

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

FERNANDA ASSEFF MENIN

**PROPOSTA DE DELIMITAÇÃO DE ÁREAS DE INFLUÊNCIA
EM ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL DE RODOVIAS:
ESTUDO DE CASO DA RODOVIA DOS TAMOIOS/SP**

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente
Orientador: Prof. Dr. Fábio Augusto Gomes Vieira Reis

Rio Claro - SP
2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

Fernanda Asseff Menin

**PROPOSTA DE DELIMITAÇÃO DE ÁREAS DE INFLUÊNCIA
EM ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL DE RODOVIAS:
ESTUDO DE CASO DA RODOVIA DOS TAMOIOS/SP**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do *Campus* de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Fábio Augusto Gomes Vieira Reis

Rio Claro - SP
2017

333.709 Menin, Fernanda Asseff
M545p Proposta de delimitação de áreas de influência em estudos de impacto ambiental de rodovias: estudo de caso da rodovia dos Tamoios/SP / Fernanda Asseff Menin. - Rio Claro, 2017
93 f. : il., figs., quadros, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Fábio Augusto Gomes Vieira Reis

1. Geografia ambiental. 2. Meio físico. 3. Áreas de estudo e de influência. 4. Processos de dinâmica superficial. I. Título.

Fernanda Asseff Menin

Proposta de delimitação de áreas de influência em
Estudos de Impacto Ambiental de rodovias: Estudo de
caso da rodovia dos Tamoios/SP

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Instituto de Geociências e Ciências
Exatas do *Campus* de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho”, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Mestre em Geociências e Meio Ambiente

Comissão Organizadora

Prof. Dr. Fábio Augusto Gomes Vieira Reis

Profa. Dra. Vânia Silvia Rosolen

Prof. Dr. Gerson Araujo de Medeiros

Conceito: Aprovada

24 de Março de 2017

Rio Claro – SP

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Coordenação da Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente por me permitir trabalhar durante sete meses no Programa de Aprimoramento Profissional (PAP) da Fundação Parque Zoológico de São Paulo concomitantemente com os estudos do mestrado.

Obrigada também ao meu ex-chefe Marcelo por ser tão atencioso comigo durante o meu aprimoramento no Zoológico, assim como toda à equipe do Setor de Gestão Ambiental (SEGEA) e também à Divisão de Engenharia. Foi um período bastante intenso conciliar o mestrado e o PAP, mas foi muito bacana, ainda mais por trabalhar junto com a minha sempre querida miga, Bi.

Ao orientador Fábio por mais um trabalho juntos, pela confiança e por me auxiliar nesse tema que escolhi para pesquisar.

E também ao pessoal do projeto do grupo de pesquisa, o qual não estava integralmente participando, mas está aqui o meu agradecimento pela convivência.

À Ana, pela ajuda com os mapas e pela convivência conjunta com a nossa gatinha Cléo.

Agradeço à República Patins por me acolherem como família e me entenderem nessa nova fase em Rio Claro.

Às novas pessoas que convivi em 2016, quando regressei integralmente ao mestrado, presentes nas reuniões da comissão do IX Encontro e nas discussões sobre melhorias do nosso PPG. Toda a nossa convivência foi muito especial. Com certeza, a nossa mobilização e os biscoitos “tuc’s” me deram mais energia para seguir a minha pesquisa. E as novas ideias foram surgindo de uma forma tão natural para as melhorias que até me surpreendo com as nossas proezas! Lucas, Pati, Ju e Regiane, continuem assim!

E agradeço, principalmente, o apoio incondicional e fundamental, mais uma vez, dos meus pais em mais uma etapa concretizada. Vocês são demais!

“Nunca diga que desta água não bebereis”

Provérbio

RESUMO

O licenciamento ambiental é um dos principais instrumentos de gestão ambiental e é previsto na legislação para rodovias, que obriga a elaboração de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) para seu funcionamento. O desencadeamento e a intensificação de processos de dinâmica superficial são impactos listados na fase de implantação de rodovias. A Resolução CONAMA nº 01 de 1986 define limites geográficos para o alcance de impactos gerados por rodovias. Estes limites são chamados de áreas de influência, que são divididas em: Área Diretamente Afetada (ADA), Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AI). Com o objetivo de propor critérios para delimitação de áreas de estudo e de influência em EIAs de rodovias com foco em aspectos do meio físico, foram avaliados os critérios utilizados para a definição das áreas de influência nos quatro EIAs da rodovia dos Tamoios/SP: Contorno Sul de Caraguatatuba e São Sebastião, Trecho Serra, Subtrecho Planalto e Contorno Norte de Caraguatatuba. O empreendimento localiza-se na Serra do Mar, importante região econômica do litoral norte paulista e com um histórico de eventos de escorregamentos ao longo de encostas com altas declividades. A interceptação da rodovia pelos diferentes contextos geomorfológicos (planalto, serra e planície) pode ser vulnerável para processos de dinâmica superficial, como corridas de massa. A análise dos estudos ambientais foi focada no meio físico: geologia, geomorfologia, geotecnia e pedologia. Os critérios utilizados para a definição das áreas de influências não foram descritos nos EIAs, os quais limitaram estas áreas por limites de bacias hidrográficas interceptadas pelo traçado rodoviário e também por faixas com distâncias fixas das ADAs. Tais delimitações subestimam o raio de alcance de possíveis impactos ambientais, como processos de movimentos de massa e inundações nas cotas mais baixas. Como conclusão, propõe-se subsídios para nova definição de áreas de estudo e de influência para novos Estudos de Impacto Ambiental de rodovias com foco nos aspectos de geologia, geomorfologia, geotecnia e pedologia. A proposta conclusiva desta pesquisa foi aplicada no estudo de caso utilizado pela mesma.

Palavras-chave: Estudo de Impacto Ambiental. Meio físico. Áreas de estudo e de influência. Rodovias. Processos de dinâmica superficial.

ABSTRACT

The environmental license process is one of the most important tools of environmental management. As such, when considering the construction of highways, it is mandatory by law the elaboration of an Environmental Impact Study (EIA in Portuguese). Triggering and intensification of dynamic surficial process are important impacts on roads construction phase. The Brazilian government Resolution CONAMA 01/1986 defines geographic boundaries for the reach of impacts generated by highway construction. Directly affected area (ADA), direct influenced area (AID) and indirect influenced area (AII) are the division of those boundaries (influenced areas). With the aim to propose criteria to define those boundaries for highways focusing on physical environment, it was analyzed four EIAs elaborated for the construction of the Tamoios Highway (a road in Sao Paulo State in Brazil). This enterprise is located in "Serra do Mar" mountain range, an important economic zone in Brazil, with a history of landslides events associated to and developed to its steep slopes. The road intercepts different geomorphologic contexts: plateau, mountain range and plain, these can be triggering for dynamic surficial process, as mud flow. This condition is vulnerable for these types of process. The physical environment, such as geology, geomorphology, geotechnics and pedology, were the focus of the analysis. These EIAs did not utilized the proper methodology for the limitation of the influenced areas. The areas were restricted to watershed limits or land bands nearby the ADA. Both definitions underestimate the range of environmental impacts, like debris flow and flood in lower altitudes. As conclusion, physical environment aspects are new criteria to define study areas and influenced areas for roads' EIAs. The present study case (Tamoios highway) used this criterion and it presents alternative results and discussions as well as maps.

Keywords: Environmental Impact Study. Physical environment. Geographic boundaries. Highways. Dynamic surficial process.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo de Avaliação de Impacto Ambiental	16
Figura 2- Fluxograma do processo de licenciamento ambiental.....	21
Figura 3 - Fluxograma de áreas de influência comuns para empreendimentos rodoviários	27
Figura 4 - Fluxograma com a diferença entre área de estudo e área de influência.....	29
Figura 5 - Fluxograma de etapas da pesquisa.....	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais capítulos de um EIA	21
Quadro 2 - Diretrizes para definição de áreas de influência para rodovias.....	30
Quadro 3 - Diretrizes para definição de AII e AID para ferrovias e dutovias...31	
Quadro 4 - Características gerais dos EIAs da rodovia dos Tamoios/SP	36
Quadro 5 - Características locais e de extensão das obras	36
Quadro 6 - As áreas de influência definidas nos Planos de Trabalho	42
Quadro 7 – As áreas de influência definidas nos Termos de Referência	43
Quadro 8 - Áreas de influência definidas nos EIAs.....	46
Quadro 9 - Geologia comum para as áreas de influência.....	50
Quadro 10 - Geologia da AII para o EIA do Contorno Sul	51
Quadro 11 - Geologia comum para AII dos EIAs.....	52
Quadro 12 - Síntese da geomorfologia em comum nos quatro EIAs para AII	55
Quadro 13 - Síntese do relevo em comum nos EIAs para AII	57
Quadro 14 - Pedologia comum para as AII.....	61
Quadro 15 - Suscetibilidade Geoambiental da região da rodovia dos Tamoios	65
Quadro 16 – Impactos ambientais na Rodovia dos Tamoios.....	69
Quadro 17 - Critérios para nova delimitação para áreas de influência	76

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ADA: Área Diretamente Afetada

AID: Área de Influência Direta

All: Área de Influência Indireta

Ampl.: Amplitude

CETESB: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPRM: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Decl.: Declividade

DER: Departamento de Estradas e Rodagens

EIA: Estudo de Impacto Ambiental

IPT: Instituto de Pesquisas Tecnológicas

ITAP: Setor de Triagem e Acompanhamento de Processos

km: quilômetro

LI: Licença de Instalação

LO: Licença de Operação

LP: Licença Prévia

m: metro

PESM: Parque Estadual Serra do Mar

PT: Plano de Trabalho

RAP: Relatório Ambiental Preliminar

Rima: Relatório de Impacto Ambiental

SP: São Paulo (Unidade Federativa)

TR: Termo de Referência

UF: Unidade Federativa

SUMÁRIO

1	Introdução	10
2	Objetivos	14
3	Fundamentação Teórica	15
3.1	A Avaliação de Impacto Ambiental.....	15
3.2	O Processo de Licenciamento Ambiental.....	18
3.3	Os Estudos de Impacto Ambiental	21
3.4	Áreas de Estudo e de Influência.....	25
4	Metodologia	32
4.1	Levantamento bibliográfico e documental	34
4.2	Fundamentação Teórica	35
4.3	Caracterização do objeto de estudo.....	36
4.4	Análise dos Planos de Trabalho e Termos de Referência	37
4.5	Análise dos Estudos de Impacto Ambiental	38
4.6	Proposta de delimitação de áreas de influência.....	39
5	Resultados e Discussões.....	40
5.1	Análise dos Planos de Trabalho e Termos de Referência	40
5.2	Os Estudos de Impacto Ambiental: Definição das áreas de influência.....	45
5.3	Os Estudos de Impacto Ambiental: Análise do diagnóstico ambiental do meio físico.....	49
5.3.1	Geologia	49
5.3.2	Geomorfologia.....	54
5.3.3	Pedologia	61
5.3.4	Comportamento Geotécnico	64
5.4	Os Estudos de Impacto Ambiental: Avaliação dos impactos ambientais.....	69
5.5	Proposta de novas áreas de influência	75
6	Conclusões	79

Referências Bibliográficas	81
APÊNDICES	85
APÊNDICE A – Mapa: Áreas de Influência do Trecho Serra.....	86
APÊNDICE B – Mapa: Áreas de Influência dos Contornos: Sul de Caraguatatuba e São Sebastião.....	87
APÊNDICE C – Mapa: Áreas de Influência do Contorno Norte de Caraguatatuba	88
APÊNDICE D – Mapa: Áreas de Influência do Subtrecho Planalto	89
APÊNDICE E – Mapa geológico da região de estudo	90
APÊNDICE F- Mapa geomorfológico da região de estudo	91
APÊNDICE G - Mapa geotécnico da região de estudo.....	92
APÊNDICE H – Mapa: Proposta de novas áreas de influência para a Rodovia dos Tamoios	93

1 Introdução

O meio ambiente é um bem coletivo do Estado, tendo este o compromisso de orientar o uso dos recursos naturais de tal modo que seja mantida a capacidade produtiva dos diferentes sistemas ambientais. Assim, é função do Poder Público avaliar as propostas de intervenção do meio e estabelecer condições para que uma atividade se torne ambientalmente viável, através dos estudos de impacto ambiental no processo de licenciamento ambiental.

O Brasil exige a elaboração de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) para o processo de licenciamento ambiental em diversos tipos de empreendimento e atividades, conforme descrito na Resolução nº 01 de 1986 do CONAMA. De acordo com Lisboa (2002), os estudos ambientais detectam problemas que normalmente podem ser corrigidos nas etapas iniciais das obras ou das atividades a serem licenciadas, e com a vantagem da correção ser economicamente viável.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), nesta resolução, torna obrigatória a apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (Rima) nos processos de licenciamento de rodovias. Além de listar as atividades obrigadas à elaboração de estudos de impacto ambiental, esta legislação do CONAMA, em seu Art. 5º, estabelece a diretriz III: “Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza”.

As definições propostas por Sánchez (2006), em seu livro “Avaliação de Impacto Ambiental”, para “área de estudo” e “área de influência” sugerem que os termos são delimitados em momentos diferentes durante a elaboração do estudo de impacto para o meio ambiente. Segundo o autor, a área de estudo é definida como a região geográfica na qual são realizados os levantamentos para fins de diagnóstico ambiental. Enquanto a área de influência é o espaço delimitado para a detecção dos impactos de um projeto. Contudo, verifica-se na bibliografia que não há um consenso na terminologia utilizada de áreas de estudo e de influência nos procedimentos de licenciamento utilizados no Brasil, sendo que somente a Resolução nº 01 de 1986 do CONAMA define o termo “área de influência” como obrigatório, não se referindo à área de estudo na legislação.

Em obras lineares (rodovias, ferrovias, dutovias), a delimitação das áreas influenciadas pelo empreendimento é fator determinante para a minimização de seus impactos consequentes, como o raio de extensão em casos de deslizamentos em encostas ou de tombamento de cargas perigosas transportadas por caminhões. A tomada de decisão na definição destas áreas envolve diversos fatores, tais como o meio social, biológico, econômico e, em especial, o meio físico: declividade de encostas, geomorfologia, pedologia, geologia e geotecnia, entre outros.

Os empreendimentos como rodovias, dutovias, ferrovias e linhas de transmissão são fundamentais para o desenvolvimento e a integração regional, os quais são fomentados para ampliarem suas malhas em atendimento ao crescimento das atuais demandas. Dados do Ministério dos Transporte de 2015 apontam um aumento nítido para as obras rodoviárias, tanto de expansão e pavimentação quanto de duplicação em comparação com outros modais, como o ferroviário, por exemplo (BRASIL, 2015).

A região da Serra do Mar, especialmente no estado de São Paulo, destaca-se por conter importantes rodovias que fazem ligação do planalto ao litoral, estradas de ferro, dutovias e indústrias. Cerca de 90% das mercadorias de todo o estado paulista são escoados pelo Porto de Santos, pelas Rodovias Imigrantes e Anchieta, que cortam a Serra do Mar. Além deste, há também o porto de São Sebastião, localizado na porção norte do litoral paulista.

A rodovia dos Tamoios (SP-099) é uma das principais vias de acesso aos municípios turísticos situados no litoral norte do estado de São Paulo e um dos principais eixos da região metropolitana do Vale do Paraíba, como o município de São José dos Campos, e o Litoral Norte, como os municípios de Caraguatatuba e São Sebastião, constituindo a principal ligação desta região litorânea com o interior do estado. A rodovia absorve crescentes volumes de tráfego, tanto turístico como o de cargas para o porto de São Sebastião. A ligação da rodovia intercepta diversos tipos de relevo, como um planalto, uma região serrana e uma planície litorânea.

As rodovias, bem como outros tipos de obras lineares, possuem grande extensão, interceptando diversos tipos de ambientes, ecossistemas e populações (CONSTANZA et al., 1997; FVSA, 1998; GUO et al., 2001; TURNER et al., 2003). Possuem um caráter regional mais expressivo em relação ao seu perfil longitudinal, atingindo centenas de quilômetros. Por outro lado, também é importante localmente, por se concentrar em uma faixa de domínio relativamente estreita. Empreendimentos

desta natureza necessitam de uma maior atenção quanto aos seus impactos decorrentes, já que é extenso e abrangente o alcance do projeto (COELHO et al., 2013).

Assim, torna-se um desafio planejar o traçado de uma rodovia devido à diversidade de terrenos interceptados ao longo de toda a obra, principalmente porque os condicionantes geomorfológicos, geológicos e geotécnicos são condicionantes básicos para o seu traçado. Em um Estudo de Impacto Ambiental, esta variedade na geomorfologia dificulta a definição da área de influência da obra, bem como a escolha dos componentes do meio físico a serem ponderados no estudo.

O desencadeamento e a intensificação de processos de dinâmica superficial são importantes impactos listados na fase de implantação de rodovias (GALLARDO, SÁNCHEZ, 2004; CETESB, 2014). Dentre os principais movimentos dinâmicos superficiais estão os movimentos de massa, como os rastejos, os escorregamentos, as quedas de blocos e as corridas de massa (AUGUSTO FILHO, 1992).

Autores como Augusto Filho (1992) e Gramani (2001) fizeram levantamentos de importantes acidentes relacionados a corridas de massa no país em anos diversos, visto que o Brasil é listado entre os dez países mais afetados por desastres em todo o mundo (EM-DAT, 2008). Como resultado, obtiveram as áreas com maior suscetibilidade para ocorrência desses processos: Serra do Mar, Serra da Mantiqueira e Serra Geral, estendendo-se desde a região Sul até a região Norte.

Em 1967, o município de Caraguatatuba (SP) sofreu com um dos mais notórios movimentos de massa registrados no estado e no Brasil devido a fortes chuvas na região. Presume-se que mais de 30 mil árvores desceram as encostas da Serra do Mar e atingiram as partes baixas do relevo. Aproximadamente 400 moradias foram total ou parcialmente destruídas e, oficialmente, 120 mortos foram contabilizados e milhares de pessoas desabrigadas (GOMES et al., 2008).

O evento atingiu a bacia do rio Santo Antônio e foram registrados mais de 760 pontos de escorregamentos (GRAMANI, 2001). A região possui um histórico de deslizamentos mesmo antes de várias intervenções antrópicas no meio ambiente. Por isso, é necessária ainda mais cautela quando se deseja construir ou instalar um empreendimento neste meio, principalmente na região da Serra do Mar. Dificuldades técnicas na construção de rodovias são consequência de um contexto geomorfológico presente na região da Serra do Mar, podendo induzir à movimentação de massa (GALLARDO, SÁNCHEZ, 2004).

Embora uma bacia hidrográfica envolva diversos fatores biológicos e físicos importantes, para uma obra linear ela possivelmente não se aplica como uma boa referência de delimitação espacial para impactos, principalmente para aqueles relacionados ao meio físico. As obras lineares cortam diversos relevos e ecossistemas, por exemplo, que podem estar inseridos em mais de uma bacia hidrográfica.

As implicações de áreas de influência mal justificadas em EIAs podem influenciar na restrição da listagem dos impactos a serem previstos, bem como na própria operação do empreendimento. Portanto, torna-se questionável se realmente a delimitação das áreas de influência de impactos por bacias hidrográficas é a melhor forma, quando o empreendimento é uma obra linear.

Algumas questões como verificar como foi feito o diagnóstico de vulnerabilidade do meio a ser inserida a obra, tanto quanto examinar se houve diferença na abordagem dos termos “área de estudo” e “áreas de influência” são tópicos problemáticos que nortearão o decorrer da pesquisa, assim como outros.

Desta maneira, esta pesquisa analisa os Estudos de Impacto Ambiental (EIAs) já licenciados das obras de duplicação de trechos da Rodovia dos Tamoios e seus novos acessos, com foco nos fatores geológicos, geomorfológicos, geotécnicos e pedológicos listados para definição das áreas de estudo e de influências de impactos a fim de evitar possíveis desastres naturais e/ou também antrópicos.

A escassa disponibilidade de referencial bibliográfico e de discussão para os critérios de definição de áreas de influência em estudos de impactos ambientais fomentou ainda mais o desejo de se discutir este assunto na presente pesquisa, que pode servir como direcionamento para futuros estudos ambientais de empreendimentos rodoviários no país.

2 Objetivos

O objetivo principal da pesquisa é propor critérios para delimitação de áreas de estudo e de influência em Estudos de Impacto Ambiental (EIAs) de rodovias com foco nos aspectos de geologia, geomorfologia, geotecnia e pedologia. Como estudo de caso analisado, foram usados os EIAs das obras de duplicação e de novos acessos referentes à Rodovia dos Tamoios, no litoral norte do estado de São Paulo.

Assim, serão abordados nesta pesquisa:

- A comparação dos critérios utilizados para definição de áreas de influência nos EIAs das obras de duplicação e de novos acessos da Rodovia dos Tamoios, que são os licenciamentos dos setores “Contornos: Sul de Caraguatatuba e São Sebastião”, “Subtrecho Planalto”, “Contorno Norte de Caraguatatuba” e “Trecho Serra”;
- A proposição de novos limites espaciais para as áreas de influência do caso de estudo - Rodovia dos Tamoios.

3 Fundamentação Teórica

3.1 A Avaliação de Impacto Ambiental

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) compreende o sistema de identificar, prever, avaliar e mitigar os efeitos relevantes de natureza biótica, física, social e entre outros de projetos ou atividades em desenvolvimento, antes que decisões importantes sejam tomadas (IAIA, 2009).

