UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS
Campus de Rio Claro (SP)
CURSO DE GEOLOGIA

THIAGO CARLOS XAVIER

DIRETRIZES PARA EXECUÇÃO DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS E AMBIENTAIS VOLTADOS À IMPLANTAÇÃO DE DUTOVIAS

Rio Claro – SP
2009

THIAGO CARLOS XAVIER

DIRETRIZES PARA EXECUÇÃO DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS E AMBIENTAIS VOLTADOS À IMPLANTAÇÃO DE DUTOVIAS

Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP, campus de Rio Claro, como parte das exigências para o cumprimento da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso no ano letivo de 2009.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Eugenio Silva Cerri

Rio Claro – SP
2009

624.151 Xavier, Thiago Carlos
X3d Diretrizes para execução dos estudos geológico-geotécnicos e ambientais voltados à implantação de dutovias / Thiago Carlos Xavier. - Rio Claro - SP : [s.n.], 2009
55 f. : il., figs., quadros + 1 fluxograma

Trabalho de conclusão de curso (Geologia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Leandro Eugenio Silva Cerri

1. Geologia de engenharia 2. Dutovias. 3. Transporte dutoviário. 4. Licenciamento ambiental. 5. EIA/RIMA. 6. Investigações de superfície. 7. Investigações de subsuperfície. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

THIAGO CARLOS XAVIER

DIRETRIZES PARA EXECUÇÃO DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS E AMBIENTAIS VOLTADOS À IMPLANTAÇÃO DE DUTOVIAS

Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP, campus de Rio Claro, como parte das exigências para o cumprimento da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso no ano letivo de 2009.

Aprovado em 02 de dezembro de 2009

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. Leandro Eugenio Silva Cerri (orientador)
(Universidade Estadual Paulista/Campus de Rio Claro)

_____

Prof. Dr. Fábio Augusto Gomes Vieira Reis
(Universidade Estadual Paulista/Campus de Rio Claro)

_____

Maíra Rosa Avelino Pinto Scarance
(Geoklock Consultoria e Engenharia Ambiental)

Rio Claro – SP
2009

À minha queridíssima mãe e estimados avós maternos, meus exemplos de amor e dedicação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Sobretudo a minha mãe Rosângela, por todo o esforço, dedicação, afeto e cobrança que me conferiu durante todos estes anos, tornando possível que eu chegasse até aqui. Não há dúvida de que jamais serei capaz de pagar o tributo de reconhecimento que ela merece.

Aos meus "segundos pais", avó Rosa e avô José, pela inestimável colaboração na minha criação, sempre muito zelosos, carinhosos e prestativos.

Aos meus demais familiares e amigos, pelo grande suporto e estímulo. Só não citando seus nomes, pois seria preciso uma folha exclusiva para isso.

Ao meu orientador Prof. Dr. Leandro Eugenio Silva Cerri, por colaborar de todas as maneiras possíveis, orientando, incentivando e estando sempre disposto a ajudar.

A todas as pessoas que colaboraram direta ou indiretamente para a realização desta pesquisa e a todos que estiveram presentes durante estes cinco anos do curso.

RESUMO

XAVIER, Thiago Carlos – *Diretrizes para execução dos estudos geológico-geotécnicos e ambientais voltados à implantação de dutovias*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2009.

Devido às novas descobertas de reservatórios de petróleo e gás natural, assim como a crescente produção de biocombustíveis, a malha dutoviária brasileira vem passando por uma vertiginosa ampliação. Em contrapartida, faltam parâmetros claros para que se tenha um melhor aproveitamento dos estudos geológico-geotécnicos no procedimento de licenciamento ambiental de dutovias. Assim sendo, este trabalho teve por escopo propor diretrizes que orientem os procedimentos para o licenciamento ambiental de dutovias, assim como os estudos geológico-geotécnicos que dão aporte a caracterização do meio físico. Adota-se como método de trabalho o levantamento de dados existentes, sua organização, análise e revisão. Dessa forma, subsidiando a integração entre as fases do projeto da dutovia, as licenças ambientais necessárias e os métodos de investigação do meio físico correlatos. Como resultado, é apresentado um fluxograma das diretrizes, detalhando a interação entre o licenciamento ambiental, os estudos geológico-geotécnicos e as fases do projeto da dutovia.

Palavras-chave: Transporte dutoviário, Licenciamento Ambiental, EIA/RIMA, Investigações de superfície, Investigações de subsuperfície.

ABSTRACT

XAVIER, Thiago Carlos – *Guidelines to the application of geological-geotechnical and environmental studies for the implementation of pipeline systems.* Course conclusion's work (Graduation in Geology). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2009.

Due to the new discoveries of oil and gas reservoirs, and also the increasing production of bio-fuels, the brazilian general pipeline system is being vertiginously extended. On the other hand, there is a lack of clear parameters that would allow a better utilization of the geological-geotechnical studies in the process of environmental licensing of pipeline systems. Therefore, this paper presents guidelines that would orientate the environmental licensing procedures to build pipeline systems, and also the geological-geotechnical studies that would support the characterization of the physical context. The method applied in this study consisted in the existing data survey and in their organization, analysis and review. In doing so, there is a well-subsidy integration of the many steps of the pipeline system implementation, the required environmental licenses and the investigation methods of the correlated physical context. As a result, it's presented a flowchart of the guidelines, detailing the interaction between the environmental licensing, the geological-geotechnical studies and the phases of the pipeline's project.

Keywords: Pipeline transport, Environmental Licensing, EIA/RIMA, Investigations of surface, Subsurface investigations.

Lista de Figuras

Figura 1 - Fluxograma de elaboração de um projeto de pesquisa condicionado pelos recursos disponíveis (traduzido de ANDREW; HILDEBRAND, 1982 apud ZAINE, 2000) 4

Figura 2 - Proposta de elaboração de um plano de pesquisa (CERRI, 1993 apud ZAINE, 2000) 4

Figura 3 - Fluxograma do método de trabalho aplicado na presente pesquisa 5

Figura 4 - Fluxograma das etapas de trabalho adotadas 5

Figura 5 - Diretrizes para elaboração do EIA (GIMENEZ, 2004) 21

Figura 6 - Quadro esquemático com a relação dos estudos ambientais em decorrência do porte da atividade e seu potencial de impacto (modificado de STECH, 2002) 23

Figura 7 - Fluxograma do Licenciamento Ambiental Simplificado (modificado de STECH, 2002) 24

Figura 8 - Fluxograma do Licenciamento Ambiental Completo (modificado de STECH, 2002) 24

Figura 9 - Principais métodos de investigação de subsuperfície utilizados na caracterização geológico-geotécnica do projeto da dutovia 34

Lista de Quadros

Quadro 1 - Áreas de influência de uma dutovia (modificado de DNIT, 2006; PIATAM, 2008) 15

Quadro 2 - Procedimentos adotados para caracterização dos condicionantes do diagnóstico ambiental (modificado de DNIT, 2006) 16

Quadro 3 - Diretrizes para o prognóstico ambiental de projeto de dutovia (modificado de DNIT, 2006) 19

Quadro 4 - Integração entre as fases do projeto da dutovia, as etapas do licenciamento ambiental, os estudos ambientais e documentos técnicos de referência, os procedimentos aplicáveis e o órgão responsável, para o caso do Estado de São Paulo .. 25

Quadro 5 - Condicionantes geológicos que resultam nos principais problemas geotécnicos em uma obra de dutovia (modificado de NOGUEIRA JÚNIOR; MARQUES, 1998) 27

Quadro 6 - Influência do meio geológico e geomorfológico no planejamento dos métodos de investigações a serem utilizados (VALLEJO et al., 2002) 28

Quadro 7 - Aplicação dos métodos de investigação geológico-geotécnica nas diversas fases de projeto da dutovia (NOGUEIRA JÚNIOR; MARQUES, 1998) 29

Quadro 8 - Informações a serem consultadas durante a etapa de estudo do traçado (modificado de VALLEJO et al., 2002 apud SCARANCE, 2004) 31

Quadro 9 - Métodos de investigação geofísica usualmente aplicados em projetos de dutovia (modificado de NOGUEIRA JÚNIOR; MARQUES, 1998) 35

Quadro 10 - Principais métodos de sondagens manuais e mecânicas aplicadas em projetos de dutovias (modificado de NOGUEIRA JÚNIOR; MARQUES, 1998) 35

Quadro 11 - Principais ensaios *in situ* e de laboratório aplicados na caracterização do maciço terroso em projetos de dutovia (modificado de VIEIRA, 2005) 36

Quadro 12 - Principais tipos de instrumentos utilizados na fase de monitoramento de um projeto de dutovia (modificado de NOGUEIRA JÚNIOR; MARQUES, 1998) 37

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO 1

II. OBJETIVOS 3

III. MÉTODO E ETAPAS DE TRABALHO 4

IV. RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÕES 8

IV.1. Fundamentação Teórica 8
IV.1.1. A Política Ambiental 8
IV.1.2. Legislação do Brasil 8
IV.1.3. Legislação do Estado de São Paulo 10
IV.1.4. Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) 11
IV.2. Estudos Ambientais 13
IV.2.1. Estudo de Impacto Ambiental (EIA) 13
IV.2.1.1. Apresentação do Projeto Preliminar da Dutovia 14
IV.2.1.2. Áreas de Influência 14
IV.2.1.3. Diagnóstico Ambiental 15
IV.2.1.4. Análise Ambiental Integrada 17
IV.2.1.5. Identificação, Classificação e Avaliação dos Impactos Ambientais 17
IV.2.1.6. Elaboração do Prognóstico Ambiental 19
IV.2.1.7. Proposição de Medidas Mitigadoras e/ou Compensatórias 20
IV.2.1.8. Elaboração dos Programas Ambientais 20
IV.2.2. Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) 21
IV.2.3. Relatório Ambiental Preliminar (RAP) 22
IV.3. Licenciamento Ambiental de Dutovias 22
IV.4. Estudos Geológico-Geotécnicos 26
IV.4.1. Condicionantes geológico-geotécnicos 26
IV.4.2. Métodos de investigações geológico-geotécnicas 28
IV.4.2.1. Estudos Preliminares 30
IV.4.2.2. Métodos de Superfície 31
IV.4.2.3. Métodos de Subsuperfície 33
IV.4.2.4. Métodos Preventivos 37
IV.4.2.5. Registro dos Trabalhos Executados 38
IV.5. Diretrizes para execução dos estudos geológico-geotécnicos e ambientais voltados à implantação de dutovias 38

V. CONCLUSÕES 40

REFERÊNCIAS 42

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA 46

I. INTRODUÇÃO

Dentro do atual panorama mundial o transporte dutoviário apresenta-se como uma das alternativas mais vantajosas de transportar volumosas quantidades de fluídos líquidos, sólidos e gasosos por longas distâncias, sendo utilizado quase que exclusivamente pela Indústria Petrolífera para o transporte de petróleo e de seus produtos derivados.

No Brasil, o transporte dutoviário teve início em maio de 1942, com uma linha construída na Bahia, que tinha diâmetro de 2" e 1 km de extensão, ligando a "Refinaria Experimental de Aratu" ao Porto de Santa Luzia, para assim receber o petróleo dos "Saveiros-Tanques" vindos dos campos de Itaparica e Joanes (BADANHAN, 2001).

A Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) tem entre as suas atribuições, "*promover levantamentos e organizar cadastro relativos ao sistema de dutovias do Brasil e às empresas proprietárias de equipamentos e instalações de transporte dutoviário*."

Segundo o mesmo órgão federal, o transporte dutoviário pode ser dividido em:

- Oleodutos, cujos produtos transportados são, em sua grande maioria: petróleo, óleo combustível, gasolina, diesel, álcool, GLP, querosene e nafta, e outros.
- Minerodutos, cujos produtos transportados são: sal-gema, minério de ferro e concentrado fosfático.
- Gasodutos, cujo produto transportado é o gás natural.

De acordo com os dados da ANTT, atualizados até 2005, a malha dutoviária brasileira compunha 400 dutos, que somados representavam 20 mil km de extensão. Destes, 241 dutos (aproximadamente 7.500km) eram utilizados para transportar petróleo e derivados. Em sua maioria, eram dutos terrestres e subterrâneos, com profundidades que variam de 90 centímetros a 1,5 metros (GASPARINI, 2006).

Em 2006, a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) informou que o Brasil planeja investir, até o ano de 2015, cerca de US$ 7 bilhões na construção de mais 6 mil km de dutos.

Recentemente, o transporte dutoviário, antes dominado pelos combustíveis fósseis, passou a receber grandes investimentos do seguimento dos biocombustíveis, que vêm passando por um alçamento no mercado.

De acordo com a informação divulgada pelo Centro de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE), em março de 2009, a Uniduto investiu R$2,5 bilhões na construção de um alcoolduto com 1 mil km de extensão, ligando Sertãozinho, no interior de São Paulo, ao Porto de Santos, no litoral paulista. A previsão é de que a dutovia esteja operativa em 2011.

Estes são apenas alguns valores a que vem ilustrar o contínuo crescimento no emprego desse sistema de transporte no Brasil, tanto por parte de órgãos estatais como empresas privadas, tendo como atrativos sua praticidade, confiabilidade e economicidade de manutenção, quando comparados a outros sistemas de transporte. Não obstante, perfazerem verdadeiras essas características dependerá da qualidade da programação e do planejamento dos estudos pertinentes ao projeto de implantação de uma dutovia.

Neste ponto, cabe destacar que como toda e qualquer construção, as dutovias são passíveis de provocarem sensíveis alterações no meio ambiente ao seu redor. Estas alterações são decorrentes do empreendimento ou da sua construção (BADANHAN, 2001).

A partir da década de 1960, vários países passaram a contar com uma maior comoção social quanto às questões relacionadas ao meio ambiente e aos impactos negativos da sociedade sobre tal. Ao longo dos anos, esta preocupação foi recebendo aporte legal, *"através de normas que buscam regulamentar as intervenções antrópicas sobre o meio ambiente, de forma a garantir a preservação, recuperação e conservação dos recursos ambientais"* (FORTUNATO NETO, 2004).

No Brasil, a preocupação com as questões ambientais é relativamente recente. Até a década de 1970, ações governamentais no sentido de compatibilizar as atividades humanas com a conservação do ambiente eram pontuais e, na maioria das vezes desconectadas das políticas de desenvolvimento econômico (KIRCHHOFF, 2004).

