

**2ª Conferência da REDE de Língua Portuguesa de Avaliação de Impactos**

**1º Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto**

São Paulo, 15-19 de outubro de 2012

**Tema: Desenvolvimento com responsabilidade**

Subtema: Infraestrutura

**[105] - Projetos de Estruturas Lineares: o transporte e suas trilhas e os caminhos da energia - os limites da sustentabilidade**

**Dra. Arq. Celina Franco Bragança R. Claudio**

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Brasil.  
jrclaudio@uol.com.br

**Resumo**

A comunicação refere-se à indicação de metodologia desenvolvida na pesquisa realizada quando da elaboração da Tese apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Estruturas Ambientais Urbanas. Trata-se de proposição de modelo para seleção de alternativas de Projetos de estruturas lineares e faixas necessárias para sua implantação como as linhas de infraestrutura de rodovias e demais modais de transporte, bem como a infraestrutura de energia realizada por meio de dutos e linhas de transmissão. A proposta objeto da comunicação apresenta o desenvolvimento de uma abordagem inovadora na seleção de alternativas de ocupação para projetos de estruturas lineares. Os resultados sobre o processo de Avaliação de Impacto Ambiental de 4 casos: Linha de Transmissão que atravessa o Parque Cantareira; Gasoduto que cruza a Serra do Mar; Rodoanel Metropolitano e Linha 4 do METRO foram selecionados conforme os vetores e as peculiaridades da área metropolitana de São Paulo. O modelo proposto para avaliação de projeto desenvolvido na pesquisa teve por objetivo traçar o percurso do estudo desenvolvido que culmina com o Modelo de Seleção de Alternativas o qual permite que os decisores tenham a clareza de todo o processo. O Modelo permite que os elementos subjetivos e elementos objetivos incorporem a complexidade das possibilidades bem como represente a alternativa mais eficaz para a estrutura linear projetada. A célula do Modelo proposto referente ao Projeto incorpora fases da seleção percorrendo o entendimento das necessidades e definição das variáveis de sustentabilidade mediante o levantamento de dados socioeconômicos, ambientais e indicadores de sustentabilidade do projeto. Com a aplicação do modelo e das diretrizes propostas, após simulação, foram geradas novas alternativas para os 4 casos analisados visando ações pró sustentabilidade no desenvolvimento do espaço urbano.

**Abstract**

The communication refers to the indication of the survey methodology when preparing the thesis presented to the Faculty of Architecture and Urbanism of the University of Sao Paulo for the title of Doctor of Urban Environmental Structures. It is proposing a model for selection of alternative designs of linear structures and tracks necessary for its implementation as the lines of road infrastructure and other modes of transport and energy infrastructure carried out by means of pipelines and transmission lines. The object of the proposed paper presents the development of an innovative approach in the selection of alternative occupation for projects of linear structures. The results of

the process of Environmental Impact Assessment of four cases: transmission line that crosses the park Cantareira; pipeline that crosses the Serra do Mar; Metropolitan Ring Road and the Metro Line 4 were selected as the vectors and the peculiarities of the metropolitan area Sao Paulo. The proposed model for evaluation of project developed in research aimed at tracing the course of study developed culminating in the Model Selection Alternatives which allows decision makers have the clarity of the whole process. The model allows the subjective elements and objectives elements incorporate the complexity of the possibilities and represents the most effective alternative to the linear structure designed. A cell model related to the proposed project incorporates stages of selection covering the understanding of needs and definition of sustainability variables by survey data on socioeconomic, environmental and sustainability indicators project. With the application of the model and the proposed guidelines, after simulation, we generated new alternatives for the four cases analyzed to pro sustainability actions in the development of urban space.

## **Introdução**

A decisão de abordar o tema Projetos de Estruturas Lineares e do Meio Ambiente foi decorrente da própria natureza do projeto arquitetônico, da sua ocupação no espaço e do meio ambiente construído, de sua importância e contribuição, para o desenvolvimento da área de ordem acadêmica, social e pessoal.

A fundamentação teórica tem como base os enfoques do ambiente construído, bem como do ambiente sustentável. Propõe desenvolver enfoque inovador na seleção de alternativas de ocupação para projetos de estruturas lineares visando às ações pró-sustentabilidade.

O tema básico da pesquisa, bem como o título selecionado, refere-se às estruturas lineares e às faixas necessárias para sua implantação como as linhas de infraestrutura de rodovias e demais modais de transporte, bem como a infraestrutura de energia realizada por meio de dutos e linhas de transmissão.

