projetos também são definidos o sistema de projeção cartográfica e a escala de trabalho, ambos adequados aos objetivos propostos (UNIVERSIDADE DE RIBEIRÃO PRETO, 2002).

Os dados de trabalho podem estar em estrutura matricial ou *raster*, característica de imagens de satélite ou de aerofotos, em que se utiliza uma matriz regular. A cada célula (ou *pixel*) da matriz é atribuído um código do atributo correspondente, localizando-se cada uma delas pelas suas coordenadas. Podem ser também utilizadas em estrutura vetorial, a qual tenta reproduzir um objeto o mais exatamente possível. Nessa estrutura, as formas básicas são pontos, linhas, áreas ou polígonos. Este é, portanto, o formato por excelência para a manipulação dos dados em mapas temáticos.

Segundo Paredes (1994, p.156), manipulação de dados é a denominação genérica que se dá àquelas operações que auxiliam em tarefas tais como a entrada e saída de dados, seu armazenamento, recuperação e integração, a realização de medidas, o cálculo de índices, a determinação de relações, entre outras.

A entrada e manipulação de dados podem se processar através da utilização de mesas digitalizadoras dotadas de periféricos traçadores ou até mesmo através de um simples *mouse*. Na digitalização de mapas temáticos vetoriais e de atributos (cotas) é fundamental respeitar projeções geodésicas, datum e sistemas de coordenadas.

Conforme Paredes (1994, p.659), normalmente o usuário necessita de informações contidas em diversos mapas, de modo a buscar correlações, novos padrões espaciais, realizar análises, etc. Nessa situação, é necessário um processo de sobreposição (*overlaying*) de mapas de modo a inter-relacionar geograficamente os dados temáticos, formando uma base analítica para os processos de

planejamento e gerenciamento. O processo de sobreposição automatizado de planos de informação é conceitualmente similar à sobreposição manual dos mapas (feitos em papel vegetal) que descrevem a geografia num local permanente.

Com relação ao Meio Ambiente, existem dados disponíveis na forma de Mapas Topográficos e Mapas Temáticos (Hidrografia, Zoneamentos, Uso do Solo, Rede de Estradas.), conseqüentemente, o SIG (Sistema de Informação Geográfica) é uma ferramenta poderosa para a caracterização ambiental.

3. METODOLOGIA

Para obtenção dos mapas de cada APA, conforme necessário à delimitação das áreas, foram utilizados os seguintes documentos:

- Mapas das APA's disponibilizados em meio eletrônico (Internet) pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo. (SÃO PAULO, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2002)
- Carta Rio de Janeiro, Folha SF-27, da Fundação IBGE, edição de 1978, Esc 1:1.000.000, Proj. Conforme de Lambert. (IBGE, 1978)
- Carta Iguape, Folha SG-23, da Fundação IBGE, edição de 1998, Esc 1:1.000.000, Proj. Conforme de Lambert. (IBGE, 1998a).
- Carta Paranapanema, Folha SF-22, da Fundação IBGE, edição de 1998, Esc 1:1.000.000, Proj. Conforme de Lambert. (IBGE, 1998b).
- Mapa rodoviário do Estado de São Paulo, da Secretaria de Estado dos Transportes do Governo do Estado de São Paulo, editado em 1990, Esc 1:1.250.000, Proj. Conforme de Lambert. (SÃO PAULO, SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES, 1990).

Utilizou-se um mapa rodoviário uma vez este possuía melhores e mais completas informações para georreferenciamento do que o mapa ferroviário disponível.

O SIG utilizado foi o SPRING 3.6, versão 01, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE,

com seus módulos Impima 3.6.01, Scarta 3.6.01 e Iplot Viewer 3.6.01.

O SPRING é um SIG no estado-da-arte com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens do INPE, com a participação de entidades como EMBRAPA, IBM-Brasil, TECGRAF PUC-RIO e PETROBRÁS.(INPE, 2004).