Atualmente, para iniciar qualquer empreendimento ou atividade que resulte em ações modificadoras do meio ambiente é necessária aprovação no processo de licenciamento ambiental. Para tal, são utilizadas ferramentas que permitam tanto a previsão das alterações que se darão no meio ambiente em virtude do empreendimento, quanto à adoção de medidas mitigadoras e/ou compensatórias para os impactos ambientais resultantes.

Uma dessas ferramentas é a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), um instrumento que *"trata de um conjunto de procedimentos marcadamente preventivos dentro de um processo de controle ambiental e de estudo da viabilidade ambiental do empreendimento"* (SOUZA, 1998).

De maneira a determinar os impactos ambientais passíveis de ocorrer, é necessário conceber um diagnóstico ambiental da área de influência, focando-se o meio natural (biótico e físico) e o meio socioeconômico. Neste contexto, as investigações geológico-geotécnicas realizadas durante as fases do empreendimento, a fim de caracterizar os maciços terrosos e rochosos que serão contemplados pelas obras, já constituem parte dos elementos que devem ser tratados no diagnóstico do meio físico.

Assim sendo, faz-se cabível a aplicação dos conceitos da Geologia de Engenharia - "*ciência dedicada à investigação, estudo e solução de problemas de engenharia e meio ambiente, decorrentes da interação entre a Geologia e os trabalhos e atividades do homem, bem como à previsão e desenvolvimento de medidas preventivas ou reparadoras de acidentes geológicos*" (IAEG, 1992) e a Geologia Ambiental - "*ramo das ciências da Terra que enfatiza toda a gama das interações do homem com o ambiente físico*" (KELLER, 1982 apud ZAINE, 2000), segmentos da Geologia Aplicada que reúnem expressiva capacitação técnico-científica para subsidiar estas investigações geológico-geotécnicas.

Segundo Ruiz e Guidicini (1998), a Geologia de Engenharia esta cada vez mais relacionada às atividades da Engenharia, atuando na elaboração de planos diretores, estudos de inventário e de viabilidade técnica e econômica de empreendimentos, projetos executivos de obras, fiscalização das etapas construtivas, operação e monitoramento.

Para os mesmos autores, até quando aplicada aos problemas ambientais, a Geologia de Engenharia não deixa de ter esse enfoque, não se restringindo à descrição dos processos, mas estudando-os com o propósito de encontrar medidas corretivas ou preventivas.

Considerando as fases do projeto de uma dutovia, faz-se necessário definir diretrizes que dêem aporte aos estudos geológico-geotécnicos e ambientais pertinentes, caso contrário, como registrado na bibliografia, podem ocorrer complicações legais ou ainda as obras podem ser ineficientes, tanto do ponto de vista técnico quanto econômico, podendo ser executadas investigações e obras desnecessárias ou de custo excessivamente elevado para seu propósito.

II. OBJETIVOS

A ausência de uma organização e descrição precisa quanto à relação entre as fases do projeto da dutovia e as etapas do seu licenciamento ambientais, assim como os estudos geológico-geotécnicos correlatos a estas fases, tem muitas vezes resultado em um aproveitamento ineficiente destes estudos junto à caracterização do meio físico no diagnóstico ambiental.

Tendo isso em vista, a presente pesquisa tem por objetivo definir diretrizes que orientem os estudos geológico-geotécnicos e ambientais nas diversas fases do projeto da dutovia, gerando como produto final um fluxograma com o sequenciamento detalhado das fases e etapas envolvidas.

III. MÉTODO E ETAPAS DE TRABALHO

Para conduzir uma pesquisa de forma satisfatória e obter o produto desejado, é imprescindível ter organização e um método adequado.

Em vista disto, Andrew e Hildebrand (1982 apud ZAINE, 2000) consideram que a organização e sequenciamento da pesquisa devem ocorrer segundo o fluxograma apresentado na Figura 1.



Figura 1 - Fluxograma de elaboração de um projeto de pesquisa condicionado pelos recursos disponíveis (traduzido de ANDREW; HILDEBRAND, 1982 apud ZAINE, 2000).

Buscando sanar essa mesma questão metodológica, Cerri (1993, apud ZAINE, 2000) propõe para um plano de pesquisa os passos expostos na Figura 2.

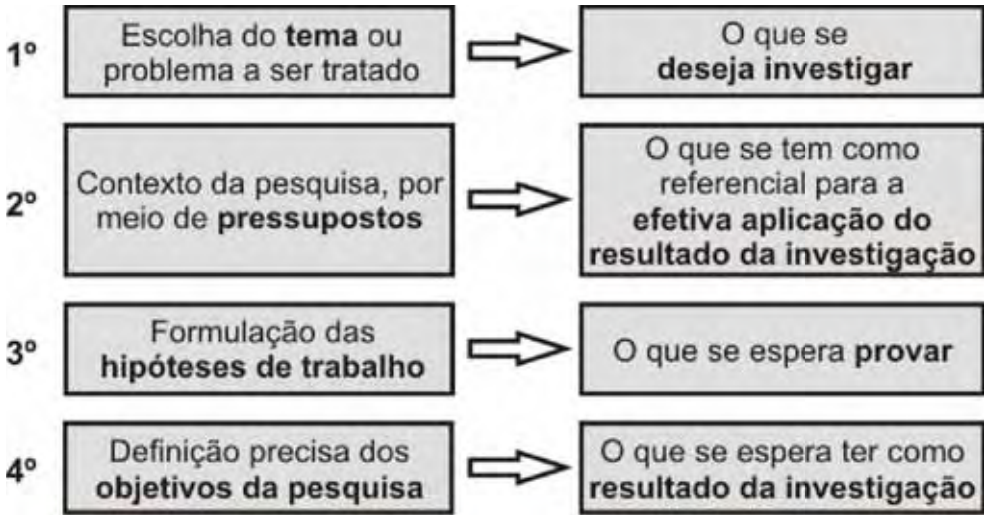


Figura 2 - Proposta de elaboração de um plano de pesquisa (CERRI, 1993 apud ZAINE, 2000).

Com base nas duas propostas metodológicas anteriores foi definido um método próprio de organizar o raciocínio necessário para o desenvolvimento da pesquisa, de forma simples e objetiva, como ilustrado na Figura 3.



Figura 3 - Fluxograma do método de trabalho aplicado na presente pesquisa.

Estabelecido o método aplicado e sabendo-se que a presente pesquisa baseia-se apenas em dados indiretos, decorrentes do levantamento bibliográfico de informações disponíveis e pertinentes ao tema de interesse, dividiu-se a pesquisa em 5 etapas, como apresentadas no fluxograma da Figura 4.

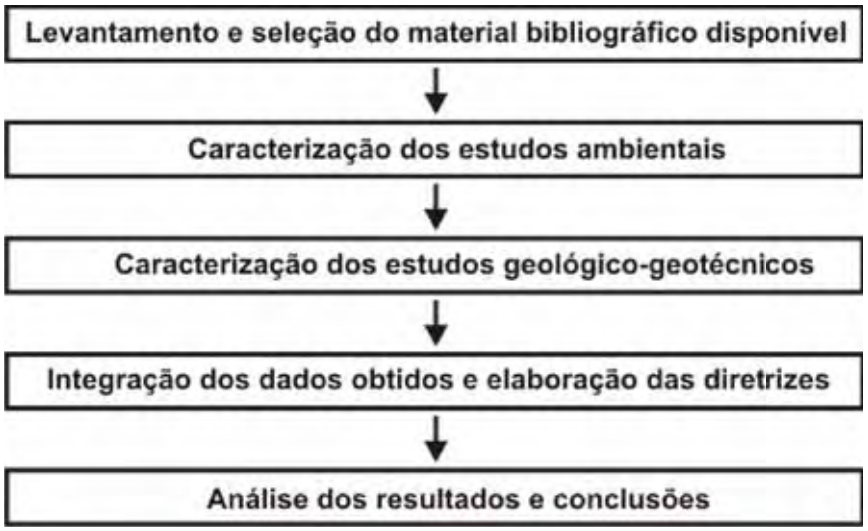


Figura 4 - Fluxograma das etapas de trabalho adotadas.

1ª Etapa – Levantamento e seleção do material bibliográfico disponível

O levantamento bibliográfico consistiu-se na reunião de informações relacionadas ao tema da pesquisa. Para esse fim recorreu-se a biblioteca da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Rio Claro, que dispõe de computadores com acesso aos principais bancos de dados nacionais e internacionais, assim como à rede de bibliotecas on-line. Foi dada preferência às bibliotecas da UNESP, USP (Universidade de São Paulo) e Unicamp (Universidade Estadual de Campinas).

A busca foi dirigida às publicações de associações técnico-científicas ligadas à Geologia de Engenharia e Geologia Ambiental, com destaque para a ABGE. Também foram pesquisados congressos, simpósios e/ou conferências sobre procedimentos para o licenciamento ambiental de dutovias e as investigações geológico-geotécnicas em projetos de dutovias.

As bibliografias foram selecionadas com base no título da publicação, utilizando-se da busca por palavras-chave. O sistema de busca empregado foi o Booleano, método que se resume a utilização de operadores lógicos (AND, OR, NOT, NEAR, * e “ ”) para combinar várias palavras ou frases de maneira específica, de tal forma que a busca seja concentrada sobre o objetivo, excluindo os resultados que não interessam.

2ª Etapa – Caracterização dos estudos ambientais

Dentre o material bibliográfico selecionado, foram analisados os dados diretamente relacionados às questões ambientais, a começar pela identificação dos amparos da Legislação Ambiental na Constituição Federal do Brasil, na Constituição do Estado de São Paulo, nas leis, decretos, resoluções e portarias que se complementam. Então, foram caracterizados os estudos ambientais requeridos no processo de licenciamento ambiental, destacando-se e discriminando-se as etapas do Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

Essa discriminação foi feita, preferencialmente, através da elaboração de quadros, assim condensando-se as informações de forma a facilitar a compreensão, organização e exposição dos procedimentos e elementos pertinentes a cada etapa do EIA.

Por fim, foi trabalhado o processo para obtenção das licenças ambientais necessárias a execução de cada fase do projeto da dutovia. Para apresentação destas informações foi utilizado um quadro e fluxogramas sintéticos, dando-se enfoque ao licenciamento ambiental no Estado de São Paulo.

3ª Etapa – Caracterização dos estudos geológico-geotécnicos

A princípio, foi adotado, com base nas solicitações comumente empregadas pelas obras de dutovias, que os estudos estariam restritos aos maciços terrosos. A partir daí, por meio dos dados selecionados na 1ª etapa, foram definidos os condicionantes geológico-geotécnicos pertinentes aos estudos geológico-geotécnicos aplicados em cada fase do projeto da dutovia.

Na sequência, estes estudos foram discriminados em estudos preliminares, investigações de superfície e subsuperfície, ensaios, métodos preventivos e registro dos trabalhos. Para representação do procedimento e parâmetros considerados em cada uma das etapas foi elaborada uma série de quadros e fluxogramas sintéticos.

4ª Etapa – Integração dos dados obtidos e elaboração das diretrizes

Nesta etapa foi feita a integração dos resultados obtidos durante a 2ª e 3ª etapa, seguido pela análise dos mesmos, a fim de estabelecer os parâmetros necessários à elaboração do produto final. Como critério para essa integração adotou-se a associação entre o detalhamento dos estudos geológico-geotécnicos, durante o avanço das fases do projeto da dutovia, e o acréscimo dos mesmos para caracterização do meio físico, tanto para implantação das obras quanto para concepção do diagnóstico ambientas do EIA e dos Programas Ambientais.

Feita a integração, os resultados foram analisados e ordenados segundo a importância para elaboração das diretrizes. Então, foram feitos alguns esboços do fluxograma das diretrizes, até se chegar a um que fosse satisfatório para confecção do produto final.

5ª Etapa – Análise dos resultados e conclusões

Na última etapa fez-se a análise do desenvolvimento da pesquisa como um todo, de forma a estabelecer as conclusões gerais.

IV. RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÕES

IV.1. Fundamentação teórica

De forma a situar a caracterização dos estudos ambientais dentro das engrenagens do sistema legislativo vigente, cabe aqui o registro das seguintes colocações, de cunho descritivo ou conceitual.

IV.1.1. A Política Ambiental

Segundo Bitar e Braga (1995), os processos tecnológicos dos diferentes tipos de intervenções, dentre as quais está à implantação de dutovias, produzem alterações no meio físico, cuja conseqüência pode ser a geração de áreas degradadas.

Na maioria dos casos, a adoção de medidas corretivas, destinadas a reverter à degradação de uma área, só é colocada em prática em função da legislação ambiental, pressão social ou mesmo por necessidade premente de reutilização da área. Entretanto, tais medidas exigem custos elevados, ao contrário das ações preventivas, que visam à minimização de possíveis danos, decorrentes do uso de determinada área, e exigem custos bem menores.

Em vista disso, nas últimas três décadas a crescente preocupação com a proteção do meio ambiente tem integrado a agenda política internacional. Harmonizar o desenvolvimento e a expansão das atividades humanas com o equilíbrio ambiental tornou-se uma questão vital (CUREAU et al., 2004 apud LOPES, 2008).

Associados a este crescente interesse, novas legislações, políticas e instrumentos de planejamento e controle ambiental foram introduzidos em todo o mundo, como forma de inserir em qualquer ação ou decisão humana a elementar obrigação de se considerar os fatores ambientais (GLASSON et al., 2005 apud LOPES, 2008).

A Legislação Ambiental Brasileira está amparada na Constituição Federal do Brasil, Constituição de cada Estado, Leis, Decretos, Resoluções e Portarias que se complementam. Na seqüência são apresentados alguns trechos da Legislação Brasileira vigente, tendo por enfoque o meio ambiente.

IV.1.2. Legislação do Brasil

A Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988) em seu Artigo 225º diz que "*todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações*". Em seu inciso IV

exige, na forma da lei, "*para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade*".

As principais leis federais que fazem referência aos aspectos da questão do meio ambiente e sua preservação são:

- Lei Federal nº 6.938 (BRASIL, 1981) – estabelece no Artigo 1º, com fundamento nos incisos VI e VII do Artigo 23º e no Artigo 235º da Constituição da República Federativa do Brasil, a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, além de criar o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e instituir o Cadastro de Defesa Ambiental.

O Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) foi estabelecido como sendo constituído pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, bem como as fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental.

No Artigo 2º a lei estabelece, como objetivos, "*a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental propícia a vida, visando assegurar, no país, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e a proteção da dignidade da vida humana*".

O Artigo 3º define o meio ambiente como "*o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas.*"

No Artigo 6º fica instituído o "*Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), com a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida*".