As partes da pesquisa selecionadas para a Tese fazem referência aos módulos desenvolvidos, a saber:

Primeiro Módulo: Trata dos antecedentes do projeto de pesquisa e da natureza da tipologia de infraestrutura das estruturas lineares que estão inseridas nas malhas viárias e nas redes de energia.

Segundo Módulo: A Cidade Linear sob o olhar da natureza do percurso das águas e da natureza do percurso da energia. A Ocupação de São Paulo, desde a procura do sítio sustentado, o ambiente natural, até a ocupação metropolitana. O sistema de transportes desenhando o ambiente construído até a esfera regional.

Terceiro Módulo: A Avaliação de Impacto Ambiental – AIA na implantação de projetos de estruturas lineares, com base no conceito de impacto ambiental e as metodologias adotadas para sua quali e quantificação.

Quarto Módulo: As Formas de Participação Pública são discutidas visando apontar os benefícios de seu procedimento. A participação pública no Processo de Avaliação do Projeto por meio de Técnicas de Comunicação e Audiências Públicas entre outras.

Quinto Módulo: Como considerações finais os casos de empreendimentos lineares apresentados na Região Metropolitana de São Paulo são classificados de forma a buscar alternativas para futuros empreendimentos de mesma natureza. O modelo proposto para avaliação de projeto é objeto de análise. O desenvolvimento da infraestrutura, de rodovias, ferrovias, linhas de transmissão e dutovias, estão inseridos em segmentos de redes ou malhas de energia ou transportes, as quais deverão se apropriar de corredores de grandes extensões em território que deverá ser avaliado de forma sustentável.

## **Desenvolvimento**

A questão da necessidade de projeto de implantação para faixa de infraestrutura é citada sendo indicada a necessidade advinda do gás natural encontrado na bacia de

Santos, da escolha de alternativas para a Linha de Transmissão, e definição de rodovias e localização do Metrô, visando buscar o desenvolvimento e os limites da sustentabilidade em projetos desta natureza.

A implantação das redes de infraestruturas configura a problemática do atendimento em regiões metropolitanas, com características comuns às demais do estado e do país. A percepção de se fazer uso dos recursos naturais, sem comprometimento da qualidade de vida, no espaço coletivo da cidade ou região, envolve na definição do projeto além das diretrizes tecnológicas e diretrizes socioambientais.

A densidade populacional mundial consolida a necessidade da fruição entre as áreas ocupadas por meio de estruturas lineares de infraestruturas.

Compreender as complexas relações entre infraestruturas lineares e o ambiente é a forma mais adequada para possibilitar a redução do impacto de sua implantação no meio ambiente.

Os autores dos métodos de Avaliação de impacto ambiental conhecidos observam que a tomada de decisão é carregada de valores e julgamentos, que devem também considerar a opinião pública, além dos órgãos públicos e de gerenciamento. Cabe registrar que, dentre os métodos de AIA apresentados, o método de sobreposição é o mais adequado para seleção de alternativas para estruturas lineares.

O método para decisão preconizado tem como apoio temas de informação geográfica e modelos de simulação. As análises necessárias tendem a exigir maior número de variáveis e critérios para a tomada de decisão. As decisões devem considerar a multidisciplinaridade do ambiente e os atores envolvidos em um balanço mensurado através dos pesos dos indicadores que foram atribuídos.

As alternativas das estruturas lineares devem ser analisadas e avaliadas por equipes multidisciplinares que considerem os diversos interesses da sociedade, com a participação dos envolvidos buscando entender os conflitos, mediante a comparação de indicadores e critérios atribuíveis para a decisão ou julgamento.

A participação no processo discutida em parte da Tese deverá envolver mais atores além dos: empreendedores, projetistas, financiadores, municípios, órgão normatizador, órgão ambiental, uma vez que o método mais interativo torna o processo de seleção de alternativas, mais eficiente. Essa proposição deverá contribuir para a tomada de decisão correta, pela grande quantidade de empreendimentos a serem analisados e eficiência na seleção de alternativas de faixas a serem adotadas.

A geração de alternativas visa a buscar outras possibilidades para a realização de projetos, em maior número para sugerir na seleção, aquela mais viável. As pesquisas efetuadas, sintetizadas neste trabalho, conduziram às seguintes conclusões e recomendações, descritas a seguir.

