



SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA

GIA 19
14 a 17 Outubro de 2007
Rio de Janeiro - RJ

GRUPO XI

GRUPO DE ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS – GIA

A INCORPORAÇÃO DAS EXTERNALIDADES EM PROJETOS DE ENERGIA ELÉTRICA: UMA APLICAÇÃO ÀS LINHAS DE TRANSMISSÃO AÉREAS.

Cláudio Elias Carvalho¹

Lineu Belico dos Reis

RESUMO

Este trabalho apresenta as bases de uma metodologia para mensuração e incorporação de questões sócio-ambientais em projetos de energia elétrica, com ênfase às externalidades, assim como sua aplicação a um Estudo de Caso, para uma Linha de Transmissão (LT) aérea, demonstrando os benefícios e potencialidades da metodologia. Através da abordagem utilizada para caracterização e mensuração dos aspectos sociais e ambientais associados a esta LT piloto, apresenta-se um roteiro metodológico a ser seguido em projetos de linhas de transmissão aéreas.

PALAVRAS-CHAVE: Linhas de Transmissão, Externalidades, Valoração Econômica.

1.0 - INTRODUÇÃO

A questão fundamental da chamada Economia Ambiental está basicamente relacionada com a necessidade de fazer escolha entre produzir e consumir mais com perda na qualidade ambiental, ou melhorar a qualidade ambiental com privação na disponibilidade de bens e serviços. Deve-se, então, buscar um balanceamento entre estes dois tipos de atitudes, com vistas a obter o que possa ser considerado um alto nível de bem-estar humano. Essa constatação é ainda mais clara quando se trata do setor energético, onde a questão social e ambiental ganha importância, tornando-se alvo crescente, nas últimas décadas, de preocupação por parte da sociedade e dos agentes envolvidos.

Desta forma, deve-se buscar meios de incorporar ao mercado o meio ambiente, de modo que se consiga equacionar o problema da escassez dos recursos naturais e da melhoria da qualidade de vida e bem-estar, mantendo o processo produtivo. A preocupação maior passa ser então a internalização das “externalidades” ambientais. Em relação ao Setor Elétrico, as externalidades surgem por não serem incorporados ao preço da energia aqueles custos resultantes de impactos devido às atividades de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, que produzem degradação ao meio ambiente. No entanto, a necessidade de considerar as externalidades nos projetos de energia elétrica começa a ir além da preocupação ambiental e responsabilidade social das empresas envolvidas. Assim, mais do que uma demonstração de responsabilidade sócio-ambiental, a incorporação de tais aspectos vem se constituindo em uma real necessidade para o desenvolvimento de projetos sustentáveis de energia elétrica.

2.0 - METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

A primeira tarefa no esforço de valoração dos efeitos sócio-ambientais é identificar todos os impactos resultantes da implantação do empreendimento. Após isso é necessário definir quais são relevantes e que deverão ser tratados na análise. O passo seguinte será então caracterizar esses impactos quanto aos custos a eles associados. Esta é uma etapa crítica, pois define quais impactos serão tratados por programas sócio-ambientais e quais irão gerar externalidades. Para facilitar este trabalho, divide-se os custos sócio-ambientais, associados aos impactos identificados, em duas categorias:

a) *Custos Sócio-Ambientais Internos:* Estes custos são definidos como aqueles que de alguma forma já são incorporados ao projeto, seja de forma explícita ou mesmo através de percentuais sobre o custo total da obra.

¹ Doutor em Engenharia Elétrica e Especialista em Regulação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

Incluem-se nesta categoria principalmente os custos institucionais (estudos de impacto ambiental, licenças prévia, de instalação e operação), custos de monitoramento, compensação, controle e/ou mitigação. Estes custos, normalmente estão associados à programas sócio-ambientais.

b) Custos Sócio-Ambientais Externos: Esta categoria, por sua vez, inclui aqueles custos que pela natureza do impacto não torna possível a adoção de medidas de compensação, mitigação e/ou controle. Estes geram, assim, custos de degradação e sua incorporação ao projeto só é possível através da valoração da externalidade produzida. Incluem-se nesta categoria principalmente os custos associados a perdas de produtividade, valores estéticos e culturais, incômodos à saúde humana, etc.. Estes custos normalmente são de difícil quantificação, não sendo às vezes, possível mensurá-los. Por este motivo, a metodologia apresentada propõe duas formas de tratamento: uma abordagem quantitativa, quando é possível a mensuração, e outra qualitativa, quando não há dados ou informações precisas que permitam a correta valoração do impacto.