Pelo mesmo artigo ficou instituído como órgão executor, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA), com a finalidade de executar e fazer executar, como órgão federal, a política e diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente. Foram instituídos também, os órgãos seccionados e locais no nível estadual e municipal, responsáveis pelo controle e fiscalização das atividades ambientais.

O Artigo 10º determina que "*a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetivos potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação*

ambiental, dependerão de prévio licenciamento de órgão estadual competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), em caráter supletivo, sem prejuízo de outras licenças exigíveis".

A Lei Federal 6.938/81 tornou-se a base para a estruturação legal e institucional de um arcabouço normativo e de fiscalização, que provocou sensíveis reflexos na concepção, organização e gerenciamento das obras de dutos (BADANHAN, 2001).

- Lei Federal nº 8.028 (BRASIL, 1990) – modifica o Artigo 8º da Lei Federal nº 6.938/81, previamente alterada pela Lei Federal nº 7.804/89, passando a vigorar que ao Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) compete "*determinar, quando julgar necessário, a realização de estudos das alternativas e das possíveis conseqüências ambientais de projetos públicos ou privados, requisitando aos órgãos federais, estaduais e municipais, bem assim a entidades privadas, as informações indispensáveis para apreciação dos estudos de impacto ambiental, e respectivos relatórios, no caso de obras ou atividade de significativa degradação ambiental, especialmente nas áreas consideradas patrimônio nacional*".

O Decreto Federal nº 99.274 (BRASIL, 1990) regulamenta a Lei Federal nº 6.938/81, estabelecendo em seu Artigo 1º que "*na execução da Política Nacional do Meio Ambiente cumpre ao Poder Público, nos seus diferentes níveis de governo:*

I - manter a fiscalização permanente dos recursos ambientais, visando à compatibilização do desenvolvimento econômico com a proteção do meio ambiente e do equilíbrio ecológico;

II - proteger as áreas representativas de ecossistemas mediante a implantação de unidades de conservação e preservação ecológica;

III - manter, através de órgãos especializados da Administração Pública, o controle permanente das atividades potencial ou efetivamente poluidoras, de modo a compatibilizá-las com os critérios vigentes de proteção ambiental".

IV.1.3. Legislação do Estado de São Paulo

A Constituição do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1989) em seu Artigo 192º, define que "*a execução de obras, atividades, processos produtivos e empreendimentos e a exploração de recursos naturais de qualquer espécie, quer pelo setor público, quer pelo privado, serão admitidas se houver resguardo do meio ambiente ecologicamente equilibrado*".

No inciso 1° fica instituído que "*a outorga de licença ambiental, por órgão ou entidade governamental competente, integrante de sistema unificado para esse efeito, será feita com observância dos critérios gerais fixados em lei, além de normas e padrões estabelecidos pelo Poder Público e em conformidade com o planejamento e zoneamento ambientais*".

No inciso 2° é estabelecido que "*a licença ambiental, renovável na forma da lei, para a execução e a exploração mencionadas no "caput" deste artigo, quando potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente, será sempre precedida, conforme critérios que a legislação especificar, da aprovação do Estudo Prévio de Impacto Ambiental e respectivo relatório a que se dará prévia publicidade, garantida a realização de audiências públicas*".

A Resolução SMA 42 (SÃO PAULO, 1994) institui no Artigo 1º os procedimentos para análise de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Também estabelece que "*nos casos previstos no art. 2º da Resolução 1/86, do CONAMA, o interessado requererá a licença ambiental, instruída com o Relatório Ambiental Preliminar - RAP, conforme roteiro de orientação estabelecido pela SMA*".

A Resolução SMA 54 (SÃO PAULO, 2004) define no Artigo 3º que "*o procedimento que tem como objetivo a concessão de licença prévia (LP) a empreendimentos ou atividades considerados de impacto ambiental muito pequeno e não significativo se iniciará com a protocolização do EAS*", dessa forma estabelecendo uma nova modalidade de estudo para o licenciamento ambiental estadual, o Estudo Ambiental Simplificado.

IV.1.4. Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)

Os Estados Unidos da América foram os pioneiros na construção do arcabouço legal referente à Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), ao promulgar em dezembro de 1969 o *National Environmental Policy Act (NEPA)*, diploma legal que estabelece, em linhas gerais, a obrigação de ser incluída em toda proposta legislativa e em toda relevante ação, que possa ter efeito significativo sobre a qualidade ambiental, uma avaliação dos impactos ambientais decorrentes, governamental ou não (NEPA, 1969 apud LOPES, 2008).

Segundo Gallardo (2004), a AIA é um termo que designa diferentes metodologias, procedimentos ou ferramentas empregadas por agentes públicos e privados no campo do planejamento e da gestão ambiental. Consiste no instrumento utilizado para descrever, classificar e propor medidas para minimizar os impactos ambientais decorrentes de um projeto de engenharia, de obras ou atividades humanas.

Para Sánchez (2006) a AIA representa um "*conjunto de procedimentos concatenados de maneira lógica, com a finalidade de analisar a viabilidade ambiental de projetos, planos e programas, e fundamentar uma decisão a respeito"*.

Na Legislação Brasileira a AIA se consolidou através da Resolução CONAMA nº 001 (BRASIL, 1986), que "*considerando a necessidade de se estabelecer as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para o uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental*", determinou a necessidade de elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), como forma de analisar e subsidiar o licenciamento e a implantação de atividades com potencial significativo de alterações sobre o meio ambiente. A fim de ser mais precisa quanto aos empreendimentos de significativo impacto potencial, para os quais a elaboração de um EIA/RIMA é um elemento obrigatório para o licenciamento ambiental, foi apontada uma lista exemplificativa, na qual constam as dutovias.

No Artigo 1º dessa mesma resolução é definido o conceito de 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, afetam:*

***I** - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;*

***II** - as atividades sociais e econômicas;*

***III** - a biota;*

***IV** - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;*

***V** - a qualidade dos recursos ambientais."*

A Resolução CONAMA nº 009 (BRASIL, 1987) vem complementar a Resolução CONAMA de 1986, ao regulamentar as Audiências Públicas, que segundo o Artigo 1º "tem *por finalidade expor aos interessados o conteúdo do produto em análise e do seu referido RIMA, dirimindo dúvidas e recolhendo dos presentes as críticas e sugestões a respeito*", proporcionando assim um maior acesso da comunidade ao processo de licenciamento.

Buscando aprimorar e melhor descrever as atividades sujeitas ao licenciamento ambiental, a Resolução CONAMA nº 237 (BRASIL, 1997), faz uma atualização da legislação, estabelecendo no Artigo 8º que "*o Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá as seguintes licenças:*

- Licença Prévia *– concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;*

- Licença de Instalação *– autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;*

- Licença de Operação *– autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação*".

IV.2. Estudos Ambientais

Em termos práticos, os estudos ambientais buscam estabelecer a adequada mitigação ou compensação dos impactos ambientais negativos suscetíveis de ocorrer, em toda a sua abrangência, como decorrência do processo construtivo e da posterior operação da dutovia.

Para tanto, quando constatada, a partir destes estudos, a efetiva previsibilidade de impacto ambiental negativo significativo, para cada um dos componentes do meio ambiente então afetados, deverão ser definidas medidas de caráter mitigador ou compensatório, a serem implementadas durante a execução dos serviços e obras pertinentes a dutovia.

Da mesma maneira, quando prevista a ocorrência de impactos positivos significativos, deverão ser definidas medidas objetivando a otimização ou a potencialização de tais impactos positivos.

IV.2.1. Estudo de Impacto Ambiental (EIA)

O EIA é um dos elementos de avaliação prévia de impacto ambiental, consistindo na execução, por equipe multidisciplinar, das tarefas técnicas e científicas destinadas a analisar, de forma sistemática, as consequências da implantação de um projeto no meio ambiente (meios físico, biótico e antrópico), por métodos de avaliação de impacto ambiental e técnicas de previsão dos impactos ambientais. A orientação específica é da autoridade ambiental responsável pelo licenciamento do projeto.

IV.2.1.1. Apresentação do Projeto Preliminar da Dutovia

Este tema compreende a apresentação dos elementos básicos que nortearão as obras da dutovia nas fases de projeto básico, projeto executivo, construção e operação, bem como as diretrizes previstas para sua manutenção adequada. Deverá ser elaborado com base na análise do elenco de documentos e informações pertinentes à elaboração dos estudos de engenharia em todas as fases do projeto da dutovia.

De modo geral, deverão ser abordadas e caracterizadas as particularidades e os dados essenciais, tais como apresentados a seguir, com base em informações modificadas de DNIT (2006):

a) Localização e extensão da dutovia;

b) Condições atuais da malha dutoviária na região a ser implantada a obra;

c) Os objetivos e as justificativas para inclusão da dutovia;

d) Características técnicas da dutovia, restringindo-se a sua geometria;

e) Apresentação das alternativas de traçado estudadas, destacando a adotada e os respectivos estudos previstos para as fases de construção e operação da dutovia;

f) As matérias primas, mão de obra, fontes de energia, processos e técnicas operacionais, os empregos diretos e indiretos a serem gerados;

g) Discriminação das alternativas tecnológicas.

IV.2.1.2. Áreas de Influência

A área de influência de um empreendimento é definida como o espaço suscetível de sofrer alterações como conseqüência da sua construção, operação e manutenção ao longo de sua vida útil.

As interferências sofridas pela dutovia ou por esta exercidas sobre os meios físico, biótico e socioeconômico deverão ser diagnosticadas em três níveis de detalhamento: Área de Influência Indireta (AII), Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA), como apresentado no Quadro 1.

<table>
<tr><th></th><th>Área de Influência Indireta (AII)</th><th>Área de Influência Direta (AID)</th><th>Área Diretamente Afetada (ADA)</th></tr>
<tr><td>Meio físico</td><td rowspan="2">- como regra geral, será considerada uma faixa continua ao longo do traçado, limitada lateralmente por paralelas, distantes 1km para cada lado.</td><td>- composta pelo traçado adotado, ladeado por faixas marginais com 300m de seção para cada lado, considerando-se a bacia hidrográfica atingida.</td><td rowspan="2">- compreenderá a área efetivamente utilizada para construção e operação da dutovia, incluindo suas estruturas de apoio, vias de acesso privativas, bem como todas as demais operações unitárias associadas exclusivamente à sua infra-estrutura.</td></tr>
<tr><td>Meio biótico</td><td>- incluirá, além dos 300m para cada lado do traçado, trechos complementares delimitados em razão dos ambientes florestais, cursos hídricos ou áreas de preservação atingidas.</td></tr>
<tr><td>Meio socioeconômico</td><td>- Municípios e cidades polarizadoras ou com grande potencial de polarização futura, existentes nas proximidades do traçado.</td><td>- todos os municípios a serem diretamente atravessados pelo traçado.</td><td>- corresponderá à faixa de domínio ao longo do traçado, com cerca de 10m de largura, além das áreas lindeiras e urbanas atravessadas.</td></tr>
</table>

Quadro 1 - Áreas de influência de uma dutovia (modificado de DNIT, 2006; PIATAM, 2008)**.**

IV.2.1.3. Diagnóstico Ambiental

Em síntese, o objetivo do diagnóstico é o levantamento dos parâmetros do meio físico, meio biótico e socioeconômico, em uma área de influência previamente determinada, a fim de se conhecer a situação ambiental atual. Servirá, portanto, como referência para a avaliação dos impactos que advirão da atividade em questão, que no caso, é a construção e operação da dutovia.

Os resultados dos levantamentos e dos estudos deverão ser apresentados com o apoio de mapas, gráficos e tabelas.

O Quadro 2 apresenta a discriminação dos condicionantes analisados nos diagnósticos do meio físico, biótico e socioeconômico, assim como os procedimentos que devem ser adotados na sua avaliação.

	CONDICIONANTES	PROCEDIMENTOS
Meio físico	**Geologia e Geotecnia**	- caracterização geológica, estratigráfica e estrutural das unidades presentes no traçado da dutovia, destacando os problemas geotécnicos; - identificação e registro da localização das prováveis ocorrências minerais e de jazidas de interesse econômico; - análise, junto ao DNPM, dos requerimentos de pesquisa e mineração das áreas do traçado; - AII - caracterização da formação geológica da região correspondente; AID - descrição das possíveis interferências na dutovia.
	Geomorfologia e Topografia	- compartimentação topográfica, envolvendo o modelado do terreno, feições erosivas, declividades e suas características dominantes; - AII - compartimentação topográfica, relevo e áreas com solos moles e inundáveis; AID - ênfase na estabilidade das encostas.
	Pedologia	- coleta e análise dos dados disponíveis na EMBRAPA, no RADAM e nos órgãos e instituições de pesquisa estaduais e municipais; - caracterização pedológica dos tipos de solo existentes, a partir dos critérios preconizados pelo SNLCS da EMBRAPA; - elaboração do mapeamento do solo – aptidão agrícola; - AII - caracterização das classes de solo e de seu uso potencial; AID - caracterização da ocorrência de processos erosivos ou potenciais;
	Clima	- identificação dos parâmetros para configuração do regime de chuvas e parâmetros dos componentes do balanço hídrico do solo.
	Recursos Hídricos	- caracterização dos recursos hídricos, incluindo informações sobre vazão, regime fluvial, análise sucinta dos principais cursos d'água a serem atravessados pela dutovia, a quantidade e o uso da água; além da ocorrência de assoreamentos na AID e suas implicações no fluxo de água. - avaliação de qualidade física, química e biológica das águas da área de influência direta, com as justificativas para os critérios de escolha dos pontos e parâmetros de amostragem, visando o monitoramento durante a execução das obras;
	Níveis de ruídos	- coleta de análises existentes sobre níveis de ruídos ao longo do traçado da dutovia, disponíveis em órgãos estaduais e municipais; - execução de medições expeditas complementares, em dois horários por dia, nos locais aonde se prevê as maiores emissão de ruídos; - comparar a somatório das emissões atuais com as emissões adicionais previstas, confrontando com os níveis máximos de ruídos permitidos.
Meio biótico	**Flora**	- coleta, análise e interpretação dos dados disponíveis sobre a vegetação no traçado da dutovia, definindo domínios fitofisionômicos; - análise das ocorrências dos setores paisagísticos significativos e de Unidades de Conservação; - representação cartográfica, em escala diferenciada, para cada uma das modalidades de área de influência; - estimativa da área a ser desmatada com a construção, caracterizando quantitativamente e qualitativamente a vegetação a ser suprimida.
	Fauna	- caracterização e avaliação da fauna terrestre nos diversos tipos fitofisionômicos definidos, além das áreas de transição; - realização de estudos nos pontos de travessia de cursos d'água cortados pela dutovia, nascentes, lagos, lagoas e Unidades de Conservação.
Meio socioeconômico	**Dinâmica populacional**	- coleta e compilação dos dados relacionados com a demografia, disponíveis junto ao IBGE, órgãos estaduais e municipais; - mapeamento da população da área do traçado, caracterizando a dinâmica demográfica, sua localização e distribuição e fluxos migratórios,.
	Uso e ocupação territorial	- interpretação de produtos de sensoriamento remoto e mapeamento do uso e ocupação territorial, com a caracterização da paisagem, análise descritiva e histórica de ocupação humana e estrutura fundiária, além de definir as tendências regionais.
	Infraestrutora básica	- levantamento de dados secundários, somados a visita de inspeção, buscando caracterização a infraestrutura existente na área de influência;
	Estrutura produtiva e de serviços	- levantamento das atividades econômicas desenvolvidas na área de influência, nos setores primário, secundário e terciário, além de uma análise das finanças públicas municipais.
	Organização Social	- identificação dos grupos sociais e políticos efetivos e potencialmente afetados pela implantação da dutovia, quantificando-se e qualificando-se os diversos interesses em jogo;
	Populações indígenas e grupos étnicos da Área de Influência	- a partir da manutenção de contatos e de entrevistas e coletas de dados pertinentes junto à entidades especializadas como FUNAI, INCRA, Fundação Palmares, Universidades, entre outros, seguidas da devida análise, deverão ser enfocados, em especial, tópicos relacionados com as populações indígenas e os remanescentes das comunidades dos quilombos.

