

Desenvolvimento de Sistema para Mensuração das Externalidades de Projetos de Linhas de Transmissão

Lineu B. Reis, José A. B. Grimoni, Claudio E. Carvalho, André B. Barcaui, José S. Furtado, Marisa P. R. P. Ferraz, Márcio J. Cristiano

Resumo – Este artigo apresenta os resultados decorrentes do projeto “Desenvolvimento de Sistema para Mensuração das Externalidades de Projetos de Linhas de Transmissão”, cujo objetivo principal foi estabelecer uma metodologia de avaliação e incorporação dos custos sócio-ambientais em novos projetos de transmissão, focalizando a realidade existente na empresa CTEEP – Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista. Neste intuito foi desenvolvido um software que busca explicitar os impactos sócio-ambientais de um empreendimento e relacionar os programas necessários para mitigá-los ou ainda os meios para valorar as chamadas externalidades. Trata-se, portanto, de um primeiro passo dentro da companhia, porém de extrema importância, no sentido de avançar na questão da avaliação ambiental.

Palavras – chave – Linhas de Transmissão, Externalidades, Valoração Econômica.

I. INTRODUÇÃO

O projeto “Desenvolvimento de Sistema para Mensuração das Externalidades de Projetos de Linhas de Transmissão (SMEP)”, desenvolvido pela CTEEP e a FUSP, no âmbito dos Programas de P&D do Setor Elétrico Brasileiro, teve como objetivos principais estabelecer uma metodologia para tratamento adequado de custos e benefícios de projetos de LTs, com ênfase aos custos ambientais e sociais; construir um sistema digital (software) voltado à avaliação destes custos; verificar a aderência do sistema desenvolvido com possíveis sistemas de gerenciamento de projetos que venha a ser implementado na empresa.

Para isso, foram desenvolvidas as seguintes atividades principais:

- Levantamento, organização e apresentação dos aspectos básicos da transmissão de energia elétrica;
- Análise da Inserção Ambiental de Linhas de Transmissão de Energia Elétrica;
- Desenvolvimento do Sistema para Mensuração das Externalidades em Projetos de LTs;
- Construção do sistema (Software) para mensuração das externalidades de projetos de linha de transmissão;
- Verificação da aderência do SMEP a Sistemas de Gerenciamento de projetos,
- Desenvolvimento de Estudo de Caso.

A descrição dos principais aspectos dessas atividades e do produto desenvolvido, assim como as conclusões e recomendações resultantes do projeto são apresentadas a seguir.

II. DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

A. Levantamento, Organização e Apresentação dos Aspectos Básicos da Transmissão de Energia Elétrica

Foi efetuado o levantamento, organização e apresentação dos aspectos básicos da transmissão de energia elétrica que formam em conjunto mínimo de conhecimento e informações necessário para qualquer equipe voltada à tarefa multidisciplinar de avaliar externalidades de projetos de LTs.

Este levantamento inicial, que serviu de base para integração da equipe formada por profissionais de diferentes áreas e visões, enfocou: a) as funções e características dos sistemas de transmissão; linhas de transmissão em corrente alternada e corrente contínua; linhas de interligação; b) as características construtivas das linhas de transmissão; d) a caracterização do ciclo de vida das LTs: fases de planejamento, instalação, operação e desativação.

A figura 1 apresenta um exemplo da fase de instalação de uma linha de transmissão [2].

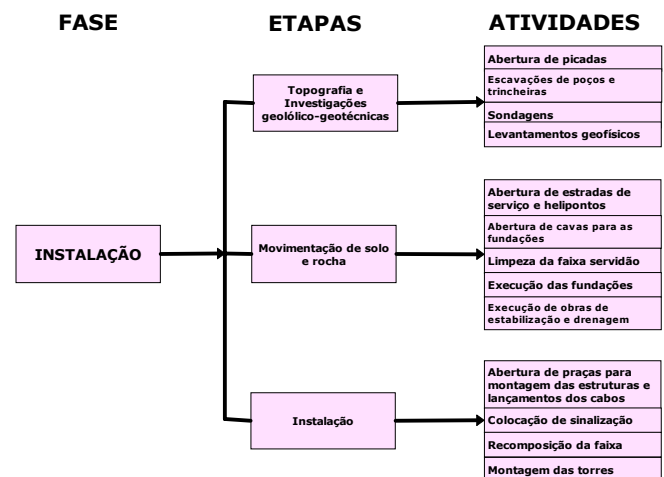


Figura 1: Fase de Instalação da Linha de Transmissão – Etapas e Atividades

B. Análise da Inserção Ambiental de Linhas de Transmissão de Energia Elétrica

Essa atividade buscou maior aprofundamento no projeto das linhas e na sua inserção ambiental, fonte de grande parte das externalidades do projeto, com vistas principalmente ao melhor entendimento das diversas parcelas de custos e benefícios ocorridos durante o ciclo de vida da linha.

Em seu contexto global, abordou as etapas básicas de um projeto de Linhas de Transmissão, os instrumentos de

avaliação e os aspectos sócio-ambientais de um sistema de transmissão.

O projeto das linhas foi avaliado a partir de suas etapas básicas: análise de viabilidade; projeto básico; projeto executivo; contratação da execução, acompanhamento e administração de contratos.

Os instrumentos de avaliação ambiental foram então enfocados, com ênfase à avaliação de impacto ambiental (AIA), estudo de impacto ambiental (EIA), relatório de impacto ao meio ambiente (RIMA) e ao processo de licenciamento ambiental.