Embora possa criar mapas em diferentes escalas, projeções e cores, o SPRING não é simplesmente um sistema computacional projetado para esse fim, constituindo-se, principalmente, numa importante ferramenta de análise para a tomada de decisões e gerenciamento.

O SPRING é disponibilizado gratuitamente pelo INPE, já em sua última versão SPRING 4.1, a partir do portal <<http://www.dpi.inpe.br/Spring>>, e oferece vantagens como simplicidade de operações, versão em português e possibilidade de operar em bases Windows 95/98/ME, não exigindo, portanto, equipamentos de alta performance.

Dessa forma, o equipamento utilizado foi um microcomputador dotado de processador Pentium II de 266 MHz e uma mesa digitalizadora Digigraf, Modelo 148 – 1109/3.2, Série 0763.

As imagens digitais disponíveis, obtidas em meio eletrônico, previamente convertidas para imagens de formato TIFF (*.tif), foram transferidas para o SPRING por meio do Impima, que efetua sua conversão para o formato de trabalho GRIB (*.grb). Essas imagens foram georreferenciadas, a partir de mesas digitalizadoras, para permitir o recobrimento com os dados digitalizados.

Os contornos das APA's foram digitalizados em processo de vetorização visual sobre as imagens *raster*, com a utilização do *mouse*.

Os elementos necessários, disponíveis nas cartas, tais como ferrovias, rodovias, cidades, estações, rios e lagos foram digitalizados manualmente, no SPRING, sendo as características dos mapas traçadas sobre a mesa digitalizadora com a utilização de periféricos traçadores.

Os Planos de Informação assim obtidos foram sobrepostos e editados em forma de mapas no Scarta, convertidos em imagens com formato IPLOT (*.plt) e enviados ao Iplot Viewer para impressão.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os mapas temáticos resultantes da utilização do SIG, e reproduzidos na seqüência, foram:

- APA Tietê (Figura 4.1)
- APA Corumbataí e APA Piracicaba – Juquerí-Mirim (Área I) (Figura 4.3)
- APA Botucatu (Figura 4.2)
- APA Jundiá (Figura 4.2)
- APA Serra do Mar e APA Peruíbe (Figura 4.5)
- APA Piracicaba – Juquerí-Mirim (Área II) (Figura 4.6)
- APA Rio Batalha (Figura 4.7)

O mapa da APA Tietê foi utilizado conforme disponibilizado em meio eletrônico, pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo, sem retrabalho, uma vez que já exibia as características pretendidas.

Esses mapas permitiram a caracterização ambiental e delimitação geográfica da área de pesquisa na dissertação de Mestrado **“Estudo do impacto ambiental da ocorrência de acidentes ferroviários nas linhas da FERROBAN – Ferrovias Bandeirantes S.A.”** (CHARLIER, 2003) através da demarcação dos trechos da malha ferroviária interferentes com as APA's, exibidos na Tabela 4.1.

Por se desconhecer o relevo local, considerou-se então, como interferência, a favor da segurança, não apenas a situação em que a via férrea corta o território da APA, mas também a situação em que a ferrovia se desenvolve ao longo da divisa da Área de Proteção Ambiental. Dentro deste conceito, os traçados foram estaqueados com espaçamento conveniente e, a partir de posições quilométricas ferroviárias conhecidas de dois ou mais pontos definidos, cidades ou estações, calculou-se as posições quilométricas das interfaces. Estima-se que o grau de precisão obtido foi de ordem inferior ao quilômetro, compatível com o requerido para o estudo pretendido.

A elaboração dos mapas tem sua importância vinculada aos procedimentos de caracterização ambiental nas regiões sob influência direta do transporte ferroviário, por permitir a delimitação espacial do meio compartilhado e, em consequência, a incorporação de informações geográficas e ambientais imprescindíveis ao processo de gerenciamento da atividade ante as suscetibilidades do meio.

Para esse propósito, o Sistema de Informação Geográfica SPRING revelou-se uma ferramenta ágil, prática e de fácil manejo para a elaboração dos mapas, que se mostraram convenientes e capazes de suprir as eventuais deficiências nas informações disponíveis, indispensáveis para a caracterização ambiental, indutora das ações e diretrizes definidas no processo de Gestão Ambiental.