Quadro 2 - Procedimentos adotados para caracterização dos condicionantes do diagnóstico ambiental (modificado de DNIT, 2006).

IV.2.1.4. Análise Ambiental Integrada

Após os diagnósticos setoriais e considerando as correlações interdisciplinares formadoras do meio natural e socioeconômico, deverá ser elaborada uma síntese para a caracterização da área do empreendimento, de forma global, o que conduzirá a obtenção dos seguintes elementos, com base em informações modificadas de DNIT (2006):

- Avaliação da área de locação da dutovia e a relação dos sistemas ambientais naturais homogêneos, permitindo a identificação na área, das inter-relações entre a natureza e a ação do homem;
- Situação atual da qualidade ambiental da área de influência, cruzando os atributos naturais com os usos ocorrentes, proporcionando a classificação das áreas em situação estável, de alerta e crítica;
- Caracterização da estrutura e da dinâmica ambiental da região e suas tendências evolutivas, contemplando os reflexos decorrentes de futuros projetos de ocupação;
- Previsão do processo de antropização que poderá vir a ocorrer com a implantação do projeto, dentro do enfoque de desenvolvimento da região, com suas perdas e ganhos ambientais;
- Identificação dos locais de maior atenção que, face às suas particularidades, inclusive como decorrência de suas limitações em termos de absorção de ações impactantes, devam se constituir em objeto de cuidados especiais, durante a execução das obras.
- Proposição de bio-indicadores – ou seja, as espécies ou grupos de espécies que poderão ser utilizados como indicadores de alterações da qualidade ambiental, em programas de monitoramento;
- Identificação e avaliação dos impactos decorrentes da dutovia, bem como a qualidade ambiental futura da região.

IV.2.1.5. Identificação, Classificação e Avaliação dos Impactos Ambientais

A sistemática de identificação e caracterização dos impactos ambientais, envolvendo estágios sucessivos, deve contar em seu desenvolvimento com a participação de equipe multidisciplinar e devidamente coordenada, sendo que:

a) Em um estágio inicial, são analisadas as interações possíveis entre as ações específicas integrantes das várias fases do projeto da dutovia e os componentes

ambientais a serem, então e ainda, objeto de diagnóstico, bem como as interações, que neste estágio deverão considerar todo o elenco de alternativas tecnológicas e de traçado. Tal procedimento vai se traduzir em um rol de futuras situações prováveis que podem ser caracterizadas como impactos, fornecendo assim uma 1ª listagem, preliminar, de impactos previstos;

b) A listagem preliminar será aprimorada à medida que evoluírem os estudos geológico-geotécnicos e ambientais e, em um estágio final, após o levantamento primário de dados, checagem de campo e elaboração do Diagnóstico Ambiental, o acúmulo de conhecimento sobre a dutovia e o meio ambiente, em suas áreas de influência direta e indireta permitirá, por exemplo, a aplicação do método das "Matrizes de Interação", onde o cruzamento das ações programadas da dutovia, em suas diversas fases, com os componentes ambientais dos diferentes meios, em sua interseção, representa os impactos ambientais identificados.

Com relação à classificação destes impactos ambientais, deverão ser considerados os seguintes critérios, de acordo com dados modificados de DNIT (2006):

- **Caráter do impacto:** positivo ou negativo;
- **Manifestação:** direta ou indireta;
- **Ocorrência:** imediato, médio prazo ou longo prazo;
- **Extensão:** pontual, local ou regional
- **Grau de reversibilidade:** reversível ou irreversível;
- **Magnitude:** pequena, média, grande ou muito grande;
- **Propriedades:** cumulativas ou sinergéticas;
- **Duração:** momentâneo, temporário ou permanente;
- **Grau de significância:** pequena, quando o impacto só atinge um componente ambiental sem afetar outros componentes; média, quando o impacto atinge outro(s) componente(s), mas não chega a comprometer os seus fatores ambientais ou a qualidade de vida da população local; e grande, quando o impacto sobre o componente põe em risco o fator ambiental impactado ou atinge de forma marcante a qualidade de vida da população.

A avaliação dos impactos ambientais corresponde à integração das variáveis, considerando as inter-relações existentes, dentro de uma visão global da questão em estudo. Para tal, deverá ser promovida a avaliação para cada impacto previsto, das componentes da ação impactante e das limitações que o meio ambiente oferece à recepção de tal ação impactante. Dessa forma os impactos poderão ser hierarquizados através de um processo interativo, com a participação de equipe especializada multidisciplinar.

Segundo Azevedo (2007), os principais impactos resultantes da implantação de uma dutovia são: erosão; desmatamento; travessias de corpos d'água; interferências com propriedades, municipalidades; interferências em atividades agrícolas e minerarias; interferências em infra-estruturas (rodovias, ferrovias, linhas de transmissão); interferências em Unidades de Conservação; impactos em áreas indígenas; eventual perda de patrimônio histórico e arqueológico; riscos de acidentes; e restrições de uso da Faixa de Servidão.

IV.2.1.6. Elaboração do Prognóstico Ambiental

O Prognóstico Ambiental tem por objetivo estabelecer uma previsão da caracterização ambiental futura da área de influência do empreendimento, portanto, deve ser estruturado com base nos mesmos meios ambientais e respectivos elementos considerados na etapa de Diagnóstico Ambiental.

O Prognóstico deve ser enfocado e desenvolvido segundo duas hipóteses, a saber: com a construção e operação do empreendimento e sem a construção (e operação) do mesmo, como apresentado no Quadro 3.

PROGNÓSTICO AMBIENTAL

Com a presença da dutovia	Sem a presença da dutovia
• Caracterização das alterações ambientais prognosticadas para a região do traçado, em razão da implantação e da operação da dutovia; • Dinâmica ambiental prognosticada para a área de influência; • Discriminação das potencialidades e vulnerabilidades, em função das manifestações prognosticadas para o cenário de sucessão.	• Caracterização do desempenho futuro das alterações ambientais diagnosticadas na região, bem como de outras que possam ocorrer sem a implantação da dutovia; • Dinâmica ambiental prognosticada para a área de influência; • Discriminação das potencialidades e vulnerabilidades, em função das manifestações prognosticadas para o cenário tendencial.

Quadro 3 - Diretrizes para o prognóstico ambiental do projeto da dutovia (modificado de DNIT, 2006).

IV.2.1.7. Proposição de Medidas Mitigadoras e/ou Compensatórias

As medidas mitigadoras são aquelas que visam prevenir eventuais impactos negativos ou a redução de sua magnitude, não compensando danos. Este último seria utilizado em última instância, quando não houvesse forma de minimizar os impactos negativos.

Com base na comparação do prognóstico das condições emergentes com e sem a implantação da dutovia, e na conseqüente avaliação dos impactos ambientais a serem causados pela mesma, deverão ser definidas medidas, visando tanto à recuperação e conservação do meio ambiente, quanto o maior aproveitamento das novas condições a serem criadas.

Em especial, as medidas que visam minimizar os impactos adversos, identificados e quantificados no item anterior, deverão atender ao inciso III do Artigo 6º da Resolução CONAMA 01/86 e serem apresentadas e classificadas quanto à:

- **Sua natureza:** preventiva ou corretiva;
- **Fase da obra da dutovia em que deverão ser adotadas:** projeto básico/executivo, construção ou operação;
- **O meio ambiental a que se destina:** físico, biótico ou socioeconômico;
- **Prazo de permanência de sua aplicação:** curto, médio ou longo;
- **Responsabilidade por sua implementação:** empreendedor, poder público ou outro, identificando-o.

IV.2.1.8. Elaboração dos Programas Ambientais

Os Programas Ambientais se constituem em instrumentos concebidos na fase de projeto básico e projeto executivo e que definem em adequado grau de detalhamento e precisão, todas as ações a serem desenvolvidas dentro do objetivo de se implantar as medidas mitigadoras e/ou compensatórias propostas, durante as respectivas fases do empreendimento.

Estes programas deverão ser abordados em função de particularidades ocorrentes, incluindo-se, segundo considerações modificadas de DNIT (2006):

- Indicação e justificativa dos parâmetros selecionados para a avaliação dos impactos sobre cada um dos fatores ambientais considerados;
- Indicação e justificativa da rede de amostragem, incluindo seu dimensionamento e distribuição espacial;
- Indicação e justificativa dos métodos de coleta e análise das amostras;

- Indicação e justificativa da periodicidade de amostragem de cada parâmetro, segundo os diversos fatores ambientais;
- Indicação e justificativa dos métodos a serem empregados no processamento das informações levantadas, visando retratar o quadro de evolução dos impactos ambientais causados pelo dutovia.

Na Figura 5 é apresentado um esquema geral das diretrizes para formulação do EIA, partindo da apresentação do empreendimento e seguindo para as fases de caracterização dos estudos ambientais. Salienta-se que o RIMA deverá ser elaborado de forma conjugada com o EIA.

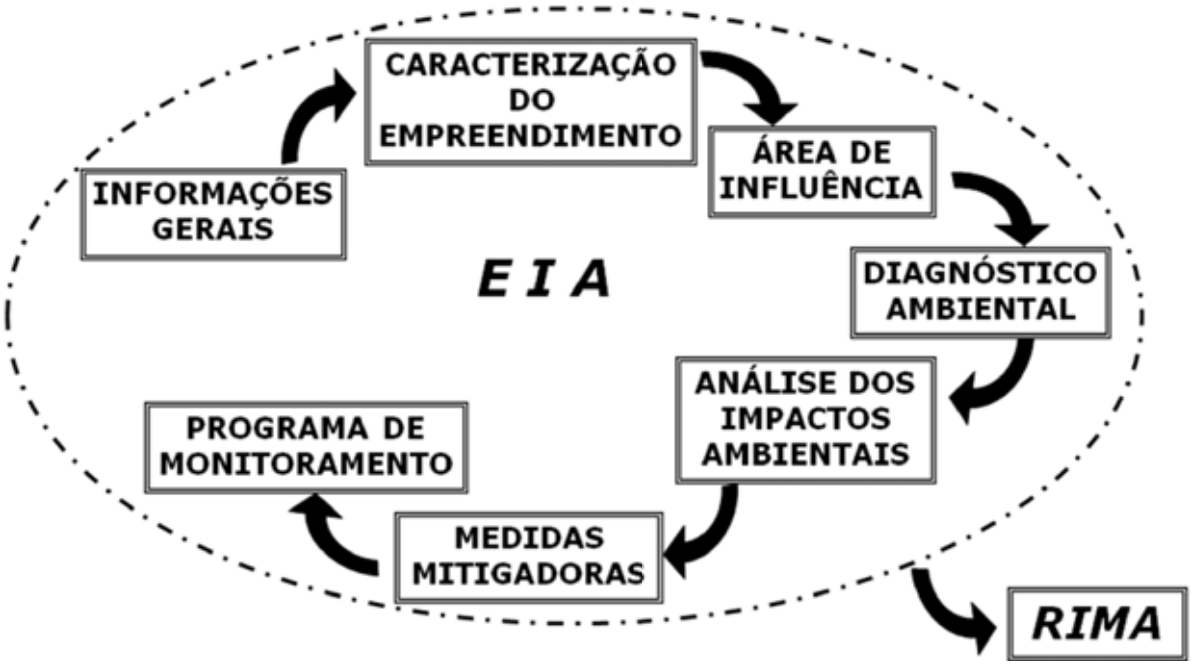


Figura 5 - Diretrizes para elaboração do EIA (GIMENEZ, 2004).

IV.2.2. Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)

O RIMA se constitui em um relatório sucinto no qual se apresentam as condições do EIA, onde as informações técnicas devem ser expressas em linguagem acessível, demonstrando, através de técnicas de comunicação visual, todas as possíveis conseqüências ambientais do projeto e suas alternativas, comparando vantagens e desvantagens e indicando a alternativa de menor impacto, pois como preconiza a legislação, deve ser divulgado e devidamente compreendido pelos grupos sociais interessados.

IV.2.3. Relatório Ambiental Preliminar (RAP)

Da mesma forma que no EIA, o RAP deve conter a descrição da área de influência (mas desconsiderando a AII), o diagnóstico ambiental, a avaliação dos impactos ambientais, as medidas mitigadoras e/ou compensatórias e os programas ambientais, entretanto, não exige o minucioso detalhamento destes dados, muito menos a presença de um prognóstico ambiental. Não traz ainda, um relatório específico, como o RIMA, cujo conteúdo e abordagem favoreçam a compreensão dos tomadores de decisão e do público afetado pelo empreendimento.

IV.3. Licenciamento Ambiental de Dutovias

Pela Legislação Brasileira, o licenciamento ambiental é o procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente integrante do SISNAMA, licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

Como visto na Resolução CONAMA nº 01/86, as obras dutoviárias estão classificadas como potencialmente causadores de impacto ambiental, logo, como consta na lei, precisam submeter-se ao licenciamento ambiental, a fim de obter as licenças necessárias para sua atividade.