Foi levantada uma visão geral dos aspectos sócio-ambientais envolvidos em projetos de LTs, criando uma base para o detalhamento posterior.

Além disso, foi efetuado um levantamento do processo atual de projeto de LTs na CTEEP, com vistas a estabelecer uma base de referência para o reconhecimento e classificação de custos e benefícios.

C. Desenvolvimento do Sistema para Mensuração das Externalidades em Projetos de LTs

Esta atividade, de certa forma, constituiu a espinha dorsal do projeto, pois é nela que se estabeleceu a metodologia a ser seguida, assim como os principais requisitos e características do SMEP, sistema de mensuração de externalidades dos projetos. Inicialmente, com base na conceituação das externalidades, foi efetuada uma análise das mesmas no âmbito dos projetos de LTs.

Aprofunda-se, em seguida, na questão dos impactos ambientais das linhas de transmissão, sempre determinando a relação desses impactos com as externalidades.

Em seguida, foram enfocados os processos para mensuração de externalidades, dando-se ênfase a duas técnicas de análise que podem ajudar nesta mensuração: a Análise de Ciclo de Vida (ACV) e a Avaliação de Custos Completos (ACC), esta última principalmente. Com isso foi estabelecida a metodologia para quantificação e mensuração das externalidades que são possíveis de serem medidas, criando a base para desenvolvimento do sistema (SMEP) voltado à mensuração das externalidades que se mostraram passíveis de serem medidas.

É importante ressaltar que a análise efetuada foi bastante detalhada e foram elaborados diversos gráficos e tabelas com informações sobre os impactos e as externalidades para as diversas etapas do ciclo de vida tanto das linhas quanto das subestações.

III. METODOLOGIA

Este item apresenta a metodologia para se identificar e avaliar as externalidades de um empreendimento.

Vale destacar que as externalidades são resultantes dos custos de degradação, conforme a definição feita mais adiante. No entanto, diversos impactos sócio-ambientais podem ser mitigados ou compensados, o que é feito através de programas sócio-ambientais.

Assim, nos itens seguintes são relacionados os principais impactos sócio-ambientais e os programas associados. Para aqueles impactos que não são tratados por tais programas, pode-se mensurá-los utilizando-se a metodologia mais apropriada em cada caso.

A. A Terminologia dos Custos

Para o correto entendimento dos fluxos de avaliação das externalidades, vale destacar alguns conceitos importantes, como descrito a seguir.

Os custos sócio-ambientais podem ser entendidos como aqueles decorrentes dos impactos sócio-ambientais. Dessa forma, tais custos podem incorrer antes do impacto (custo de controle) ou após o impacto (custo de degradação). Assim, são definidos abaixo os custos de controle e de degradação que servem como referência para os custos sócio-ambientais. As definições aqui usadas seguem as mesmas definidas pela ELETROBRÁS [5].

Custos de Controle

São custos incorridos para evitar a ocorrência (total ou parcial) dos impactos sócio-ambientais de um empreendimento.

Custos de Degradação

São os custos externos provocados pelos impactos sócio-ambientais de um empreendimento quando não há controle, ou pelos impactos ambientais residuais quando da existência de controle, de mitigação e de compensação.

Como citado acima, é possível em certos casos a mitigação ou a compensação dos impactos, resultando também em custos, os quais são definidos a seguir:

Custos de Mitigação

São os custos incorridos nas ações para redução das consequências dos impactos sócio-ambientais provocados por um empreendimento.

Custos de Compensação

São os custos incorridos nas ações que compensam os impactos sócio-ambientais provocados por um empreendimento nas situações em que a reparação é impossível.

Custos de Monitoramento

São os custos incorridos nas ações de acompanhamento e avaliação dos impactos e programas sócio-ambientais.

Por fim, em relação aos impactos sócio-ambientais, vale ressaltar que nem sempre um impacto dessa natureza ocasionado por um empreendimento é passível de mitigação e/ou compensação através de dispêndios monetários incorporados ao projeto. Dá-se, então, origem a custos de degradação.

B. Passos de Avaliação das Externalidades

De forma a facilitar a avaliação de externalidades, foram definidos alguns passos a serem seguidos:

Passo 1: Identificação Geral de Impactos: Identificar todos os possíveis impactos gerados e relacioná-los às listas de impactos pré-definidos ou de impactos específicos do empreendimento. Buscou-se utilizar aqui padrões definidos pela ELETROBRÁS, de forma a consolidar os trabalhos já desenvolvidos na área.

Apenas como ilustração, apresentam-se, a seguir alguns destes resultados:

TABELA II. IMPACTOS AMBIENTAIS - MEIO FÍSICO

CAUSA/ATIVIDADE	IMPACTOS	MEDIDAS/AÇÕES /PROJ.
TRANSMISSÃO		
MEIO FÍSICO		
Abertura da faixa de passagem, de estradas de acesso, de praças de montagem de estruturas, de áreas de lançamento de cabos e de áreas para canteiro de obras	Erosão do solo. Interferência com recursos hídricos. Efeitos de borda.	Controle dos processos erosivos. Proteção dos recursos hídricos. Compensação ambiental. Controle mitigatório.
Montagem e estruturas e lançamento de cabos	Danos temporários ao solo	Recuperação de áreas degradadas. Adequação dos critérios construtivos as condições ambientais. Compensação ambiental. Controle mitigatório.