Tabela 4.1 – Delimitação dos trechos ferroviários interferentes com as APA's.

APA Nº	NOME	TRECHO FERROVIÁRIO		POSIÇÃO QUILOMÉTRICA		EXTENSÃO (KM)
		DE	A	DO KM	AO KM	
3	TIETÊ	CERQUILHO	LARANJAL PAULISTA	170	183	13
4a	CORUMBATAÍ	ITIRAPINA	ATERRADO	175	198	23
		BROTAS	ESPRAIADO	208	215	7
		TORRINHA	DOIS CÔRREGOS	232	249	17
		ITIRAPINA	SÃO CARLOS	175	202	27
4b	BOTUCATÚ	ENGº CALIXTO	BOTUCATÚ	236	261	25
		RUBIÃO JR	SÃO MANOEL	281	296	15
7	JUNDIÁ	JUNDIÁ	LOUVEIRA	0	15	15
8	SERRA DO MAR	PEDRO DE TOLEDO	MIRACATÚ	210	228	18
		MIRACATÚ	JUQUIÁ	250	252	2
13a	PIRACICABA - JUQUERÍ-MIRIM (ÁREA I)	BATOVI	ITIRAPINA	140	170	30
13b	PIRACICABA - JUQUERÍ-MIRIM (ÁREA II)	PAULÍNIA	POSSE DE RESSACA	285	298	13
17	PERUÍBE	PERUÍBE	PEDRO DE TOLEDO	191	196	5
24	RIO BATALHA	BAURÚ	GARÇA	344	386	42
		AGUDOS	BAURÚ	373	381	8
TOTAL:						260