Dependendo da localização e extensão do traçado da dutovia será preciso adquirir o parecer de vários órgãos fiscalizadores, entretanto, o processo geralmente se desenvolve em um único órgão, o qual, havendo necessidade, consultará outras instâncias. O IBAMA estará a cargo do licenciamento quando os impactos envolverem mais de um estado e, não sendo esse o caso, o licenciamento ficará por conta dos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente.

Até o final de julho de 2009 havia 4 órgão responsável pelo licenciamento ambiental no Estado de São Paulo, estando o Departamento de Avaliação de Impactos Ambientais (DAIA) a cargo do processo de licenciamento ambiental para as obras de dutovia. Entretanto, a partir de 07 de agosto de 2009 entrou em vigor a Lei Estadual nº 13.542 (SÃO PAULO, 2009), sancionada pelo Governo Estadual, em 08 de maio de 2009, que criou uma nova CETESB, agora denominada “Companhia Ambiental do Estado de São Paulo”, em substituição à "Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental", garantindo a esta instituição a exclusividade na expedição do licenciamento ambiental estadual.

Desta forma, alterando a condução do procedimento de licenciamento anterior, a medida consolidou a CETESB de acordo com o Projeto Estratégico "Licenciamento Ambiental Unificado", instituído pela Resolução SMA nº 22 (SÃO PAULO, 2007), que focava a transparência na condução dos licenciamentos, simplificando a emissão das licenças.

Para o caso do Estado de São Paulo, o estudo ambiental requerido para o licenciamento ambiental dependerá da relação entre o potencial do impacto e o porte da atividade, como esquematizado na Figura 6, não obstante, as obras de dutovia costumam envolver longos traçados, que resultarão em expressivos impactos, sendo comumente necessário o EIA/RIMA.

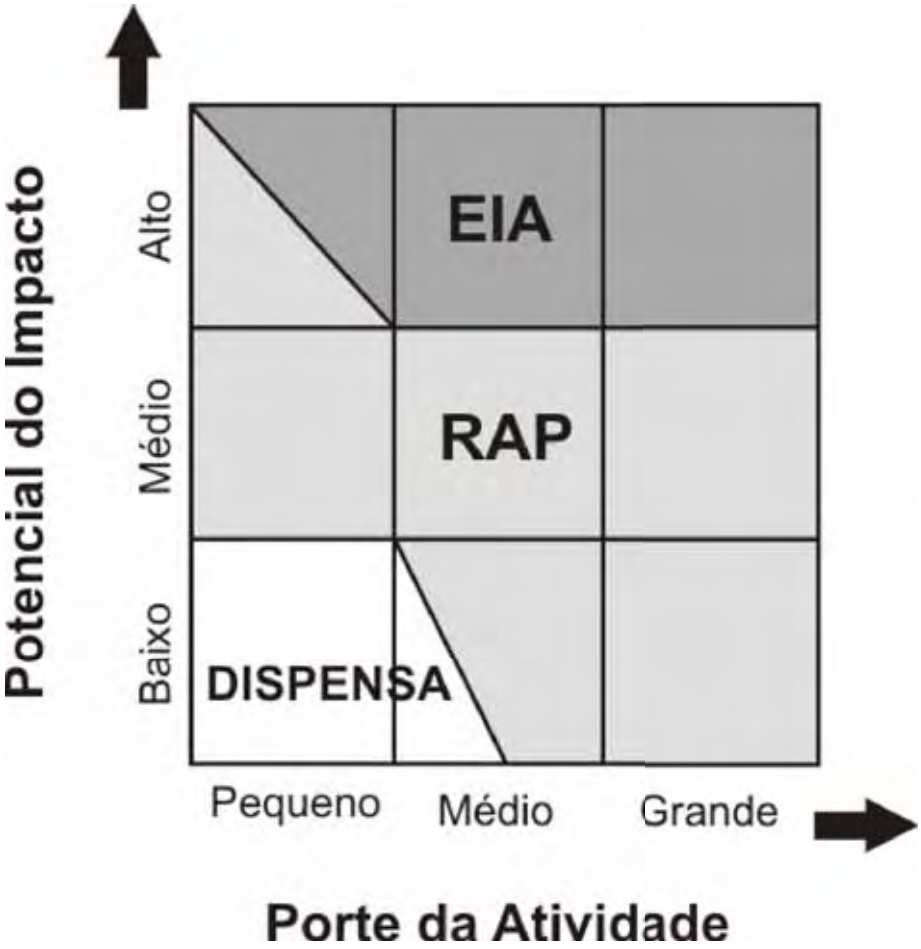


Figura 6 - Quadro esquemático com a relação dos estudos ambientais em decorrência do porte da atividade e seu potencial de impacto (modificado de STECH, 2002).

Na Figura 7 pode ser visualizada a sequência simplificada do processo de licenciamento ambiental para um projeto de dutovia, no Estado de São Paulo, enquanto na Figura 8 é apresentado o fluxograma completo.

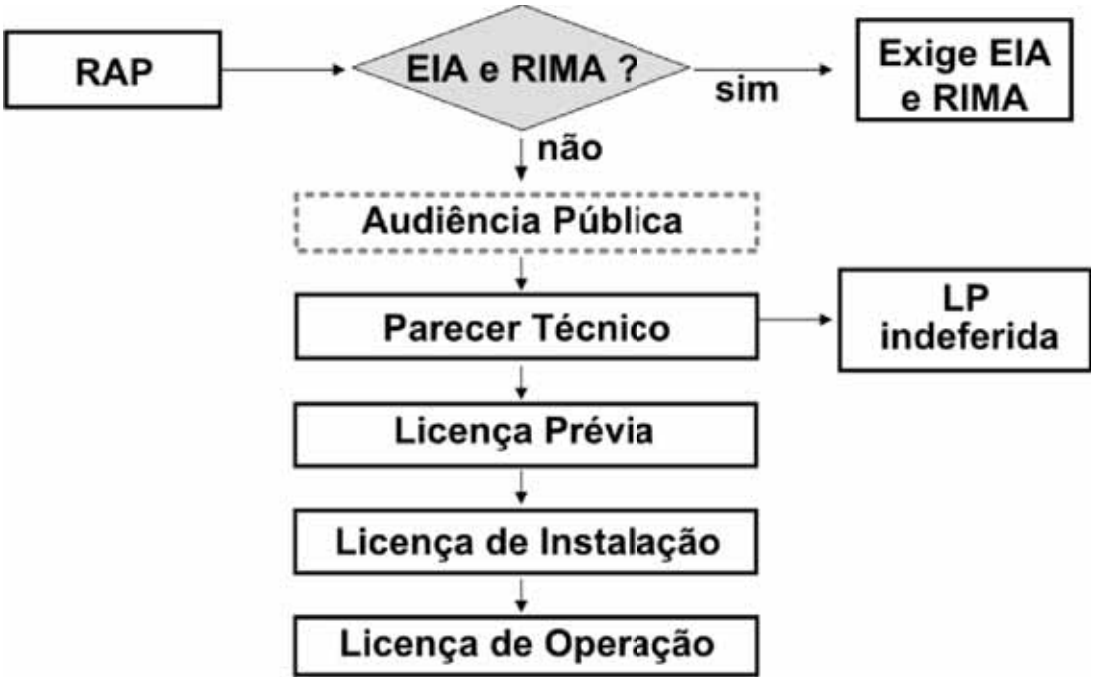


Figura 7 - Fluxograma do Licenciamento Ambiental Simplificado (modificado de STECH, 2002).

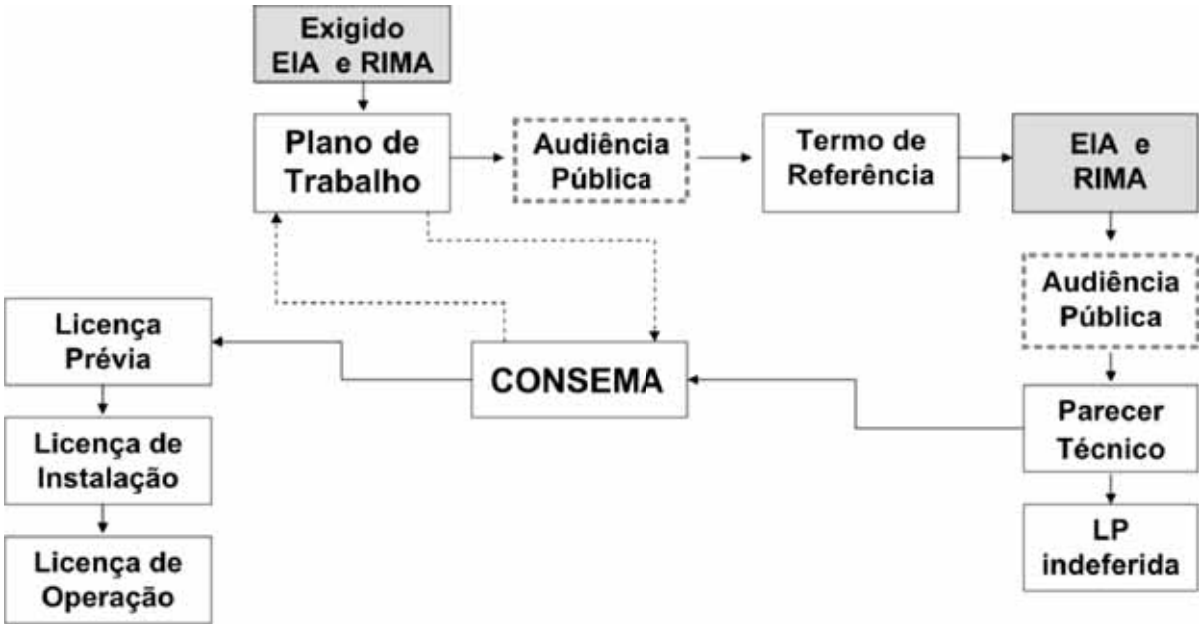


Figura 8 - Fluxograma do Licenciamento Ambiental Completo (modificado de STECH, 2002).

O Quadro 4 traz a integração entre as fases do projeto da dutovia, as etapas do licenciamento ambiental, os estudos ambientais e documentos técnicos de referência, os procedimentos aplicáveis e o órgão responsável, para o caso do Estado de São Paulo.

Fases do Projeto da Dutovia	**Estudos ambientais e documentos técnicos de referência**	**Procedimentos aplicáveis**	**Etapa do licenciamento ambiental**	**Órgão Responsável**
Entre a Viabilidade e o Projeto Básico	- EIA/Rima ou RAP e eventuais complementações;	- Análise inicial e revisão do EIA/RIMA ou RAP; - Inspeção Técnica; - Auditoria Pública; - Parecer técnico conclusivo.	Emissão da LP	CETESB
Projeto Básico / Projeto Executivo	- EIA/Rima ou RAP e eventuais complementações; - Pareceres e relatórios (análises, recomendações e exigências) resultantes da fase de emissão da LP;	- Acompanhamento pós-aprovação; - Implementação dos resultados da etapa da LP.	Vigência da LP	
Entre o Projeto Executivo e a Construção	- EIA/Rima ou RAP e eventuais complementações; - Pareceres e relatórios (análises, recomendações e exigências) resultantes da fase de emissão da LP;	- Implementação dos resultados da etapa da LP; - Requerimento da LI acompanhado do detalhamento dos Programas Ambientais e Projeto de Engenharia; - Inspeção Técnica; - Parecer técnico conclusivo.	Emissão da LI	
Construção	- EIA/Rima ou RAP e eventuais complementações; - Pareceres e relatórios (análises, recomendações e exigências) resultantes das fases de emissão de LP e LI;	- Acompanhamento pós-aprovação; - Implementação dos resultados das etapas da LP e LI; - Aplicação dos Programas Ambientais.	Vigência da LI	
Entre a Construção e a Operação	- EIA/Rima ou RAP e eventuais complementações; - Pareceres e relatórios (análises, recomendações e exigências) resultantes das etapas de emissão de LP e LI;	- Implementação dos resultados das etapa da LP e LI; - Requerimento da LO; - Inspeção Técnica; - Parecer técnico conclusivo.	Emissão de LO	
Operação / Monitoramento e Manutenção	- EIA/Rima ou RAP e eventuais complementações, pareceres e relatórios (análises, recomendações e exigências) resultantes das etapas de emissão da LP, LI e LO.	- Acompanhamento pós-aprovação; - Implementação dos resultados das etapas da LP, LI e LO; - Aplicação dos Programas Ambientais. - Requerimento da Renovação da LO.	Vigência e renovação contínua de LO	

Quadro 4 – Integração entre as fases do projeto da dutovia, as etapas do licenciamento ambiental, os estudos ambientais e documentos técnicos de referência, os procedimentos aplicáveis e o órgão responsável, para o caso do Estado de São Paulo.

IV.4. Estudos Geológico-Geotécnicos

As dutovias são obras de engenharia muito superficiais, abrangendo, na grande maioria das vezes, apenas o horizonte de solo e a rocha muito a extremamente alterada, sendo reduzidos os trechos de intervenção em rocha pouco alterada ou sã.

Sempre que possível, as dutovias têm traçados retilíneos, pois isso se traduz em custos mais baixos no transporte de material, devido o menor deslocamento. Têm também, faixas de domínio ao longo de seu traçado, de forma a reduzir os riscos de acidentes, vazamentos ou qualquer tipo de interrupção no funcionamento do sistema, bem como para permitir serviços de manutenção que garantam sua operação, da forma mais eficiente e contínua possível.

Como toda obra linear, as dutovias atravessam uma grande diversidade de materiais, que em decorrência de suas peculiaridades, apresentarão comportamento geotécnico diferenciado frente às solicitações impostas pela implantação da obra.

Em virtude disto, a função prioritária das investigações geológico-geotécnicas é identificar e caracterizar os diferentes tipos de solo e de rocha a serem atravessados pelos dutos, para assim fornecer um panorama das dificuldades ou facilidades a serem encontradas durante a execução da obra.

Embora as dutovias possam ser aéreas, subaquáticas, enterradas e subterrâneas, no contexto desta pesquisa, serão consideradas apenas como obras enterradas, decorrentes do método destrutivo de vala aberta em solo, o qual acarreta no barateamento da obra. Não obstante, os métodos de investigação apresentados são basicamente os mesmos para os demais tipos de dutovia, podendo ser facilmente ajustados para esse propósito.