CAUSA/ATIVIDADE	IMPACTOS	MEDIDAS/AÇÃO ES/PROJ.
SUBESTAÇÃO		
MEIO FÍSICO		
Ocupação da área para SEs e canteiros de obra (desmatamento e terraplanagem) e eletrodo de terra abertura de acesso	Interferência em recursos hídricos. Interferência em áreas legalmente protegidas. Efeito de borda.	Recuperação de áreas degradadas. Proteção dos recursos hídricos. Controle de processos erosivos. Compensação ambiental. Controle mitigatório.
Operação da subestação (efluentes líquidos e sólidos, captação de águas)	Poluição em recursos hídricos. Captação e devolução da água. Resíduos sólidos. Acidentes que podem ocorrer ligados à atividade da empresa.	Proteção dos recursos hídricos. Controle de resíduos, tanto na operação quanto no destino. Compensação ambiental. Controle mitigatório.

Passo 2: Seleção de Impactos Tratados por Programas Sócio-Ambientais: Na listagem dos impactos pré-definidos e específicos, identificar quais os que geram custos de controle, mitigação, compensação, monitoramento e/ou institucionais. Para cada um destes impactos existe um programa sócio-ambiental vinculado, o qual poderá ser adotado e cujo custo será então incorporado ao projeto;

TABELA III. PRINCIPAIS IMPACTOS OCORRIDOS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO

LISTA DE IMPACTOS PRÉ-DEFINIDOS
<i>Impactos que geram custos de controle, mitigação, compensação, monitoramento e institucionais. Programas Sócio-Ambientais</i>
1. Erosão do solo
2. Interferência com recursos hídricos
3. Efeitos de borda
4. Danos temporários ao solo
5. Retirada da cobertura vegetal
6. Interferências em áreas legalmente protegidas
7. Danos temporários a vegetação
8. Interferência na fauna e na flora
9. Interferência na rota de migração dos pássaros
10. Efeitos biológicos na fauna e flora
11. Interferências com populações indígenas ou outros grupos
12. Limitação ao uso do solo devido a servidão
13. Criação de expectativas nas populações afetadas
14. Deslocamento nas populações afetadas
15. Indução à ocupação desordenada nas margens de LT's e entr. Acesso
16. Interferências na atividade agropecuária
17. Interferência em edificações, vias públicas e no tráfego

18. Interferências em locais de interesse histórico e cultural
19. Danos temporários às áreas cultivadas
20. Danos às estradas vicinais e vias públicas
21. Interferência no tráfego
22. Degradação da paisagem, desordem cênica e falta de integração visual
23. Efeitos biológicos
24. Efeitos devidos à transferência de potencial
25. Rádio interferência, TV interf. E ruído audível
26. Interferência na linha
27. Deposição de entulho e lixo
28. Risco de acidentes
Impactos que geram custos de degradação: Externalidades.
LISTA DE IMPACTOS ESPECÍFICOS
Externalidades

TABELA IV. RELAÇÃO DE PROGRAMAS SÓCIO AMBIENTAIS PARA LTs

RELAÇÃO DE PROGRAMAS SÓCIO-AMBIENTAIS PARA LTS
1. Estudos Ambientais Preliminares
2. Comunicação Sócio-Ambiental
3. Articulação Institucional
4. Educação Ambiental
5. Desmatamento Seletivo e Poda Adequada
6. Replanteio da Faixa de Servidão com Vegetação Adequada
7. Recuperação de Áreas Degradadas
8. Implantação / Consolidação de Unidades de Conservação
9. Controle de Processos Erosivos e Proteção dos Recursos Hídricos
10. Adequação dos Critérios Construtivos às Condições Ambientais
11. Sistema Adequado de Sinalização Aérea ou Outros Procedimentos para Minimizar a Interferência na Rota Migratória dos Pássaros
12. Apoio às Comunidades Indígenas ou Outros Grupos Étnicos
13. Uso Múltiplo da Faixa de Servidão
14. Remanejamento de População Urbana
15. Saúde
16. Remanejamento de População Rural
17. Relocação de Infra-estrutura Econômica e Social
18. Controle dos Níveis de Ruído e de Interferências Gerados pela Linha de Transmissão
19. Salvamento do Patrimônio Cultural
20. Inspeção, Manutenção e Operação de Linhas de Transmissão

Passo 3: Seleção de Impactos Tratados como Externalidades: Na listagem dos impactos pré-definidos e específicos, identificar quais os que geram custos de degradação. Estes serão valorados através de algum método a ser escolhido.

Passo 4: Seleção dos Métodos de Avaliação das Externalidades: Dentre os impactos a serem tratados como externalidades, identificar quais serão tratados quantitativamente ou qualitativamente. Para aqueles impactos constantes da lista pré-definida, já existe a indicação de qual método a ser usado. Para os demais, isso deverá ser discutido.

A tabela a seguir relaciona os principais métodos de valoração utilizados [8].

TABELA V. MÉTODOS DE VALORAÇÃO AMBIENTAL

MÉTODOS DE VALORAÇÃO AMBIENTAL
Métodos Indiretos (relações físicas/comportamento presumido)
Método da Produtividade Marginal
Despesas de Reposição
Despesas de Re-localização
Despesas de Proteção
Despesas de Prevenção/ Mitigação
Métodos Diretos

(comportamento revelado)
Preferência revelada através de mercados reais:
Preços Hedônicos
Custo de Viagem
Preferência revelada através de mercados hipotéticos:
Método da Valoração Contingente

Passo 5: Decisão Sobre Forma de Incorporação das Externalidades: Após a avaliação das externalidades, deverá ser definido de que forma esses custos externos poderão ser internalizados no projeto. Caso tenha sido feita a opção por análise qualitativa, essa avaliação poderá ser usado como subsídio em uma análise de riscos mais ampla. Se a opção for por avaliação quantitativa, o resultado poderá ser incorporado através de algum método a ser escolhido de acordo com as características do projeto.