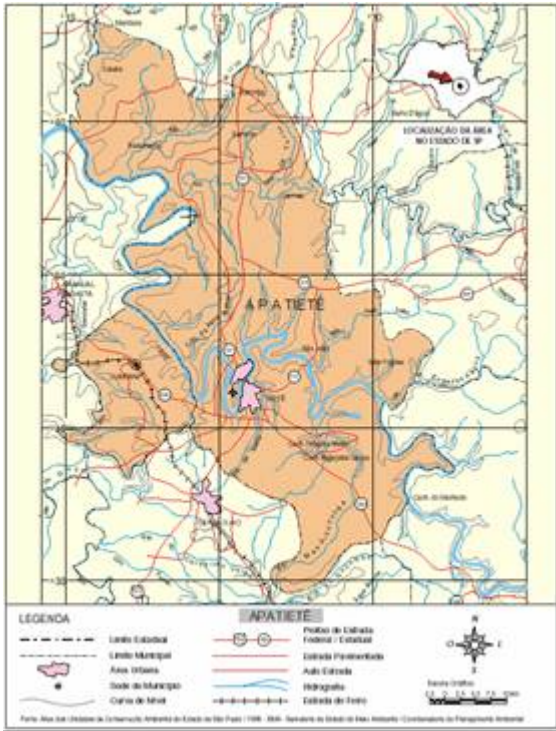


Figura 4.1 – APA Tietê

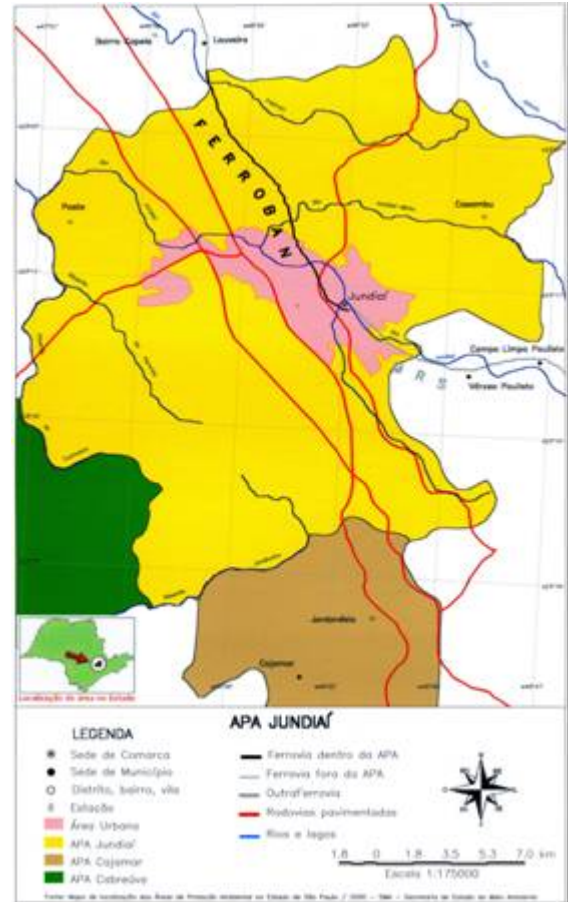


Figura 4.2 – APA Jundiá

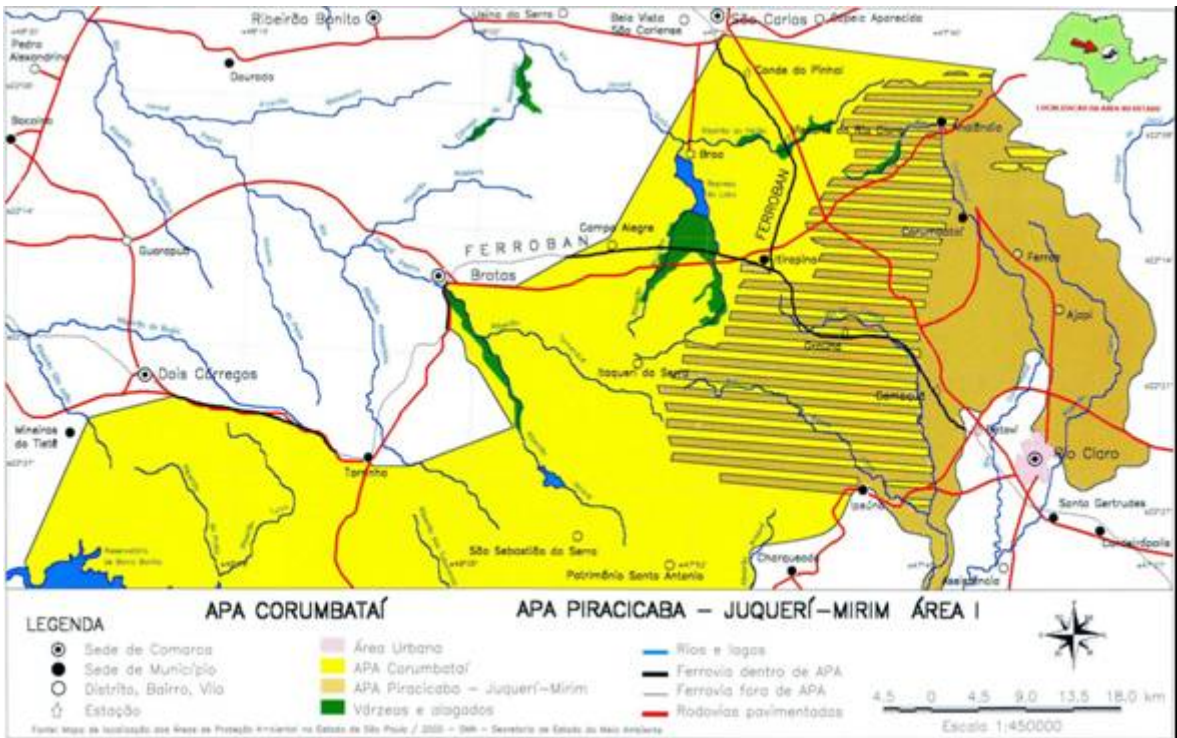


Figura 4.3 – APA Corumbataí e APA Piracicaba – Juquerí-Mirim (Área I)