IV.4.1. Condicionantes geológico-geotécnicos

Tendo conhecimento suficiente dos condicionantes geológico do maciço terroso e rochoso, é possível dimensionar de maneira adequada as escavações, fundações e drenagens, de forma segura e garantindo o perfeito funcionamento da dutovia durante sua vida útil.

O Quadro 5 traz a relação entre os condicionantes geológicos, suas características relevantes e os problemas causados.

CONDICIONANTES	CARACTERÍSTICAS RELEVANTES	PROBLEMAS CAUSADOS
Aluviões	- argilas com baixa capacidade de suporte e permeabilidade; - nível d'água raso e/ou aflorante; - constituído por material inconsolidado.	- pode causar artesianismo na água do subsolo; - estabilidade precária nas escavações de valas mais profundas; - adensamento sob carga, resultando em recalque e até ruptura de fundações.
Coluviões	- areias fofas com capacidade de suporte relativamente baixa; - baixa resistência ao cisalhamento.	- liquefação do material sob ondas sísmicas ou vibrações, causando danos a estruturas de concreto e ruptura de tubulações. - sujeitos a rastejo, frequentemente evoluindo para escorregamentos.
Tálus	- composto por blocos de rocha de tamanhos variados, envolvido ou não por matriz areno-silto-argilosa, tendo assim baixa compacidade.	- sujeitos a rastejo e eventuais escorregamentos, podem se instabilizar quando escavados.
Solos agressivos	- pH inferior a 6; - resistividade inferior a 20 ohm x m.	- corrosão das tubulações e estruturas de aço ou concreto, provocando vazamento, com perda de produtos, saturação do subsolo e geração de impacto ambiental.
Solos colapsíveis	- solos com alta porosidade e compostos basicamente de areia e silte, não lixiviados e não saturados, com ligações entre grãos formadas por argilas e colóides, e que quando submetidos a acréscimos de tensão e/ou umidade, sofrem rearranjo brusco da sua estrutura com conseqüente redução do seu volume.	- rompimento de tubulações, recalques e avarias em estruturas de concreto.
Solos expansíveis	- solos coesivos e compostos por argilas expansíveis, não saturadas, que aumentam de volume quando umedecidas e se contraem quando ressecam.	- instabilizar os taludes durante as escavações, provocando desabamento em túneis e valas, e empuxos indesejáveis sobre estruturas. – no caso de fundações, ocorrem levantamentos que rompem tubulações e trincam estruturas de concreto.
Topo rochoso	- a profundidade do topo rochoso e o tipo de contato da mesma com o solo de cobertura são função de inúmeros fatores geológicos e ambientais.	- pelo grande contraste de permeabilidade entre o solo e a rocha, essa interface, geralmente, constitui um meio preferencial de percolação de água, podendo desencadear processos erosivos, saturação de maciços e instabilidade.
Estruturas geológicas	- fraturas, falhas, xistosidades, estratificações, etc.	- escorregamentos, instabilização de encostas e empuxos sobre as tubulações.
Água	- nível do lençol freático e direções de fluxo.	- escorregamentos, como efeito da introdução de tensões em estruturas geológicas ou redução de parâmetros de resistência do solo; - reagente principal para que se instalem os processos de expansividade, colapsividade e erosão, além de tornar o meio agressivo para estruturas subterrâneas ou enterradas.

Quadro 5 - Condicionantes geológicos que resultam nos principais problemas geotécnicos em uma obra de dutovia (modificado de NOGUEIRA JÚNIOR; MARQUES, 1998).

IV.4.2. Métodos de investigações geológico-geotécnicas

Segundo Souza, Silva e Iyomasa (1998), qualquer estudo do meio físico, seja para obras de engenharia ou não, deve ser precedido pela caracterização geológico-geotécnica da área, de forma a determinar:

- a distribuição dos materiais que compõem a área;
- seus parâmetros físicos;
- às técnicas mais adequadas de intervenção no terreno;
- os volumes necessários para escavação;
- a necessidade de tratamento de estabilização dos maciços; e
- alternativas de locação da obra.

Destaca-se que os fatores geológicos e geomorfológicos são críticos para determinação dos métodos de investigação a serem utilizados, como é apresentado no Quadro 6.

Fatores geológicos e geomorfológicos	Características predominantes	Influência nos métodos de investigação
Rochas sedimentares e metamórficas de origem sedimentar	- formações relativamente uniformes em áreas extensas; - estruturas estratificadas; - rochas de origem marinha são mais uniformes e contínuas do que as de origem continental.	- maior confiabilidade na extrapolação e interpretação geológica; - menor número relativo de investigações de subsuperfície; - maior utilidade dos testemunhos de sondagem.
Rochas ígneas extrusivas	- estruturas estratiformes; - grande heterogeneidade e anisotropia litológica.	- necessidade de maior número de sondagens; - técnicas geofísicas não resultam bons resultados.
Rochas ígneas intrusivas	- grande variação tanto litológica como geométrica dos corpos intrusivos.	- maior dificuldade na extrapolação geológica; - difícil delimitação geométrica dos corpos intrusivos; - boa resposta da geofísica.
Estruturas tectônicas	- grande continuidade; - anisotropia de cada lado das estruturas.	- grande utilidade dos métodos de geologia estrutural e cartografia geológica; - necessidade de sondagens e geofísica.
Relevo baixo	- predomínio de aluviões, solos e rochas brandas; - mal drenados.	- baixo custo relativo das sondagens. - boa utilidade da geofísica.
Relevo moderado a alto	- controle litológico-estrutural do relevo; - rochas, solos e depósitos coluvionares e aluvionares.	- alto custo das sondagens; - verificação dos acessos durante o planejamento.
Relevo acidentado e escarpado	- rochas duras; - alto controle litoestrutural do relevo; - depósitos coluvionares e instabilidade de encostas.	- condições adversas para os métodos de investigações. - alto custo das sondagens. - limitações climáticas. - grande utilidade dos métodos de investigação de superfície, principalmente a fotointerpretação.

Quadro 6 - Influência do meio geológico e geomorfológico no planejamento dos métodos de investigações a serem utilizados (VALLEJO et al., 2002).

Souza, Silva e Iyomasa (1998) afirmam que cada um dos métodos de investigação possui capacidade limitada para caracterizar o meio físico, por essa razão, as informações obtidas por qualquer método requerem extrapolação para individualizar diferentes materiais com comportamento geotécnico homogêneo. Nestes casos, a utilização combinada de dois ou mais métodos de investigação mostra resultados mais adequados.

Para Vallejo et al. (2002), as investigações geológico-geotécnicas devem ser concomitantes as fases da obra implementada.

O Quadro 7 apresenta a relação entre as fases do projeto da dutovia e as investigações geológico-geotécnicas correspondentes, proposta por Nogueira Júnior e Marques (1998).

FASES / METODOLOGIA	ESCOLHA DO TRAÇADO	VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA	PROJETO	CONSTRUÇÃO	CONSERVAÇÃO
1. Análise dos dados disponíveis	■	■			
2. Fotointerpretação geológica	■	■			
3. Reconhecimento geológico-geotécnico de campo	■	■			
4. Sondagens geofísicas		■			
• Sísmica de refração		■			
• Eletroresistividade					
5. Sondagens a trado e poços de inspeção		■	■	■	
• Cortes e aterros		■	■		
• Jazidas		■	■	■	
6. Análises químicas			■		
7. Sondagens a percussão e ensaios *in situ*			■		
8. Ensaios geotécnicos de laboratório			■	■	
• Caracterização			■	■	
• Especiais			■	■	
9. Acompanhamento técnico das obras				■	
10. Monitorização					■
Aplicação Usual	■				
Aplicação Eventual					

Quadro 7 - Aplicação dos métodos de investigação geológico-geotécnica nas diversas fases de projeto da dutovia (NOGUEIRA JÚNIOR; MARQUES, 1998).

IV.4.2.1. Estudos Preliminares

Os estudos preliminares, como fase inicial das investigações geológico-geotécnicas, buscam fornecer o entendimento geral da área em que se pretende implantar a dutovia, utilizando-se, para tal propósito, do levantamento e análise dos dados disponíveis, que propiciarão o direcionamento e maior eficácia das fases subsequentes do empreendimento.

Levantamento e tratamento de dados disponíveis

A colaboração das investigações geológico-geotécnicas em obras de dutovia terá início na definição de alternativas de traçado, tendo por base a análise dos dados disponíveis sobre a área foco dos estudos. Para tanto, deve-se primeiro reunir esses dados. Salienta-se que antes de levantar os dados deve-se definir uma escala adequada de trabalho.

De acordo com Vallejo et al. (2002), antes de dar início as investigações de campo deve-se revisar a maior quantidade possível de informações relativas ao tipo do projeto e o local de execução da obra. Assim, é preciso fazer uma revisão bibliográfica, que tenha como referência tanto o tipo do projeto quanto a área onde este será realizado. Além disso, também é imprescindível consultar documentos sobre outros tipos de projetos realizados na área.

Dessa forma, os dados pertinentes de serem adquirido podem ser resumidos a:

- mapas cartográficos (mapas geológicos, geomorfológicos, topográficos, geológico-geotécnicos, etc.);
- fotografias aéreas e ortofotos;
- levantamentos aerofotogramétricos e imagens de satélite/radar;
- planilhas de índices pluviométricos;
- dados sobre hidrologia e hidrogeologia regional e local;
- relatórios e/ou trabalhos já executados na área; e
- sondagens e ensaios de laboratório já disponíveis e projetos de escavações, contenções e fundações de obras lineares, como rodovias, ferrovias, linhas de transmissão ou, de preferência, outras dutovias já implantada nas mesmas formações geológicas.

O Quadro 8 traz a relação entre o material que deve ser consultado nessa etapa e as fontes para sua obtenção.

MATERIAL	DOCUMENTAÇÃO	FONTES DE INFORMAÇÃO
Topografia	- Mapas topográficos - Fotografias aéreas	IBGE, Emplasa
Interpretação de produtos de sensoriamento remoto	- Fotografias aéreas - Imagens de satélite - Mapas topográficos	Engesat, Inpe, IBGE, IGC, Universidades, Secretaria de Planejamento do Município, Emplasa
Geologia	- Mapas geológicos - Dados geológicos da área de estudo; - Fotografias aéreas - Imagens de satélite - Mapas pedológicos	CPRM, DNPM, SBG, IG, IBGE, IAC, Universidades, Órgãos Públicos, Relatórios Técnicos de Empresas Públicas e Privadas
Problemas geotécnicos	- Dados geotécnicos da área de estudo - Mapas geotécnicos - Cartas geológico-geotécnicas	IPT, ABGE, Universidades, Órgãos Públicos, Relatórios Técnicos de Empresas Públicas e Privadas
Hidrogeologia e hidrologia	- Mapas hidrogeológicos e hidrológicos - Mapas topográficos - Fotografias aéreas - Dados de poços e sondagens	DAEE, ANA, Cetesb, IBGE, CPRM, Universidades, Órgãos Públicos, Relatórios Técnicos de Empresas Públicas e Privadas
Dados meteorológicos	- Registros pluviométricos e de temperatura	Inpe (CPTEC), DAEE, Defesa Civil do Estado
Extração mineral	- Mapa de mineração, pedreira e áreas de empréstimo - Fotografias aéreas	CPRM, DNPM, Universidades, Órgãos Públicos, Relatórios Técnicos de Empresas Públicas e Privadas
Usos dos solo	- Planos de gerenciamento de uso do solo - Imagens de satélite - Mapas topográficos - Fotografias aéreas	Embrapa, Universidades, Órgãos Públicos, Relatórios Técnicos de Empresas Públicas e Privadas
Dados sobre meio ambiente e recursos naturais	- Estudos prévios do meio ambiente	Cetesb, Embrapa, IBGE, Universidades, Órgãos Públicos, Relatórios Técnicos de Empresas Públicas e Privadas
Obras e serviços existentes	- Mapas topográficos - Fotografias aéreas	IBGE, Emplasa, Engesat, Inpe

Quadro 8 - Informações a serem consultadas durante a etapa de estudo do traçado (modificado de VALLEJO et al., 2002 apud SCARANCE, 2004).

IV.4.2.2. Métodos de Superfície

Os métodos de superfície correspondem aos procedimentos necessários para a realização do reconhecimento geológico-geotécnico, cujo produto principal será um mapa.

Para Maciel Filho (1994), os métodos de investigações de superfície consistem, basicamente, na descrição dos maciços terrosos e rochosos aflorantes. A descrição também inclui a análise geomorfológica, que através da interpretação do relevo possibilita a identificação de formações e estruturas geológicas.

O mesmo autor afirma que fazer uso da fotointerpretação, reconhecimento de campo e seções geológicas é a melhor forma de se obter uma noção geral da área de estudo, tornando possível a projeção das estruturas em subsuperfície.

As investigações de superfície necessárias à caracterização geológico-geotécnica do projeto da dutovia são descritos nos próximos itens.

a) Análise interpretativa de produtos de sensoriamento remoto

A interpretação de produtos de sensoriamento remoto (fotografias aéreas, ortofotos, levantamentos aerofotogramétricos e imagens de satélite/radar) constitui uma ferramenta inestimável para escolha das alternativas de traçado da dutovia, durante a fase de inventário, pois seu procedimento tem baixo custo e gera uma rápida e aceitável seleção de alternativas, além de orientar o reconhecimento de campo.

Por meio da análise interpretativa destes produtos, deve-se:

- definir unidades com comportamento geotécnico homogêneo;
- delimitar zonas de tálus, cicatrizes de antigos movimentos de taludes, zonas de solos compressíveis, zonas de serras, escarpas, cuestas e cristas;
- destacar as drenagens e corpos d'água;
- identificar os locais de risco geológico;
- fazer o levantamento topográfico por meio das imagens aerofotogramétricas; e
- destacar as feições estruturais (falhas, juntas, contatos, xistosidades e estratificações) que possam interferir no estabelecimento das condições geométricas e geotécnicas da área.

A partir dos elementos extraídos da análise deve-se confeccionar um mapa preliminar, contendo a discriminação e descrição do comportamento geológico-geotécnico das áreas ao longo das alternativas de traçado, destacando as vantagens e desvantagens entre as alternativas.

Nogueira Júnior e Marques (1998) afirmam que a interceptação de trechos com mesmo comportamento geotécnico, pelas obras da dutovia, permite a adoção de soluções-tipo para as escavações e fundações, por trecho homogêneo.

b) Reconhecimento de campo

O reconhecimento de campo deve ser feito na fase de viabilidade da dutovia, para assim consolidar a interpretação dos produtos de sensoriamento remoto, permitir a execução do plano de sondagens e coletar amostras para futuros ensaios de laboratório. Ressalta-se que

visitas expeditas ao campo podem ser realizadas durante a fase de inventário, servindo de subsídio ao esclarecimento de dúvidas genéricas sobre alguma(s) das alternativas de traçado.