C. Fluxograma de Avaliação das Externalidades

O fluxograma da figura sintetiza os passos descritos no item anterior considerando a classificação de custos apresentados acima.

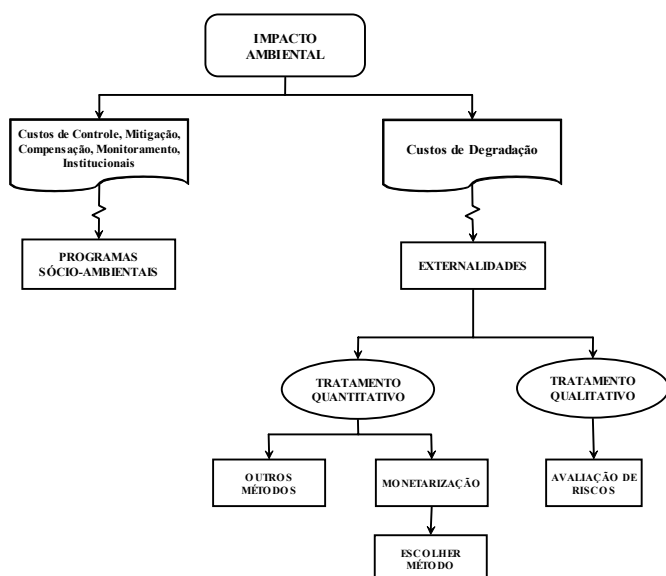


Figura 2: Fluxograma de Avaliação das Externalidades

IV. CONSTRUÇÃO DO SISTEMA PARA MENSURAÇÃO DAS EXTERNALIDADES

A atividade de construção do sistema (Software) para mensuração das externalidades de projetos de linha de transmissão, da CTEEP, constou de duas etapas fundamentais: uma de avaliação da utilização de softwares disponíveis no mercado e outra da construção de um software específico, uma vez que esta solução se mostrou como a melhor, dadas as condições de contorno da elaboração de projetos na CTEEP.

Foram analisados programas voltados à avaliação de desempenho ambiental de projetos energéticos. Foram avaliados o EXPERT CHOICE e o LEAP – Long Range Energy Alternatives Planning System, o E2/P2 FINANCE – Energy & Environmental Financial Analysis and Cost Evaluation System.

A análise efetuada indicou que, dentre os softwares disponíveis no mercado analisados, não há um software específico que atenda ao propósito do projeto. Isso ocorre

porque cada tipo de atividade no setor de energia elétrica, seja geração, transmissão ou distribuição, possui características próprias e que dificultam a elaboração de um programa que se aplique em todos os casos.

Também verificou-se a dificuldade na escolha e aplicação de um método de valoração de externalidades para cada impacto identificado.

Assim, a solução proposta foi a elaboração de um sistema a partir da identificação prévia dos possíveis impactos associados às linhas de transmissão e subestações. Este sistema traçaria o roteiro para a avaliação destes impactos e sua incorporação ao valor total do projeto.

O sistema é composto de um banco de dados relacional, uma aplicação no ambiente Office em VBA (Visual Basic For Applications) para o cadastro e edição de custos de projetos e para o cadastro e edição da base CausaXEfeitoXControle e dos Custos de Investimento, Custos de Operação e Manutenção e Custos Externos. É utilizado o MySQL como servidor de base de dados. A figura a seguir mostra de forma simplificada a estrutura do programa a partir de seus módulos.

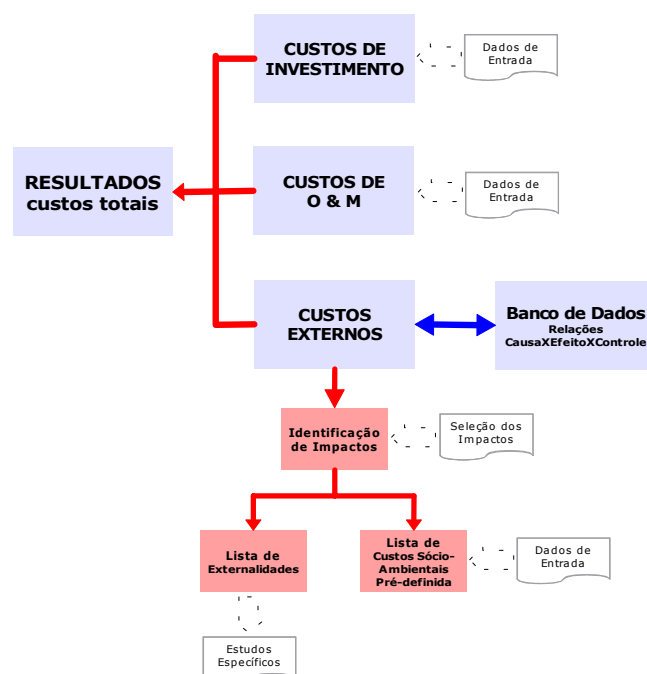


Figura 3: Módulos do programa desenvolvido

Os módulos de Custos são telas de entrada de dados, que permitem inserir os dados de custos para uma lista pré-definida e também inserir outros itens que não constam da lista.

Especial atenção é dada ao módulo de custos externos onde é possível selecionar os principais impactos associados à obra em questão e a partir desta seleção é gerada uma lista dos programas sócio-ambientais que poderão ser considerados. Aí é possível inserir os custos associados a cada programa. Também é possível inserir custos de alguma externalidade específica.