### **Avaliação**

Este trabalho teve sua origem na procura da autora em conseguir relacionar e constatar num contexto de tomada de decisão tanto nos casos práticos como na literatura disponível, alguns fatores fundamentais para qualquer processo decisório. Primeiro, o reconhecimento da necessidade de estruturação; segundo, tratamento satisfatório da estruturação das necessidades de ação; terceiro, a incorporação de todos os fatores que poderão vir a influenciar a tomada de decisão; e finalmente, a capacidade dos decisores de expressar e avaliar suas opiniões e objetivos.

A AIA deve ser uma ação desenvolvida previamente para os empreendimentos e projetos que buscam a melhoria, com a análise de equipe multidisciplinar por meio de técnicas e métodos que utilizam recursos humanos e financeiros para visitas, coletas e investigação do local e da área de influência. O método é seqüencial com etapas incluindo a participação social na decisão para o alcance dos objetivos.

Essa constatação leva à reflexão sobre as implicações e decorrências da falta de estruturação, que via de conseqüência, invalidará toda a fase de avaliação do processo decisório. Assim, verifica-se que:

- A não definição do real problema leva à tentativa de avaliar e solucionar um problema, que eventualmente provará ser outro que não o problema real;
- a não incorporação dos pontos de vista fundamentais dos decisores leva à omissão dos elementos subjetivos;
- a não incorporação dos fatores contextuais leva à desconsideração das variáveis externas intervenientes;
- a não ponderação dos pontos de vista fundamentais leva à impossibilidade de atribuir a importância relativa dos descritores em relação a cada ponto de vista;
- a não geração de alternativas leva à impossibilidade de solução do problema;
- finalmente, a não determinação do impacto das alternativas nos objetivos leva à impossibilidade de uma avaliação adequada. Em função de tudo isto, foi dada atenção especial a esses aspectos da estruturação de um problema.

Parte da tese teve, então, como objetivo, discutir a eficácia de modelos que, embora válidos como diretrizes para orientar os decisores, poderiam ter sua eficiência questionada enquanto ferramentas realmente úteis para proporcionar a interpretação do problema através de sua representação. Para serem eficientes, esses modelos deveriam fornecer uma visão simplificada da realidade e aproximar o decisor do problema. Nesse questionamento, foram selecionados quatro casos que representassem, de maneira aparentemente razoável, o processo de estruturação da necessidade de uma ação.

Ao analisar e comparar os quatro casos, os pontos fortes deveriam ser capturados, enquanto que os pontos fracos deveriam ser apontados e melhorados. A discussão destes casos proporcionou uma base de conhecimento, a partir do qual a metodologia proposta nesta tese emergiu.

Esta metodologia, embora não sendo definitiva e sem falhas, pode ser capaz de valer-se dos pontos positivos dos modelos já existentes e promover uma tomada de decisão em bases mais realísticas e transparentes. Entretanto, para que este modelo seja aplicável de forma eficaz, faz-se necessário que o decisor compreenda cada etapa da estruturação e saiba como realizá-la. Esta compreensão normalmente não ocorre sem que haja uma ajuda externa. Para atender a esta limitação, sistemas de apoio surgem para auxiliar o entendimento e ajudar os decisores a realizar cada etapa da estruturação. Estes sistemas são operacionalizados através do facilitador que indica as etapas para selecionar e especificar alternativas de projeto; gerir o processo de licenciamento e implantação do empreendimento; aproveitar o potencial conhecimento; definir novos condicionantes e alertar sobre novas demandas.

### **Modelo**

Todas as considerações feitas até agora tiveram por objetivo traçar o percurso do estudo desenvolvido nesta tese, que culmina com o Modelo de Processo Decisório de Problemas, o qual alcançou os seguintes resultados:

- O modelo permite que os decisores, de forma unificada, entendam, com clareza, o processo decisório como um todo.
- O modelo permite que os decisores compreendam sua participação efetiva e estejam conscientes do grau de seu envolvimento no processo.
- O modelo proposto, ao reconhecer a necessidade de uma ação, permite que o decisor defina e caracterize o diferencial de desempenho verificado.
- O modelo permite a incorporação de toda e qualquer variável passível de intervir no processo.
- O modelo, ao permitir uma consorciação de elementos subjetivos e elementos objetivos, é capaz de incorporar toda a complexidade de uma situação que demande ação, conseguindo assim uma representação simplificada e eficaz da realidade.