O trabalho de campo deverá abranger toda a região onde se inserem as alternativas de traçado selecionadas dentre as apresentadas na fase de inventário. Caso a dutovia já esteja com seu traçado definido, este trabalho será restrito a esse eixo, complementado por caminhamento pelas estradas vicinais, caminhos e drenagens.

Segundo Nogueira Júnior e Marques (1998), a verificação das informações obtidas na interpretação dos produtos de sensoriamento remoto deverá ser feita através da inspeção de afloramentos, barrancos, escavações e taludes, onde serão medidas as atitudes das estruturas geológicas observadas e caracterizados os maciços rochosos e terrosos quanto ao grau de fraturamento, grau de alteração e granulometria. Também deverão ser registradas as nascentes de água, zonas alagadiças e instabilidades, além de efeitos de eventuais recalques, empuxos de solo e corrosão em estruturas, a fim de se estimar as características e problemática inerente. Especial interesse deverá ser dado às resultantes da iteração geologia-clima, ou seja, geomorfologia, vegetação, solos, hidrologia, hidromorfismo.

Augusto Filho e Virgili (1998) defendem que os dados levantados no reconhecimento de campo deverão ser apresentados em plantas existentes, ou croquis elaborados especificamente para isto, pois a elaboração de fichas de cadastro facilita o levantamento e a sistematização desses dados, principalmente quando existem vários locais a serem vistoriados.

O mapa geológico-geotécnico preliminar das alternativas de traçado escolhidas sofrerá, nesta fase, um detalhamento sistemático através dos novos dados averiguados.

IV.4.2.3. Métodos de Subsuperfície

Os métodos de investigação de subsuperfície, divididos em diretos e indiretos, são ferramentas que complementam os métodos de superfície. Têm como objetivos a caracterização qualitativa e quantitativa das unidades geológico-geotécnicas, determinação do nível d'água, execução de ensaios *in situ* e obtenção de amostras para realização de ensaios de laboratório.

Estas investigações iniciam-se paralelamente ao reconhecimento de campo, fornecendo as informações que possibilitarão a confecção da cartografia final das ocorrências de interesse no traçado da dutovia.

As principais investigações de subsuperfície utilizadas na execução de um projeto de dutovia são as apresentadas na Figura 9.



Figura 9 - Principais métodos de investigação de subsuperfície utilizados na caracterização geológico-geotécnica do projeto da dutovia.

Os critérios relativos ao tipo, número, distribuição espacial e profundidade das investigações variam com a complexidade geológica da região, fase de estudo, e até mesmo com normas e diretrizes executivas estabelecidas pelos órgãos estatais, baseadas em obras realizadas e estatísticas.

a) Sondagens geofísicas

Nogueira Júnior e Marques (1998) afirmam que a aplicação deste método de investigação é mais adequada na fase de viabilidade de dutovias, pelo seu baixo custo operacional, rapidez e facilidade de execução. Em contrapartida, por se basear nas propriedades físicas do maciço, as informações são obtidas de forma indireta, através de cálculos e inferências, necessitando de aferição por métodos diretos, além de que topografias acentuadas e horizontes inclinados podem impor dificuldades no tratamento e interpretação dos dados.

Os métodos normalmente empregados são a sísmica de refração e a eletrorresistividade, apresentados no Quadro 9, que podem ser aplicados isolada ou conjuntamente, auxiliando-se mutuamente na interpretação.

Método	Aplicações	Parâmetros
Eletrorresistividade	- utilizada nos trechos de formações geológicas com características que favoreçam esse condicionante, levando-se também em consideração a posição do nível da água.	- profundidade do topo rochoso; - contatos litológicos; - zonas de fraturas; - profundidade do nível d'água; - resistividade do subsolo, para diagnosticar sua agressividade.
Sísmica de refração	- utilizada em trechos ou locais em que serão realizadas escavações, executando-se uma seção longitudinal ao longo do traçado da dutovias.	- profundidade do topo rochoso; - contatos litológicos; - zonas de fraturas; - profundidade do nível d'água; - escarificabilidade dos materiais a serem escavados;

Quadro 9 - Métodos de investigação geofísica usualmente aplicados em projetos de dutovia (modificado de NOGUEIRA JÚNIOR; MARQUES, 1998).

b) Sondagens Manuais e Mecânicas

A locação das sondagens manuais e mecânicas será orientada pelos mapas preliminares e demais informações geológico-geotécnicas disponíveis, e buscará mensurar os problemas geotécnicos já identificados nas fases anteriores, assim como identificar potenciais complicações.

No Quadro 10 são apresentados os principais métodos de sondagens manuais e mecânicas aplicadas em projetos de dutovias, suas aplicações, os parâmetros medidos e suas limitações.

Método	Aplicações	Parâmetros	Limitações
Sondagem a trado	- coleta de amostras deformadas, de solo de baixa a média resistência.	- profundidade do nível d'água; - identificação dos horizontes do maciço terroso.	- restrição de avanço frente camadas de cascalho, lateritas, argilas rijas e blocos rochosos; - rendimento baixo para profundidades maiores que 10m (manual) e 30m (mecânico).
Poços de inspeção	- obtenção de amostras indeformadas.	- acesso direto aos diferentes horizontes do maciço terroso	- presença de lençol freático, horizontes resitentes e dificuldade de aeração (poços com profundidade superior a 10m).
Sondagem a percussão	- coleta de amostras pouco deformadas; - ensaios *in situ* (SPT e infiltração); - situações nas quais as sondagens a trado e os poços de inspeção não se aplicam.	- profundidade do nível d'água; - identificação dos horizontes do maciço terroso.	- avanço através de blocos rochosos métricos e topo rochoso.

Quadro 10 - Principais métodos de sondagens manuais e mecânicas aplicadas em projetos de dutovias (modificado de NOGUEIRA JÚNIOR; MARQUES, 1998).

É necessário destacar que a sondagem rotativa só será empregada em projetos específicos, como estabilização de taludes, ou quando a sondagem a percussão tem o seu avanço impedido pelo topo da rocha ou matacões. Isto pode ocorrer em depósitos de tálus e cascalheira, ou quando se trata de obra subterrânea para a passagem das tubulações. Nestes casos, os critérios para distribuição e paralisação dessas sondagens devem ser adequados a cada situação, em função das necessidades da obra.

c) Ensaios *in situ* e de laboratório

Os ensaios *in situ*, por serem executados no local das sondagens mecânicas, em praticamente simultâneo ou posteriormente à sua realização, fornecem parâmetros com valores bem próximos das condições reais do maciço. Os ensaios de laboratório, por outro lado, dependentes das amostras deformadas e indeformadas coletadas pelas sondagens, estão sujeitos a representatividade e qualidade das mesmas, o que somado aos ajustes de correlação estatística gera valores embutido de um erro considerável.

Embora os ensaios *in situ* sejam sempre preferíveis, na determinação dos parâmetros que envolvem procedimentos de campo muito onerosos e demorados pode-se recorrer às alternativas laboratoriais, que em geral fornecem valores aceitáveis.

O Quadro 11 traz os principais ensaios *in situ* e de laboratório que devem ser utilizados em projetos de dutovia para caracterização do maciço terroso.

	TIPO	PARÂMETRO
Ensaio *in situ*	Ensaio SPT	- capacidade de suporte;
	Ensaio CPTu	- capacidade de suporte.
	Ensaio de infiltração	- permeabilidade.
	Ensaio de palheta	- resistência.
Ensaio de laboratório	Análise química	- potencial hidrogeniônico (pH); - potencial de oxi-redução (Eh).
	Análise granulométrica	- granulometria
	Limite de consistência	- plasticidade
	Ensaio de permeabilidade	- permeabilidade
	Ensaio de compactação	- densidade máxima
	Ensaio de adensamento	- resistência
	Ensaio de resistência ao cisalhamento	
	Ensaio de índices físicos	

Quadro 11 - Principais ensaios *in situ* e de laboratório aplicados na caracterização do maciço terroso em projetos de dutovia (modificado de VIEIRA, 2005).

IV.4.2.4. Métodos Preventivos

No caso das dutovias, a forma mais rápida e eficiente para prevenir e remediar problemas geotécnicos é a inspeção sistemática de todo o traçado. Do ponto de vista preventivo, podem ser detectados rompimentos de tubulações, carreamento de solo de aterros por infiltração, vazamentos, afundamentos, deteriorações e outras evidências de defeitos construtivos ou de manutenção que, direta ou indiretamente, afetarão as tubulações.

Entretanto, para problemas muito localizados ou ainda incipientes, deve-se recorrer à instrumentação específica (Quadro 12), locadas em trechos ou locais previamente determinados. Para essa finalidade são utilizados inclinômetros e marcos para controle topográfico em áreas potencialmente instáveis, medidores de recalques e de nível d'água, e piezômetros onde o comportamento do lençol freático deve ser conhecido.

TIPO	INSTRUMENTOS	PARÂMETROS
Mecânico	Marcos superficiais	Deslocamento e recalques
	Medidores de recalques	
	Inclinômetro	
Hidráulico	Piezômetro	Pressões d'água e pressões de terra
	Tensiômetros	
	Medidores de vazão	Vazões d'água

Quadro 12 - Principais tipos de instrumentos utilizados na fase de monitoramento de um projeto de dutovia (modificado de NOGUEIRA JÚNIOR; MARQUES, 1998).

Segundo Scarance (2004), a quantidade e a localização dos instrumentos são determinadas pelos objetivos pretendidos (monitoramento de obra, sistemas de alarme, pesquisa, etc.), tipo do problema existente ou esperado e os recursos e prazos disponíveis para as medições.

Nessa fase de monitoramento também são utilizados ensaios de laboratório, no caso de necessidade de diagnósticos e acompanhamento de medidas anticorrosão, ou casos de vazamentos e poluição ambiental. Se necessário, são realizadas inspeções das tubulações, a partir de poços, e até televisionamento ou testes de fumaça (NOGUEIRA JÚNIOR; MARQUES, 1998).

IV.4.2.5. Registro dos trabalhos executados

O acompanhamento técnico das obras da dutovia é necessário a fim de garantir sua qualidade, assim como permitir que seja feito um registro confiável da construção, elaborando-se boletins, plantas, croquis, seções, fichas e tabelas referentes aos trechos escavados, aos aterros, etc., onde constem as investigações realizadas e as soluções empregadas.

A perfeita documentação das atividades executadas possibilitará um diagnóstico preciso de qualquer problema geotécnico que, porventura, venha a ocorrer após a entrada da dutovia em operação, orientando a sua investigação e as medidas corretivas a serem tomadas.

IV.5. Diretrizes para execução dos estudos geológico-geotécnicos e ambientais voltados à implantação de dutovias

Conforme já exposto em itens anteriores, muitos procedimentos adotados no projeto da dutovia para efeito de caracterização do maciço terroso e de operação da dutovia se constituem, também, em práticas integrantes ou inerentes ao diagnóstico ambiental.

Dessa forma, os estudos geológico-geotécnicos, com as respectivas análises e interpretações, se constituem em um dos fundamentos básicos para as decisões a tomar, dentro do enfoque das obras de dutovias, desde a definição do traçado até as soluções finais estabelecidas no projeto.

Vale dizer que tais estudos se processam por fases, partindo da fase de inventário e, tendo continuidade, no caso geral, através das fases de viabilidade, projeto básico, projeto executivo, construção, operação, monitoramento/manutenção e *as built*. Fases estas, que apresentam sincronismo com o procedimento de licenciamento ambiental.

Em tal sistemática os estudos geológico-geotécnicos vão se diversificando e se ampliando, passando por processos seletivos e ganhando em detalhamento, precisão e a devida confiabilidade.

De outra parte, tais estudos e respectivos produtos finais vão se constituir no mais valioso subsídio para a elaboração do diagnóstico ambiental, particularmente do meio físico. Diagnóstico este que, conforme foi visto, é elemento fundamental da elaboração dos estudos ambientais específicos (EIA/RIMA).

Portanto, fica claro que, desde a fase de viabilidade do projeto da dutovia, há um intenso processo interativo entre os estudos geológico-geotécnicos e a elaboração dos estudos ambientais específicos (EIA/RIMA), em que o primeiro servirá de subsídio ao desenvolvimento do segundo.

Nesse sentido, pretende-se aqui, com a elaboração de diretrizes para a execução dos estudos geológico-geotécnicos e ambientais voltados à implantação de dutovias, propiciar um melhor aproveitamento entre os estudos, ao conciliar as etapas de trabalho de uma obra dutoviária, os estudos geológico-geotécnicos correlatos e o procedimento para o licenciamento ambiental.

As diretrizes obtidas foram organizadas em um fluxograma (Apêndice A), sobre o qual se faz necessário comentar dois trâmites. A primeira observação refere-se à deliberação para a concessão da licença prévia, sendo que depois de realizada a Audiência Pública, é feita a revisão do EIA/RIMA, resultando em um parecer técnico do órgão ambiental executor, a CESTEB para o caso de São Paulo, informando se dutovia é a viável ambientalmente e sugerindo condições para as diferentes etapas do licenciamento. Então, o Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA) examinará o parecer, aprovando-o, nos termos em que foi apresentado ou modificando-o, podendo também recusá-lo, reservando para si a deliberação final. Aprovada a dutovia pelo CONSEMA, a SMA emitirá a Licença Prévia (LP), fixando seu prazo de validade.

O segundo apontamento trata do procedimento para solução de um hipotético problema surgido durante a operação da dutovia, tendo como primeiro passo a revisão do registro dos trabalhos executados. Caso o registro disponha de informações suficientes para solucionar o problema, o processo se dará por encerrado, entretanto, se os dados não forem o bastante, será preciso recorrer a novas investigações, começando pelas mais rápidas e baratas, ou seja, os métodos de superfície. Ainda não bastando para resolução do problema, será preciso detalhar mais as investigações, assim prosseguindo com o sequenciamento dos estudos geológico-geotécnicos.

V. CONCLUSÕES

Analisando-se o produto final apresentado nesta monografia, pode-se conclui que o objetivo proposto e motivacional para o início da pesquisa foi atingido, ou seja, foram produzidas as diretrizes para execução dos estudos geológico-geotécnicos e ambientais voltados à implantação de dutovias, apresentadas por meio de um fluxograma.