As figuras seguintes mostram algumas telas do programa.

Figura 4: Tela do Módulo de Custos de Operação e Manutenção

Figura 5: Tela do Módulo de Custos de Ambientais

O módulo de resultados apresenta a síntese dos dados inseridos nos outros módulos, permitindo fazer uma análise considerando os custos externos ou não.

A Figura a seguir, mostra um exemplo de lista gerada por este módulo. O relatório busca usar o padrão já consagrado na empresa.

 Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista		ORÇAMENTO
OBRA:		
DATA:		
DESCRIÇÃO	VALOR [R\$]	
CUSTOS DE INVESTIMENTO		
Engenharia		
Estudos e Projetos		
Sondagens		
Topografia		
Meio Ambiente		
Intangíveis		
Obras		
Desmatamento e Limpeza		
Execução de fundações		
Escavação em solo		
Reaterro		
Construção civil		
Materiais		
Terreno e Acesso		
Transporte e fretes		
Montagem de equipamentos		
Fiscalização da obra		
Ensaio, recepção e comissionamento		
Outros		
Administração		
Mão de obra		

Total de Investimentos
CUSTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO
Despesas com Pessoal
Remuneração
Encargos sociais
Outros
Materiais e Equipamentos
Serviços de Terceiros
Consultoria
Mão-de-obra contratada
Materiais
Equipamentos
Outros
Outras Despesas
Total de Operação e Manutenção
CUSTOS EXTERNOS
Controle de Processos Erosivos
Desmatamento Seletivo
Replanteio da Faixa de Servidão
Controle dos Níveis de Ruído
Total de Custos Externos
Custo Total da Obra (Custos Internos)
Custo Total da Obra (Custos Totais – Internos /Externos)

Figura 6: Lista gerada pelo programa

V. VERIFICAÇÃO DA ADERÊNCIA DO SMEP A SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Verificação da aderência a Sistemas de Gerenciamento de projetos, avaliando-se o impacto do SMEP - sistema de mensuração das externalidades dos projetos com relação à possibilidade da empresa implementar um sistema de gerenciamento de projetos. Para esta verificação, foram adotados como referência, desde a fase de concepção desse projeto de P&D, os padrões e melhores práticas sugeridos pelo PMI (*Project Management Institute*), que constituem um conjunto integrado de processos voltados a uma gestão adequada de projetos, que se ajustará facilmente a qualquer software avançado de gerenciamento de projetos disponível no mercado.

Para cumprir os objetivos propostos foi necessário se avaliar os atuais padrões de gerência de projetos utilizados pela CTEEP, tendo como referência os processos adequados para a implementação dos padrões e práticas do PMI, com vistas à apresentar um diagnóstico e recomendações quanto à migração para um sistema de gerenciamento moderno.

Para isso, foi efetuado um conjunto de entrevistas com técnicos e gerentes das áreas envolvidas na CTEEP nas diversas etapas do projeto de LTs, tendo sempre em mente que essas etapas envolvem setores bem diversos, caracterizando um cenário multidisciplinar. Estas entrevistas permitiram uma visão, ainda que generalista, da natureza de projetos de LT conduzidos, bem como dos critérios e das práticas adotadas.

Com base nessas atividades foi efetuado um diagnóstico e foram apresentadas recomendações referentes ao tratamento de custos e benefícios num sistema de gerenciamento de projetos. Foram alistadas as recomendações que mais se aproximam das necessidades observadas na CTEEP, tendo em vista também que mudanças deste tipo levam tempo e devem ser cuidadosamente planejadas. Verificou-se que o SMEP – sistema de mensuração de externalidades do projeto apresenta perfeita aderência a qualquer sistema de gerenciamento de projetos que a CTEEP pretenda implantar.

Ainda mais, a implementação efetiva na empresa do SMEP criará a oportunidade de adequar o processo dos projetos às práticas mais modernas de gerenciamento, trazendo grandes benefícios para a CTEEP.

VI. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO

Com o objetivo de aplicar a metodologia apresentada neste trabalho, foi desenvolvido um estudo de caso baseado em um empreendimento realizado pela CTEEP e que foi energizado em julho/2004.

Não se pretendeu a realização de um estudo exaustivo, uma vez que o foco do trabalho é o desenvolvimento da metodologia, onde o exercício aqui feito busca identificar as principais dificuldades de aplicação dos métodos apresentados.

A escolha do estudo de caso foi feita levando-se em consideração principalmente a disponibilidade de dados sobre o empreendimento, visto ser esta uma das principais dificuldades encontradas na realização de trabalhos desta natureza.

Dessa forma, escolheu-se o empreendimento referente à construção do 3º circuito da Linha de Transmissão de 345kV Tijuco Preto – Baixada Santista. Esta obra, além de sua importância para o sistema elétrico, também possui algumas particularidades no âmbito ambiental que torna interessante a análise de externalidades.

A. Características Técnicas do Empreendimento

As linhas de transmissão Tijuco Preto-Baixada Santista, Tijuco Preto-Leste e Tijuco Preto-Itapevi, todas em 345 kV, transmitem 4.500 MW de potência para abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo e da Baixada Santista, originada na Subestação Tijuco Preto (FURNAS), que recebe energia elétrica proveniente da Usina de Itaipu.

O empreendimento em análise é a Linha de Transmissão (LT) Baixada Santista-Tijuco Preto – 3º circuito e os respectivos *Bays* nas Subestações envolvidas. A LT liga o *bay* na SE Baixada Santista, em Cubatão, ao *bay* na SE Tijuco Preto, em Mogi das Cruzes, no Estado de São Paulo.