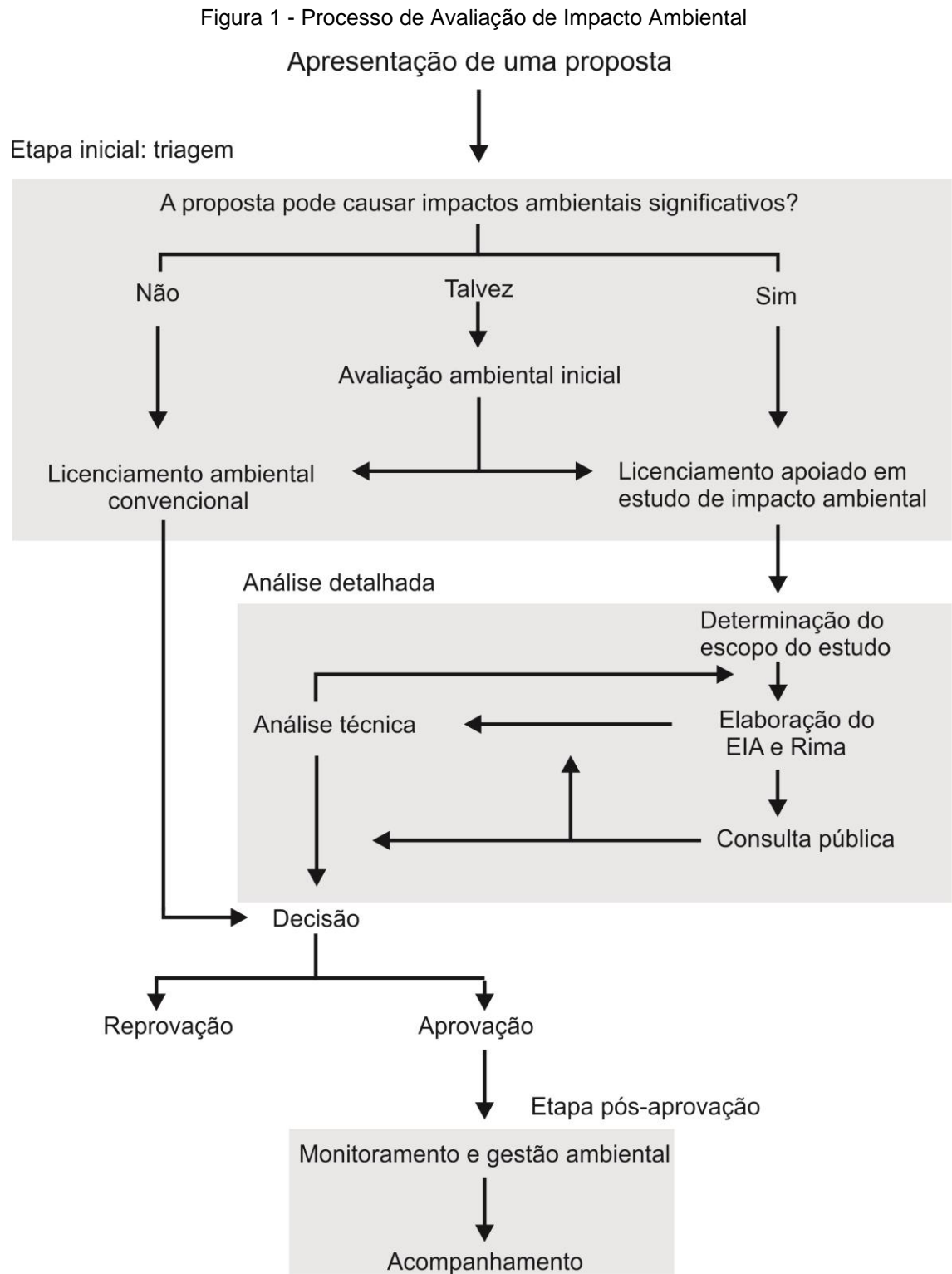
O processo de AIA tem diversos propósitos, seja no auxílio da tomada de decisão ou também como instrumento de desenvolvimento sustentável. Para os tomadores de decisão, a análise do processo de AIA prevê um exame preliminar da ação proposta.

Sánchez (2006) conceitua a Avaliação de Impactos Ambientais como “um instrumento de política ambiental formada por um conjunto de procedimentos capazes de assegurar, desde o início do projeto, que se faça um exame sistemático dos possíveis impactos ambientais de uma ação proposta – projeto, plano, programa ou política – e de suas alternativas, e que os resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão, e por estes devidamente considerados”. Sua função mais conhecida é voltada ao processo decisório, tratando-se de prevenir danos – e prevenção requer previsão ou antecipação da provável situação futura. A Avaliação de Impactos aborda e permite os interessados medir sua eficácia tanto antes da implementação como posteriormente à implantação (BOURNARIS et al., 2016).

Os tomadores de decisão, seja no setor privado ou público, deliberam acerca do que lhes é submetido. Portanto, a antecipação do dano ao meio ambiente deve ser feita nas etapas de formulação, concepção e criação de projetos e alternativas para os problemas. Logo, o objetivo do processo de Avaliação de Impacto Ambiental é de estimular os envolvidos a projetar trabalhos menos agressivos ambientalmente e não meramente julgar se os impactos são aceitáveis ou não (SÁNCHEZ, 2006).

Glasson et al. (2005) afirmam que a Avaliação de Impacto Ambiental é, na essência, um processo sistemático que examina as consequências de ações de desenvolvimento no meio. O seu diferencial em relação a outros mecanismos de proteção ao meio ambiente é que esta atua na prevenção. Os outros mecanismos

mais tradicionais não atuam de uma forma sistemática, holística e multidisciplinar como visto no fluxograma na figura 1 que representa o sistema da AIA.



A Avaliação de Impacto Ambiental é um instrumento de política ambiental adotado atualmente em inúmeras jurisdições – países, regiões ou governos legais – assim como por organizações internacionais – como bancos de desenvolvimento – e por entidades privadas. É reconhecida em tratados internacionais como um mecanismo potencialmente eficaz de prevenção do dano ambiental e de promoção do desenvolvimento sustentável. Sua formalização ocorreu pela primeira vez nos Estados Unidos, por intermédio de uma lei aprovada em 1969 pelo Congresso americano. A partir de então, a AIA disseminou-se, alcançando hoje uma difusão mundial. No fim dos anos 90, mais de uma centena de países incorporou às suas legislações nacionais a avaliação prévia dos impactos ambientais (SÁNCHEZ, 2006).

Nesse sentido, acrescenta-se que a avaliação propriamente dita dos impactos ambientais representa a suposição das condições emergentes, segundo as alternativas contempladas, sendo realizada em três etapas: identificação, previsão e interpretação da importância dos impactos relevantes. A limitação do levantamento dos impactos ambientais é feita por meio da definição das áreas de influência, que estabelece assim o raio de alcance do diagnóstico ambiental para a identificação dos impactos.

A Associação Internacional para Avaliação de Impactos (sigla em inglês – IAIA) propõe que a avaliação de impactos tem uma dualidade em sua essência, cada uma com as suas próprias abordagens metodológicas, tanto técnica como legal. Pode atuar como um instrumento técnico para a análise das consequências de uma intervenção planejada (política, plano, programa, projeto), propiciando informação às partes interessadas e aos decisores, e de intervenções não programadas, tais como desastres naturais, guerras e conflitos; e também como um procedimento legal e institucional ligado ao processo de decisão de uma intervenção delineada. As finalidades para se analisar os impactos ambientais são:

- Fornecer informação para o processo de decisão relativo às consequências biofísicas, sociais, econômicas e institucionais de ações propostas;
- Promoção da transparência e da participação do público nos processos decisórios;
- Identificar procedimentos e métodos para monitorização e mitigação das consequências adversas ao longo dos ciclos de política, planejamento e projeto;

- Contribuição para um desenvolvimento ambientalmente seguro e sustentável.

Além destas propostas para a AIA, a IAIA estabelece princípios básicos que a mesma deve ser regida: útil, rigorosa, prática, relevante, eficiente, focalizada, adaptativa, participativa, interdisciplinar, credível, integrada, transparente e sistemática.

Gallardo et al. (2016) levantam a questão se é mais vantajoso o acompanhamento (*follow up*) da Avaliação de Impacto Ambiental em relação a outros Sistemas de Gestão Ambiental, utilizando como estudo de caso duas rodovias construídas em regiões próximas (Mata Atlântica). Como resultado do *follow up*, foram identificados impactos relacionados ao meio físico não previstos nos EIAs, assim medidas corretivas teriam que ser adotadas mesmo não tendo sido levantadas anteriormente nos estudos ambientais. Logo, a AIA deve ser acompanhada mesmo após diversos aspectos já terem sido levantados e definidos *a priori* nos estudos ambientais.

3. 2 O Processo de Licenciamento Ambiental

Na conjuntura do Brasil, o uso da Avaliação de Impactos Ambientais é associado ao licenciamento ambiental, sendo a AIA uma base para a emissão das licenças ambientais em casos de empreendimentos geradores de prováveis impactos ambientais negativos. Logo, a publicação das licenças ambientais para atividades com potencial causador de impacto significativo está condicionada à decorrência do processo de Avaliação de Impacto Ambiental, incorporando os procedimentos de licenciamento às etapas da AIA.

A realização do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e a apresentação de seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (Rima) foram regulamentadas a nível federal pela Resolução CONAMA nº 01 de 1986 e reiteradas pela Constituição Federal de 1988 (Art. 225) e pela Resolução CONAMA nº 237 de 1997. Para efeito da Resolução de 1986, o artigo 1º conceitua impacto ambiental como:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais” (BRASIL, 1986, art. 1º)

É necessário também considerar algumas outras legislações, como o Decreto nº 99.274 de 1990 (BRASIL, 1990) em seu capítulo IV “Do licenciamento de atividades”, que discorre sobre as licenças ambientais que devem ser expedidas pelo Poder Público. As licenças descritas são as seguintes:

- Licença Prévia (LP): é requerida na fase preliminar do planejamento de atividade e contém requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo;
- Licença de Instalação (LI): autorização de início da implantação, de acordo com as especificações constantes do Projeto Executivo aprovado;
- Licença de Operação (LO): autoriza, após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos de controle de poluição, de acordo com o previsto nas Licenças Prévia e de Instalação.

Desde 1986, o Brasil aplica legalmente a obrigatoriedade da elaboração destes documentos prévios à instalação de empreendimentos e que subsidiam a tomada de decisão sobre a viabilidade ambiental do projeto proposto. A necessidade da elaboração do EIA/Rima é de acordo com o porte do empreendimento e o meio em que se deseja inserir. Segundo a Resolução do CONAMA nº 01 de 23 de janeiro de 1986, as obras lineares são modificadoras do meio ambiente e têm a obrigatoriedade de apresentar o EIA/Rima para o órgão ambiental competente em seu processo de licenciamento:

- I - Estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento;
- II - Ferrovias;
- (...)
- V - Oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários;
- VI - Linhas de transmissão de energia elétrica, acima de 230KV;
- (...)

Desta forma, em estudos deste gênero, deve ser definida a área de estudo onde a atividade ou obra será alocada afim de que todos os impactos gerados pela mesma sejam levantados e avaliados, tanto na fase de planejamento como na de implantação, operação, manutenção e desativação (caso exista). Definidos todos os impactos, tanto positivos quanto negativos, diretos e indiretos, o próximo passo é a definição das áreas de influência do projeto. As áreas de influência representam os limites geográficos em que cada impacto gerado atuará, considerando os meios físico, biótico e socioeconômico. Geralmente, essas áreas são divididas em três grupos: Área Diretamente Afetada (ADA), Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AIi).

No Brasil, a maior parte dos processos de AIA tramita em nível estadual. Além das legislações nacionais, onde atuam as Resoluções CONAMA nº 01 de 1986 e nº 237 de 1997, as quais definem uma estrutura básica para a AIA, os estados brasileiros podem ter procedimentos e legislações específicos. A Resolução CONAMA 237/1997 estabelece que o órgão ambiental apropriado definirá procedimentos específicos, se necessário, para as licenças ambientais, sendo observados natureza, atributos e peculiaridades da atividade ou empreendimento. E, ainda, a mesma delega às Unidades Federativas (UF) a adequação do processo de licenciamento com as etapas de planejamento, implantação e operação. Assim, cada Estado possui o seu próprio sistema de licenciamento ambiental.

A CETESB é a agência máxima pública responsável por questões ambientais no estado paulista. No caso de licenciamentos ambientais, o empreendedor ou a consultoria propõe o escopo do projeto futuro por meio de um Plano de Trabalho (PT), que deve ser aprovado pela CETESB e sua análise resulta no Termo de Referência.

O objetivo do Termo de Referência (TR) é determinar a abrangência dos procedimentos e dos critérios gerais para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental (Rima), devendo ser adequado às características específicas do projeto e do ambiente de sua inserção.

Para o licenciamento ambiental do empreendimento, o responsável legal por sua implantação deve elaborar o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) baseando-se no Termo de Referência ora emitido pelo órgão ambiental. O TR tem por finalidade fornecer subsídios genéricos capazes de nortear o desenvolvimento de estudos que diagnostiquem a qualidade ambiental atual da área de implantação. Assim, a sucessão que deve ser seguida para o licenciamento ambiental de atividades pela CETESB é simplificada de acordo com o fluxograma na figura 2.

Figura 2- Fluxograma do processo de licenciamento ambiental



Fonte: Elaborado pela autora

3.3 Os Estudos de Impacto Ambiental

A avaliação de impacto ambiental facilita a gestão ambiental do futuro empreendimento, que é delineada no Estudo de Impacto Ambiental como uma maneira de implementar medidas mitigadoras e compensatórias. Assim, o tratado não termina com a aprovação de uma licença, mas continua durante todo o ciclo de vida do projeto.

A CETESB propõe um roteiro geral para a elaboração de estudos ambientais. A consultoria e/ou o empreendedor devem se basear e abordar os mínimos capítulos em seus estudos, conforme o quadro 1:

Quadro 1 - Principais capítulos de um EIA

Capítulos	Conteúdo
Introdução	Descrever de modo geral o empreendimento, destacando o contexto em que se insere e seus requisitos para o licenciamento
Informações gerais	Referem-se ao objeto do licenciamento, aos dados do empreendedor (proponente do projeto) e da consultoria que elaborou o estudo ambiental
Justificativas do empreendimento	Apresentação de justificativas econômicas e socioambientais da implantação do empreendimento no contexto dos municípios, da sua região e do planejamento do setor pertencente

Capítulos	Conteúdo
Estudos de alternativas	Apresentar as alternativas tecnológicas e locais para implantação do empreendimento e a análise que resultou com a escolha da alternativa apresentada no estudo ambiental. Além disso, conforme a Resolução CONAMA nº 01 de 1986 (Artigo 5º, inciso I), as alternativas propostas devem ser confrontadas com a hipótese da não execução do projeto
Aspectos legais e institucionais	Apresentar a legislação e normas ambientais aplicáveis à tipologia do empreendimento e sua localização, nos níveis federal, estadual e municipal
Compatibilidade com planos, programas e projetos co-localizados	Descrever e espacializar os planos e programas governamentais nas esferas municipal, estadual e federal, assim como projetos públicos e privados propostos e em implantação na área de influência do empreendimento
Caracterização do empreendimento	Descrição dos limites patrimoniais do empreendimento, acessos e infraestruturas relacionados à implantação e sua operação, com base em todos os dados e informações do projeto proposto, com a incorporação de plantas, ilustrações, tabelas e anexos que venham a tornar a descrição do empreendimento clara e coesa
Áreas de influência	Conforme o artigo 5º da Resolução CONAMA nº 01 de 1986, o EIA deve conter a definição dos limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza
Diagnóstico ambiental	Informações sobre os principais aspectos dos meios físico, biótico e socioeconômico das áreas de influência, que serão passíveis de alterações significativas em decorrência do projeto, em suas fases diversas fases
Identificação e Avaliação dos Impactos	Identificar e avaliar, com as devidas quantificações e espacializações, os impactos ambientais decorrentes das atividades de planejamento, implantação e operação do empreendimento proposto
Programas de mitigação, monitoramento e compensação	Apresentação de Planos e Programas Ambientais contendo medidas preventivas, mitigadoras e/ou compensatórias associadas a cada impacto negativo identificado e analisado, relacionando-as com a regulamentação a ser atendida
Prognóstico ambiental	Avaliar a situação ambiental das áreas de influência com a implantação e operação do empreendimento, considerando a adoção dos programas ambientais propostos
Conclusões	Apresentar as principais conclusões em relação à viabilidade ambiental do empreendimento
Referências Bibliográficas	Listar a bibliografia utilizada para obtenção de dados secundários na elaboração do estudo ambiental
Equipe Técnica	Listar para todos os componentes da equipe técnica responsável pelo estudo: nome, formação acadêmica, registro de classe e qual parte do estudo estiveram sob sua responsabilidade, assim como suas ARTs
Rima	Conforme o Artigo 9º da Resolução CONAMA nº 01 de 1986, deverá ser apresentado em volume separado, para o caso de EIA, o Relatório de Impacto Ambiental – Rima, refletindo as conclusões do estudo. Deverá ser apresentado de forma objetiva e adequada à sua compreensão

Fonte: Adaptado de CETESB (2014)

No processo de avaliação de impactos ambientais, todas as ações que causam impactos são caracterizadas e também os fatores ambientais que podem ser impactados em decorrência dessas atividades, os quais normalmente são agrupados

em meios físico, biótico e antrópico, variando com as características e etapas do projeto.

Uma das intenções de se avaliar os impactos ambientais é auxiliar na escolha da alternativa mais viável para se atingir os objetivos. A proposta de uma análise de impacto ambiental se dá na finalidade de avaliar equiparadamente alternativas de curso de uma ação. Uma atividade que ocorre no início do processo é a filtragem das alternativas para uma lista final com somente as plausíveis para serem consideradas no estudo de impacto ambiental. A primeira reunião de alternativas é desenvolvida por técnicos, que esboçam o projeto proposto prioritariamente ao escopo.

O desenvolvimento e a análise das alternativas formam a estrutura do estudo de impacto ambiental. O interesse para reger o estudo de impacto é apresentar comparativamente os efeitos das alternativas propostas que encaminham para a melhor decisão. Devido à sua relevância, como conteúdo fundamental da análise de impacto, o estudo das alternativas deveria ser um processo sistemático e determinante. Deve incluir opiniões de diversas esferas: federais, estaduais, de agências locais e do público geral. Decisões de cada fase de análise devem ser lógicas e bem documentadas em um embasamento sólido de critérios de avaliação (MARRIOTT, 1997).

Logo após do objetivo do estudo ter sido delimitado e as alternativas convenientes definidas, a próxima etapa é a análise de impacto ambiental. A descrição do ambiente e a reunião de dados e informações relevantes fazem parte da primeira etapa de análise, sintetizada no diagnóstico ambiental. Segue-se a avaliação do grau de impactos, que deve incluir efeitos diretos e indiretos, efeitos cumulativos e os de curto e longo prazo. No processo de análise, as medidas potenciais de mitigação são discutidas e esmiuçadas, considerando medidas mitigadoras, de controle, compensatórias e potencializadoras, conforme o tipo de impacto.

Metodologias de AIA propostas no país e no mundo englobam critérios básicos por parte dos atuais métodos de análise, tais como: integração dos aspectos físicos, bióticos e socioeconômicos; inserção da variável temporal; utilização de indicadores que facilitem a prospecção e a setorização do território; aplicação em diferentes escalas; e participação pública nas tomadas de decisões (TOMMASI, 1993).

A avaliação dos impactos ambientais compreende identificação, valoração e interpretação dos prováveis impactos ambientais em todas as etapas de projeto, sobre os meios físico, biológico e antrópico. Estes impactos podem ser classificados como:

impactos diretos e indiretos; benéficos e adversos, temporários, permanentes e cíclicos; imediatos e a médio e longo prazo; reversíveis e irreversíveis; locais, regionais e estratégicos. Isto inclui obrigatoriamente a previsão da magnitude e interpretação da importância de cada um deles viabilizando um julgamento amplo das repercussões do empreendimento sobre o meio ambiente, entendido de uma forma mais vasta. Um prognóstico é o resultado desta análise da qualidade ambiental da área de influência da atividade, e conseqüentemente são propostas as medidas mitigadoras oportunas.

O estudo dos planos de mitigação tem exigido uma considerável parte do processo de avaliação de impacto ambiental. Em muitos cenários, impactos potencialmente danosos podem ser suprimidos a níveis aceitáveis através de um projeto adequado e implementação de técnicas pertinentes para moderar os efeitos (MARRIOTT, 1997).

Da mesma forma, autores como Sánchez (2006) e Santos (2004), observam que medidas previstas em legislação ou regulamentos não deveriam ser apresentadas como medidas mitigadoras, já que são puramente obrigatórias. É evidente que o atendimento a tais exigências contribui para reduzir os impactos adversos dos empreendimentos, pois foram idealizadas com essa finalidade, mas o projeto não poderá ser executado sem sua observância, já que são requisitos legais.

Para a elaboração de um estudo de impacto ambiental, deve-se caracterizar o empreendimento e apresentar os limites da área geográfica a ser afetada direta ou indiretamente pelos impactos, designada área de influência do projeto. Além de apresentar diagnóstico ambiental desta área, caracterizando-a antes da implantação do empreendimento, com base na suscetibilidade em sofrer, direta ou indiretamente, conseqüências significativas das ações em todas as fases do projeto. É necessária a apresentação de informações cartográficas com a área de influência devidamente minuciada, em escalas compatíveis com o grau de detalhamento dos fatores ambientais estudados.

De acordo com a CETESB, é necessário apresentar as interações dos elementos ambientais (físicos, biológicos e socioeconômicos) e indicar os métodos adotados para análise dessas interações. O objetivo é descrever as inter-relações entre esses componentes bióticos, abióticos e antrópicos que serão perturbados pela atividade (CETESB, 2014).

3. 4 Áreas de Estudo e de Influência

Segundo Sánchez (2006), é somente depois da previsão de impactos que se pode tirar alguma conclusão sobre a área de influência do projeto. Esta é a área geográfica na qual são detectáveis os impactos de um projeto, sendo um assunto básico obrigatório nos Estudos de Impacto Ambiental.

Esta abordagem torna-se contraditória se comparada com o que propõe o Manual para Elaboração de Estudos para o Licenciamento com Avaliação de Impacto Ambiental da CETESB. O manual sugere a delimitação da área de influência já no capítulo 8 (Quadro 1), logo após a caracterização do empreendimento, antes mesmo do levantamento dos meios e até da previsão dos impactos. Desta forma, é aparente que há uma confusão dos termos “área de estudo” e “áreas de influência”, visto que ainda não foi feita uma definição da área de estudo até o capítulo 8 pelo guia elaborado pela CETESB, que se baseia na Resolução nº 01 do CONAMA de 1986.

Além de atenderem a legislação, as delimitações das áreas de influência têm, portanto, o intuito de delimitar geograficamente as áreas de estudo, onde são analisadas informações apropriadas para a completa caracterização atual e para tendências sem o empreendimento, e também as áreas passíveis de serem impactadas, direta ou indiretamente, positiva ou negativamente, em função do empreendimento.

Para Santos (2004), é complexa a definição de área de influência, devido à dificuldade em estipular limites para os impactos ou fenômenos consequentes. Além disso, as variadas escalas utilizadas para analisar a área em foco também dificultam sua delimitação. A autora também menciona que os critérios, metodologias e escalas apropriadas na definição de área de influência ainda são considerados incertos ao verificar a variedade de possibilidades de intervir e transformar o ambiente.

A partir da ideia em se adotar a bacia hidrográfica como área de trabalho, tornou-se possível unificar diversos critérios (SANTOS, 2004). Assim, a bacia hidrográfica pode ser subdividida, a partir das vulnerabilidades, potencialidades e outros aspectos, que permitam setorizar em menores unidades, coincidindo ou não com as bacias selecionadas para área de influência do estudo.

A área de influência é uma das conclusões da análise de impactos. O estudo dos impactos identifica, prevê a magnitude e estima a importância dos impactos derivados do projeto em estudo. É pertinente em qualquer análise mostrar o alcance

geográfico e fisiográfico dos impactos, que são atributos usados para descrevê-los, e, provavelmente, para discorrer sobre a sua significância.