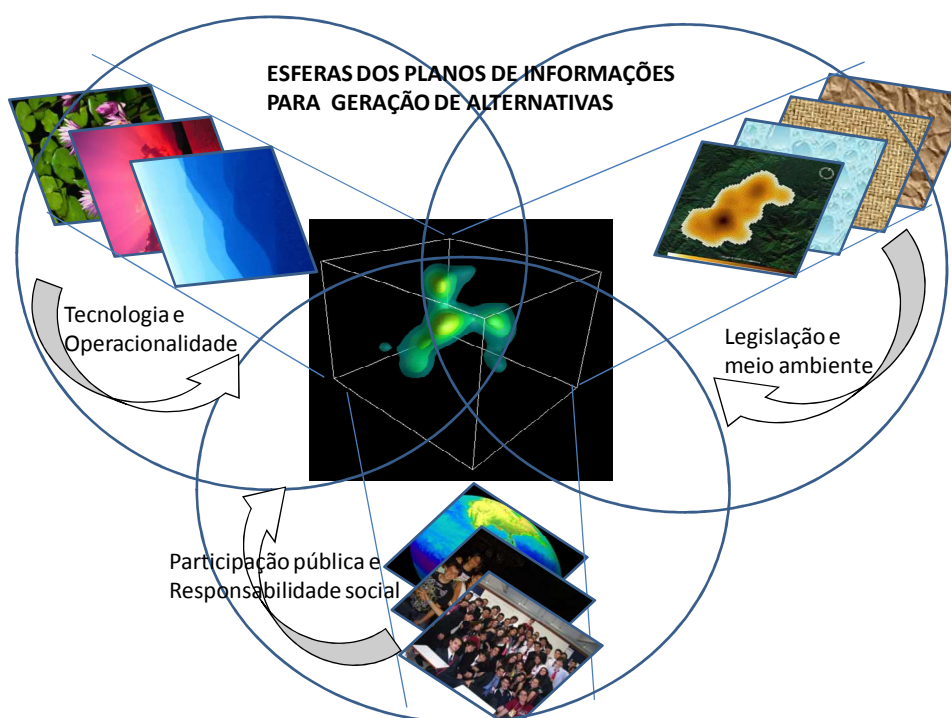
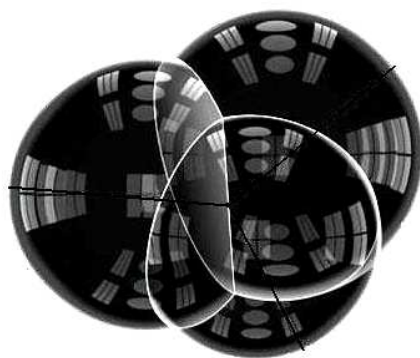


Figura com Esferas dos Planos de informações para geração de alternativas

Ao incorporar todos os elementos, o modelo permite eliminar tendências reducionistas percebidas em outros modelos, enquanto considera as suas contribuições significativas. O modelo permite que se eliminem tendências a seleções prematuras de alternativas. Através de uma ilustração hipotética, verifica-se a aplicabilidade e o potencial do modelo proposto na figura.

### **Recomendações**

Como resultado de tais propriedades, o modelo está, então, conceitualmente validado em função de sua flexibilidade, simplicidade operacional e aplicabilidade. A abordagem deste estudo tende a ser mais aplicada no sentido de estar orientada para a ação, para a maneira de realizar uma tarefa, no caso, a tomada de decisão frente a um problema de seleção de alternativa sustentável.

O modelo proposto é uma contribuição real para a tomada de decisão.

Como as recomendações não se esgotam, com o modelo proposto, nem as questões relativas à tomada de decisão, nem mesmo questões relativas ao próprio modelo, ainda resta uma ou outra pergunta a responder. Dentre elas, sugerimos como prosseguimento algumas direções:

- Identificar outras etapas que complementem a construção da fase de estruturação;
- Verificar se o modelo proposto é apropriado a qualquer situação, ou se há limites para sua aplicabilidade;
- Explorar novas formas de modelar os pontos de vista fundamentais dos decisores e os fatores contextuais;
- Expandir o modelo através de um detalhamento da fase de avaliação, em etapas semelhantes àquelas desenvolvidas na estruturação, permitindo um prosseguimento gradual, sem eventuais omissões de etapas que possam provar ser fundamentais.

Os **Planos de Informação** incorporados no modelo proposto consideram os diversos aspectos dos setores envolvidos e fazem referência as:

- diretrizes com base na legislação e nas informações ambientais;
- diretrizes da participação pública, da conscientização e responsabilidade social;
- e
- diretrizes do aprimoramento da tecnologia e da operacionalidade.