O percurso da LT – 3º circuito será realizado integralmente na faixa de domínio existe da CTEEP, onde já estão instalados os Circuitos 1 e 2. A faixa de domínio não se encontra invadida por terceiros.

Este empreendimento, cuja extensão é de 26,1 quilômetros, tem os seus setores delimitados da seguinte forma:

- Trecho Baixada Santista

Extensão de 7,3 quilômetros, no município de Cubatão, na área junto às indústrias do pólo petroquímico e próxima à rodovia Piaçaguera – Gaurujá.

- Trecho da Serra do Mar

Extensão de 7,9 quilômetros, entre os municípios de Cubatão e Santo André. Grande parte deste trecho está situado ao longo do vale do rio Mogi e Parque Estadual da Serra do Mar.

- Trecho do Planalto Atlântico

Extensão de 10,9 quilômetros, nos municípios de Santo André e Mogi das Cruzes, atravessando o Distrito de Paranapiacaba.

B. Características da Região

A LT 345 kV Baixada Santista – Tijuco Preto – 3º Circuito está situada na região sudeste do Estado de São Paulo, na fachada atlântica, atravessando os municípios relacionados a seguir, com as respectivas extensões em quilômetros e o percentual em relação ao total da linha: Cubatão, 13,55 km (51,92%); Santo André, 5,10 km (19,54%) e Mogi das Cruzes, 7,45 km (28,54%).

A LT está situada sobre as bacias hidrográficas do Rio Cubatão, na Província Costeira, e do Rio Tietê, na Província Planalto Atlântico. A faixa de servidão do empreendimento está inserida em uma região de Mata Atlântica denominada Floresta Ombrófila Densa, constituída por florestas estruturalmente complexas de árvores altas e grande diversidade biológica.

A LT está quase inteiramente situada sobre solos que apresentam alta suscetibilidade à erosão, exceto nas áreas próximas às subestações. No entanto, é importante destacar a inexistência de registros de deslizamentos que tivessem atingido ou ameaçado qualquer circuito da LT.

Em relação ao uso e a ocupação do solo nas imediações da faixa de domínio da CTEEP, cabe destacar:

- Trecho Baixada Santista: A clara dominância é industrial, sendo que a faixa de servidão da LT cruza, em Cubatão, grande parte do maior pólo petroquímico do País.
- Trecho Serra do Mar: Não há ocupação predominante neste trecho, pois parte do percurso ocorre no Parque Estadual da Serra do Mar. Além disso, tanto a área rural de Santo André como de Cubatão estão quase que totalmente inseridas no contexto das reservas legalmente protegidas.
- Trecho Planalto: No município de Santo André, há ocupação humana nas proximidades do trecho compreendido entre o km 15 e 16, onde a faixa de servidão cruza o Distrito de Paranapiacaba. A vila de Paranapiacaba é tombada pelo CONDEPHAAT – Conselho de Defesa do patrimônio Histórico, Artístico, Arqueológico e Turístico do Estado de São Paulo.

No município de Mogi das Cruzes o uso do solo predominante é para a atividade de horticultura, com cerca de 6.300 hectares ocupados por pequenas e médias propriedades, porém, nas proximidades da divisa com o município de Santo André (junto às escarpas da Serra do Mar) a agricultura é bastante incipiente.

C. Identificação dos Custos

A obra LT 345 kV Baixada Santista-Tijuco Preto – 3º Circuito foi contratada pela CTEEP pela modalidade de preço global, sendo o valor no total de R\$ 17 milhões. Este custo inclui as obras na SE Baixada Santista, LT Baixada-Tijuco e as obras de adequação também na SE Tijuco Preto.

Os custos ambientais foram assumidos como um total de 2,0% do custo total da LT, o que resulta em R\$ 136 mil. Este valor serviria, a princípio para cobrir os serviços de meio ambiente relacionados à: Elaboração de estudos; Relatórios; Implantação de medidas e cuidados ambientais mitigadoras; Outras exigências formuladas pelo órgão ambiental.

Como trata-se de uma obra de reforço na LT existente através da implantação do 3º circuito, em 345 kV, e da

instalação de bancos de autotransformadores 750/500 kV – 1650 MVA dentro da área da Subestação, em operação, de Tijuco Preto, a CTEEP protocolou uma consulta à Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SMA) para que a mesma opinasse sobre eventuais recomendações ambientais e/ou exigências ambientais que deveriam ser observadas para a realização da obra.

Neste sentido, foram adotadas as seguintes medidas:

Plano de Gerenciamento Ambiental (PGA): Trata-se de uma exigência atual da SMA, que deve ser implementado o gerenciamento ambiental de todas as atividades da obra com o envio de relatórios periódicos para SMA durante a etapa de implantação da LT até a emissão da Licença de Operação (LO);

Plano de Gerenciamento de Risco (PGR): Tem como principal objetivo prevenir a ocorrência de acidentes, durante a operação da linha, que possam colocar em risco a integridade física dos funcionários, a segurança da população e o meio ambiente.

Para a elaboração do PGR é necessário também o Estudo de Análise de Riscos (EAR) que contempla a identificação dos perigos e a estimativa qualitativa dos riscos para o meio ambiente e público externo.

Também é parte integrante do PGR o Plano de Ação de Emergência (PAE) que estabelece as diretrizes necessárias para atuação em situações emergenciais na LT e os respectivos bays nas SEs envolvidas.