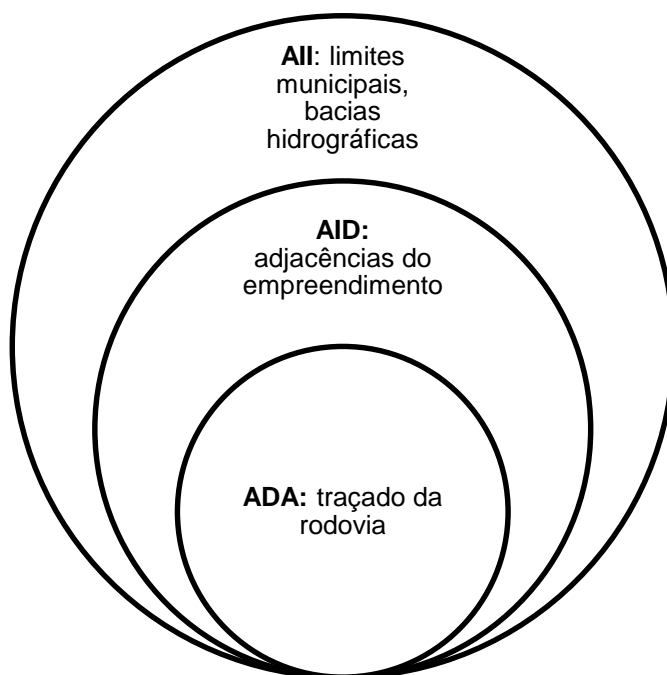
As áreas de influência podem ser divididas de diversas maneiras. Habitualmente, são classificadas em três grupos: Área Diretamente Afetada (ADA), Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII). Desde 2014, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) dispõe o Manual para Elaboração de Estudos para o Licenciamento com Avaliação de Impacto Ambiental, que estabelece critérios para a elaboração tanto de EIAs/Rimas como de RAPs (Relatório Ambiental Preliminar), que é um outro tipo de estudo ambiental exigido no estado de São Paulo. O RAP pode ser considerado um EIA mais conciso e com menos levantamentos específicos, geralmente solicitado para empreendimentos com um menor potencial impactante.

Há orientações gerais neste manual, que não é um roteiro rígido a ser obedecido integralmente. São tratadas instruções gerais, que deverão ser adotadas de modo criterioso. Assim, a delimitação das áreas de influência, de acordo com a Resolução CONAMA nº 01 de 1986 e o Manual da CETESB (2014) é:

- Área Diretamente Afetada (ADA): corresponde à área que sofrerá a ação direta do planejamento, implantação, operação e/ou desativação do empreendimento, incluindo as faixas de servidão e/ou da propriedade do empreendimento, acessos, áreas de apoio, depósitos de solos, estéril, rejeito e/ou resíduos, jazidas de solo e rocha;
- Área de Influência Direta (AID): corresponde à área que sofrerá os impactos diretos do planejamento, implantação, operação e/ou desativação do empreendimento, que engloba a ADA e está relacionada as suas proximidades, sendo afetada ou afeta os processos que ocorrem na ADA;
- Área de Influência Indireta (AII): corresponde à área real ou potencialmente sujeita aos impactos indiretos do planejamento, implantação, operação e/ou desativação do empreendimento, englobando todas as demais áreas de influência, onde as consequências dos impactos gerados pelo empreendimento apresentam magnitude de baixa relevância.

As áreas de influência podem ser vistas em um esboço (Figura 3) de uma forma mais simples para o entendimento espacial das mesmas:

Figura 3 - Fluxograma de áreas de influência comuns para empreendimentos rodoviários



Fonte: Elaborado pela autora

Dentro dessas classificações, a área de influência é frequentemente considerada de modo diferenciado de acordo com o meio em que está sendo examinado. Os meios físico e biótico são agrupados em muitos estudos, sendo considerados em alguns trabalhos como meio natural. Enquanto o âmbito socioeconômico ou antrópico apresenta, na maioria dos casos, áreas de influência diferentes e maiores, pois são consideradas as interferências acarretadas a toda população envolvida.

O IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), órgão máximo ambiental perante a federação, explica que nos EIAs/Rimas deve ser apresentada a metodologia que foi utilizada para a definição das áreas de influência do projeto. Entretanto, a dificuldade no estabelecimento das áreas e a escassez de legislações que unifiquem e orientem os empreendedores para critérios menos genéricos usados em determinados tipos de empreendimento/atividade induz muitos trabalhos, que não especificam esses

critérios de forma clara. Conseqüentemente surgem dúvidas e incertezas na consulta posterior desses documentos e entendimento de como essas áreas foram definidas.

A área de influência é um importante quesito na formação dos Estudos de Impacto Ambiental. A caracterização possibilita explorar o alcance dos impactos, ou seja, a localidade que eles afetarão, onde a implantação de programas ambientais de forma eficiente e em tempo hábil pode reduzir ou até mesmo evitar seus efeitos.

Além de ser necessária a definição de área de estudo e de áreas de influência, estas delimitações devem considerar outros projetos co-localizados, como empreendimentos e obras já instalados ou em fase de licenciamento. Para o caso da região de estudo, estão a ampliação do porto de São Sebastião e a unidade e dutos da Petrobras. Assim, é fundamental a análise conjunta destes projetos para avaliar os impactos ambientais cumulativos para a toda a região estudada, a fim de que os danos ao meio não sejam intensificados a cada novo projeto a ser implantado.

A estimativa da cumulação de impactos não é feita corretamente em vários países (BIDSTRUP et al., 2016). Os autores correlacionam impactos cumulativos com limites geográficos e temporais. Há limitação do levantamento dos impactos cumulativos quando se limita também a região a ser impactada por um determinado projeto, que é o caso do “limite analítico” para os autores. Quando se propõe delimitar a área ao decorrer da evolução do projeto, os impactos cumulativos são percebidos ao longo da implantação do empreendimento.

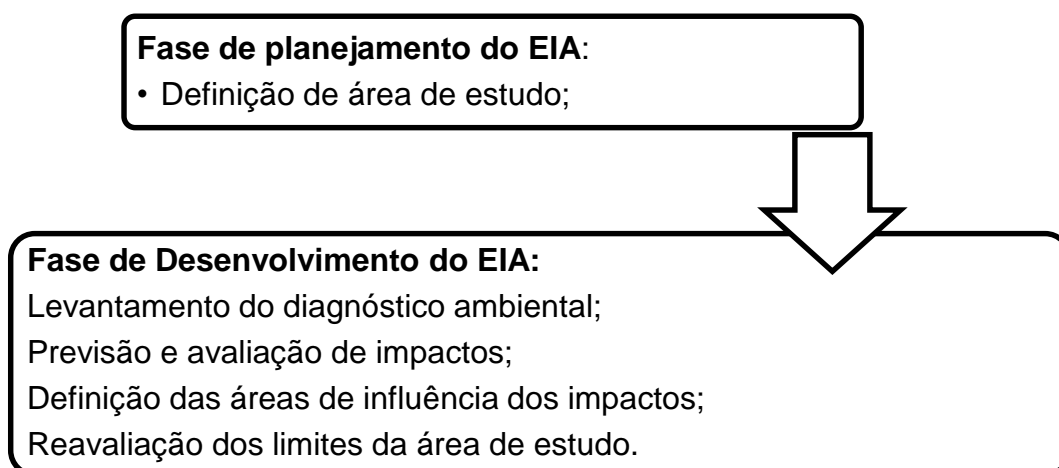
Desta maneira, inicialmente deve-se estabelecer uma área de estudo, onde o diagnóstico e a avaliação ambiental serão feitos preliminarmente, e ao longo do projeto os ajustes na área podem e devem ser feitos de forma a prever possíveis impactos cumulativos (BIDSTRUP et al., 2016). A analogia para os casos de empreendimentos brasileiros é a definição de uma área de estudo inicial e uma posterior delimitação de áreas de influência de impactos, à medida que o projeto evolui.

É crucial saber diferenciar nos estudos ambientais o conceito de “áreas de influência” de “área de estudo”. A área de estudo é definida como o local onde serão realizados os estudos iniciais da Avaliação de Impactos Ambientais, abordados no EIA no capítulo de Diagnóstico Ambiental. A área de estudo está relacionada ao planejamento do EIA, ou seja, a área onde se considera que os impactos serão sentidos e onde os levantamentos do diagnóstico ambiental devem ser realizados, de forma a auxiliar e organizar o desenvolvimento dos estudos. Portanto, o diagnóstico

será conduzido dentro dos limites previamente estabelecidos na área de estudo na fase de planejamento do EIA.

Enquanto que a área de influência deveria ser definida apenas após o diagnóstico ambiental e identificação e avaliação dos impactos, ou seja, após a delimitação concreta dos limites de influência dos impactos ambientais, reavaliando os limites estabelecidos para as áreas de estudo na fase de planejamento do EIA, tendo sua área fixada conforme a capacidade de alteração dos impactos previamente caracterizados nos meios físico, biótico e social (SÁNCHEZ, 2006). De acordo com o que Sánchez propõe, é resumida a diferença entre área de estudo e áreas de influência na forma de um fluxograma (figura 4).

Figura 4 - Fluxograma com a diferença entre área de estudo e área de influência



Fonte: Adaptado de Sánchez (2006)

Ainda segundo Sánchez (2006), se a proposta for implantada, é o monitoramento ambiental que delimitará sua verdadeira área de influência, sob a condição do programa de monitoramento ter a capacidade de distinguir as modificações causadas pelo projeto daquelas que têm outras fontes.

Embora seja nítida a diferença entre as duas definições e também seja importante diferenciar essas duas áreas para elaboração e execução de um projeto ambiental satisfatório, não há no Brasil um padrão, tanto na legislação, como em estudos técnicos e científicos (SANCHEZ, 2006; SANTOS, 2004) para definição de áreas de estudo ou mesmo de áreas de influência, salvo Resolução CONAMA nº 01

de 1986, que estabelece a bacia hidrográfica como a unidade de análise para definição de área de influência.

Em especial para obras lineares, a questão da delimitação das regiões a serem influenciadas pelos impactos do empreendimento é ainda mais crucial. Para uma rodovia ser implantada, a obra atravessa uma extensão vasta em comprimento, porém pequena em distribuição em área. Desta maneira, uma atividade linear atravessa regiões distintas em diversos critérios, particularmente para o meio físico, aspectos geomorfológicos e geológicos que mudam ao decorrer dos quilômetros destas obras lineares.

Para o estado de São Paulo, a CETESB (2014) recomenda em seu manual para elaboração de estudos para licenciamento que rodovias devem ser caracterizadas quanto à localização do traçado, intersecções e conexões, assim como dados previstos que caracterizem sua operação. O mesmo auxilia os elaboradores de estudos ambientais a definirem áreas de influência segundo os seguintes critérios, de acordo com o quadro 2:

Quadro 2 - Diretrizes para definição de áreas de influência para rodovias

Áreas de Influência	Critérios
AII	Territórios das regiões administrativas afetadas para o meio socioeconômico e dos municípios para os meios físico e biótico
AID	Para o meio físico e biótico, considerar a área de uma faixa de 500 metros a 1000 metros a partir do traçado da alternativa mais externa. Quando couber, os limites da AID poderão ser ajustados em função de limites de sub-bacias hidrográficas, de massas contínuas de vegetação ou da área de vida de espécies de fauna
ADA	Faixa de domínio da rodovia e as áreas de implantação dos dispositivos que extrapolarem a faixa de domínio, além das áreas de apoio, como canteiros de obras, caminhos de serviço, áreas de empréstimo e depósito de material excedente

Fonte: Adaptado de CETESB (2014)

Porém, há algumas divergências nos critérios que a CETESB estabelece em seu manual para outros empreendimentos lineares, como as dutovias e as ferrovias. O quadro 3 apresenta a diretriz de delimitação para AII e AID para ferrovias e dutovias:

Quadro 3 - Diretrizes para definição de AII e AID para ferrovias e dutovias

Empreendimento	AII	AID
Ferrovias	Limite de sub-bacias hidrográficas	Faixa de abrangência igualmente distribuída de 500 a 1000 metros em ambos os lados do eixo
Dutovias	Faixa de abrangência igualmente distribuída em ambos os lados da faixa de servidão de 5 km para cada lado do eixo central	Faixa de abrangência igualmente distribuída de 500 a 800 metros em ambos os lados do eixo

Fonte: Adaptado de CETESB (2014)

Desta maneira, equipes que elaboram os EIAs a serem licenciados pelo estado de São Paulo devem obedecer às diretrizes estabelecidas pelo manual de 2014 e também os Termos de Referência. Normalmente, a produção dos estudos ambientais tende a abordar somente a legislação, que é bem genérica e não leva em consideração cada tipologia de empreendimento, tornando os estudos mais simples e menos detalhados.

4 Metodologia

Considerando os objetivos formulados para este estudo, esta pesquisa pode ser classificada, segundo Gil (2002), como uma pesquisa documental. Nesta pesquisa, são realizadas análises de documentos, que são os quatro EIAs referentes a obras da Rodovia dos Tamoios/SP disponibilizados na biblioteca da CETESB, que configura então a utilização de documentos de fonte primária.

A característica de uma pesquisa documental é utilizar materiais de diversas fontes que ainda não receberam tratamento analítico ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com o objetivo da pesquisa.

Para o desenvolvimento da atual pesquisa, as seguintes etapas foram estabelecidas: levantamento bibliográfico e documental, fundamentação teórica, caracterização do objeto de estudo, análise documental dos Planos de Trabalho e Termos de Referência, análise dos Estudos de Impacto Ambiental, e proposta para definição de áreas de estudo e de influência em rodovias.

Este capítulo foi dividido em outros seis subitens, que têm detalhes do trabalho realizado em cada fase do presente trabalho. Além disso, um fluxograma foi elaborado para esboçar de forma clara estas etapas (figura 5).

Figura 5 - Fluxograma de etapas da pesquisa

1ª Etapa: Levantamento bibliográfico e documental

- Definição de palavras-chave para busca de artigos e teses;
- Levantamento documental referente aos quatro processos de licenciamento ambiental da CETESB:
 - Planos de Trabalho;
 - Termos de Referência;
 - Estudos de Impacto Ambiental.

2ª Etapa: Fundamentação Teórica

- Embasamento teórico pautado em quatro tópicos:
 - Avaliação de Impacto Ambiental;
 - Processo de licenciamento ambiental;
 - Estudos de Impacto Ambiental;
 - Áreas de estudo e de influência.

3ª Etapa: Caracterização do objeto de estudo

- Tabulação das principais informações gerais dos EIAs:
 - Ano do estudo e do licenciamento;
 - Responsáveis pela obra e pelos estudos;
 - Número dos processos.

4ª Etapa: Análise dos documentos: PT e TR

- Analisar o levantamento do meio físico;
- Analisar listagem prévia de prováveis impactos ambientais;
- Verificar metodologia utilizada para a delimitação de áreas de influência;
- Analisar as recomendações da CETESB para delimitação das áreas de influência.

5ª Etapa: Análise dos EIAs

- Analisar e discutir os seguintes capítulos dos EIAs:
 - Áreas de influência;
 - Diagnóstico ambiental: geologia, geomorfologia, geotecnia e pedologia;
 - Impactos ambientais relacionados a terrenos.

6ª Etapa: Proposta final

- Nova delimitação para as áreas de influência das obras da Rodovia dos Tamoios e seus acessos;
- Elaboração de um mapa final com a proposta.

Fonte: Elaborado pela autora

4. 1 Levantamento bibliográfico e documental

A primeira etapa envolve a aquisição de bibliografia, sua revisão e interpretação. Esta etapa baseou-se na busca sistemática de artigos de periódicos na base de dados do Portal da Capes, além de teses e dissertações, especialmente, em bibliotecas virtuais, e na busca de obras de referência. As principais palavras-chave que foram utilizadas no levantamento bibliográfico foram:

- Estudos de impacto ambiental;
- Meio físico;
- Obras lineares;
- Áreas de influência de impactos ambientais;
- Métodos de definição de áreas de influência;
- Área de estudo em avaliação de impactos ambientais;
- Impactos ambientais em obras lineares;
- Áreas de influência de impactos em rodovias.

Essas palavras-chave selecionadas foram, então, traduzidas para o respectivo termo em inglês para que também fosse feita a busca em bancos de dados internacionais, tais como:

- Scoping;
- Spatial boundaries;
- Study area;
- Geographical boundaries.

Nas ações desta etapa de trabalho também foi abordado o tema de processo de licenciamento ambiental no Estado de São Paulo, identificando os diversos instrumentos e procedimentos necessários para o licenciamento ambiental de rodovias. Somente foram analisados os instrumentos e procedimentos da CETESB, uma vez que esta pesquisa restringe-se aos EIAs/Rimas apresentados no estado de São Paulo.

A partir do levantamento bibliográfico e obtendo, assim, um maior detalhamento sobre o tema, foi realizado o levantamento documental, com análise dos Estudos de

Impactos Ambientais (EIAs) da Rodovia dos Tamoios obtidos pelo endereço eletrônico e *in loco* na biblioteca da CETESB.

Atualmente, o órgão não disponibiliza mais online todas as informações dos estudos, então o levantamento foi feito em sua sede no município de São Paulo por meio de fotos e cópias dos quatro EIAs na própria biblioteca do órgão ambiental. A visita à biblioteca ocorreu em Maio de 2016.

Além dos próprios estudos licenciados obtidos, foi também necessário o pedido de vista de processos no Setor de Triagem e Acompanhamento de Processos – ITAP – da CETESB na sede em São Paulo. A vista de processos foi feita para a verificação dos Termos de Referência e Planos de Trabalho, além de alguns pareceres técnicos emitidos pela CETESB para os estudos ambientais selecionados. O agendamento para a vista de processos ocorreu em dois momentos: Setembro de 2016 e em Janeiro de 2017.

4. 2 Fundamentação Teórica

A segunda etapa desta pesquisa se pautou nos fundamentos teóricos relacionados ao objetivo do estudo e se encontra no Capítulo 3. Após o levantamento bibliográfico com base em artigos, teses e livros, o capítulo foi subdividido em outros quatro:

- A Avaliação de Impacto Ambiental;
- O Processo de Licenciamento Ambiental;
- Os Estudos de Impacto Ambiental;
- Áreas de Estudo e de Influência.

O embasamento teórico foi conduzido de forma a introduzir conceitos legislativos e teóricos sobre o processo de licenciamento ambiental brasileiro e do estado de São Paulo. Além de conteúdos relacionados aos estudos ambientais, como os EIA/Rimas e também o entendimento de áreas de estudo e áreas de influência.

4.3 Caracterização do objeto de estudo

O objeto de estudo desta pesquisa são os quatro estudos ambientais selecionados para a região estudada. Estes foram caracterizados e tabulados com as principais informações de cada estudo, como por exemplo: o ano do licenciamento, o responsável pela obra e pelos estudos realizados, o número do processo perante o órgão licenciador, localização e dimensão. O quadro 4 representa as características de cada estudo ambiental a ser analisado nesta pesquisa.

Quadro 4 - Características gerais dos EIAs da rodovia dos Tamoios/SP

EIAs	Processo na CETESB	Ano de aprovação do EIA	Responsável pelo empreendimento	Responsável pelos estudos ambientais
Contornos: Sul de Caraguatatuba e São Sebastião	62/2009	Fev./2010	Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (DER-SP)	Consórcio JGP/Ambiente Brasil
Subtrecho Planalto	13523/2007	Ago./2011		
Contorno Norte de Caraguatatuba	97/2011	Dez./2011		
Trecho Serra	98/2011	Set./2012		

Fonte: Adaptado de JGP (2010, 2011a, 2011b, 2012)

Os estudos ambientais a serem analisados foram elaborados por uma única consultoria ambiental - Consórcio JGP/Ambiente Brasil. Logo, atenta-se para que estes quatro estudos ambientais podem possuir uma certa semelhança em sua estruturação e composição.

Além da caracterização geral de cada estudo ambiental, também foram descritas as localizações e as extensões das quatro intervenções das obras, conforme o quadro 5.

Quadro 5 - Características locais e de extensão das obras

Obra	Localização	Extensão
Interligação rodoviária Contornos Sul de Caraguatatuba e de São Sebastião	Estende-se desde a Rodovia dos Tamoios (município de Caraguatatuba) até a Rodovia SP-055 na altura da Praia de Guaecá (município de São Sebastião)	35,5 km
Duplicação do Subtrecho Planalto	Entre os Km 11,50 e o Km 60,48 da Rodovia dos Tamoios	48,9 Km

Obra	Localização	Extensão
Interligação rodoviária Contorno Norte de Caraguatatuba	Interligação da Rodovia dos Tamoios (em seu trecho denominado de Avenida Presidente Campos Salles) até o entroncamento com a Rodovia Dr. Manoel Hyppolito Rego (SP-055) em seu km 99	6,0 km
Duplicação do Trecho Serra	Entre os km 60,48 e km 64,40: duplicação ao longo do eixo atual da Rodovia dos Tamoios	21,5 km (12,6 km percorridos em túneis e 2,5 km em viadutos e pontes)
	Entre os km 64,40 e km 82,00: duplicação em nova diretriz da Rodovia dos Tamoios	

Fonte: Adaptado de JGP (2010, 2011a, 2011b, 2012)

Assim, a somatória total dos empreendimentos envolve aproximadamente 112 km de obras, tanto duplicação como novos acessos (interligações rodoviárias) para a própria Rodovia dos Tamoios.

Atualmente, os processos na CETESB tramitam nos seguintes níveis:

- Contornos: Sul de Caraguatatuba e São Sebastião: Licença de Instalação (LI);
- Subtrecho Planalto: Licença de Operação (LO);
- Contorno Norte de Caraguatatuba: Licença de Instalação (LI);
- Trecho Serra: Licença de Instalação (LI).

4. 4 Análise dos Planos de Trabalho e Termos de Referência

Esta etapa é baseada no exame dos documentos emitidos preliminarmente aos EIAs, como forma de analisar o planejamento que a consultoria utilizou para subsidiar a elaboração dos mesmos. Deste modo, foram analisados os Planos de Trabalho (PT) propostos pela equipe contratada responsável, assim como os Termos de Referência (TR) emitidos pelo órgão ambiental após a análise dos PTs.

Os documentos foram analisados a fim de examinar qual foi a metodologia prévia utilizada para a delimitação das áreas de influência do empreendimento como um todo. A análise se pautou também na investigação se critérios do meio físico foram utilizados para as mesmas. Desta forma, além da criterização adotada ser verificada, outros pontos também foram examinados, como:

- Quais levantamentos do meio físico foram necessários para o estabelecimento ou não de áreas de influência;

- Se houve uma listagem prévia de prováveis impactos e se estes auxiliaram na definição dos limites das áreas de influência;
- Se houve uma metodologia descrita para a delimitação destas áreas;
- A criterização final que a CETESB estabeleceu para delimitação das áreas de influência de cada trecho da rodovia apresentada em cada TR emitido;

4.5 Análise dos Estudos de Impacto Ambiental

Nesta fase da pesquisa, os quatro EIAs referentes ao estudo de caso – Rodovia dos Tamoios/SP – foram verificados de maneira a interpretar o que a consultoria ambiental elaborou nos estudos ambientais. Desta forma, o presente trabalho analisou os seguintes tópicos dos estudos:

- Caracterização do objeto de estudo dos quatro EIAs;
- Critérios usados para definição das áreas de estudo e de influência;
- Análise do diagnóstico ambiental do meio físico (geologia, geomorfologia, geotecnia e pedologia) e seus respectivos impactos ambientais;
- Análise de como o diagnóstico ambiental e a avaliação de impactos influenciaram na revisão das áreas de influência previamente estabelecidas nos estudos, caso isso tenha sido feito nos EIAs;
- Comparação entre os documentos preliminares (PTs e TRs) e os EIAs para analisar as áreas de influência definidas em cada um.