Algumas das diretrizes com base na **legislação e nas informações ambientais** são a seguir indicadas:

- Rever a legislação com o fim de introduzir aspectos relativos à sustentabilidade ambiental, direitos humanos e trabalhistas,
- Introduzir e desenvolver mecanismos jurídicos e institucionais para organização e operação,
- Incorporar na regulação as informações ambientais dos meios biofísicos, e socioeconômico,
- Fortalecer o Sistema de Licenciamento Ambiental e aprimorar roteiros e termos de referência para estudos ambientais.

Algumas diretrizes referentes à evolução da **participação pública, conscientização e responsabilidade social** são apontadas:

- Fortalecer os canais de participação da sociedade civil;
- Criar mecanismos que garantam troca de informações e promoção de padrões de consumo sustentáveis e Induzir a novos hábitos de consumo;
- Apoiar um sistema de informações destinado aos órgãos do poder local sobre iniciativas ambientais, oferecendo exemplos de boas práticas, obras de referência e acesso a especialista em problemas ecológicos,
- Efetivar incentivos financeiros, com a inclusão de critérios ambientais na concessão de financiamento.

E ainda, algumas diretrizes do **aprimoramento da tecnologia e da operacionalidade** são indicadas:

- Desenvolver indicadores para monitorar tendências críticas de consumo, exemplo no consumo sustentável de água e de energia,
- Preparar projetos com o objetivo de minimizar o consumo de energia em todas as fases do processo, da implantação, operação, manutenção e desativação,
- Implantar medidas de eficiência energética na adoção de alternativas tecnológicas,
- Acessar tecnologias apropriadas,
- Promover e difundir estudos e técnicas de valoração dos recursos naturais e de contabilidade ambiental,
- Recuperar áreas degradadas e contaminadas,

- Comparar os resultados obtidos pelo modelo proposto nesta tese com outros modelos que pretendam dar conta da influência de variáveis semelhantes.

Apresentação do diagrama em uso para avaliação de projeto:

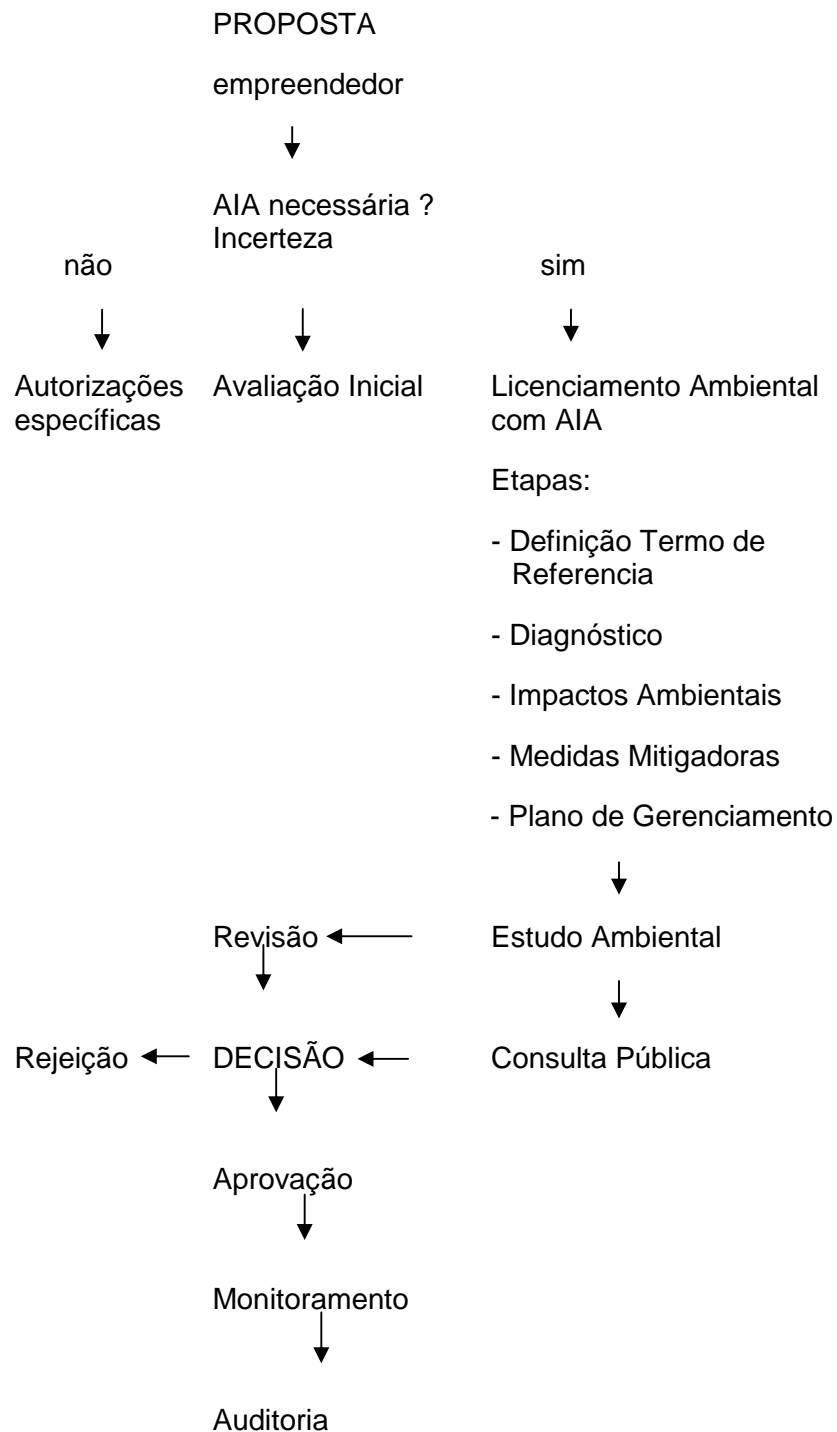
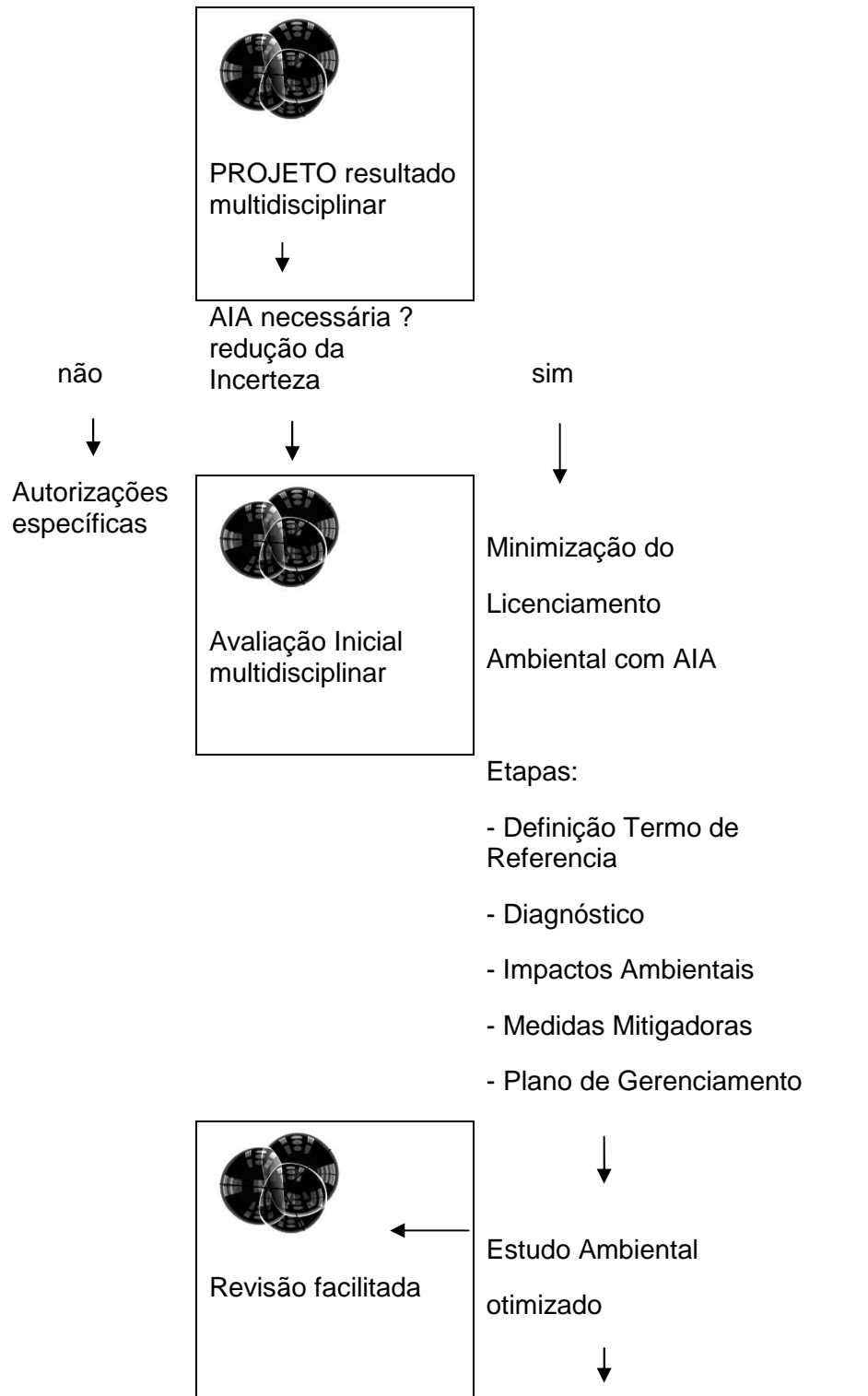