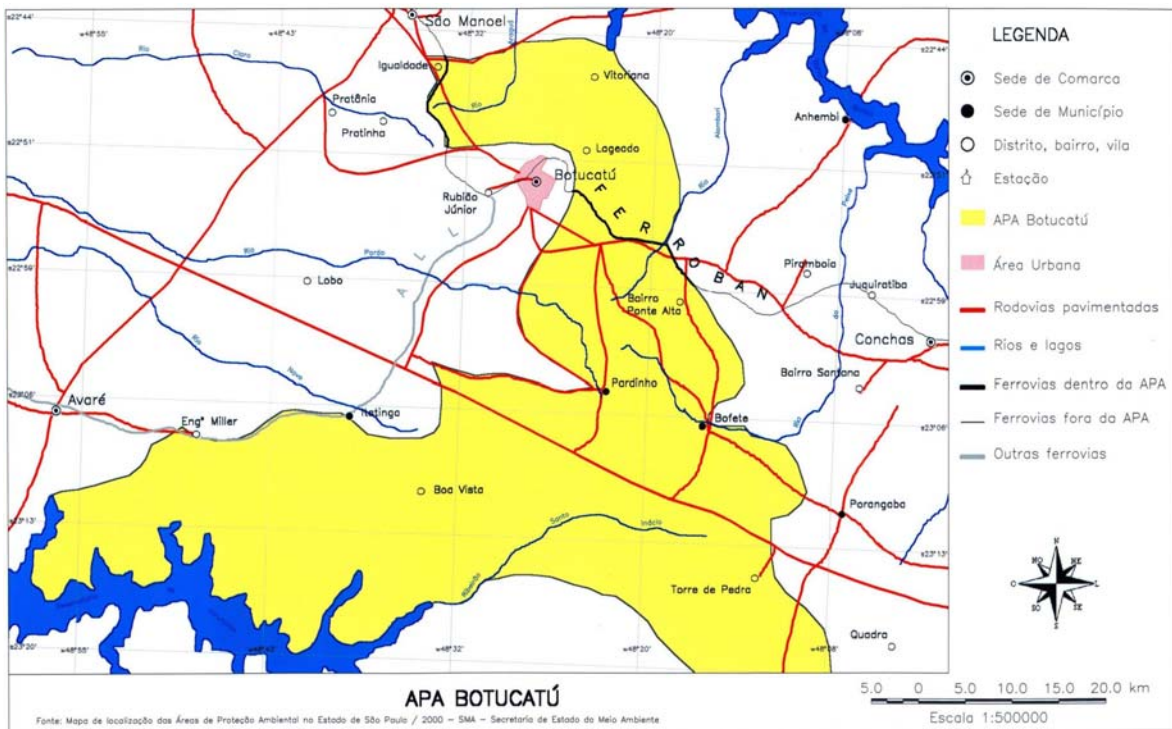


Figura 4.4 – APA Botucatu



Figura 4.5 – APA Serra do Mar e APA Peruíbe

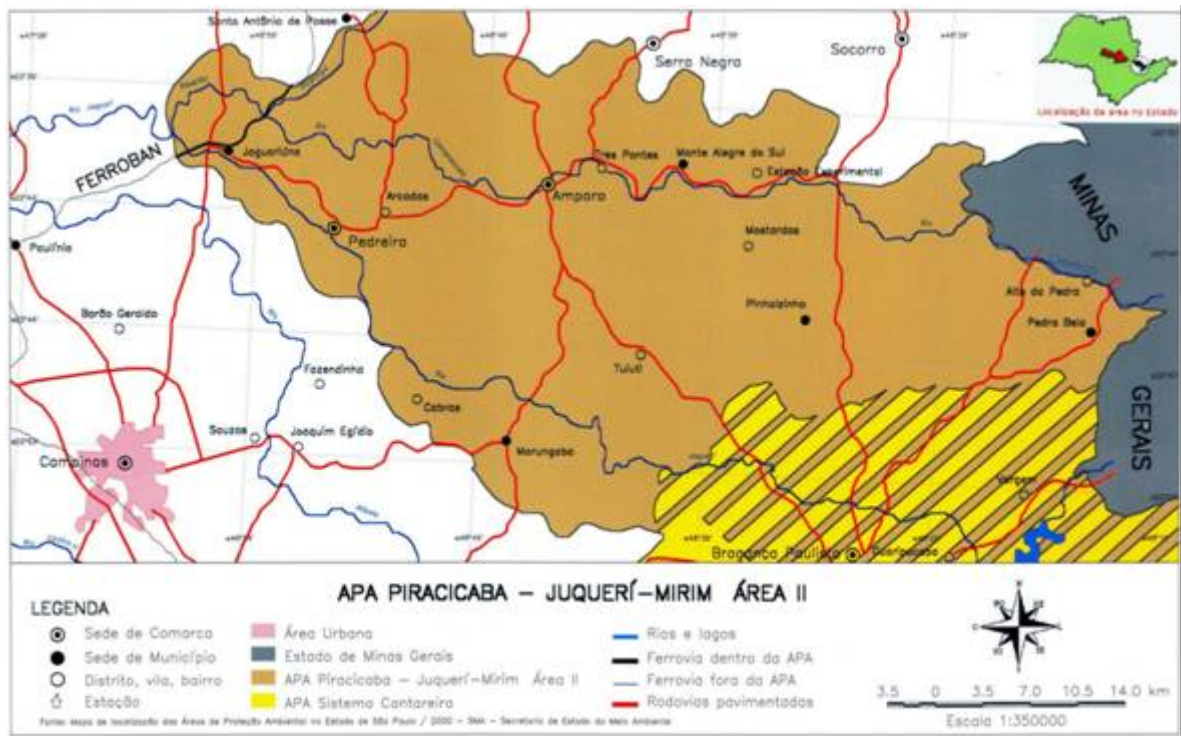


Figura 4.6 – APA Piracicaba – Juquerí-Mirim (Área II)

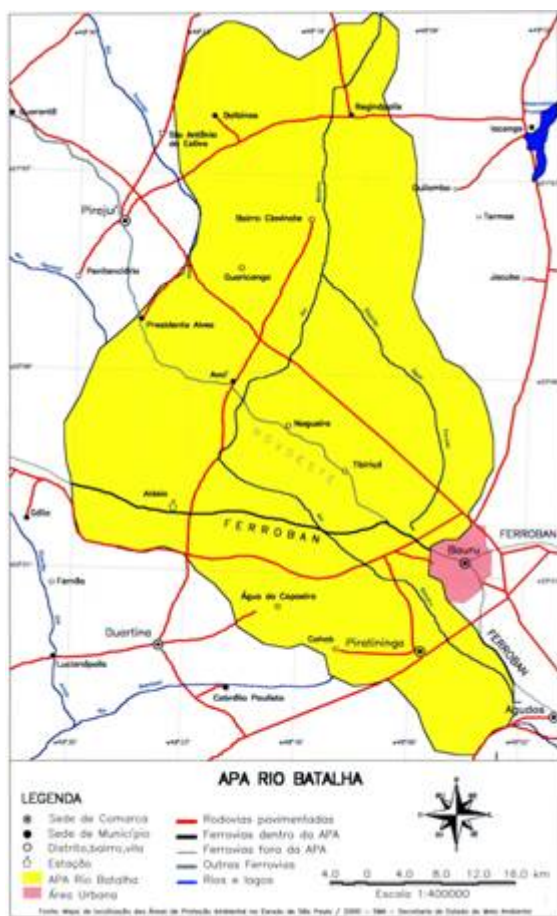


Figura 4.7 – APA Rio Batalha

5. CONCLUSÃO

A implantação de um sistema de gestão ambiental compatível com as

exigências da política ambiental do Ministério dos Transportes e com as demandas da atividade e do meio ambiente é decisiva para a redução de impactos.

Sendo assim, a participação das áreas encarregadas da gestão ambiental no planejamento dos investimentos, com base em um sistema cadastral que permita identificar as regiões ambientalmente vulneráveis, é, pois, de fundamental importância.