Reflorestamento: Como medida compensatória, a CTEEP executou o reflorestamento com espécies nativas de três hectares em áreas de sua propriedade, próximas à SE Tijuco Preto. Considerando como parâmetro o custo de referência usado no Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) celebrado entre a CTEEP e a SMA em 2002, tem-se o valor de R\$ 5.031,00/hectare (valor do plantio de 1677 árvores por hectare, ao custo de R\$ 3,00 por árvore). Assim o custo relativo à esta medida é de aproximadamente R\$ 15 mil.

Prospecção Arqueológica: Como a LT atravessa a região da vila Histórica de Paranapiacaba, foi exigido pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) que se fizesse a prospecção arqueológica nos locais de implantação das torres.

D. Análise do Empreendimento Através da Metodologia Proposta

Seguindo-se os passos apontados pela metodologia anteriormente descrita, pode-se relacionar os principais impactos potenciais e os meios de mitigá-los ou compensá-los.

1. Retirada de cobertura vegetal, Danos temporários à vegetal:

Causa: Estes impactos são decorrentes da abertura de faixa de passagem, estradas, praças de montagem das estruturas, ocupação da área para SE e canteiros de obra.

Medidas: Podem ser mitigados através de programas sócio-ambientais que incluem o reflorestamento e recuperação de áreas degradadas.

2. Interferência em Áreas de Interesse Histórico:

Causa: Estes impactos são decorrentes da passagem da LT por área considerada de interesse histórico.

Medidas: Podem ser mitigados através de estudos de prospecção arqueológica.

3. Danos temporários ao solo e vegetação, Erosão do solo, Interferência em recursos hídricos e danos à saúde:

Causa: Estes impactos são decorrentes da abertura de faixa de passagem, estradas, praças de montagem das estruturas, ocupação da área para SE e canteiros de obra, manuseio de materiais perigosos.

Medidas: Podem ser mitigados e/ou evitados através da implantação de um Plano de Gerenciamento Ambiental (PGA) durante a construção. Também deve-se implantar um Plano de Gerenciamento de Risco (PGR) que deve ser seguido durante a operação da LT e SE.

4. Perda de Produtividade Agrícola:

Causa: Estes impactos são decorrentes da abertura de faixa de passagem, estradas, praças de montagem das estruturas, ocupação da área para SE e canteiros de obra.

Medidas: Este impacto pode ser tratado como uma externalidade que deve ser valorada, uma vez que torna difícil seu tratamento por programas sócio-ambientais. Embora não seja significativo neste caso, será considerado com o objetivo de ilustrar o método de avaliação.

5. Ruído Audível:

Causa: Estes impactos são decorrentes da energização e operação da linha e das subestações.

Medidas: Este impacto também pode ser tratado como uma externalidade que deve ser valorada, uma vez que torna difícil seu tratamento por programas sócio-ambientais.

6. Acidentes, Contaminação:

Causa: Estes impactos são decorrentes da possibilidade de haver explosões em transformadores ou vazamentos de óleo de transformadores e disjuntores.

Medidas: Este impacto pode originar custos de contingência que podem ser valorados usando as técnicas aqui apresentadas.

E. Valoração das Externalidades não Tratadas por Programas Sócio-Ambientais.

Dentre os impactos relacionados anteriormente, os itens 4, 5 e 6 referem-se às externalidades que não são tratadas pelos programas sócio-ambientais. Assim, busca-se estimar essas externalidades em termos monetários para que possam melhor orientar as tomadas de decisão.

1. Perda de Produtividade Agrícola:

Uma forma de se avaliar este impacto é através do Método da Produtividade Marginal. Para sua aplicação serão adotadas as seguintes hipóteses:

- A área a ser considerada corresponde ao trecho pertencente ao município de Mogi das Cruzes onde há presença do cultivo da horticultura. A faixa de servidão adotada será proporcional a 1/3 da área total existente. Isso resulta numa área total de 27,32 hectares.

- A renda média anual de cultura considerada foi de US\$ 500,00/há, utilizando o câmbio de 1 US\$ = R\$ 2,70.
- Utilizando um horizonte de 30 anos a uma taxa de 10% a.a., chega-se a um VPL = R\$ 347.683,00.

Uma outra forma de valorar os impactos causados pela retirada de cobertura vegetal seria através da implementação de um programa sócio-ambiental, tal como feito no impacto 1 do item D. Se considerássemos a mesma área em questão (27,32 ha) resultaria em um custo de R\$137.447,00

2. Ruído Audível:

Para valoração deste impacto há diversos métodos possíveis, dentre os quais destaca-se o de Despesas de Proteção e o de Valoração Contingente. Segue-se abaixo uma estimativa simplificada através destes dois métodos.

a) Despesas de Proteção: Neste caso considera-se a possibilidade de implantação de atenuadores de ruídos nos domicílios afetados. Para tanto, são considerados os seguintes dados:

- A população afetada refere-se ao Distrito de Paranapiacaba, que possui um total de 3.407 habitantes (Censo, 2004) e 859 domicílios.
- O custo de implantação dos atenuadores foi adotado como sendo R\$ 200,00/Dom, o que resulta um custo total de R\$ 171.800,00.

b) Método da Valoração Contingente: Neste método considera-se a disposição a receber (DAA) como uma compensação por uma variação negativa, uma vez que o impacto não pode ser evitado, mesmo que a população afetada estivesse disposta a pagar por isso. Para tanto, são adotadas as seguintes hipóteses:

- O consumo na vila será considerado como a média do consumo residencial de Santo André que é de 2.195 kWh/ano.
- A tarifa de energia adotada é de R\$ 0,31151/kWh, que resulta em um custo mensal por domicílio de R\$ 57,00 ou R\$ 684,00/ano.
- Poderia ser proposto um desconto de 3% na conta de energia como compensação pelo incômodo, o que resulta em um custo total anual de R\$ 17.627,00 (para os 859 dom.). Se calcularmos o VPL considerando um horizonte de 30 anos (10% a.a.) chega-se ao valor de R\$ 166.168,00

É evidente que pode-se apurar esses números e fazer uma análise de sensibilidade variando o desconto concedido, mas o resultado mostra um caminho a ser analisado.