DIAGRAMA EM USO

Fonte: Adaptado Wathern 1988

Segue a apresentação do diagrama com inserção do modelo proposto:

### DIAGRAMA DO MODELO PROPOSTO





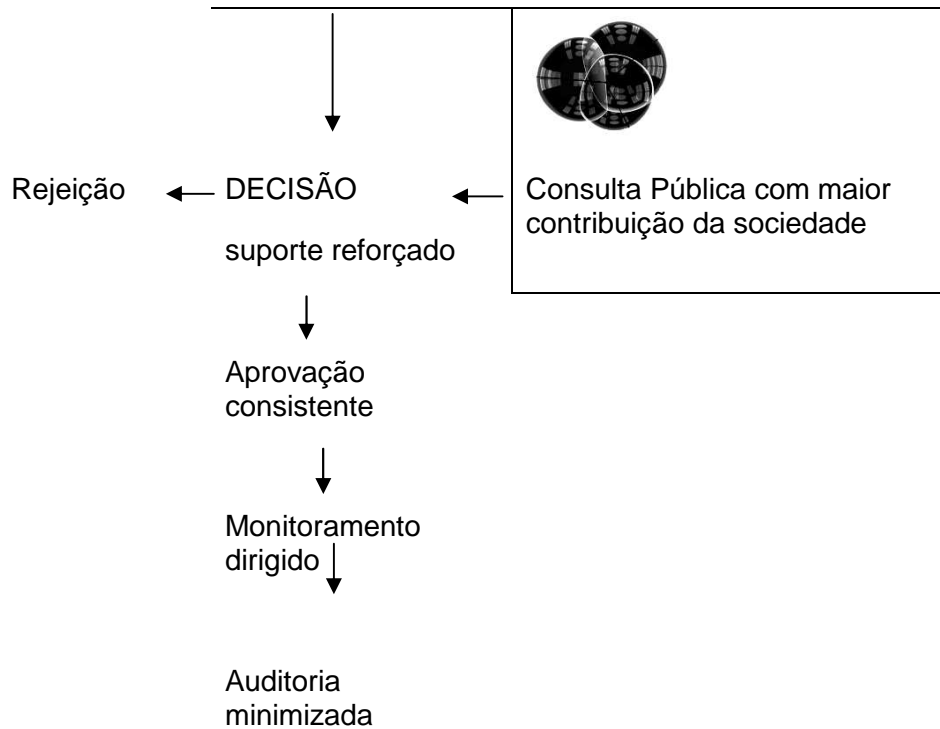



Diagrama do Modelo Proposto com as esferas dos planos de informação



A célula referente ao PROJETO colocada no diagrama do modelo proposto incorpora fases da elaboração onde a equipe projetista percorre as seguintes etapas:

- ✓ Entendimento das necessidades do empreendedor;
- ✓ Caracterização da área;
- ✓ **Definição das variáveis de Sustentabilidade**  ;
  - Levantamento de dados socioeconômicos e ambientais e pesquisa de indicadores de sustentabilidade do projeto
  - minimização de insumos, reuso e reciclagem de materiais
  - conservação de consumo de água e energia
  - prevenção e redução da poluição
  - recuperação de áreas degradadas e contaminadas
  - preservação de biodiversidade
  - reassentamento populacional
  - patrimônio cultural

#### Discussão do Grupo de Projeto

- projetos e tipologias
- equipamentos e inovações tecnológicas
- identificação das criticidades
- discussões internas e setoriais prévias