A investigação e o julgamento dos documentos foram feitos com base no objetivo principal deste trabalho, que envolve delimitação de área de estudo e áreas de influência de impactos para obras lineares em regiões serranas. Os resultados dessa etapa são expostos de forma clara e simples em quadros síntese, com os subsídios para interpretação dos critérios utilizados para se estabelecer as áreas de influência relacionados ao meio físico de cada parte das obras da rodovia.

4. 6 Proposta de delimitação de áreas de influência

A última etapa da presente pesquisa é referente à proposição de delimitação de áreas de influência de impactos ambientais para rodovias, que foi feito após a conclusão dos resultados e suas discussões. A definição foi embasada no uso dos diferentes contextos geomorfológicos em que se encontram a rodovia estudada, além de outros critérios do meio físico levantados.

A proposta também é unificar as quatro obras rodoviárias antes mesmo da limitação das novas áreas de influência, como forma de uma nova delimitação para abranger um maior raio de alcance de impactos ambientais relacionados a processos de dinâmica superficial, como escorregamentos, por exemplo.

Neste estudo de caso, a proposta foi aplicada a fim de apresentar como ficariam as áreas de influência para todo o futuro traçado da rodovia dos Tamoios e seus contornos de acesso, caso tivesse sido utilizado estes critérios de definição destas áreas. Como resultado desta aplicação, um mapa foi apresentado no fim desta pesquisa.

Além da presente pesquisa, o intuito da proposta é também ser referência para o planejamento de outras obras lineares em seus respectivos estudos ambientais, como os Planos de Trabalho, Termos de Referência e Estudos de Impacto Ambiental.

5 Resultados e Discussões

Neste Capítulo são apresentadas informações obtidas com base na análise dos Estudos de Impacto Ambiental e no tratamento de dados, bem como da interpretação dos resultados obtidos. O capítulo é subdividido em:

- Análise dos Planos de Trabalho e Termos de Referência;
- Os Estudos de Impacto Ambiental: Definição das áreas de influência;
- Os Estudos de Impacto Ambiental: Análise do diagnóstico ambiental do meio físico;
 - Geologia;
 - Geomorfologia;
 - Pedologia;
 - Comportamento Geotécnico;
- Os Estudos de Impacto Ambiental: Avaliação dos impactos ambientais;
- Proposta de novas áreas de influência.

5. 1. Análise dos Planos de Trabalho e Termos de Referência

A legislação em vigor define os limites de bacias hidrográficas para definição da área geográfica afetada pelos impactos nos Estudos de Impacto Ambiental. À essa diretriz geral, a equipe responsável propõe em seu Plano de Trabalho (PT), que é submetido ao órgão licenciador, a delimitação de áreas de influência que será adotada em cada EIA. O Plano de Trabalho é feito em função tanto do porte como do tipo de empreendimento, assim como com base no cenário socioambiental do local em que se insere a proposta do mesmo.

Após a análise do PT, o órgão ambiental se expressa em outro documento, um parecer técnico denominado de Termo de Referência (TR). Este é emitido com a finalidade de guiar a elaboração do EIA sobre as áreas de influência adotadas no estudo, bem como sobre outros pontos abordados nos estudos ambientais também.

Portanto, há dois documentos que antecedem a elaboração do EIA: o Plano de Trabalho e o Termo de Referência. Os documentos preliminares devem explicitar a metodologia e o conteúdo dos estudos necessários à avaliação de impactos ambientais relevantes e prováveis do projeto, podendo ser aprimorados com

sugestões vindas de manifestações da sociedade feitas em audiência pública, se realizada.

É previsto por lei a ocorrência de uma audiência pública de caráter obrigatório para este tipo de projeto logo após a submissão do EIA para o órgão ambiental. Entretanto, a Resolução CONAMA nº 09 de 1987 permite que a comunidade ou qualquer outra parte interessada solicite uma audiência pública a qualquer momento visando tirar suas dúvidas do projeto, sugerir e/ou criticar o mesmo, desde que atendam os critérios estabelecidos pela legislação para convocá-la.

Assim, uma audiência pública feita logo após a submissão do Plano de Trabalho pode auxiliar na discussão do assunto para o órgão ambiental com tópicos ora levantados na própria audiência. A limitação da área de influência do empreendimento é um assunto que poderia ser abordado em uma audiência pública, com a participação da sociedade afetada, entretanto isso dificilmente ocorre.

Para o caso da rodovia dos Tamoios, as audiências públicas ocorreram em praticamente todos os municípios envolvidos nas obras da rodovia e foram realizadas após a submissão dos Estudos de Impacto Ambiental. Para alguns processos, ocorreram mais de uma audiência pública, como o caso do Contorno Sul, que ao todo houve seis audiências públicas, sendo três em cada um dos municípios (Caraguatatuba e São Sebastião). Logo, a sociedade não foi consultada para opinar antes da elaboração dos quatro estudos ambientais.

Acerca dos diagnósticos ambientais do meio físico presentes nos quatro PT elaborados pela consultoria ambiental contratada neste estudo de caso, a equipe técnica se propõe a apresentar os aspectos: solo, subsolo, topografia, os tipos e aptidões do solo. Para a parte de Avaliação Ambiental, o corpo técnico pretende, mais especificamente para processos de dinâmica superficial, identificar as alterações e os locais potenciais de ocorrência, como por exemplo, feições erosivas, de movimentação de massa, profundidade do nível freático, entre outros, de modo a minimizar esses impactos através das medidas propostas.

Nestes Planos de Trabalho não estão listados os possíveis impactos ambientais, estão presentes somente os aspectos do meio físico que poderão desencadear possíveis impactos decorrentes da implantação das obras da rodovia. Os principais aspectos são aqueles relacionados com os processos de dinâmica superficial, em que serão identificadas as alterações e os locais potenciais de ocorrência.

Os documentos analisados da rodovia dos Tamoios não utilizam o termo “área de estudo” como uma delimitação para abordagem de impactos ambientais. Eles somente usam a terminologia “áreas de influência” em seus estudos ambientais.

Com relação às respectivas áreas de influência, os PTs não propuseram uma redefinição das mesmas após a avaliação dos impactos ambientais para os EIAs. Assim, o conteúdo da delimitação preliminar das áreas de influência nos quatro Planos de Trabalhos está exposto no quadro 6:

Quadro 6 - As áreas de influência definidas nos Planos de Trabalho

EIAs	AII	AID	ADA
Contornos: Sul de Caraguatatuba e de São Sebastião	Bacias hidrográficas	Área delimitada entre a linha da orla marítima e uma faixa de aproximadamente 1 km a partir do traçado da alternativa mais externa	A faixa de domínio da rodovia ou áreas de implantação dos dispositivos que extrapolarem a faixa de domínio, além das áreas de apoio
Contorno Norte de Caraguatatuba	Bacias dos rios Guaxinduba e Santo Antônio		
Trecho Serra	Bacias dos rios Santo Antônio, Guaxinduba e Juqueriquerê	Bacias do rio Guaxinduba, Santo Antônio e partes da bacia do rio Juqueriquerê, que inclui as sub-bacias do córrego Capivaral, ribeirão Aldeia, ribeirão da Divisa e rio da Lagoa, além de parte da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Paraíba do Sul (UGRHI 02) do Estado de São Paulo que drena a área do PESH a sul do Reservatório de Paraibuna, a noroeste da AID	
Subtrecho Planalto	Não houve Plano de Trabalho		

Fonte: Adaptado de JGP (2010, 2011a, 2011b, 2012)

O quadro 6 mostra que para o Subtrecho Planalto não foi emitido o Plano de Trabalho. A ausência deste documento ocorreu porque inicialmente seu licenciamento ambiental foi por meio de um Relatório Ambiental Preliminar (RAP), que possui menos etapas e menor burocracia, não havendo então um Plano de Trabalho inicial. O processo então foi arquivado e outro foi aberto com a exigência da elaboração do

Estudo de Impacto Ambiental, sem ter sido emitido Plano de Trabalho ou Termo de Referência, assim então a base do EIA foi o próprio RAP elaborado anteriormente.

Para os outros três casos de estudo, as áreas de influência indireta (AII) foram pré-definidas como as bacias hidrográficas em que o traçado proposto interceptaria. As áreas diretamente afetadas (ADA) também foram comuns, sendo cada uma dessas abrangidas pela faixa de domínio da rodovia, as áreas de implantação dos dispositivos que extrapolarem a faixa de domínio, além das áreas de apoio.

Para a área de influência direta (AID) dos dois Contornos, o limite foi definido entre a linha da orla marítima e uma faixa de aproximadamente 1 quilômetro a partir do traçado da alternativa mais externa. O Trecho Serra teve sua AID pré-estabelecida pelas bacias hidrográficas que são interceptadas pela obra rodoviária.

Quanto aos Termos de Referência que foram expedidos pelo órgão ambiental, esses documentos já estavam disponíveis na biblioteca da CETESB juntamente com os EIAs/Rimas, não sendo necessária a vista de processos pelo ITAP. A seguir, o quadro 7 apresenta a síntese de exigências feita pela CETESB para todas as obras referentes à Rodovia dos Tamoios em seus quatro trechos com relação à delimitação das três áreas de influência de impactos:

Quadro 7 – As áreas de influência definidas nos Termos de Referência

EIAs	AII	AID	ADA
Contorno Sul	Bacias hidrográficas	Área delimitada por um lado pela linha da orla marítima e uma faixa de aproximadamente 1 km a partir do traçado da alternativa mais externa	A faixa de domínio da rodovia ou áreas de implantação dos dispositivos que extrapolarem a faixa de domínio, além das áreas de apoio
Contorno Norte	Municípios de Paraibuna e Caraguatatuba		
Trecho Serra		Bacias do rio Guaxinduba, Santo Antônio e partes da bacia do rio Juqueriquerê, que inclui as sub-bacias do córrego Capivaral, ribeirão Aldeia, ribeirão da Divisa e rio da Lagoa, além de parte da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Paraíba do Sul (UGRHI 02) do Estado de São Paulo que drena área do PESH a sul do Reservatório de Paraibuna, a noroeste da AID	
Subtrecho Planalto	Não houve clareza no Termo de Referência		

Fonte: Adaptado de JGP (2010, 2011a, 2011b, 2012)

Para a área de influência indireta (All) do Trecho Serra, a consultoria ambiental tinha delimitado a região por bacias hidrográficas no Plano de Trabalho, conforme visto no quadro 6. Porém, a CETESB solicitou uma mudança e demandou a definição da mesma por limite territorial. De certa forma, o limite territorial é mais abrangente do que os de bacia, pois estas bacias se localizam nos limites municipais de Paraibuna e Caraguatatuba, além de outras sub-bacias hidrográficas. A provável mudança do limite da All para o Trecho Serra foi por motivos socioeconômicos, pois o município de Paraibuna contribui para o aumento do deslocamento populacional para Caraguatatuba.

Para o TR do Contorno Sul, a CETESB aceita a proposta do PT para as áreas de influência, desde que sejam apresentados claramente os critérios empregados na definição das áreas de influência do empreendimento em função da abrangência dos impactos. Assim, a All seria limitada pelas bacias hidrográficas presentes na linha traçada da rodovia. Então, é esperado que o EIA tenha abordado a justificativa da delimitação destas áreas de influência.

Como já dito anteriormente, o processo do licenciamento ambiental para o Subtrecho Planalto mudou de RAP para EIA, então seu Termo de Referência não contém tantas informações quanto os outros três TRs das demais partes da obra rodoviária estudada. Este é mais simples e não aborda as questões de delimitação das áreas de influência dos impactos. Então, nos documentos preliminares ao EIA não foram discutidas as áreas de influência, que podem ter sido abordadas no próprio Estudo de Impacto Ambiental. O processo de licenciamento ambiental por EIA para o Subtrecho Planalto se inicia em 2007 e seu antigo processo de licenciamento ambiental por RAP está arquivado.

Assim sendo, tanto a equipe contratada pelo empreendedor como o órgão ambiental não foram claros nos documentos preliminares aos EIAs quanto à metodologia de delimitação das áreas de influência. Então, espera-se uma discussão maior sobre o assunto nos capítulos referentes a essas regiões nos EIAs.

Os documentos deveriam considerar algum outro tipo de delimitação, além daquela definida na legislação, referente às bacias hidrográficas afetadas. Uma sugestão seria a delimitação por critérios geomorfológicos, pois, de antemão, sabe-se que o contexto da geomorfologia da região a serem implantadas as obras é de três tipos distintos: planalto, serra e planície. As diferentes circunstâncias geomorfológicas

podem induzir a processos de dinâmica superficial, ocorrendo impactos diferentes do que aqueles previstos em regiões delimitadas por bacias hidrográficas.

Nos subitens a seguir, será discutida também a área de influência juntamente com o diagnóstico ambiental e os impactos ambientais para os estudos ambientais, de forma a examinar se a consultoria ambiental considerou estes documentos preliminares na elaboração dos EIAs.

Além da definição das áreas de influência, os TRs exigiram do empreendedor a caracterização do meio físico por meio de mapas, com especial atenção para os processos de instabilidade de encostas. E ainda exigiram o compromisso de identificar e elaborar mapas geológico-geotécnicos com enfoque nos processos erosivos e movimentos de massa existentes e potenciais para todas as áreas de influência. Tais informações não estavam presentes no Plano de Trabalho.

Para as Alls foi requisitado o diagnóstico ambiental mais aprofundado para o contexto geomorfológico do que aquele proposto pelos PTs da consultoria. A CETESB exigiu que a geomorfologia das áreas de influência direta e indireta fossem caracterizadas com a identificação das principais unidades geomorfológicas existentes. Além de aspectos morfológicos e fisiográficos do terreno e a dinâmica dos processos geomorfológicos ocorridos em cada unidade.

5. 2 Os Estudos de Impacto Ambiental: Definição das áreas de influência

Nos Estudos de Impacto Ambiental da Rodovia dos Tamoios, a delimitação geográfica das áreas de influência é um tópico básico para a condução dos mesmos, bem como em outros estudos ambientais. Na prática, tal procedimento constitui-se no estabelecimento das unidades espaciais de análise adotadas nos estudos, guiando não somente a elaboração do diagnóstico ambiental, mas também a avaliação dos impactos ambientais potencialmente resultantes da implantação e da operação do empreendimento.

Os quatro estudos ambientais analisados abordaram a definição das áreas de influência para delimitar geograficamente o diagnóstico do meio ambiente estudado, ou seja, a delimitação das áreas de influência foi prévio à identificação dos impactos ambientais. Assim, a avaliação dos impactos ambientais fica restrita à região previamente definida no diagnóstico ambiental.

O quadro 8 apresenta quais foram as áreas diretamente afetadas (ADA), áreas de influência direta (AID) e áreas de influência indireta (AII) dos EIAs da Rodovia dos Tamoios delimitadas pela consultoria JGP:

Quadro 8 - Áreas de influência definidas nos EIAs

EIA	ADA	AID	AII
Subtrecho Planalto	Área de intervenção direta das obras e uma faixa de 5 m	Faixa lateral de 1.000 m ao longo de cada lado da rodovia	Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e na região do Vale do Paraíba
Contorno Sul	Faixa de domínio do traçado proposto de 80 m de largura	Área delimitada por um lado pela linha da praia e pelo outro por pelo menos 1 km além da alternativa de traçado mais continental estudada	Bacias hidrográficas dos rios Guaxinduba, Santo Antônio, Juqueriquerê, córrego São Francisco, córrego São Sebastião e ribeirão Grande
Contorno Norte			
Trecho Serra	Toda a faixa de intervenção direta das obras e mais 10 m do limite do acostamento em trechos que se desenvolvem na cota do terreno natural, além das áreas de apoio necessárias durante a construção da rodovia	Bacia do Rio Juqueriquerê, que inclui as sub-bacias do Córrego Capivaral, Ribeirão Aldeia, Ribeirão da Divisa e Rio da Lagoa, além de parte da UGRHI 02	Territórios dos municípios de Paraibuna e Caragatatuba

Fonte: Adaptado de JGP (2010, 2011a, 2011b, 2012)

No Apêndices, encontram-se os mapas elaborados com todas as áreas de influência para as obras previstas da rodovia estudada, feitos com base nos mapas do Departamento de Estradas e Rodagens (DER):

- Apêndice A: Áreas de Influência do Trecho Serra;
- Apêndice B: Áreas de Influência do Contorno Sul;
- Apêndice C: Áreas de Influência do Contorno Norte;
- Apêndice D: Áreas de Influência do Subtrecho Planalto.

A mesma consultoria ambiental utilizou critérios diferentes e não justificados de um estudo para o outro para estas regiões. Nota-se, principalmente nas áreas diretamente afetadas (ADA), a discrepância nas faixas de domínio da rodovia. Na região do planalto, a ADA foi definida como a área de intervenção direta e uma faixa de somente 5 m, enquanto que na região mais litorânea do empreendimento a delimitação foi de uma faixa de 80 m além do domínio traçado. Já no trecho localizado

na região da Serra do Mar, foram designados 10 m de faixa para cada lado da rodovia, além das obras de intervenção direta.

Nos Apêndices, não é possível visualizar nos mapas elaborados as áreas de diretamente afetadas, pois as escalas escolhidas não permitem tal nitidez. Assim, as ADAs podem ser consideradas como os próprios traçados rodoviários em se tratando de visualização dos mapas.

A divergência nas áreas delimitadas que serão diretamente afetadas (ADA) não é contextualizada de um EIA para outro, pois essas áreas foram definidas em momentos e em estudos diferentes. Mesmo tendo sido a mesma consultoria ambiental elaborada desses quatro estudos ambientais, o que mostra uma falta de metodologia.

A região que intercepta o Parque Estadual Serra do Mar (Trecho Serra) é mais sensível em quesitos de supressão vegetal, de inclinação de encosta e de deflagração de movimentos de massa quando comparada às obras dos Contornos Norte e Sul (regiões de planície). No entanto, a ADA nas localidades de planície foram definidas como oito vezes maiores que as da região serrana, o que pode significar um cenário político ou socioeconômico.

O Subtrecho Planalto tem como área diretamente afetada apenas cinco metros além do seu traçado de duplicação. Esta é a parte da rodovia com menor tamanho em ADA. Como não estão claros os critérios para tal delimitação, presume-se que, por ser o único trecho totalmente em duplicação, a região já foi previamente impactada pela rodovia, e que seus impactos tenham menor raio de alcance pois já foram previstos no licenciamento ambiental do traçado anterior construído. Entretanto, tal suposição, caso tenha sido feita, não está correta, pois os impactos ambientais podem se acumular com aqueles da obra anterior e atingirem um raio de alcance ainda maior.

Além das áreas diretamente afetadas, há contradições também nas áreas de influência direta dos impactos nas quatro obras rodoviárias estudadas. O Trecho Serra foi o único que teve a limitação da AID por bacias hidrográficas. As outras três obras (Contornos Norte e Sul e Subtrecho Planalto) tiveram suas delimitações por faixas de 1 km ao longo do traçado da rodovia. Esta discrepância é bem visível nos mapas de cada parte das obra, localizados nos Apêndices deste trabalho. Novamente não houve explicação da criterização utilizada para as definições.

Essa discrepância para a AID pode ter algum critério social ou político envolvido. Esta região é conhecida pelo turismo, o que pode valorizar os terrenos próximos à rodovia.

A delimitação por faixa limita a previsão de impactos relacionados à dinâmica superficial. Quando a limitação é por bacias hidrográficas, a abrangência de diversos impactos associados ao meio físico pode ser maior, porém o raio de alcance de certos processos de movimentação de massa pode se estender além dos limites da sub-bacia. Ambas as delimitações utilizadas para as atuais AIDs não são as mais adequadas. A área de influência direta poderia ter sido definida de acordo com a sensibilidade ambiental para processos de dinâmica superficial, por exemplo.

Para a interligação rodoviária “Contorno Norte”, a área de influência indireta não foi definida com base no seu respectivo Termo de Referência. No documento prévio ao EIA, a proposta era a delimitação territorial para a área. No entanto, a consultoria integrou todas as bacias hidrográficas presentes nos limites territoriais que a CETESB tinha solicitado no TR. Assim, a All tornou-se maior em comparação ao sugerido pelo órgão ambiental. As interligações Norte e Sul têm todas as suas Alls delimitadas de forma semelhante.

O Trecho Serra definiu limites territoriais para a All, enquanto as obras na região de planalto e de planície foram delimitadas por bacias hidrográficas. Então, há outra divergência também para as Alls definidas nos estudos ambientais. Nota-se que o EIA do Trecho Serra é o que mais diverge dos outros trechos da rodovia. A divergência pode ser tanto pelo seu contexto de maior sensibilidade como também por ter sido o EIA mais recente que foi aprovado.

Nos documentos dos EIAs não está escrito de forma clara quais foram os fundamentos para tais demarcações, situação que também ocorreu nos respectivos Planos de Trabalho e nos Termos de Referência. Realmente, nem em bibliografias e ou em legislação, não há uma norma padrão para tal. A equipe técnica contratada seguiu a legislação e abordou somente as bacias hidrográficas para delimitar espacialmente as áreas a serem afetadas por impactos ambientais das obras referentes à rodovia dos Tamoios. E o órgão ambiental acatou com a decisão prévia da equipe elaboradora dos estudos ambientais.

De modo geral, a discussão sobre a delimitação das áreas de influência nos quatro estudos ambientais analisados ocorre de forma rápida e simples. Não há detalhes e nem justificativas de nenhuma espécie para tais delimitações. Os capítulos nos EIAs estão logo antes do diagnóstico ambiental, de forma a limitá-lo antes mesmo do próprio levantamento do meio físico, biótico e social.

Logo, não foi considerado sequer algum critério do meio físico, seja geológico ou geomorfológico para se definir as áreas de influência nos documentos anteriores aos EIAs. Visto o registro histórico da região da Serra do Mar para acidentes relacionados a desastres naturais, seria importante ser abordado o contexto do meio físico para definir estas áreas.

5. 3 Os Estudos de Impacto Ambiental: Análise do diagnóstico ambiental do meio físico

De acordo com os quatro Estudos de Impacto Ambiental escolhidos para esta pesquisa, a descrição das áreas de estudo para os aspectos do meio físico é exposta na forma de quadros, sintetizando assim as informações contidas em todos os quatro EIAs levantados. O meio físico novamente não foi abordado de forma a delimitar as áreas de influência. Estas foram definidas antes do levantamento do meio físico e, assim, sua análise ficou restrita espacialmente para as áreas já definidas, que são as áreas de influência indireta do empreendimento, não sendo feita uma discussão dos limites das áreas de influência após o diagnóstico ambiental.

Então, nesta parte da pesquisa será exposto o diagnóstico ambiental para a geologia, geotecnia, geomorfologia e pedologia de acordo com os EIAs e sua discussão será relacionada com as áreas de influências que deveriam ter sido definidas pelos estudos ambientais e também sua correlação com processos de dinâmica superficial.

5.3.1 Geologia

A área de influência indireta do empreendimento é constituída por rochas proterozoicas e mesozoicas do embasamento cristalino e por sedimentos quaternários de origem continental, marinha e mista, mostradas no apêndice E no mapa geológico da região e suas classes de litologia, que foi elaborado a partir do mapa original da CPRM de 2005 (PERROTTA et al., 2015).