2.1 Passos para Avaliação dos Custos Sócio-Ambientais

De forma a sistematizar o trabalho de identificação e avaliação dos custos sócio-ambientais, sugere-se a seguir uma seqüência de passos para análise:

- Passo 1: Identificar as Atividades que Causam Impactos;
- Passo 2: Aplicar as Funções de Causa x Efeito;
- Passo 3: Selecionar os Impactos Relevantes e Caracterizá-los;
- Passo 4: Aplicar as Relações de Causa x Efeito x Controle Para os Custos Sócio-Ambientais Internos;
- Passo 5: Especificar os Programas Sócio-Ambientais Aplicáveis e Quantificá-los;
- Passo 6: Definir as Abordagens a Serem Aplicadas Para as Externalidades;
- Passo 7: Aplicar as Funções de Valoração Econômica Para as Externalidades Quantificáveis;
- Passo 8: Aplicar a Análise de Risco Preliminar Para as Externalidades Não-Quantificáveis.

2.2 Avaliação da Relevância dos Impactos

Conforme mencionado no passo 3 da metodologia exposta anteriormente, é necessário que se faça uma “triagem” dos impactos mais relevantes no projeto. Esta etapa é de extrema importância na avaliação pois define quais impactos resultarão em custos internos e externos. Um método para auxiliar nesta tarefa, baseado em métodos utilizados em Estudos de Impacto Ambiental, avalia cada impacto de forma qualitativa sobre os quesitos relacionados a seguir. É feita uma listagem em linhas, onde se dispõem as ações do empreendimento (causas), os aspectos ambientais (meio receptor), os impactos decorrentes (efeitos) e sua classificação. Obtém-se assim uma Tabela Geral de Impactos.

A partir daí os impactos são classificados segundo os seguintes critérios: Natureza (positivo, negativo); Ocorrência (certa, provável, possível); Magnitude (baixa, média, alta); Frequência (constante, eventual, cíclica); Reversibilidade (sim, não); Temporalidade (curto, médio, longo); Localização (localizada, dispersa); Duração (temporário, permanente); Mitigabilidade/Potencialidade (alta, média, baixa); Relevância do impacto (alta, média, baixa).

2.3 Avaliação dos Custos Sócio-Ambientais Internos

O método para avaliação dos custos sócio-ambientais internos deve seguir os procedimentos descritos nos passos seguintes:

a) Aplicar as Relações de Causa x Efeito x Controle: Após terem sido identificados os impactos resultados das diversas atividades ligadas ao ciclo de vida do empreendimento e selecionados os mais relevantes para avaliação, conforme descrito nos passos 2 e 3 da metodologia geral, ter-se-á uma relação de efeitos sobre o homem e o meio ambiente que deverão requerer ações de mitigação, compensação, controle e/ou monitoramento. Para isso, é necessário o conhecimento das relações de *Efeito x Controle* para os diversos impactos potenciais.

b) Seleção dos Programas Sócio-Ambientais Aplicáveis: A partir da relação de programas obtidas no passo anterior, será necessário selecionar aqueles que são de fato pertinentes ao projeto, para que no passo seguinte possam ser quantificados. Os critérios para seleção ficam a cargo do especialista e das características da obra em si. Deverão ser levadas em conta as exigências impostas pelos órgãos de licenciamento e reguladores, além do próprio compromisso social da empresa. A escolha dos programas é uma fase crítica, pois a sua implementação implicará em custos que deverão ser incorporados ao custo total da obra.

c) Quantificação Monetária dos Programas Selecionados: Finalmente, após a seleção dos programas a serem implementados é necessário a quantificação monetária dos mesmos. A quantificação dos programas deve ser o mais próximo possível da realidade, visto que estes custos de fato ocorrerão. Daí a necessidade de um levantamento preciso e a participação de pessoas experientes nesta etapa.