#### Cumprimento de requisitos legais

- ambientais, sociais, saúde e segurança

#### Pesquisa objetiva de alternativas que

- maximizem os benefícios do projeto
- minimizem e reduzam riscos e impactos negativos

#### Verificação dos dados básicos e elementos do projeto

- Identificação do atendimento dos vários objetivos
- Registro em banco de informações dos problemas identificados

#### Integração no desenvolvimento de projetos colocalizados

- simulação de resultados
- gestão da operação que promova o desenvolvimento econômico e social

- ✓ Elaboração de pré-projetos com necessidades equacionadas e variáveis de sustentabilidade atendidas;
- ✓ Descartar excessos;
- ✓ Apresentação do Partido adotado;
- ✓ Amadurecimento da idéia;
- ✓ Armazenamento da proposta para discussão pública;
- ✓ Apresentação para empreendedor após consenso;
- ✓ Reaquecimento da discussão;
- ✓ O Partido sobrevive.

Com a aplicação do modelo e das diretrizes aqui propostas as alternativas possíveis geradas para os 4 casos analisados, após simulação, poderia resultar em alternativa tecnológica: subterrânea para a Linha de Transmissão, alternativa aérea da Linha quatro do Metrô para travessia do rio Pinheiros, variante de traçado que não implicasse na travessia de reservatório pelo Rodoanel, e até variantes na utilização de faixa para a dutovia.

O trabalho apresentado evidenciou o esforço para termos um processo de AIA estruturado e sistemático, mas, evidentemente existe algo mais a ser feito considerado como fundamental. As orientações fornecidas por técnicos do sistema ambiental aos interessados e empreendedores estão adequadas de modo geral. A sua disseminação é que se constitui na maior prioridade. Os programas de formação desenvolvidos deverão contar com esforços adicionais no sentido de dar assistência aos técnicos que avaliam, a internalização dos objetivos e nos seus cronogramas de investimentos, aos interessados na realização dos projetos.

A implantação de projetos de estruturas lineares, compatíveis com seus objetivos, deve refletir na qualidade de vida das populações, especialmente das áreas urbanas pelo seu crescimento intenso e a insustentabilidade das cidades. A realidade pode ser mudada, com maior consciência da coletividade, responsabilidade social, cidadania, investimento em infraestrutura, medidas de gestão em transporte e energia, de modo a gerar alternativas mais sustentáveis.

Resumidamente, a implementação no território de um desenvolvimento sustentável exige recursos adequados bem como o fortalecimento da capacidade técnica e analítica dos sistemas ambientais. Caso não haja informação adequada sobre o território previsto para receber o projeto, a avaliação se torna um exercício de adivinhação inteligente. Existem atualmente problemas e limitações que é necessário ultrapassar como controle inadequado, fluxo restrito de informação, utilização de recursos humanos e financeiros inadequados para a tarefa de análise de dados em alguns setores.

A AIA fez parte de algumas realizações em todo país e no estado de São Paulo, mas há ainda mais por fazer para garantir que a AIA, nas suas diversas formas, possa desempenhar um papel ainda mais importante e assegurar um correto equilíbrio entre objetivos econômicos e ambientais para o desenvolvimento sustentável que se pleiteia.

### **Referências Bibliográficas**

- ALSTOM. Infraestrutura de Energia e Transporte um desafio. Sao Paulo 2005
- BELLEN, Hans Michael. Indicadores de Sustentabilidade. FGV, 2005
- CAMPOS, Candido Malta. Os Rumos da Cidade-Urbanismo e Modernização em São Paulo. Ed SENAC 2002
- CLAUDIO, Celina F Bragança. Link texto integral da Tese de Doutorado: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16138/tde-15012010-112523/>
- PARTIDÁRIO, Maria do Rosário. Avaliação de Impacte Ambiental. Lisboa CEPGA, 2001
- NaturLink. Seminário Infraestruturas Lineares e Biodiversidade. Évora. Portugal, 2005
- REIS Filho, Nestor Goulart. Cidade e Transportes, FAU USP 2004
- ROGERS, Richard. Cidades para um pequeno planeta. Barcelona. Gustavo Gilli. 2002
- SEGAWA, Hugo. Preludio da Metrópole: Arquitetura e Urbanismo em São Paulo. Ateliê Editorial, 2004.
- VEIGA, Jose Eli. A emergência socioambiental. Ed. SENAC, SP. 2007