As rochas que ocorrem na somatória das Áreas de Influência Indireta (AII) do empreendimento constituem sete agrupamentos distintos quanto às características da alteração e ao seu comportamento frente às diferentes atividades antrópicas, destacando-se: os granitos, gnaisses e granitoides; rochas metabásicas; rochas

cataclásticas; sedimentos aluviais; sedimentos colúvio-aluviais; sedimentos marinhos e sedimentos mistos (JGP, 2010, 2011a, 2011b, 2012). Os próximos quadros apresentam os principais atributos, as características geotécnicas e as medidas preventivas para a ocupação de áreas constituídas por esses agrupamentos de rochas, de acordo com a sua localização nos trechos das obras da rodovia.

O quadro 9 apresenta informações gerais da geologia para toda a região em que se localiza as obras referentes a Rodovia dos Tamoios e seus Contornos.

Quadro 9 - Geologia comum para as áreas de influência

EIAs	Tipo de Rocha ou Sedimento	Restrições e Comportamento Geotécnico
Contornos Sul Subtrecho Planalto Contorno Norte Trecho Serra	Granitos, Granitoides e Gnaisses	Erosão em sulcos nos cortes; Escorregamento em taludes; Instabilidade e queda de blocos por descalçamento em taludes de corte e em superfícies de encosta
	Rochas cataclásticas	Problemas de instabilidade e erosão acentuada devido à foliação vertical em conjugação com sistemas de juntas subverticais

Fonte: Adaptado de JGP (2010, 2011a, 2011b, 2012)

Os granitos, granitoides e gnaisses são rochas que apresentam composição e alterações bem semelhantes e podem ser analisadas em conjunto. A alteração dessas rochas tem como resultado a formação de solos arenossiltosos ou argilossiltosos e micáceos, com o teor de areia e silte variando em consequência do teor de quartzo e feldspato das rochas (JGP, 2010, 2011a, 2011b, 2012). Assim, há predominância em termos argilosos e siltosos nas porções mais micáceas, e termos argilo-arenosos e areno-argilosos, com grânulos e fragmentos de quartzo, nas porções quartzo-feldspáticas. Esta condição favorece o desenvolvimento de intenso processo erosivo, como voçorocas e ravinas (INFANTI JR & FORNASARI FILHO, 1998).

A presença de unidades pré-cambrianas deformadas e metamorfizadas (gnaisses, xistos, entre outros) em traçados de rodovias é um sinal de alerta para possíveis processos de movimentos de massa. O corte da rodovia ao interceptar estruturas previamente existentes, tais como bandamentos, xistosidades e foliações, pode deflagrar eventos de dinâmica superficial (AUGUSTO FILHO & VIRGILI, 1998).

Problemas de instabilidade e de acentuada erosão estão associados a rochas cataclásticas presentes em toda a região de estudo. Assim, é de importante atenção esta tipologia de rocha que ocorre na área total do empreendimento, de forma a prever certos impactos ambientais, como movimentação de massa.

Também foi listada a geologia que ocorre somente para a região em que a rodovia percorre o Contorno Sul, esboçada no quadro 10.

Quadro 10 - Geologia da All para o EIA do Contorno Sul

EIAs	Tipo de Rocha ou Sedimento	Restrições e Comportamento Geotécnico
Contorno Sul	Rochas metabásicas	Dificuldade de terraplenagem e abertura de valas devido à presença eventual de matacões e à irregularidade do topo rochoso

Fonte: Adaptado de JGP (2010)

Segundo JGP (2010), as rochas metabásicas, presentes unicamente na região do Contorno Sul, são constituídas por: metagabros, metadioritos, quartzo dioritos gnáissicos e orto-anfibolitos e os metadiabásios, metagabros ou metabasaltos. Esses são intercalados às rochas gnáissicas e granitoides, apresentando granulação média a grossa, com foliação pouco desenvolvida. De modo geral, rochas desse tipo ocorrem associadas e formam corpos de diferentes dimensões.

Esta irregularidade no topo rochoso das rochas metabásicas, se associada a vertentes com alto grau de inclinação, como escarpas, é uma situação deflagradora de processos de dinâmica superficial, principalmente as corridas de detritos. O raio de alcance e velocidade das corridas de detritos (*debris flow*) são maiores, assim a atenção para essa região do Contorno Sul deve ser maior para a influência de impactos ambientais e esta está localizada em um contexto urbano.

Esta All específica para o Contorno Sul pode ser aumentada visando abranger todo o raio de alcance de um processo de dinâmica superficial, visto sua sensibilidade e predisposição para tais eventos.

Além desses litotipos, também ocorrem outros quatro tipos de rochas: sedimentos colúvio aluviais e sedimentos aluviais (Contornos Sul e Subtrecho Planalto), e sedimentos de origem mista e sedimentos marinhos (Trecho Serra e Contornos Norte e Sul), todos descritos no quadro 11.

Quadro 11 - Geologia comum para All dos EIAs

EIAs	Tipo de Rocha ou Sedimento	Restrições e Comportamento Geotécnico
Contorno Sul	Sedimentos colúvio-aluviais	Ocorrência de processo de piping, que pode provocar erosão remontante e desestabilização de blocos e matacões
Subtrecho Planalto	Sedimentos aluviais	Erosão lateral e vertical do canal e das margens
Trecho Serra	Sedimentos mistos	Solos moles com estabilidade precária das paredes de escavação, recalque de fundações e danificação das redes subterrâneas por recalque
Contorno Norte		
Contorno Sul	Sedimentos marinhos	Encharcamento causado pela baixa inclinação desses terrenos, o que dificulta o escoamento superficial; Erodibilidade dos solos arenosos devido à baixa coesão

Fonte: Adaptado de JGP (2010, 2011a, 2011b, 2012)

Os sedimentos aluviais são frequentes na área do Planalto e do Contorno Sul, ocorrendo em planícies de inundação ao longo dos canais fluviais. São sedimentos inconsolidados, com baixa capacidade de suporte e são constituídos por argila orgânica, argila siltosa, areia fina argilosa e ocasionalmente cascalhos (JGP, 2010, 2011a). Quando associados a regiões planas, frequentemente ocorrem depósitos inconsolidados, com elevados teores de umidade e matéria orgânica, conhecidos como solos moles. Tais solos estão relacionados a problemas de instabilidade e de deformações, do tipo recalque (RODRIGUES & LOPES, 1998).

De acordo com JGP (2010, 2011a), os sedimentos colúvio-aluviais têm areia fina argilosa, argila orgânica, argila siltosa e cascalhos em sua constituição, apresentando também blocos e matacões dispersos. Depósitos coluviais estão em condições de estabilidade precárias, que até pequenos cortes e aterros podem aumentar a movimentação de rastejos, cujas velocidades aumentam ainda mais em condições de saturação nas épocas chuvosas (INFANTI JR & FORNASARI FILHO, 1998). Nos cones de dejeção e corpos de tálus, blocos e matacões com matriz argilo-arenosa com grânulos são predominantes.

Depósitos detríticos de encostas, como os coluviões e tálus, apresentam mecanismos de instabilização particulares, de acordo com a origem dos materiais mobilizados por movimentos de encostas – escorregamentos, quedas, corridas. A composição textural dos tálus é heterogênea e é comum os corpos de tálus se encontrarem saturados, pois ocupam linhas de drenagem ou base de encostas.

Assim, é sensível a alterações do nível freático, o que pode deflagrar rastejos (AUGUSTO FILHO & VIRGILI, 1998).

Exceto a região do Subtrecho Planalto, toda a All da rodovia possui sedimentos mistos e marinhos. Os sedimentos de origem mista são argilo-siltosos e areno-siltosos, ricos em fragmentos vegetais e conchas, depositados em ambientes lagunares e de planícies de marés com contribuição fluvial (JGP, 2010, 2011b, 2012).

Na região, a distribuição das rochas e do relevo está condicionada aos processos tectônicos e às variações do nível marinho que têm ocorrido durante o Cenozoico e que foram importantes para a configuração atual da paisagem. Os movimentos tectônicos controlam os processos erosivos e a formação das escarpas, enquanto as mudanças do nível marinho seriam responsáveis pela sedimentação quaternária na planície costeira (JGP, 2010, 2011b, 2012).

De forma geral, a geologia local para as Alls evidencia novamente a preocupação com os condicionantes de processos de dinâmica superficial, principalmente nas áreas com presença de corpos colúvio-aluviais e tálus. A composição geológica baseada em sedimentos colúvio-aluviais e em granitoides confere à região uma instabilidade de encostas e possíveis escorregamentos de taludes e queda de blocos.

Assim, uma proposta melhor para tal região estudada seria a flexibilização das áreas de influência dos impactos para incluir essas regiões sensíveis como locais de atenção para a movimentação de massa. Normalmente os escorregamentos ocorrem a montante e se deslocam para a drenagem nas partes baixas, logo a área abrangente para este impacto pode ter sido subestimada em relação ao raio de alcance do evento de movimento de massa.

Por isso, é de extrema importância saber o raio de alcance de um evento de dinâmica superficial a fim de prevenir certos impactos e desastres naturais. Para o caso da região estudada, o histórico de tais eventos ao longo de décadas torna ainda mais crucial a delimitação das áreas de influência relacionadas ao contexto do meio físico. Contudo, isto não foi considerado nos EIAs examinados.

Este contexto geológico vulnerável para movimentação de massa foi requisitado pelo órgão ambiental para ser discutido durante o diagnóstico ambiental. Entretanto, o contexto não foi correlacionado à uma nova delimitação de área de influência caso fosse julgado extremamente vulnerável alguma região.

5.3.2 Geomorfologia

Para estudos integrados de paisagem, os dados geomorfológicos são fundamentais. A análise do relevo permite a identificação de interações dinâmicas que ocorrem no substrato rochoso e variações climáticas, além de identificar processos erosivos e composição de solos. São informações indispensáveis para avaliar movimentos de massa e instabilidade de terrenos (SANTOS, 2004).

O relevo delimitada para as áreas de influência indireta dos impactos ambientais das obras da rodovia é descrita nesta fase da pesquisa, sendo de importante interesse para a discussão dos objetivos da mesma. Para isso, também foram tabulados os atributos geomorfológicos na forma de quadros, além da ilustração presente no apêndice G no mapa geomorfológico da região com os aspectos do relevo presentes em toda a extensão da rodovia estudada. O mapa foi adaptado a partir do original elaborado pelo IPT no ano de 1981 (PONÇANO et al., 1981).

De modo geral, a soma das Áreas de Influência Indireta (AII) compreende um trecho da Zona Serrania Costeira (Subzona Serra do Mar) e da Zona Baixada Litorânea, pertencentes à Província Costeira, e trechos do Planalto Atlântico, representado na área pelas zonas Planalto de Paraitinga, Planalto Paulistano e Médio Vale do Paraíba (JGP, 2010, 2011a, 2011b, 2012). O quadro 12 apresenta a síntese dos aspectos geomorfológicos da região completa das obras da rodovia com seus tipos de relevo, morfografia, substrato rochoso e morfodinâmica.

Quadro 12 - Síntese da geomorfologia em comum nos quatro EIAs para All

EIAs	Tipo de Relevo	Morfografia	Substrato Rochoso	Morfodinâmica
Contorno Sul Subtrecho Planalto Contorno Norte Trecho Serra	Morrotes baixos (Decl.: > 15% e Ampl: < 100m)	Associam-se com colinas, têm topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos; Drenagem de alta densidade, padrão em treliça, vales fechados e abertos, com planícies aluvionares restritas	Rochas graníticas, migmatitos heterogêneos de paleossoma xistoso; Xistos de constituição variada, mármore, calciossilicáticas e metassiltitos, gnaisses e granulitos, leptinitos, quartzitos mármore dolomíticos, rochas calcossilicáticas; Granulitos, charnoquitos e granulitos migmatizados	Erosão laminar, em sulcos, reentalhe de canal ocasionais e de baixa intensidade; Rastejo localizado e de moderada intensidade
	Morros paralelos (Decl.:> 15% e Ampl: 100 - 300m)	Topos arredondados, vertentes com perfis convexos a retilíneos; Drenagem de alta densidade, padrão em treliça e subdendrítico; Vales fechados a abertos com planícies aluvionares desenvolvidas		Erosão laminar, em sulcos, reentalhe de canal ocasionais e de moderada intensidade; Rastejo frequente de moderada a alta intensidade; Escorregamentos rotacionais ocasionais
	Serras Alongadas (Decl.: > 15% e Ampl: 100 > 300m)	Topos angulosos, vertentes ravinadas com perfis retilíneos e abruptos; Drenagem de alta densidade, padrão paralelo pinulado e vales fechados	Rochas graníticas, migmatitos heterogêneos de paleossoma xistoso, gnáissico ou anfibolítico	Erosão laminar, em sulcos, reentalhe de canal, rastejo; Escorregamento e queda de blocos frequentes e de moderada a alta intensidade
	Escarpas Festonadas (Decl.: > 30% e Ampl:> 100 m)	Dissecadas em Anfiteatros, formados por interflúvios de topos angulosos, vertentes com perfis retilíneos; Drenagem de alta densidade, padrão subparalelo a dendrítico e vales	Rochas graníticas, gnaisses, leptinitos, quartzitos mármore dolomíticos, rochas calcossilicáticas; Granulitos, charnoquitos e granulitos migmatizados	
	Escarpas com Espigões Digitados (Decl.: > 30% e Ampl:> 100 m)	Dissecada por grandes espigões subparalelos com topos angulosos, vertentes com perfil retilíneo; Drenagem de alta densidade, padrão paralelo e pinulado e vales fechados		

Fonte: Adaptado de JGP (2010, 2011a, 2011b, 2012)

A geomorfologia levantada para todos os quatro estudos ambientais tiveram cinco atributos comuns: morrotes baixos, morros paralelos, serras alongadas, escarpas festonadas e escarpas com espigões digitados (JGP, 2010, 2011a, 2011b, 2012). A legenda do mapa geomorfológico (Apêndice F) para estas formas de relevo é: relevo de morros (243, 244 e 245), relevo de morrotes baixos (231) e relevo de escarpas (521 e 522).

De acordo com JGP (2010, 2011a, 2011b, 2012), além destes cinco tipos de relevo que são comuns para as quatro áreas de estudo, também serão apresentadas e discutidas as outras formações de relevo que são afins para as regiões, tais como planície costeira, montanhas com vales profundos, mar de morros e morros com serras restritas, sintetizado no quadro 13. A legenda do mapa geomorfológico (Apêndice F) para estas formas de relevo é: relevo de planície costeira (121) e as outras já foram citadas no parágrafo anterior. A discussão de todo o contexto geomorfológico será feita logo após a apresentação do quadro 13.

Quadro 13 - Síntese do relevo em comum nos EIAs para All

EIAs	Tipo de Relevo	Morfografia	Substrato Rochoso	Morfodinâmica
Contorno Sul Contorno Norte Trecho Serra	Planície Costeira	Terrenos baixos e planos, com baixa densidade de drenagem, padrão meandrante por vezes anastomosado, associados com depressões e cordões de praia, dunas e praias	Areias fina a grossa, restos de concha e de vegetais	Ação erosiva e de deposição de ondas e rios e ação eólica
	Montanhas com vales profundos (Decl.: > 15% e Ampl: > 300 m)	Topos angulosos a arredondados, vertentes com perfis retilíneos a convexos; Drenagem de alta densidade, padrão dendrítico e vales fechados	Rochas graníticas, gnaisses, leptinitos, quartzitos mármores dolomíticos, rochas calcossilicáticas; granulitos, charnoquitos e granulitos migmatizados	Erosão laminar, em sulcos, reentalhe de canal, rastejo; Escorregamento e queda de blocos frequentes e de moderada a alta intensidade
Subtrecho Planalto Trecho Serra Contorno Norte	Mar de Morros (Decl.: > 15% e Ampl: 100-300 m)	Topos arredondados, vertentes com perfis convexos a retilíneos; Drenagem de alta densidade, padrão dendrítico a retangular, vales abertos a fechados com planícies aluvionares restritas	Rochas graníticas, migmatitos heterogêneos de paleossoma xistoso; Xistos de constituição variada mármores, calcossilicáticas e metassiltitos, gnaisses e granulitos, leptinitos, quartzitos mármores dolomíticos, rochas calcossilicáticas; Granulitos, charnoquitos e granulitos migmatizados	Erosão laminar, em sulcos, reentalhe de canal ocasionais e de moderada intensidade; Rastejo frequente de moderada a alta intensidade; Escorregamentos rotacionais ocasionais
Subtrecho Planalto Contorno Norte	Morros com serras restritas (Decl.: > 15% e Ampl: 100-300 m)	Morros com topos arredondados, vertentes com perfis retilíneos, às vezes abruptos, presença de serras restritas; Drenagem de alta densidade, padrão dendrítico a pinulado, vales fechados, planícies aluvionares restritas	Rochas graníticas, migmatitos heterogêneos de paleossoma xistoso, gnáissico ou anfibolítico	Erosão laminar, em sulcos, reentalhe de canal, rastejo; Escorregamento e queda de blocos frequentes e de moderada a alta intensidade

Fonte: Adaptado de JGP (2010, 2011a, 2011b, 2012)

De maneira abrangente, a dinâmica superficial do relevo de toda a região (planalto, escarpas e planície costeira) constitui um todo dinâmico, onde os processos atuantes em cada um deles têm reflexos no outro, com diferentes magnitudes. Assim, a intensidade e a frequência dos processos erosivos que predominam no planalto e nas escarpas interferem diretamente na magnitude dos processos de deposição que são predominantes na planície costeira.

Os processos erosivos são de baixa intensidade nos morrotes, sendo caracterizados pela ação generalizada do escoamento superficial e erosão laminar, além da ocorrência restrita de rastejo nas porções mais íngremes das encostas (JGP, 2010, 2011a, 2011b, 2012). Nesses relevos, predominam vales erosivos com acentuado entalhamento dos canais que removem quantidades significativas de detritos.

Os rastejos podem causar danos significativos em encostas e taludes adjacentes a obras, além de causar problemas nas fundações de pilares de pontes, viadutos, entre outros. Os rastejos podem evoluir para escorregamentos, quando a velocidade dos mesmos aumenta, como já citado na descrição dos outros critérios do meio físico.

Os relevos de morrotes e de morros no planalto, apesar de se diferenciarem pela amplitude, apresentam encostas com declividades (médias a altas) e têm constituição semelhante (JGP, 2010, 2011a, 2011b, 2012). Essas características geomorfológicas condicionam uma dinâmica similar, sendo caracterizada pela presença de erosão laminar e de erosão em sulcos ocasionais e de baixa intensidade, e também pela ocorrência de rastejo, escorregamentos planares e rotacionais frequentes e de moderada intensidade, associados a episódios de pluviosidade elevada. Para este contexto geomorfológico, é necessário ter atenção para a indução de processos dinâmicos superficiais, associados também à conjuntura geotécnica.

Conforme JGP (2010, 2011a, 2011b, 2012), este cenário geomorfológico ocorre predominantemente em grande parte das obras relacionadas ao estudo de caso. Os morros e montanhas são os terrenos com intensidade moderada a alta dos processos erosivos, com ocorrência frequente de erosão laminar, ravinamento, entalhe de drenagem, rastejo e escorregamentos. Nas áreas com florestas, os processos erosivos têm menor frequência e intensidade, ocorrendo erosão laminar, rastejo e escorregamentos. Entretanto, em locais onde as atividades antrópicas alteram o perfil das encostas e dos solos (como terraplenagem e cortes), geralmente o escoamento

superficial se concentra e a formação de ravinas afeta indistintamente esses relevos do planalto, provocando assoreamento de canais fluviais e fundos de vale. Escorregamentos são associados a chuvas tropicais intensas e podem dar origem a corridas de massa, que por sua vez têm maior raio de alcance do que os escorregamentos.

Na Serra do Mar, a amplitude e a declividade das escarpas caracterizam um relevo de alta energia potencial, sendo intensificado pelo elevado índice pluviométrico da região (floresta tropical úmida). Tais condições permitem diferenciar, nessas áreas, dois conjuntos de processos: um ligado à alteração das rochas e aos movimentos de massa, e outro associado ao escoamento superficial e ao escoamento fluvial.

Nas escarpas serranas, as águas pluviais se concentram de forma rápida devido ao declive acentuado das encostas, aumentando a capacidade erosiva e o transporte de detritos grosseiros, principalmente se associados a rochas metabásicas, como no caso da área de influência indireta do Contorno Sul (JGP, 2010). Assim, como já dito, é uma região de importante atenção devido à sua condição de urbanização e de possível alcance das consequências de escorregamentos e corridas de massa.

O intemperismo que ocorre nas escarpas é intenso e predominantemente químico, que resulta na formação de horizontes de alteração de constituição argilo-silto-arenosa, cuja predominância é consequente da composição da rocha.

A remoção do material alterado ocorre principalmente através de movimentos gravitacionais de massa (rastejo, escorregamento, fluxo de detritos e queda de blocos), e dos processos relacionados com transporte de massa (erosão superficial laminar, em sulcos e ravinas) que tem sua ação minimizada pela cobertura florestal.

Após a ocorrência de escorregamentos, e por consequência há perda da cobertura vegetal, as regiões afetadas sofrem a ação do escoamento superficial laminar ou concentrado. Este atua na remoção do material exposto na vertente e/ou acumulado, que intensifica os processos erosivos e o atulhamento dos canais.

Em períodos com altos índices de precipitações, o intenso encharcamento do solo pode favorecer a ocorrência de fluxos de detritos, com grande poder de destruição. Nas escarpas serranas, o escoamento superficial das águas pluviais concentra-se rapidamente nos talvegues devido à forte inclinação, o que gera um escoamento torrencial. Deve-se ter uma maior atenção para esta fisiografia quanto à área de influência que um impacto (como uma corrida de detritos) pode atingir.

As quedas de blocos podem ocorrer devido a um processo localizado associado a segmentos de encostas mais íngremes e com afloramentos rochosos. A conjugação de sistemas de juntas com a foliação favorece o desprendimento de blocos, que se acumulam no sopé da encosta e formam corpos de tálus ou campos de matacões, que geralmente se acumulam na Baixada Litorânea (JGP, 2010, 2011a, 2011b, 2012).

Os corpos de tálus são detritos acumulados de sopé de escarpas ou de vertentes muito íngremes. Estes são compostos por matacões, blocos e materiais finos sem estruturas. A ocorrência de escorregamentos e queda de blocos é associada à sua formação, que são condicionados pelo fraturamento do maciço rochoso, por processos de alteração de encostas e também pela ação da gravidade, muito comum no sopé de serras da região Sudeste do Brasil (MOREIRA & PIRES NETO, 1998).

As encostas da Serra do Mar são terrenos extremamente sensíveis a qualquer tipo de interferência devido à acentuada inclinação. As interferências antrópicas tendem a diminuir as suas condições de estabilidade, logo podem intensificar os movimentos de massa e a ação erosiva das drenagens serranas. Assim, obras lineares de vias de acesso, tais como ferrovias, rodovias, oleodutos e dutos, intensificam a ação dos processos erosivos e o fornecimento de detritos para a planície costeira.