3. Risco de Vazamento de Óleo:

Para tratar esse impacto que pode gerar um custo de contingência, usou-se o método de cálculo do valor esperado, adotando-se probabilidades de ocorrência da falha. É notório que existem diversas incertezas envolvidas mas em casos em que se pode estimar tais probabilidades, este método é de fácil aplicação. Assim, tem-se as seguintes hipóteses:

- Probabilidade de ocorrência de vazamento = 5%.
- Probabilidade de menor vazamento = 80% (ao custo de R\$ 100.000,00).
- Probabilidade de maior vazamento = 20% (ao custo de R\$ 1.000.000,00).
- O cálculo feito através da árvore de decisão apresentada na figura abaixo resulta em um valor de R\$ 14.000,00

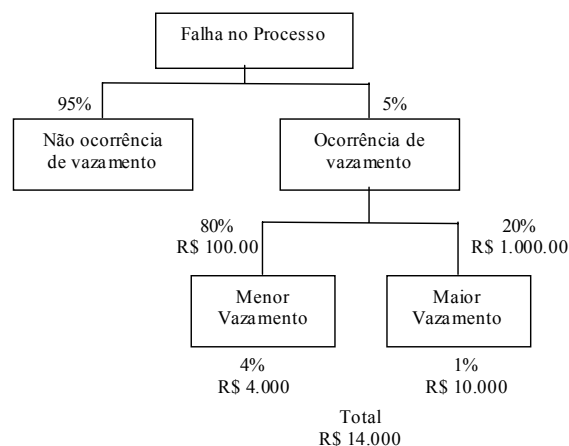


Figura 7: Cálculo do Valor Esperado para o Risco de Acidentes

F. Resultados Finais

Através dos cálculos efetuados conclui-se que a explicitação das externalidades revela um custo ambiental sensivelmente superior ao considerado inicialmente no projeto. Isso pode significar que a empresa está assumindo custos potenciais que não estão sendo remunerados através da Receita Anual Permitida (RAP).

A tabela seguinte mostra o comparativo dos custos ambientais, considerando a situação inicial e os cenários de pior e melhor caso, de acordo com as metodologias escolhidas.

TABELA VI. RESULTADOS DOS CÁLCULOS DE EXTERNALIDADES

Situação	Perc. Rel. ao Tot. Obra	Custo Total [R\$]
1. Considerando a situação inicial, apenas com os programas sócio-ambientais	0,80%	136.000,00
2. Considerando a valoração das externalidades, com os menores custos	2,67%	453.615,00
3. Considerando a valoração das externalidades, com os maiores custos	3,94%	669.483,00

VII. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com relação ao desenvolvimento do projeto como um todo, deve-se comentar que, apesar de alguns desvios e ajustes menores que tiveram de ser efetuados durante a sua execução, o projeto cumpriu integralmente os objetivos a que se propôs e o sistema (software) de análise desenvolvido passa a ser uma importante ferramenta com que a CTEEP pode contar, não só para dominar e incorporar cada vez mais, em seu tratamento de custos e benefícios, as externalidades incorridas no projeto de LTs, principalmente aquelas relacionadas com os impactos sociais e ambientais da Transmissão, como também para aprimorar o gerenciamento de custos já efetuado. Além disso, foi verificado que o sistema desenvolvido é fortemente aderente a qualquer sistema de gerenciamento de projetos que a CTEEP venha a adotar, representando, na verdade, um passo à frente nesse sentido e podendo ser considerado como um catalisador da necessidade de implementação de tal sistema. Nesse sentido, o projeto de P&D também apresentou recomendações importantes.

VIII. AGRADECIMENTOS

IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] L. B. dos Reis, S. Silveira, "Energia Elétrica para o Desenvolvimento Sustentável", Edusp, 2000 e 2003.
- [2] V. C. R. da Silva, "Planejamento do Sistema de Gestão Ambiental de Linhas de Transmissão Aéreas Localizadas em Área Serrana com Unidade de Conservação", Tese de Doutorado, EPUSP, 2002.
- [3] C. E. Carvalho, "A Análise do Ciclo de Vida e os Custos Completos no Planejamento Energético". Dissertação de Mestrado. EPUSP, 2000.
- [4] CTEEP/FUSP, "Plano de Trabalho do Projeto de P&D – Desenvolvimento de Sistema para Mensuração das Externalidades de Projetos de Linha de Transmissão", Ciclo 2002/2003.
- [5] ELETROBRÁS, Parâmetros para Estimativas de Custos Ambientais em Orçamentos de Empreendimentos – Linhas de Transmissão e Subestações. Rio de Janeiro, 2000.
- [6] ELETROBRÁS, Metodologia de Valoração das Externalidades Ambientais da Geração Hidrelétrica e Termelétrica com Vistas à sua Incorporação no Planejamento de Longo Prazo do Setor Elétrico. Rio de Janeiro, 2000.
- [7] ELETROBRÁS, Avaliação de Passivos Ambientais – Roteiros Técnicos. Rio de Janeiro, 2000.
- [8] MMA, Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais. Brasília, 1998.