Considerando o Sistema de Gestão proposto por Souza, que preconiza a sistematização por etapas, compostas por fases de caracterização e análise, que conduzem à adoção de medidas mitigadoras e monitoramento, o qual, por sua vez, realimenta de forma contínua o circuito na caracterização e na análise ambiental, reorientando as medidas mitigadoras, a etapa da caracterização ambiental se revela essencial, pois permite a obtenção de informações sobre a região em estudo.

Considerando ainda que nem sempre existem disponíveis informações sistematizadas para o estudo do “onde”, fica evidente a necessidade de uma ferramenta para a delimitação espacial das regiões interferentes com a atividade e, portanto, por ela afetadas. Como essa etapa

da caracterização do meio é um procedimento imprescindível para a Gestão Ambiental de uma ferrovia ou de qualquer outro empreendimento potencialmente impactante para o Meio Ambiente, a importância e adequação do uso de um Sistema de Informação Geográfica como o abordado neste trabalho (SPRING) fica plenamente justificada.

6. BIBLIOGRAFIA

AB'SABER, A. N., 1994. Apud SOUZA, M. P.. **Instrumentos de gestão ambiental: Fundamentos práticos**. São Carlos: Riani Costa, 2000.p.30.

CHARLIER, F. **Estudo do impacto ambiental da ocorrência de acidentes ferroviários nas linhas da FERROBAN – Ferrovias Bandeirantes S.A.** 2003, 107p. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Tecnologia Ambiental). Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2003.

DAVIS JÚNIOR, C. GIS: Dos conceitos básicos ao estado da arte. **Anuário Fator GIS 97: o guia de referência do geoprocessamento**. Curitiba: Sagres, 1997. p. c-1-c-3.

DROR, Y., 1971. Apud SOUZA, M. P.. **Instrumentos de gestão ambiental: Fundamentos práticos**. São Carlos: Riani Costa, 2000.p.28.

FERROVIA CENTRO-ATLÂNTICA S.A. **A empresa**. Disponível em: <<http://www.centro-atlantica.com.br>>. Acesso em: 03/07/2002.

GEIPOT. **Anuário Estatístico dos Transportes**. Disponível em: <<http://www.geipot.gov.br>>. Acesso em: 03/07/2002.

IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Carta do Brasil ao milionésimo**. Folha Rio de Janeiro – SF-23. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.

IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Carta do Brasil ao milionésimo**. Folha Iguape – SG-23. 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1998a.

IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Carta do Brasil ao milionésimo**. Folha Iguape – SG-23. 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1998b.

ENGEVISTA, v. 6, n. 3, p. 25-35, dezembro 2004

IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Carta do Brasil ao milionésimo**. Folha Paranapanema – SF-22. 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1998b.

IGC - INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (São Paulo – SP). **Rede Hidrográfica do Estado de São Paulo**. São Paulo: IGC, 1992.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). **SPRING – Sistema de processamento de informações georeferenciadas**.

Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/Spring>>. Acesso em 24/09/2004.

MASSARANI, E. V. L. (Coord.). **120 anos de ferrovia paulista**. São Paulo: IMESP, 1992.

PAREDES, E. A. **Sistema de informação geográfica: Princípios e aplicações (Geoprocessamento)**. São Paulo: Érica, 1994. p. 115 – 211; p. 569 – 675.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Áreas de Proteção Ambiental**. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/apas/apa.html>>. Acesso em: 03/07/2002.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria dos Transportes. **Mapa rodoviário**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado – IMESP, 1990.

SOUZA, M. P.. **Instrumentos de gestão ambiental: Fundamentos práticos**. São Carlos: Riani Costa, 2000.

UNIVERSIDADE DE RIBEIRÃO PRETO, Laboratório de geotecnologia. **Geotecnologias: Conceitos, técnicas e aplicações ambientais**. Ribeirão Preto: UNAERP, LABGEO. 2002. CD-ROM. Microsoft PowerPoint.