Desta forma, é evidente a preocupação de ocorrência de erosões laminares, escorregamentos e quedas de blocos nesta região devido ao relevo descrito. Mesmo havendo vários tipos de fisiografia, todos possuem a tendência de movimentos de massa. Cada tipo de relevo nesta região tem a sua potencialidade (de média a alta) para impactos ambientais devastadores, como aquele ocorrido em 1967 no município de Caraguatatuba. De acordo com JGP (2010, 2011a, 2011b, 2012), a tendência para escorregamentos e rastejos é de moderada a alta para praticamente todos a geomorfologia local: morrotes, morros, serras, escarpas, montanhas e mares de morros.

Mesmo após a apresentação do contexto geomorfológico de forma clara nos EIAs do estudo de caso, a equipe técnica não o considerou para definição das áreas de influência de impactos ambientais, e nem mesmo para uma possível redefinição das mesmas.

Uma solução para este caso de rodovia que intercepta diferentes tipologias de relevo seria a divisão das áreas de influência de impactos nas suas diversas geomorfologias. O raio de alcance de cada impacto não é semelhante para o contexto geomorfológico em cada partição da rodovia. Esta ideia será considerada para a proposta de novas áreas de influência com aplicação no estudo de caso da Rodovia dos Tamoios que será apresentada na conclusão desta pesquisa.

5.3.3 Pedologia

De acordo com Oliveira et al. (1999), os solos que ocorrem na região do litoral norte do estado de São Paulo e no Vale do Paraíba são de três tipos principais: latossolos vermelho-amarelo, cambissolos háplicos e argissolos vermelho-amarelo.

Os cambissolos e argissolos estão associados aos relevos mais dissecados e às áreas serranas, enquanto os latossolos predominam em relevos menos dissecados e os gleissolos melânicos restritos à planície fluvial do rio Paraíba do Sul (JGP, 2010, 2011a, 2011b, 2012). O quadro 14 refere-se aos tipos de solos levantados pela consultoria ambiental para os estudos de impacto ambiental da Rodovia dos Tamoios.

Quadro 14 - Pedologia comum para as AI

EIAs	Simbologia	Tipos de solos
Contornos Sul	LVA 9	Latossolos vermelho-amarelo
Contornos Sul Contorno Norte Trecho Serra	CX 10	Cambissolos háplicos
	CX 11	
	ES 1	Espodossolos ferrocárbicos
Subtrecho Planalto	CX 7	Cambissolos háplicos
	CX 19	
	PVA 40	Argissolo vermelho-amarelo
	PVA 65	
	LVA 16	Latossolos vermelho-amarelo
	LVA 32	
	LVA 40	
	GM	Gleissolos marinhos
Subtrecho Planalto Contorno Norte Trecho Serra	PVA 25	Argissolo vermelho-amarelo
	LVA 15	Latossolos vermelho-amarelo
	LVA 19	
	PVA 49	

EIAs	Simbologia	Tipos de solos
Contorno Norte Trecho Serra	PVA 23	Argissolo vermelho-amarelo
	PVA 66	
Subtrecho Planalto Trecho Serra	PVA 26	

Fonte: Adaptado de JGP (2010, 2011a, 2011b, 2012)

De acordo com JGP (2010, 2011a, 2011b, 2012), os cambissolos háplicos distróficos textura argilosa e média, fase não rochosa e rochosa se associam a latossolos vermelho-amarelos distróficos textura argilosa, ambos com A moderado e proeminente. A associação ocorre sobre gnaisses, granitos e granitoides do embasamento cristalino, em relevo forte ondulado, montanhoso e escarpado que caracterizam muitos relevos da região: as escarpas da Serra do Mar, os morrotes e morros isolados na Planície Costeira, e os morros pequenos do Planalto de Juqueriquerê.

Esses solos são característicos pela elevada capacidade de degradação, elevada erodibilidade, além de limitação forte a muito forte para a trafegabilidade devido à presença de afloramentos rochosos e forte inclinação do relevo em que ocorrem. Portanto, não são os mais adequados para a escolha de um traçado rodoviário.

Os argissolos vermelho-amarelos que ocorrem em relevos morros paralelos, em morros com serras restritas e em escarpas festonadas são distróficos (com A moderado, textura média/argilosa e argilosa cascalhento ou não) e podem estar em associação com latossolos vermelhos-amarelos distróficos (A moderado e textura argilosa ou com argissolos vermelhos eutróficos A moderado e textura média-argilosa). Esse tipo pedológico se desenvolve sobre granitos, migmatitos estromatíticos, oftalmíticos, facoidais de paleossoma gnáissico e xistoso, gnaisses e migmatitos com granulitos, leptinitos, xistos, quartzitos mármores dolomíticos, rochas calcossilicáticas, charnoquitos, granulitos migmatizados do embasamento cristalino, que se formam também sobre arenitos com lentes de folhelhos, arenitos arcoseanos e conglomeráticos (JGP, 2010, 2011a, 2011b, 2012).

Nos relevos do Planalto, ocorrem latossolos vermelho-amarelos distróficos, textura argilosa, que predominam sobre os cambissolos háplicos distróficos de textura argilosa e média. Os LVA estão também associados a terrenos montanhosos,

fortemente ondulados, que correspondem aos relevos de mar de morros, morros paralelos, morros com serras restritas e montanhas com vales profundos. Desenvolvem-se sobre granitos foliados de granulação fina a média, porfirítico e de composição granodiorítica a granítica, migmatitos heterogêneos com paleossoma xistoso, gnáissico ou anfibolítico, associados a termos homogêneos com estruturas oftalmítica e facoidal, xistos de constituição variada, mármore, calciossilicáticas e metassiltitos migmatitos estromatíticos, oftalmíticos, facoidais de paleossoma gnáissico e xistoso (JGP, 2011a).

Latossolos possuem uma boa drenagem interna e elevada permeabilidade, limitando os efeitos da erosão laminar, porém favorecem a contaminação do lençol freático. São solos com aptidão para uso rodoviário na implantação de leitos e são regiões com menor predisposição para movimentos de massa.

Os espodossolos (ES 1) são solos arenosos e quartzosos em sua essência, que se assemelham quanto ao comportamento físico e químico a neossolos quartzarênicos (JGP, 2010, 2011b, 2012). São solos desprovidos de reservas minerais e nutrientes, com muita porosidade e elevada permeabilidade, geralmente com nível freático elevado e próximo à superfície, aumentando a vulnerabilidade a contaminações.

Os latossolos e os espodossolos são tipos de solo que podem ser frágeis para impactos de contaminação subterrânea, caso haja acidentes de tombamentos de veículos transportadores de produtos químicos. Então, a grande maioria da região geográfica do empreendimento é vulnerável para este tipo de contaminação.

A conjuntura pedológica regional também foi outro aspecto do meio físico que não foi abordado na definição das áreas de influência dos quatro EIAs examinados. A pedologia associada aos contextos geomorfológico e geológico pode influenciar na abrangência e prevenção de impactos ambientais. A junção destes três critérios (geologia, geomorfologia e pedologia) é o que caracteriza o comportamento geotécnico, que será discutido no próximo subitem da pesquisa.

5.3.4 Comportamento Geotécnico

Como interpretação da discussão geomorfológica, geológica e pedológica de forma integrada, os estudos de impacto ambiental propõem áreas que são mais propensas para impactos ambientais relacionados ao meio físico. Esta discussão da suscetibilidade geoambiental para os terrenos localizados em cada trecho da obra rodoviária está presente na forma de quadros. O quadro 15 está distribuído em duas páginas e apresenta somente as regiões com suscetibilidade média, alta e muito alta a impactos ambientais relacionados a terrenos.

O apêndice G contém o mapa do comportamento geotécnico local, que apresenta as áreas com suscetibilidade a processos de dinâmica superficial. Este mapa foi elaborado a partir da Carta Geotécnica do Estado de São Paulo (NAKAZAWA et al., 1994).

Quadro 15 - Suscetibilidade Geoambiental da região da rodovia dos Tamoios

EIAs	Terreno	Substrato Rochoso	Pedologia	Dinâmica Superficial	Suscetibilidade Geoambiental
Trecho Serra Contornos Sul Contorno Norte	Escarpas festonadas e Escarpas em espigões	Gnaisses migmatíticos com bandas quartzo feldspáticas e máficas, de composição monzogranítica; gnaisses kinzigíticos, rochas calcissilicatadas, anfibolitos; hornblenda-biotita gnaisses, granitoide porfiroide e augen gnaisse, metabasitos e rochas cataclásticas	Cambissolos Háplicos textura argilosa e média	Escorregamentos naturais e induzidos	MUITO ALTA
				Erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentações de terras	ALTA
Subtrecho Planalto	Escarpas festonadas e Escarpas com Espigões digitados	Rochas graníticas, gnaisses, leptinitos, quartzitos mármores dolomíticos, rochas calcossilicáticas; granulitos, charnoquitos e granulitos migmatizados		Escorregamentos naturais e induzidos	MUITO ALTA
				Erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentações de terras	ALTA
Contornos Sul	Morros pequenos, Morros e Montanhas, Morrotes e Morros paralelos e Morrotes pequenos	Gnaisses migmatíticos com bandas quartzo feldspáticas e máficas, de composição monzogranítica; gnaisses kinzigíticos, rochas calcissilicatadas, anfibolitos; hornblenda-biotita gnaisses, granitoide porfiroide e augen gnaisse, metabasitos e rochas cataclásticas	Latossolos Vermelhos-Amarelos Distróficos, A moderado e Textura argilosa, que se associam a Cambissolos Háplicos Distróficos textura argilosa e média, ambos com A moderado a proeminente	Erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentações de terras	ALTA
				Escorregamentos naturais e induzidos	MÉDIA
Contorno Norte	Sopé das escarpas, na transição dos trechos serranos para os de baixada	Cones de dejeção e corpos de tálus	Cambissolos Háplicos Distróficos textura argilosa média, fase não rochosa e rochosa	Recalques diferenciais; dificuldades de escavação; impacto por escorregamentos a montante	MÉDIA
				Rastejo frequente e de alta intensidade; Escorregamentos ocasionais e de alta intensidade; Acúmulo de detritos ocasionais a montante	ALTA

EIAs	Terreno	Substrato Rochoso	Pedologia	Dinâmica Superficial	Suscetibilidade Geoambiental
Subtrecho Planalto	Mar de Morros e Morros paralelos	Granitos foliados de granulação fina a média, porfirítico e de composição granodiorítica a granítica; Migmatitos heterogêneos com paleossoma xistoso, gnáissico ou anfibolítico, associados a termos homogêneos com estruturas oftalmítica e facoidal e migmatitos estromatíticos, oftalmíticos, facoidais de paleossoma gnáissico e xistoso	Latosolos Distróficos textura argilosa que se associam a Cambissolos Háplicos Distróficos, textura média e argilosa, ambos com A moderado a proeminente, por vezes com fase pedregosa	Escorregamentos naturais e induzidos	MÉDIA
				Erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentações de terras	ALTA
Trecho Serra	Planícies fluviais	Sedimentos aluviais continentais quaternários	Gleissolos Melânicos Distróficos, Tb textura argilosa, associados a Neossolos Flúvicos, Tb textura média e Organossolos Distróficos	Inundações, recalques, assoreamento e solapamento de margens	ALTA
Contornos Sul				Recalques por adensamento de solos moles e inundações diárias associadas às marés	MUITO ALTA
Contornos Sul Trecho Serra Subtrecho Planalto Contorno Norte	Planície flúvio-marinha, com canais meândricos e áreas alagadiças	Sedimentos marinhos remobilizados pelos rios	Gleissolos Sállicos (solonchacks) Órticos associados a Espodossolos Ferrocárbicos hidromórficos com A proeminente e moderado, textura arenosa	Recalques por adensamento de solos moles e inundações pluviais	ALTA

Fonte: Adaptado de JGP (2010, 2011a, 2011b, 2012)

As áreas que são mais sujeitas a escorregamentos, tanto naturais quanto induzidos, se localizam na região dos Contornos Sul e Norte e também no Trecho Serra, no contexto geomorfológico de escarpas festonadas e em escarpas espigões (JGP, 2010, 2011b, 2012). Quando associadas a solos constituídos por cambissolos háplicos e a um substrato rochoso com gnaisses e granitoides, sua suscetibilidade geoambiental se torna muito alta, que é a região I do mapa geotécnico (Apêndice G) próximo aos traçados do Trecho Serra e do Contorno Norte. Esta região I está presente na localização comum das áreas de influência direta destas três partes da rodovia.

Este mesmo contexto propicia também uma alta suscetibilidade para erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimentações de terras devido a obras de terraplanagens. De modo geral, os solos apresentam pequena espessura, afloramentos rochosos e erodibilidade elevada e estão associados a encostas de alta inclinação.

Segundo JGP (2010), quanto aos morros e morrotes associados também a gnaisses e granitoides, porém com a pedologia em latossolos vermelhos-amarelos distróficos e cambissolos háplicos distróficos, esta conjuntura apresenta suscetibilidade média para escorregamentos no Contorno Sul e média suscetibilidade para erosões laminares, esboçada como a região III do mapa geotécnico (Apêndice G). No mapa, também há a interceptação da AID do Trecho Serra com a região III.

Apesar da equipe técnica ter considerado a suscetibilidade como média, sabe-se que a região já foi afetada por outros eventos de escorregamento, principalmente no bairro Topolândia no município de São Sebastião, próximo ao Contorno Sul. Este local também é interceptado por muitas drenagens, principalmente os rios Perequê, São Tomé e São Francisco.

Conforme JGP (2010, 2011b), para os corpos de tálus, importante contexto deflagrador de processos de dinâmica superficial, quando situado no sopé das escarpas, na transição dos trechos serranos para os de baixada, que é o caso nos Contornos Norte e Sul, é alta a suscetibilidade geoambiental para: rastejo (frequente e de alta intensidade), escorregamentos (ocasionais e de alta intensidade) e acúmulo de detritos (ocasionais a montante). A ilustração da região suscetível descrita é a região V do mapa geotécnico (Apêndice G). Apesar de não estar descrita no EIA do Trecho Serra, a região V também está presente nesta AID. Pelo mapa, é possível

notar que a AID do Contorno Norte não abrange a região V, apesar de ser descrito em seu EIA tal região.

Contudo, o cenário com presença de cones de dejeção e corpos de tálus é extremamente suscetível para movimentação de massa, seja por rastejos ou escorregamentos. Então, a atribuição de alta suscetibilidade dada para este local nos EIAs não está correta. Nestas circunstâncias, a suscetibilidade deve ser considerada como muito alta, tanto para o Contorno Sul como para o Contorno Norte.

As planícies fluviais associadas a sedimentos aluviais continentais quaternários e pedologia com gleissolos melânicos distróficos, neossolos flúvicos, e organossolos distróficos, presentes na região do Trecho Serra e Contorno Sul, são muito suscetíveis a recalques por adensamento de solos moles e também a inundações diárias associadas às marés, ilustrada como a região IV do mapa geotécnico (Apêndice G). A baixa capacidade de suporte destes terrenos também possibilita rupturas de aterros e de possíveis obras estabelecidas nestes (JGP, 2010, 2012). A AID do Contorno Norte de Caraguatatuba também abrange uma pequena área de tal região. Embora não tenha sido abordado nos EIAs, esta região de planície é bastante vulnerável para as corridas de detritos, que se pode classificar como muito alta a suscetibilidade geoambiental.

A região II possui suscetibilidade média a escorregamentos, sejam induzidos ou naturais, e alta suscetibilidade para erosão de solos subsuperficiais em decorrência de obras de terraplanagem. Ela está presente nas AIDs do Subtrecho Planalto e Trecho Serra.

O maior contexto geotécnico identificado foi o de suscetibilidade alta para escorregamentos naturais e induzidos e erosão nos solos subsuperficiais, induzida por movimento de terra. No mapa (Apêndice G), está identificado como a região VII, que intercepta grande parte da AID do Subtrecho Planalto.

Até o momento, o comportamento geotécnico foi abordado no contexto espacial das áreas de influência indireta de impactos para os quatro estudos ambientais. É de extrema importância a análise geotécnica também para as áreas adjacentes às AIs, pois a atual AI pode ser uma região afetada por processos de dinâmica superficial deflagrados nestas outras regiões. Assim, é necessário identificar áreas com suscetibilidade geoambiental nas adjacências das AIs do empreendimento rodoviário.

A proposição das novas áreas de influência para a rodovia dos Tamoios levará em consideração também os aspectos dos impactos ambientais listados nos quatro estudos ambientais, que serão abordados no próximo subitem desta pesquisa.

5. 4 Os Estudos de Impacto Ambiental: Avaliação dos impactos ambientais

Os impactos ambientais listados pela consultoria ambiental JGP nos quatro estudos ambientais foram divididos nas três etapas do empreendimento, que são as fases de planejamento, de implantação e de operação da rodovia. Bem como, os componentes ambientais – meio físico, biótico e antrópico - também foram divididos, de forma a minuciar e identificar um maior número de impactos durante os estudos. Na presente pesquisa, somente o meio físico foi abordado e com o enfoque em impactos relacionados a processos de dinâmica superficial.

O meio físico listado para estes estudos ambientais analisados foi dividido em quatro componentes ambientais: terrenos, recursos hídricos superficiais e subterrâneos e qualidade do ar. Somente os impactos ambientais referentes aos terrenos da região estudada foram analisados para esta pesquisa. O quadro 16 apresenta a lista dos impactos potenciais para os terrenos:

Quadro 16 – Impactos ambientais na Rodovia dos Tamoios

EIAs	Impactos relacionados aos terrenos
Contorno Norte Contorno Sul Subtrecho Planalto	Instabilização de encostas e geração de processos erosivos e de movimentos de massa
	Aumento da área impermeabilizada na faixa de domínio
Contorno Norte Contorno Sul Trecho Serra	Alteração da morfologia natural dos terrenos por aterros de vales, planícies e/ou canal fluvial
Contorno Norte Contorno Sul Subtrecho Planalto Trecho Serra	Alteração do risco de contaminação do solo
Trecho Serra	Alteração do risco de contaminação dos solos por vazamento de produtos perigosos durante a operação
	Alteração das características dos solos

Fonte: Adaptado de JGP (2010, 2011a, 2011b, 2012)

Os impactos ambientais foram avaliados pela equipe técnica segundo tais atributos: vetor ou natureza dos impactos, abrangência geográfica (localização e espacialização), fase de ocorrência (planejamento, implantação ou operação do empreendimento), incidência (impactos direto ou indireto), temporalidade, probabilidade, duração, reversibilidade, importância, magnitude, cumulatividade e sinergismo (JGP, 2010, 2011a, 2011b, 2012).

O componente do meio físico denominado de terrenos reúne todos os elementos relacionados ao relevo (morfologia, morfometria e tipos de canais de drenagem), aos materiais de ocorrência natural (tipo de rochas, solos, materiais inconsolidados e outras características geotécnicas) e à suscetibilidade aos processos de dinâmica superficial (erosão, movimentos de massa, recalques, assoreamento e inundações).

Embora foram listados seis impactos ao todo nos quatro estudos ambientais, serão avaliados nesta pesquisa somente os impactos relacionados a possíveis deflagrações de movimentos de massa, que são:

- Instabilização de encostas e geração de processos erosivos e de movimentos de massa;
- Aumento da área impermeabilizada na faixa de domínio;
- Alteração da morfologia natural dos terrenos por aterros de vales, planícies e/ou canal fluvial.

A instabilização de encostas e a geração de processos erosivos e de movimentos de massa ocorrem em consequência das interferências necessárias para a implantação das obras, tais como corte, aterro, escavação de túneis, utilização de áreas de empréstimo e bota-foras, entre outras. Além disso, deve-se relacionar tal impacto com a intensidade e a magnitude da terraplanagem também, pois esta expõe o solo à ação da água pluvial antes da implantação de drenagem superficial.

Dois fatores principais determinam que trechos da rodovia estejam mais sujeitos a tal impacto: as fragilidades naturais do terreno e a intensidade dos trabalhos de movimentação de terra.

Como visto na anteriormente, a região tem um potencial significativo para processos de dinâmica superficial. Principalmente a geomorfologia local que contribui de forma significativa para tais eventos. Terrenos como os íngremes, os escarpados,

os cones de dejeção e os corpos de tálus são frágeis naturalmente para o desencadeamento do movimentos de massa.

Os trechos de alteração da morfologia do relevo, da estabilidade das encostas e de aumento da suscetibilidade à erosão ocorrem praticamente ao longo de todas as áreas diretamente afetadas, com maior ou menor intensidade conforme o grau de intervenção e características dos terrenos.

Na prática, pode-se afirmar que os trechos em que são previstas as maiores intervenções no terreno (ADA) são, por conseguinte, os locais com maior potencialidade à ocorrência de impactos relativos aos processos de dinâmica superficial, especialmente movimentos de massa ou processos erosivos laminares e lineares decorrentes da concentração do escoamento superficial (JGP, 2010, 2011a, 2011b, 2012).

De forma geral, JGP (2010, 2011a, 2011b, 2012) considerou o impacto ambiental para os diversos trechos da obra como reversível, de ocorrência somente na fase de implantação, de abrangência espacial na ADA, de incidência direta, com temporalidade imediata, de curta duração, com ocorrência certa e de alta magnitude. Foi considerada baixa a probabilidade de ocorrência na fase de operação do empreendimento, salvo condições naturais adversas, como no caso de fenômenos prolongados de precipitação intensa.

A probabilidade de ocorrência de instabilização de encostas é realmente maior durante a fase de implantação da obra, entretanto a indução de movimentos de massa ocorre também na fase de operação do empreendimento. Os agentes que induzem a movimentação ficam mais fragilizados, logo a propensão e a probabilidade de ocorrência aumenta.

O aumento da área impermeabilizada nas faixas de domínio, que é o segundo impacto listado, refere-se ao acréscimo da superfície impermeável, principalmente em razão da própria pavimentação da faixa de domínio. Mas também pode se referir em função da construção de obras-de-arte especiais (viadutos e túneis) e da compactação do solo. Dessa forma, trata-se de impacto ambiental de incidência direta e imediata indução, porque resulta das ações de implantação do empreendimento e tem sua ocorrência à medida que as implantações são iniciadas. Este impacto não foi listado para o Trecho Serra (JGP, 2010, 2011a, 2011b).

A diminuição das áreas de infiltração é um dos principais problemas associados à impermeabilização do solo, e tem como consequência a alteração do equilíbrio

natural entre escoamento superficial e os processos de percolação da água no solo. Além disso, outra questão importante a ser considerada é o aumento do tempo de concentração das bacias hidrográficas interceptadas, pois ocorre o aumento da velocidade do escoamento superficial, e conseqüentemente:

- a precipitação incidente sobre a bacia hidrográfica atinge os canais hídricos com maior velocidade, que aumenta os riscos de inundações, e;
- o aumento da velocidade do escoamento superficial provoca aumento da energia cinética da água, logo aumenta o seu poder erosivo e seu poder deflagrador de processos de dinâmica superficial.

De todo modo, trata-se de um impacto distribuído espacialmente ao longo de toda a extensão da rodovia que, de acordo com JGP (2010, 2011a, 2011b, 2012), não deverá afetar a produtividade hídrica nem alterar, de maneira significativa, a dinâmica de escoamento superficial das águas.