A abordagem utilizada para o tema buscou organizar de forma lógica e adequada os estudos geológico-geotécnicos executados como aporte a engenharia, de maneira a melhorar a concepção e atualização do diagnóstico ambiental, no que diz respeito à caracterização do meio físico.

Por meio do desenvolvimento do método de trabalho, acompanhamento das fases de uma obra para implantação de dutovias, pôde-se visualizar a aplicação prática e sequencial dos métodos de investigação geológico-geotécnica que um geólogo deve fazer uso em cada fase. Com isso, atestou-se que tais investigações são necessárias em todas as fases da obra, desde a concepção inicial, em que são fundamentais para definição do melhor traçado, até a fase de monitoramento e manutenção da dutovia, utilizando-se para tal de métodos preventivos e o "*as built*".

Através da identificação dos parâmetros que cada investigação utiliza para a caracterização geológico-geotécnica, pode-se comprovar que o objetivo dos estudos geológico-geotécnicos consiste na busca do entendimento do processo geológico, prevendo o comportamento geotécnico dos materiais, para assim indicar medidas preventivas ou corretivas adequadas e eficientes. Esse entendimento do meio físico foi o ponto de ligação com os estudos ambientais necessários para obtenção das licenças ambientais pertinentes a construção e operação de uma dutovia. Primeiro, porque não tem sentido logístico dar início aos estudos ambientais sem antes verificar a viabilidade do projeto quanto às características geológico-geotécnicas, e segundo, que essa caracterização será aproveitada no estudo ambiental para obtenção da licença prévia, assim como seu detalhamento, decorrente da evolução das fases do projeto da dutovia, que seguem em paralelo com a obtenção das licenças de instalação e operação.

O objetivo específico da presente pesquisa correspondeu ao entendimento das diferentes fases e condutas inseridas em um método de trabalho que reúne as diferentes técnicas que um profissional deve utilizar em um projeto de dutovia e, que são passíveis de serem aplicadas em outras obras lineares, sob pequenos ajustes. Além disso, a opção pela

técnica mais adequada em cada fase do projeto resultou do conhecimento de suas potencialidades e limitações, o que foi objeto de análise durante toda a pesquisa executada.

Em razão disto, o resultado obtido proporcionou ao estudante aprender a funcionalidade e interação entre o entendimento geológico-geotécnico e o procedimento do licenciamento ambiental, contribuindo não apenas para a sua capacitação técnico-científica, mas prioritariamente para sua formação profissional.

REFERÊNCIAS

ANDREW, C.O.; HILDEBRAND, P.E. *Planning and conducting applied agricultural research*. Westview: Boulder, 1982. 94p.

AUGUSTO FILHO, O.; VIRGILI, J.C. Estabilidade de taludes. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (ed). *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE. cap. 15, p.244-269, 1998.

AZEVEDO, P.U.E. de. *Lei do Gás, Quadro Regulatório e Questões Ambientais*. São Paulo: Painel da Agenda do Gás Natural para o Estado de São Paulo, 2007. 19 slides: color. Slides gerados a partir do software PowerPoint.

BADANHAN, L.F. *Indicadores e padrões de qualidade ambiental na construção de dutovias para o transporte de gás natural*. 2001. 222p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

BITAR, O.Y. (coord.). O meio físico em estudos de impacto ambiental. São Paulo: IPT. *Boletim* v.56, 1990.

BITAR, O.Y. (coord.) e BRAGA, T. de O. O meio físico na recuperação de áreas degradadas. In: *Série meio ambiente*. São Paulo: ABGE; IPT, 1995, p.165-179.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT. *Anuário Estatístico dos Transportes Terrestre*. Brasília, 2005.

BRASIL. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes - DNIT. Brasília, 2006. *Diretrizes básicas para elaboração de estudos e programas ambientais rodoviários*. Disponível em: < http http://www.dnit.gov.br >. Acesso em: 25 jun. 2009.

BRASIL. Financiador de Estudos e Projetos - FINEP. *FINEP financia primeiro centro de tecnologia em dutos da América Latina*. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/imprensa/noticia.asp?cod_noticia=908>. Acesso em: 03 jun. 2009.

CERRI, L.E.S. *Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta metodológica para prevenção de acidentes*. 1993. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1993.

CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO BIOETANOL - CTBE. *Setor privado investe no escoamento de etanol*. 09 mar. 2009. Disponível em: <http://www.bioetanol.org.br/noticias/detalhe.php?ID=MTU=>. Acesso em: 03 jun. 2009.

CUREAU, S.; GISI, M.J.; ARAÚJO, L.M. *Deficiências em Estudos de Impacto Ambiental – Síntese de uma Experiência*. Ministério Público Federal, 4ª Câmara de Coordenação e Revisão – Meio Ambiente e Patrimônio Cultural. Brasília: Editora Lastro, 2004.

FORTUNATO NETO, J. *Análise do Relatório Ambiental Preliminar (RAP) como Instrumento de Avaliação e de Suporte para o Licenciamento Ambiental*. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

GALLARDO, A.L.C.F. *Análise das Práticas de Gestão Ambiental da Pista Descendente da Rodovia dos Imigrantes*. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

GASPARINI, A. *Transporte Dutoviário e Meio Ambiente. O Controle da Rede de Dutovias Terrestres da Petrobrás Operadas pela Transpetro*. 2006. 28p. Trabalho da Disciplina Impactos Ambientais dos Transportes, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro.

GIMENEZ, J.R. *Legislação ambiental e diretrizes para elaboração de EIA-RIMA*. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2004. 35 slides: color. Slides gerados a partir do software PowerPoint.

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

INTELIGÊNCIA SOCIOAMBIENTAL ESTRATÉGICA DA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO NA AMAZÔNIA – PIATAM. *Estudo Prévio de Impacto Ambiental para construção do Gasoduto Juruá/Urucu*. Amazonas: PIATAM. 2008 (RIMA).

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY – IAEG. *Statutes*. Newsletter, nº 19, Paris, 1992.

KELLER, E.A. *Environmental Geology*. 8ª ed. Columbus, Charles &. Merril Publising Company, 2008.

KIRCHHOFF, D. *Avaliação de risco ambiental e o processo de licenciamento*: O caso do gasoduto de distribuição gás brasiliano trecho São Carlos – Porto Ferreira. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

LOPES, T.A. *O Relatório Ambiental Preliminar como Instrumento de Avaliação da Viabilidade Ambiental de Sistemas de Distribuição de Gás*. 2008. 243p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

MACIEL FILHO, C.L. Métodos de investigação geológica. In: *Introdução à geologia de engenharia*. Brasília: Serviço Geológico do Brasil - CPRM. Editora UFMS. Cap. 6, p.105-118, 1994.

NEPA. *National Environmental Policy Act of 1969* (P.L. 91-190, 42 U.S.C. 4321-4347, January 1, 1970, 83 Stat. 852) complementada pelas emendas P.L. 94-52, July 3, 1975, 89 Stat. 258, and P.L. 94-83, August 9, 1975, 89 Stat. 424). 1969.

NOGUEIRA JR., J.; MARQUES, A.S. Linhas de Transmissão e Dutovias. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.D. (ed). *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE. Cap. 30, p.475-485, 1998.

PONS, N.A.D. *Levantamento e diagnóstico geológico-geotécnico de áreas degradadas na cidade de São Carlos – SP, com auxílio de geoprocessamento*. 2006. Tese (Doutorado em Geotecnia) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

RUIZ, M.D.; GUIDICINI, G. Introdução. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (ed). *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE. p.1-5, 1998.

SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). *Legislação Ambiental*. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/legislacao/federal/constituicao/constituicao.asp>. Acesso em: 03 nov. 2009.

SÁNCHEZ, L.E. *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.* São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SANTOS, A.R. dos. *Fundamentos filosóficos e metodológicos da Geologia de Engenharia*. São Paulo: IPT. 1994. 5p.

SANTOS, A.R. dos. *Geologia de engenharia: conceitos, métodos e prática*. São Paulo: IPT/ABGE. 2002. 222p.

SCARANCE, M.R.A.P. *Diretrizes para a execução de investigações geológicas e geotécnicas voltadas à análise de estabilidade de encostas e taludes*. 2004. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

STECH, P.J. *Licenciamento com Avaliação de Impacto Ambiental*. São Paulo: Associação dos Engenheiros da CETESB (ASEC), 2002. 16 slides: color. Slides gerados a partir do software PowerPoint.

VALLEJO, L.I.G.; et al. *Ingeniería Geológica*. Madri: Pearson Educación, 2002. 744p.

VIEIRA, F.F. *Ensaios geotécnicos de laboratório e campo*. Relatório de Estágio Curricular - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

ZAINE, J.E. *Mapeamento geologico-geotécnico por meio do método do detalhamento progressivo: ensaios de aplicação na área urbana do município de Rio Claro (SP)*. 2000. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AUGUSTO FILHO, O. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas – COBRAE, 1, 1992, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABMS/ABGE, 1992. v.2, p.721-733.

CAETANO, N.R. *Procedimentos metodológicos para o planejamento de obras e usos: uma abordagem geotécnica e geoambiental*. 2006. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

REY, L. *Como redigir trabalhos científicos*. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1972.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). *Legislação*. Disponível em: <http://www.ambiente.gov.br/sitio/index.php?ido=legislacao.index&tipo=0>. Acesso em: 03 abril 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). *Legislação do CONAMA*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legi.cfm>. Acesso em: 03 abril 2009.

SOUZA, M.P. Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos: Outros Instrumentos de Gestão. In: Simpósio Internacional Sobre Recursos Hídricos. *Anais Virtuais*. Rio Grande do Sul, 1998.

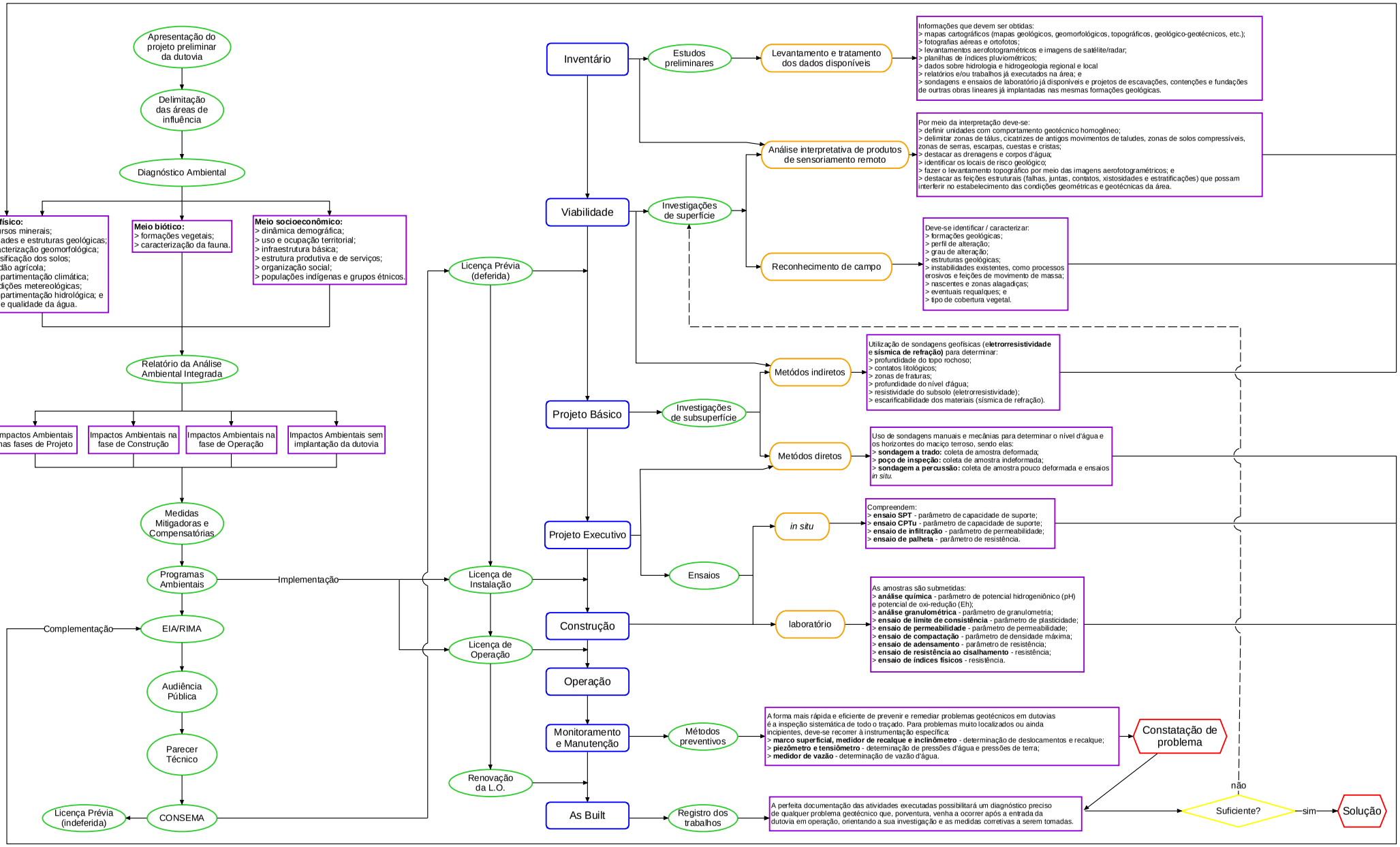
SOUZA, L.A.P; SILVA, R.F. da; IYOMASA, W.S. Métodos de Investigação. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. (ed). *Geologia de Engenharia*. São Paulo: ABGE. Cap. 11, p.163-196, 1998.

TAUK, S.M. *Análise ambiental*: uma visão multidisciplinar. 2ª ed. São Paulo: Editora Unesp, 2004. 206p.

APÊNDICE A

DIRETRIZES PARA EXECUÇÃO DOS ESTUDOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS E AMBIENTAIS VOLTADOS À IMPLANTAÇÃO DE DUTOVIAS

Diretrizes para execução dos estudos geológico-geotécnicos e ambientais voltados à implantação de dutovias



LEGENDA:

- Fases do projeto da dutovia
- Etapas dos estudos e licenciamento ambiental
- Sub-etapas das investigações geológico-geotécnicas
- Procedimentos
- Decisão
- Problema / Solução

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

Thiago Carlos Xavier

Trabalho de Conclusão do Curso de Geologia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas - UNESP, Campus de Rio Claro, 2009.

APÊNDICE A

Diretrizes para execução dos estudos geológico-geotécnicos e ambientais voltados à implantação de dutovias