As áreas mais atingidas por este impacto estão situadas em terrenos de planície flúvio-marinha, nas regiões dos Contornos Norte e Sul (JGP, 2010, 2011b). Segundo os EIAs, não é significativo o nível de impermeabilização para as bacias interceptadas pelo dois traçados:

- Contorno Norte: bacias dos rios Guaxinduba e Ipiranga;
- Contorno Sul: bacias dos rios Camburu, Claro, Perequê, Perequê-Mirim e São Tomé.

A justificativa dada pela consultoria ambiental foi que estas regiões das ADAs interceptam uma pequena porcentagem das bacias hidrográficas quando comparadas às áreas totais das mesmas bacias. Logo, a produtividade hídrica destas bacias não deve reduzir em função deste impacto potencial (JGP, 2010, 2011b). Entretanto, a delimitação destas ADAs pode ter sido feita de forma equivocada, o que pode subestimar o alcance dos impactos ambientais, como inundações e movimentação de massa. Embora a equipe técnica tenha discutido como insignificante o nível de impermeabilização para essa situação, a concentração de água para o local é significativa.

Segundo JGP (2011a), a proporção de área permeável para o Subtrecho Planalto é grande em comparação com outras áreas urbanizadas. Assim, há uma compensação em relação à faixa de domínio impermeabilizada.

Independentemente do tamanho da área permeável já presente atualmente, a impermeabilização das ADAs é relevante para todas as partes relacionadas à essa obra rodoviária. Este impacto não foi listado no Trecho Serra, apesar de estar inserida no contexto geomorfológico de encostas com altas declividades, ou seja, que aumenta ainda mais a energia cinética de escoamento superficial pluvial (JGP, 2012). As áreas localizadas na planície são as que mais serão impactadas pois receberão a contribuição das águas de todo o traçado, desde o Subtrecho Planalto, incluindo o Trecho Serra, o que pode gerar inundações nestas porções mais baixas nas áreas urbanizadas.

O impacto ambiental relacionado às faixas de domínio impermeabilizadas tem longa duração (toda a vida útil da rodovia). Porém, após as medidas mitigadoras propostas por JGP (2010, 2011a, 2011b, 2012), este impacto é considerado como parcialmente reversível, com baixa importância e magnitude.

O terceiro impacto listado e avaliado é a alteração da morfologia natural dos terrenos por aterros de vales, planícies e/ou canal fluvial está presente somente nos estudos ambientais dos Contornos Norte e Sul (JGP, 2010, 2011b).

Com relação à tipologia das intervenções previstas, os trechos de travessias de canais fluviais em aterro são pontos de elevada suscetibilidade à erosão e ao assoreamento. Nesses segmentos, onde as intervenções ocorrerão próximas ou diretamente nos corpos d'água, ações como exposição do solo devido à remoção da cobertura vegetal, escavações para remoção de solos moles, entre outras evidenciam as ações impactantes (JGP, 2010, 2011b).

Logo, a substituição e/ou correção de solos moles e a implantação de aterros de porte significativo para travessias de planícies ou talvegues têm potencial impacto para os corpos d'água interceptados ou tangenciados. Ainda é importante considerar que a execução destas ações depende das condições climáticas, das características geotécnicas do material utilizado ou disponível e dos requisitos do projeto, que tornam a ação morosa.

Para uma melhor avaliação deste impacto, é importante distinguir as áreas mais críticas à sua ocorrência, sobretudo relacionadas à necessidade de aterros em travessias de planícies e talvegues. Para o Contorno Sul (JGP, 2010), os principais

aterros previstos para a travessia de vales e talvegues situam-se na bacia do rio Juqueriquerê no trecho da planície costeira de Caraguatatuba, envolvendo terrenos das planícies flúvio-marinha e marinha. Enquanto que para o Contorno Norte (JGP, 2011a), os locais com intervenção estão situados na bacia dos rios Santo Antônio e Guaxinduba, principalmente em terrenos de íngremes e escarpados e cones de dejeção e corpos de tálus, onde o projeto básico prevê longos trechos em aterros e interferências com várias drenagens e talvegues.

Estes locais já foram abordados como potencialmente deflagradores de processos de dinâmica superficial nos subitens anteriores desta pesquisa. É de extrema atenção a necessidade do aumento das áreas de influência deste impacto ambiental, visto que ele é inevitável à instalação do empreendimento como um todo. As interferências na morfologia local são inerentes ao projeto rodoviário, porém seus impactos de aumento de condicionantes deflagradores de movimentação de massa afetarão à população adjacente.

De acordo com os EIAs dos Contornos Norte e Sul, JGP (2010, 2011a) define este impacto como negativo, pois estará presente ao longo de toda a vida útil do empreendimento. Entretanto, é de baixa significância com relação à manutenção dos fluxos naturais de energia e matéria. Sua abrangência geográfica é limitada às Áreas Diretamente Afetada, uma vez que está associado à estrutura do equipamento viário. Fora dessa delimitação, a alteração da morfologia natural dos terrenos pode associar-se aos locais selecionados como depósito de material excedente das atividades de obra.

É importante ressaltar que a alteração na morfologia dos terrenos é tanto um impacto induzido pelas ações de intervenções mencionadas anteriormente, quanto um impacto indutor de processos de movimento de massa.

5. 5 Proposta de novas áreas de influência

Após a interpretação e a discussão do levantamento do meio físico (geologia, geomorfologia, pedologia e geotecnia), diagnóstico ambiental e dos impactos potenciais relacionados a terrenos, verificou-se que a consultoria ambiental não redefiniu as áreas de influência, que foram delimitadas antes mesmo do diagnóstico ambiental.

Logo, são necessárias novas limitações para estas áreas de influência, visto a propensão da região para processos de movimentos de massa e seu possível extenso raio de alcance, que pode atingir as regiões urbanizadas dos municípios de Caraguatatuba e São Sebastião.

A proposta para as novas áreas – de estudo e de influência - é uma junção dos critérios do meio físico ora interpretados com os traçados da rodovia que já estão em obras, com o intuito de aumentar o raio de alcance dos impactos ambientais já listados. Assim, foi elaborado um mapa com as novas áreas de abrangência dos impactos (Apêndice H).

De agora em diante, as quatro obras rodoviárias, até então divididas em quatro EIAs, serão tratadas como uma única obra rodoviária a partir da junção de cada traçado. Nesse sentido, a rodovia não deveria ter sido parcelada e licenciada em quatro partes, pois a ruptura dificulta e prejudica a identificação de impactos ambientais, principalmente os sinérgicos e cumulativos, e conseqüentemente a delimitação de áreas de influência também.

O embasamento para a delimitação das novas áreas de influência foi os processos de dinâmica superficial que podem estar associados a impactos ambientais, como escorregamentos, erosões lineares e laminares, corridas de detrito, assoreamentos e inundações.

O quadro 17 mostra quais foram os critérios baseados nesses processos de dinâmica superficial, as suas justificativas pautadas no contexto do meio físico e seus novos limites de áreas de influência aplicados para a rodovia estudada.

Quadro 17 - Critérios para nova delimitação para áreas de influência

Processos de dinâmica superficial associados a impactos	AII	AID	ADA
Assoreamento	Bacias hidrográficas	Sub-bacia hidrográfica	Faixa limite de 500 m para cada lado
Erosão linear		Faixa de 1000 m	
Erosão laminar			
Inundação		Sub-bacia hidrográfica	Planície de inundação a montante e a jusante
Escorregamento		Encosta do topo à base onde tem o processo	Faixa limite de 500 m para cada lado (faixa de ocorrência das maiores consequências para o empreendimento)
Corrida de massa		Sub-bacia hidrográfica, onde já tem a potencialidade alta de ocorrência do processo	

A justificativa para tais impactos relacionados aos processos de dinâmica superficial já foi discutido nas seções anteriores deste trabalho, que mostram a ocorrência destes processos em relação ao contexto do meio físico – geologia, geomorfologia, pedologia e geotecnia. Os principais cenários potencializadores para movimentos de massa são:

- Escarpas + gnaisses migmatíticos, rochas calcissilicatadas, granitos + cambissolos;
- Morros e morrotes + gnaisses migmatíticos e rochas calcissilicáticas + latossolos e cambissolos;
- Sopé de escarpas + cones de dejeção e corpos de tálus + cambissolos.

A nova área de influência indireta (AII) considerada foi o limite de todas as bacias hidrográficas interceptadas pelo traçado rodoviário, que tem como principais: ribeirão Fatura, Ribeirão Lajeado, Ribeirão Claro, Ribeirão do Cedro, Rio Lourenço Velho, Ribeirão dos Prazeres, Ribeirão do Pau D'Alho, Rio Camburu, Rio Pardo, Rio Verde, Rio Piraçununga e Rio Claro.

As corridas de massa não são esperadas como impactantes para as regiões próximas às Represas de Paraitinga e Paraibuna, pois o reservatório amortece o processo de corridas e este não é notado como um impacto para a obra rodoviária nessas localidades (Subtrecho Planalto).

As erosões, tanto laminares como as lineares, são impactos localizados ao longo do traçado rodoviário, o que justifica sua nova delimitação para faixas próximas à rodovia.

Para as novas áreas de influência, foi inserida a suscetibilidade geoambiental como um fator limitante. Como os estudos ambientais já foram licenciados e as obras já foram iniciadas, a proposta para reformulação dos atuais limites é baseada na mitigação dos impactos ambientais e não na sua prevenção, principalmente para o alcance de processos de dinâmica superficial.

Uma região de atenção é a sobreposição das AIDs anteriores dos traçados do Trecho Serra e Contornos Norte e Sul, pois é uma área de acúmulo de impactos ambientais decorrentes de seus próprios trechos e também do Subtrecho Planalto. Portanto, é um local de alta probabilidade de impactos sinérgicos, tanto para impactos relacionados ao meio físico como para outros.

O Subtrecho Planalto intercepta em grande extensão o comportamento geotécnico VII (alta suscetibilidade a escorregamentos naturais e induzidos) e muitas linhas de drenagem. Sua ADA anterior era apenas 5 m ao longo da faixa de domínio e AID 1 km ao longo da mesma, que não são suficientes para abranger os impactos ambientais relacionados a contaminação de água superficial, por exemplo. A localidade é importante regionalmente para captação de água para abastecimento, que pode sofrer consequências de contaminação caso haja acidentes com transporte de cargas perigosas.

De maneira geral para a nova AID, regiões interceptadas por drenagens devem ser ampliadas e consideradas como de atenção para eventos de movimentos de massa. A drenagem carrega os detritos para um maior alcance, que pode chegar nas zonas urbanas ou atrapalhar a trafegabilidade da própria rodovia. Além do contexto da drenagem, o contexto geomorfológico também foi considerado para as novas delimitações de AID.

Para as áreas diretamente afetadas, a proposta é aumentar suas atuais faixas que foram estipuladas nos EIAs. As faixas anteriores eram: 5 m para o Subtrecho Planalto, 10 m para o Trecho Serra e 80 m para cada um dos Contornos. A nova proposição é a adoção de uma faixa de, no mínimo, 500 metros para cada lado dos traçados, além de incorporar as áreas críticas aos processos de dinâmica superficial, como os pontos em que já ocorreram tais eventos.

A nova ADA não tem um formato de faixa rígido, que pode aumentar de acordo com a sensibilidade ambiental em que o traçado percorre, além de impactos mais suscetíveis a tais regiões. Zonas de travessias de drenagens tendem a ter um limite maior para a ADA, que se estende do topo à base da vertente até a linha da rodovia. Na escala adotada para o mapa (Apêndice H), não é possível visualizar todo o segmento das vertentes.

O evento de corrida de massa ocorrido em 1967 no município de Caraguatatuba teve como principal drenagem atingida a bacia do rio Santo Antônio. Outras bacias hidrográficas como Guaxanduba, Camburu, Canivetal e Pau D'Alho também foram afetadas. Estas localidades se encontram próximas ao traçado dos Contornos Norte e Sul, o que são regiões de extrema atenção para impactos desta natureza.

Portanto, para as novas áreas de influência aqui propostas, a ideia principal foi flexibilizar os limites destas regiões de acordo com os possíveis impactos relacionados aos processos de dinâmica superficial.

6 Conclusões

De acordo com o objetivo principal desta pesquisa e com base no diagnóstico ambiental relacionado a critérios geológicos, geomorfológicos, pedológicos e geotécnicos, a proposta de novas áreas de influência para a Rodovia dos Tamoios e seus acessos é delimitar de acordo com os prováveis impactos relacionados aos processos de dinâmica superficial, ou seja, uma flexibilização de acordo a vulnerabilidade de cenários.

Os estudos ambientais analisados utilizaram somente áreas de influência para delimitar o raio de alcance do diagnóstico ambiental e posterior identificação de impactos decorrentes da obra rodoviária. A consequência é a provável não previsão de certos impactos ambientais e, principalmente, seus efeitos cumulativos, visto a limitação geográfica. Como a região estudada tem um histórico de desastres naturais relacionados a processos de dinâmica superficial, é de extrema importância a análise cumulativa de impactos, principalmente durante o período de operação do empreendimento, que é após o fim das obras.

Além das áreas de influência terem sido mal justificadas nos EIAs estudados, estas também se limitaram somente às bacias hidrográficas interceptadas pelo traçado da rodovia e às faixas pré-determinadas nos estudos ambientais. Não foi considerado nenhum critério relacionado ao meio físico: geologia, geomorfologia, geotecnia e pedologia, mesmo o contexto geotécnico tendo sido abordado como muito vulnerável em boa parte dos traçados da rodovia.

Por outro lado, a proposta de definição das áreas de influência com base em aspectos geomorfológicos para obras lineares pode ser utilizada em estudos de impacto ambiental para esses tipos de empreendimento, principalmente os localizados em regiões serranas, como um projeto piloto a fim de avaliar a real eficácia do EIA na prevenção de eventos de dinâmica superficial. Ao contrário da flexibilização do processo de licenciamento ambiental no país, o projeto piloto seria muito interessante para ser implantado em um novo estudo rodoviário, por exemplo.

Além disso, a utilização de área de estudo deve ser feita também em um EIA para delimitar o diagnóstico ambiental geral regional, como uma parte de um zoneamento regional.

As áreas de influência podem e devem ser discutidas a qualquer momento durante a operação do empreendimento. Estas têm validade à medida que uma

rodovia está em operação, pois os processos de dinâmica superficial possuem um raio extenso de alcance e são dinâmicos. Assim, o monitoramento ambiental da rodovia pode rediscutir e validar novas áreas de influência de impactos a qualquer momento que for identificado um risco para o local.

Entende-se então que a teoria e prática não são coerentes tratando-se de estudos de impacto ambiental e licenciamento ambiental. A proposta de se utilizar área de estudo como a região estudada para o diagnóstico ambiental e usar áreas de influência como a abrangência em que os impactos ambientais são identificados não foi vista nos EIAs analisados. Tal divergência é explicada pelo fato da urgência na elaboração dos estudos ambientais como parte obrigatória do licenciamento ambiental pelo empreendedor para agilizar o início das obras ou a instalação do empreendimento. Como consequência, impactos não previstos e não avaliados podem atingir as regiões urbanas e até mesmo prejudicar a própria rodovia licenciada.

Referências Bibliográficas

- AUGUSTO FILHO, O. **Caracterização Geológico-Geotécnica voltada à Estabilização de Encostas: uma proposta metodológica**. In: Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas, 1, Rio de Janeiro. ABMS/ABGE/PCRJ. v. 2, p.721-733. 1992.
- AUGUSTO FILHO, O. VIRGILI, J. C. 1998. Estabilidade de Taludes. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (eds) **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998.
- BIDSTRUP, M.; KØRNØV, L.; PARTIDÁRIO, M. R. Cumulative effects in strategic environmental assessment: The influence of plan boundaries. **Environmental Impact Assessment Review** 57. 151–158. 2016.
- BOURNARIS, T.; MOULOGIANNI, C.; ARAMPATZIS, S.; KIOMOURTZI, F.; WASCHER, D. M.; MANOS, B. A knowledge brokerage approach for assessing the impacts of the setting up young farmers policy measure in Greece. **Environmental Impact Assessment Review** 57. 159 – 166. 2016.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 01, de 23 de Janeiro de 1986**. Dispõe sobre as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em 11 Abr. 2015.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 09, de 3 de Dezembro de 1987**. Dispõe sobre a realização de Audiências Públicas no processo de licenciamento ambiental. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=60>>. Acesso em 06 Jan. 2017.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil (1988). **Capítulo VI – Do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/sf/legislacao/const/>>. Acesso em: Abr. 2015.
- BRASIL. **Decreto nº 99.274, de 6 de Junho de 1990**. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=328>>. Acesso em 15 Fev. 2017.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>>. Acesso em: Abr. 2015.
- BRASIL. Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT. **Dados do Sistema Nacional Viário de 2015**. 2015. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/sistema-nacional-de-viacao/snv-2014-1>>. Acesso em 04 Dez. 2016.
- CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual para elaboração de estudos para o licenciamento com avaliação de impacto ambiental**. Disponível em: <<http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/cetesb/documentos/Manual-DD-217-14.pdf>>. 2014. Acesso em: Abr. 2016.

COELHO, J. O. M.; CARVALHO, D. N.; SUGIMOTO, D. S.; ZAINE, J. E.; REIS, F. A. G. V. A abordagem do meio físico e a delimitação de áreas de influência em Estudos de Impacto Ambiental de obras rodoviárias no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 14., 2013, Rio de Janeiro.

Anais...ABGE. CD-ROM. P. 1 – 10.

CONSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; STEPHEN, F.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.O.; PARUELO, J.; RASKIN, R.G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature** 387, 253–261. 1997.

EM-DAT. **International Disaster Database**. 2008. Disponível em: <www.emdat.be>. Acesso em: Fev. 2016.

FVSA (Fundación Vida Silvestre Argentina). El Impacto Ambiental de los Gasoductos Nor Andino y Atacama. **Boletín Técnico** N° 48, Buenos Aires. 1998.

GALLARDO, A. L. C. F.; SÁNCHEZ, L. E. Follow-up of a road building scheme in a fragile environment. **Environmental Impact Assessment Review** 24. 47-58. 2004.

GALLARDO, A. L. C. F.; DE OLIVEIRA E AGUIAR, A. SÁNCHEZ, L. E. Linking Environmental Assessment and Management of Highway Construction in Southeastern Brazil. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management** 18. N° 1. 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.^a ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GLASSON, J.; THERIVEL, R.; CHADWICK, A. **Introduction to Environmental Impact Assessment**. 3. ed. London: Routledge, 2005.

GOMES, C.L.R.; OGURA, A.T.; GRAMANI, M.F.; CORSI, A.C.; ALAMEDDINE, N. Retro análise da corrida de massa ocorrida no ano de 1967 nas encostas da Serra do Mar, vale dos rios Camburu, Pau D' Alho e Canivetal, município de Caraguatatuba - SP: quantificação volumétrica dos sedimentos depositados nas planícies de inundação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 12, Recife, 2008. **Anais... Recife: ABGE, 2008.** CD-ROM.

GRAMANI, M.F. **Caracterização geológica-geotécnica das corridas de detritos (“Debris Flows”) no Brasil e comparação com alguns casos internacionais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Solos) - EPUSP - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001. 372 p.

GUO, Z.; XIAO, X.; GAN, Y.; ZHENG, Y. Ecosystem functions, services and their values—a case study in Xingshan County of China. **Ecological Economics** 38, 141–154. 2001.

IAIA - INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT. **Princípios da melhor prática em avaliação do impacto ambiental**. Estados Unidos da América, Abr. 2009 Disponível em: <<http://www.iaia.org/publications.php>>. Acesso em: Abr. 2016.

IAIA - INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT. **Princípios da melhor prática em avaliação do impacto ambiental**. Estados Unidos da América, Abr. 2009. Disponível em: <<http://www.iaia.org/publications.php>>. Acesso em: Abr. 2016.

INFANTI JR., N.; FORNASARI FILHO, N. 1998. Processos da Dinâmica Superficial.

In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (eds) **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998.

JGP (Consórcio JGP – Ambiente Brasil Engenharia). **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) – Contornos: Sul de Caraguatatuba e de São Sebastião**. 4.v. 2010. Disponível em: biblioteca da CETESB (São Paulo/SP). Acesso em: Mar 2016.

JGP (Consórcio JGP – Ambiente Brasil Engenharia). **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) – Duplicação da Rodovia dos Tamoios (SP-99) Subtrecho Planalto - Km 11+500 ao Km 60+480** 3.v. 2011a. Disponível em: biblioteca da CETESB (São Paulo/SP). Acesso em: Mar 2016.

JGP (Consórcio JGP – Ambiente Brasil Engenharia). **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) – Contornos Norte de Caraguatatuba**. 5.v. 2011b. Disponível em: biblioteca da CETESB (São Paulo/SP). Acesso em: Mar 2016.

JGP (Consórcio JGP – Ambiente Brasil Engenharia). **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) – Rodovia dos Tamoios (SP-099) Duplicação do Trecho Serra Km 60,48 ao Km 82,00**. 5.v. 2012. Disponível em: biblioteca da CETESB (São Paulo/SP). Acesso em: Mar 2016.

LISBOA, M. V. **Contribuição para tomada de decisão na classificação e seleção de alternativas de traçado para rodovias em trechos urbanizados**. 2002. 194 p. Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de Transportes. São Paulo, 2002.

MARRIOTT, B. B. **Environmental Impact Assessment: a practical guide**. McGraw-Hill-United States, 1997.

MOREIRA, C. V. R.; PIRES NETO, A. G. 1998. Clima e Relevo. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (eds) **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998.

NAKAZAWA, V. A.; FREITAS, C. G. L.; DINIZ, N. C. **Carta geotécnica do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 1994. Escala 1:500.000.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo; EMBRAPA Solos, 1999. Escala 1:500.000.

PERROTTA, M. M.; SALVADOR, E. D.; LOPES, R. C.; DÁGOSTINO, L. Z.; PERUFFO, N.; GOMES, S. D.; SACHS, L. L. B.; MEIRA, V. T.; LACERDA FILHO, J. V. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. São Paulo: CPRM, 2005. Escala 1:750.000.

PONÇANO, W. L.; CARNEIRO, C. D. R.; BISTRICHI, C. A.; DE ALMEIDA, F. F. M.; PRANDINI, F. L. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S. A. Divisão de Minas e Geologia Aplicada. 1981. Escala 1:1.000.000.

RODRIGUES, R. LOPES, J. A. U. 1998. Rodovias. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (eds) **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de textos, 2006.

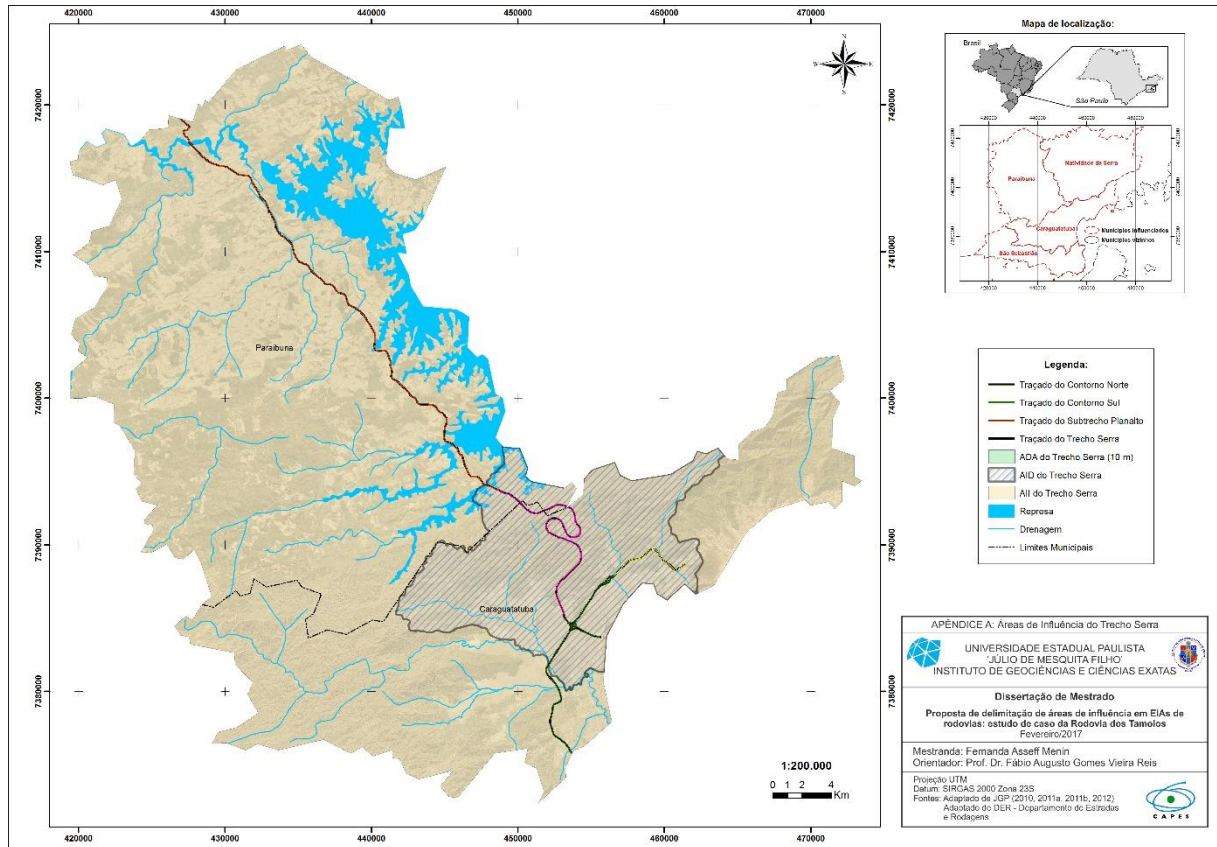
SANTOS, R.F. dos. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de textos, 184p. 2004.

TOMMASI, L. R. **Estudo de Impacto Ambiental**. São Paulo. CETESB: Terragraph Artes e Informática, 1993.

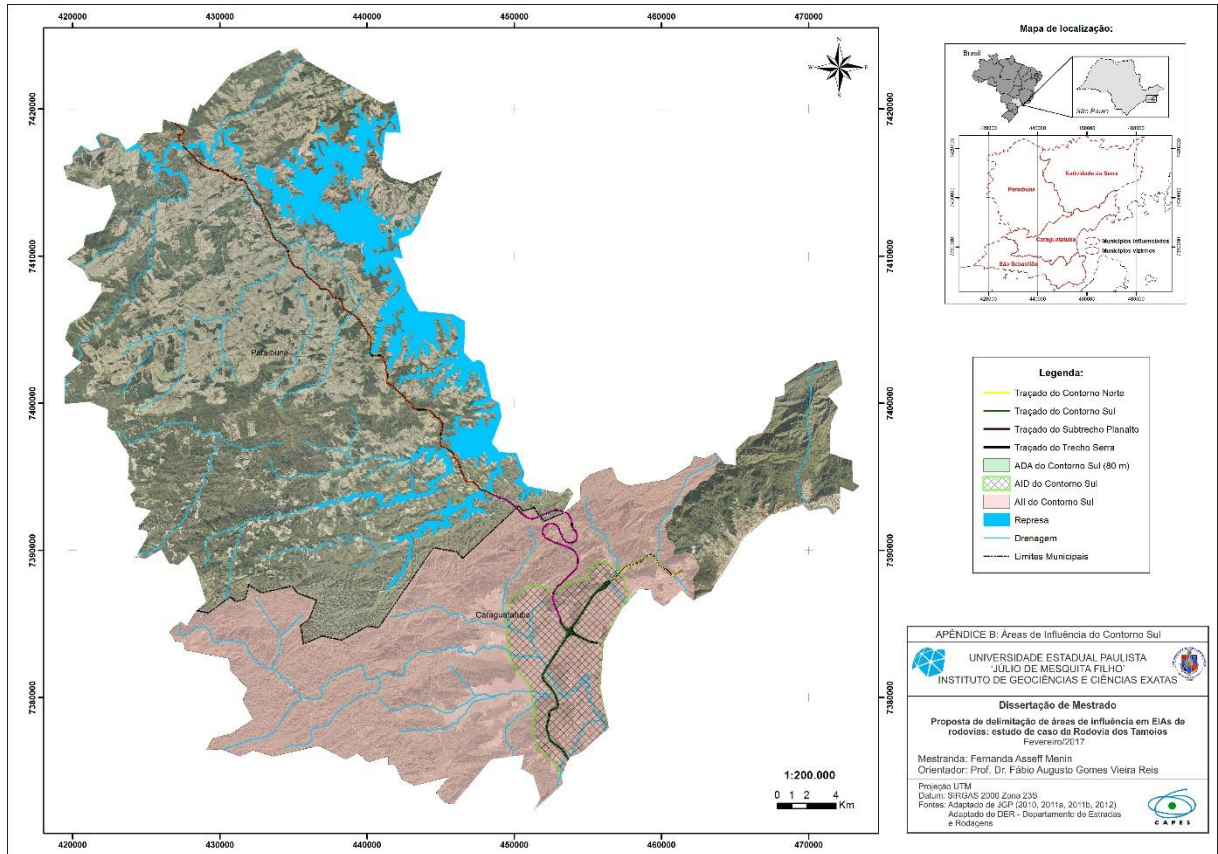
TURNER, R.K.; PAAVOLA, J.; COOPER, P.; FARBER, S.; JESSAMY, V.; GEORGIU, S. Valuing nature: lessons learned and future research directions. **Ecological Economics** 46, 493–510. 2003.

APÊNDICES

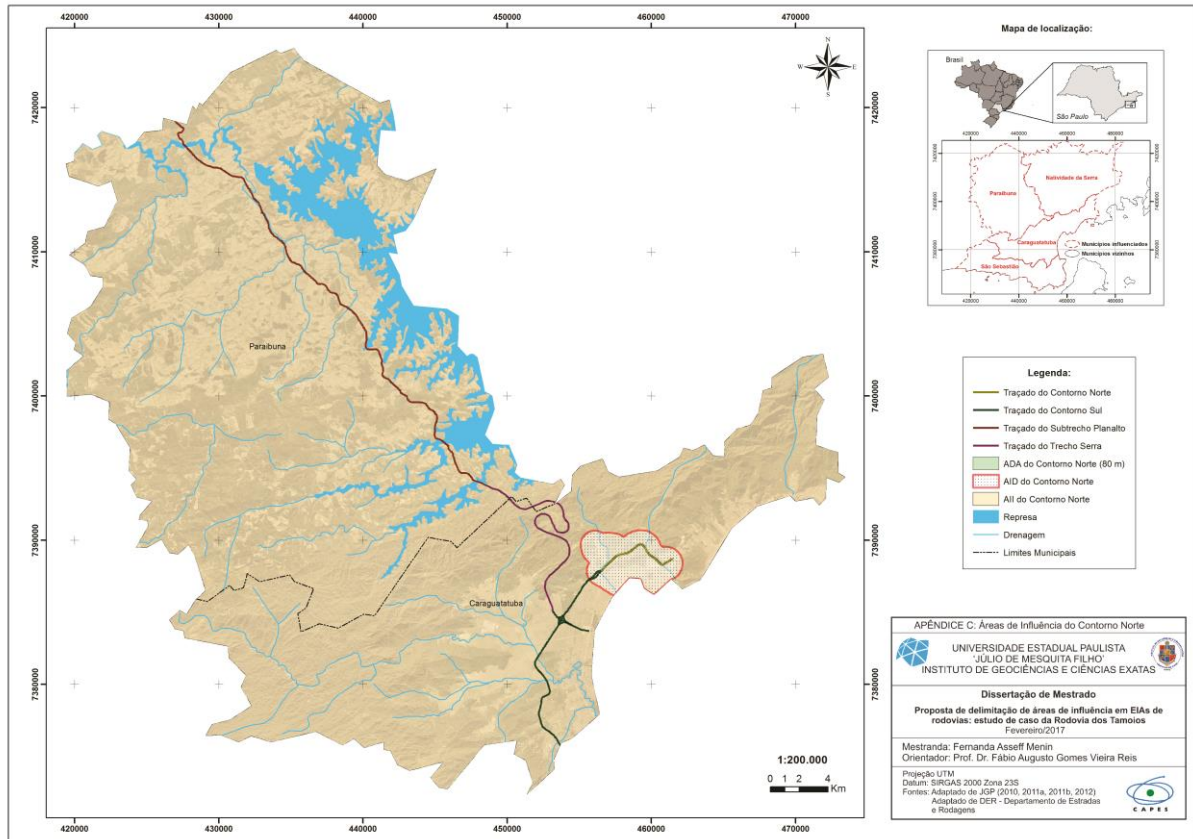
APÊNDICE A – Mapa: Áreas de Influência do Trecho Serra



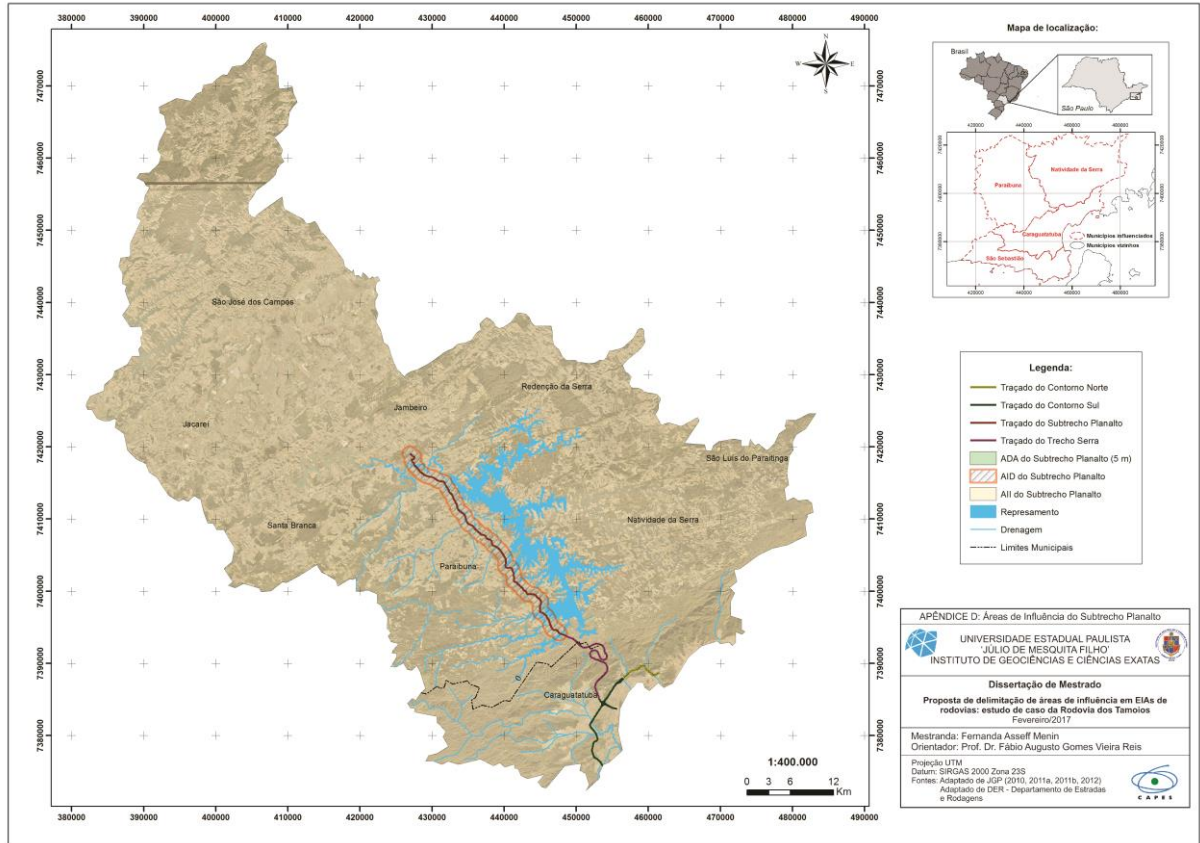
APÊNDICE B – Mapa: Áreas de Influência dos Contornos: Sul de Caraguatatuba e São Sebastião



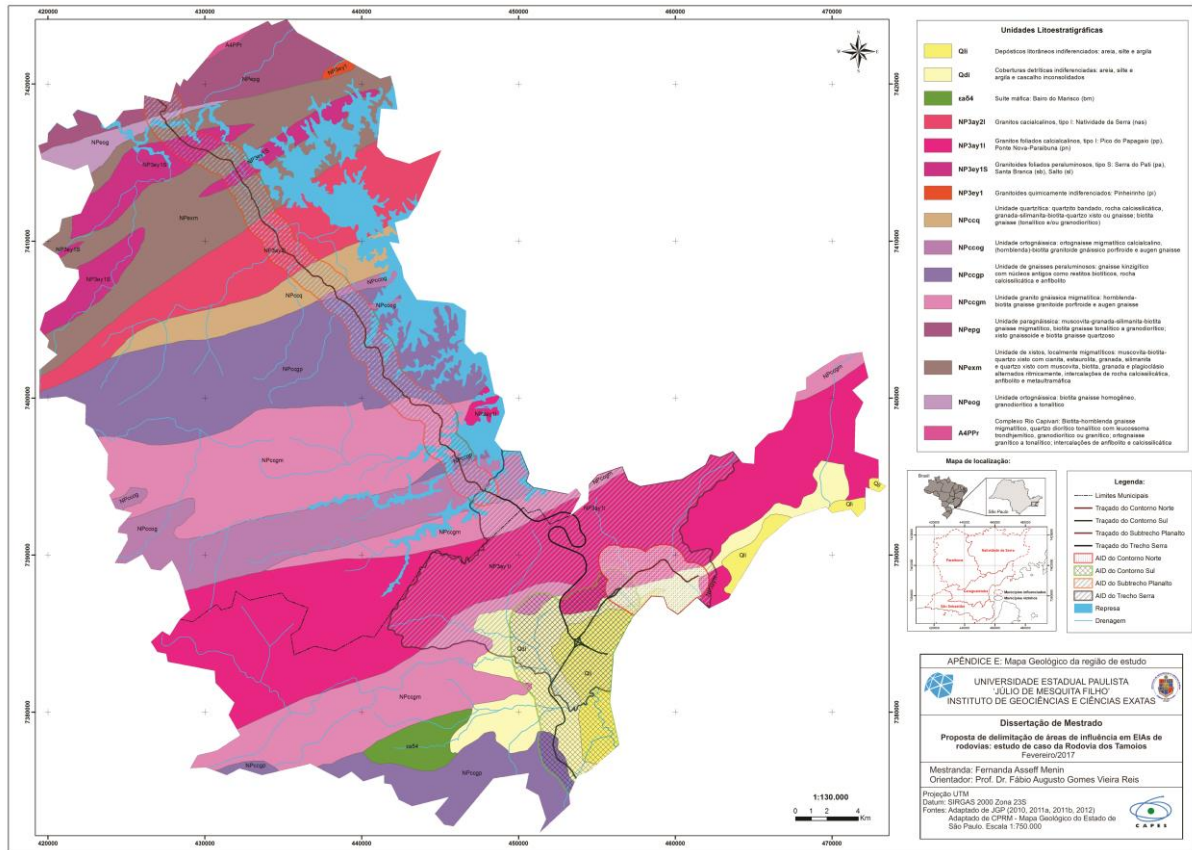
APÊNDICE C – Mapa: Áreas de Influência do Contorno Norte de Caraguatatuba



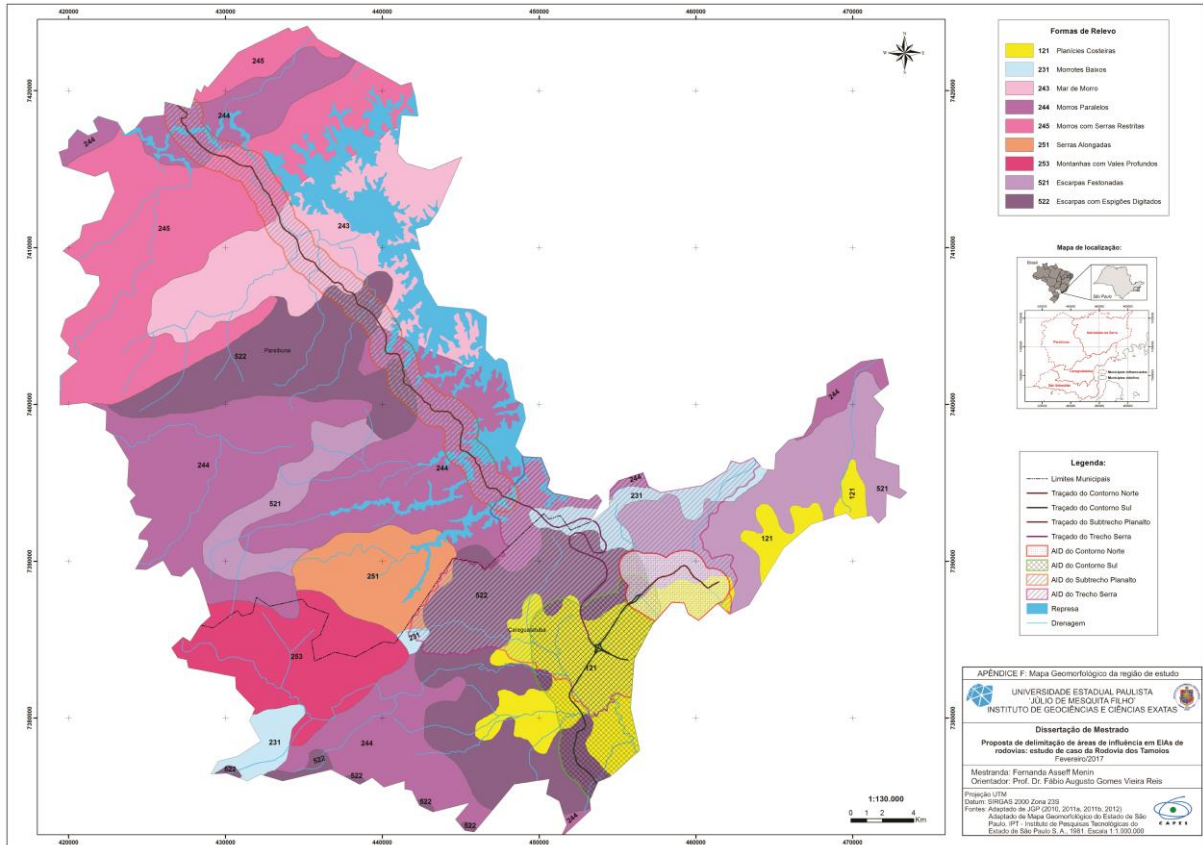
APÊNDICE D – Mapa: Áreas de Influência do Subtrecho Planalto



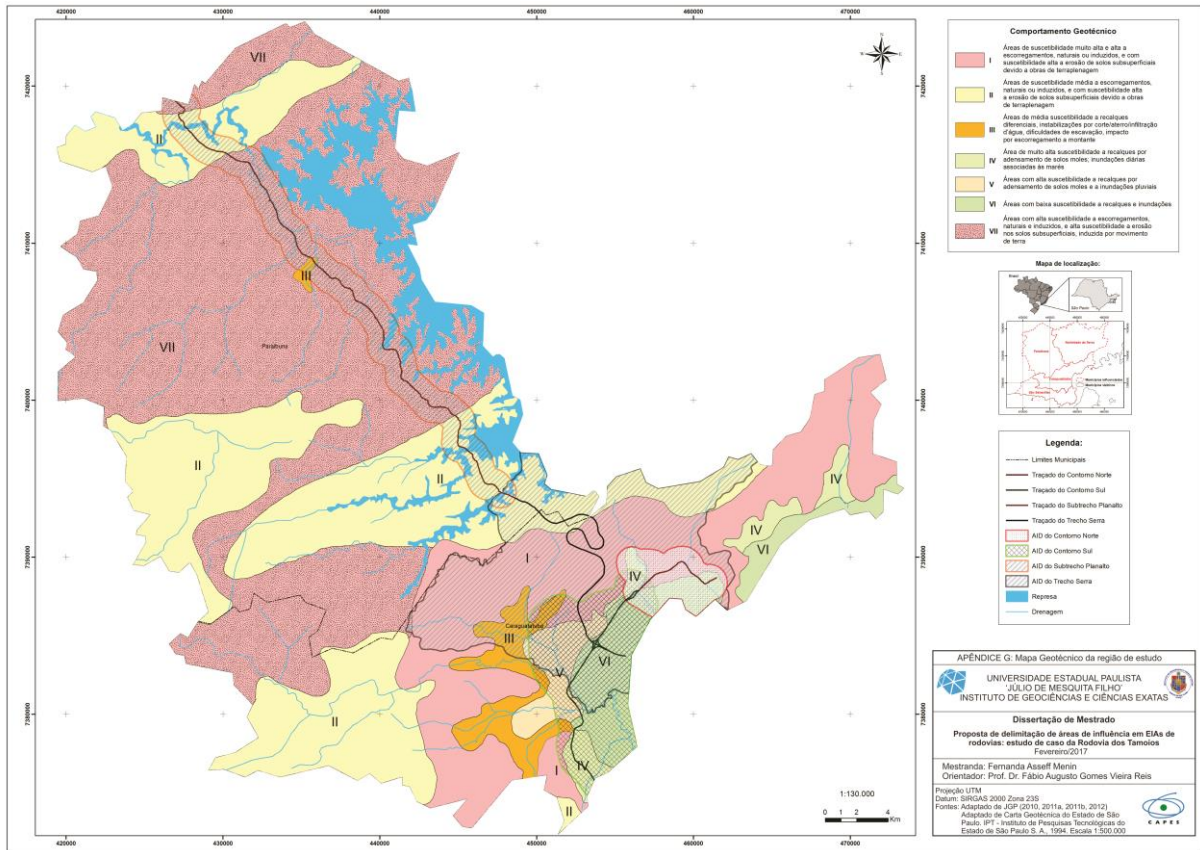
APÊNDICE E – Mapa geológico da região de estudo



APÊNDICE F- Mapa geomorfológico da região de estudo



APÊNDICE G - Mapa geotécnico da região de estudo



APÊNDICE H – Mapa: Proposta de novas áreas de influência para a Rodovia dos Tamoios