2.4 Avaliação dos Custos Sócio-Ambientais Externos

2.4.1 Abordagem Quantitativa

O resultado final desse passo é a obtenção do valor monetário dos danos e benefícios resultantes dos impactos selecionados. O método para avaliação quantitativa das externalidades deve seguir os procedimentos descritos nos passos seguintes:

- **Passo 1: Selecionar as Externalidades a Serem Monetarizadas:** Os impactos que geram custos de degradação podem ser monetarizados ou não, cabendo ao especialista analisar a possibilidade de conveniência desta ação.
- **Passo 2: Escolher os Métodos de Valoração Econômica a Serem Aplicados:** Este passo é de extrema importância no processo de valoração das externalidades e requer do especialista um conhecimento profundo de todos os métodos de valoração econômica disponíveis, conforme citados anteriormente. Para cada impacto selecionado para valoração, deve-se escolher um método mais apropriado, lembrando que pode-se dispor de um ou mais métodos para cada impacto, devendo a escolha recair sobre aquele que melhor atenda os objetivos da análise e seja de mais fácil e confiável aplicação, de acordo com as informações disponíveis.
- **Passo 3: Aplicar as Funções de Valoração Econômica:** Após a seleção do método, o passo seguinte é sua aplicação. Este passo se repete para cada um dos impactos selecionados. Como normalmente os valores são calculados sobre a vida útil total do empreendimento, estes valores devem ser colocados em valores atuais, através do método Valor Presente Líquido (VPL), para que possam ser incorporados ao custo total do projeto.

2.4.2 Abordagem Qualitativa

Para o tratamento qualitativo das externalidades propõe-se a aplicação de um método baseado na análise de riscos para cada externalidade selecionada. A aplicação desse método é feita através da técnica chamada Análise Preliminar de Riscos (APR). A APR é uma técnica estruturada que tem por objetivo identificar o grau dos riscos presentes em determinado projeto, derivados de atividades que possam impactar o meio ambiente ou pessoas e cujos efeitos são de difícil quantificação e, conseqüentemente, de valoração. A APR deve ser elaborada através do preenchimento de uma planilha específica, composta dos seguintes campos:

- **Risco:** evento iniciador que define hipótese de ocorrência de efeitos e que está normalmente associado a uma ou mais causas com potenciais de causar danos às pessoas, ao patrimônio ou ao meio ambiente;
- **Causas:** causas geradoras do evento possível identificado na coluna "Risco". As causas estão normalmente associadas às atividades ligadas ao planejamento, instalações e operação do sistema.
- **Efeitos:** possíveis conseqüências associadas a um determinado risco, como por exemplo: lesões à trabalhadores devido ao risco de acidentes durante a manutenção de linhas energizadas.
- **Categoria de Frequência:** graduação qualitativa da frequência de ocorrência do risco, de acordo com a classificação: (A) Extremamente remota, (B) remota, (C) improvável, (D) provável e (E) freqüente.
- **Categoria de Severidade:** graduação qualitativa do efeito associado ao cenário-possível, de acordo com a classificação: (I) Desprezível, (II) marginal, (III) crítica, (IV) catastrófica.
- **Categoria de Risco:** grau de risco associado ao cenário-possível, resultante da combinação das categorias de freqüência e de severidade, de acordo com o critério estabelecido na Matriz de Riscos (figura 1): (1) Desprezível, (2) Menor, (3) Moderado, (4) Sério, (5) Crítico.

		FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA				
		A	B	C	D	E
S E V E R I D A D E	IV	2	3	4	5	5
	III	1	2	3	4	5
	II	1	1	2	3	4
	I	1	1	1	2	3

Figura 1: Matriz de Riscos

3.0 - ESTUDO DE CASO

Com o objetivo de aplicar a metodologia apresentada neste trabalho, desenvolveu-se um estudo de caso baseado em uma linha de transmissão específica localizada no Estado de São Paulo e energizada recentemente, como objeto de aplicação da metodologia, que se mostrou bastante adequada pois, além de se tratar de uma obra de extrema importância para o Sistema Interligado Nacional, a linha atravessa áreas legalmente protegidas como a Serra do Mar, locais de interesse histórico e cultural, como a Vila de Paranapiacaba e regiões predominantemente industriais como o pólo de Cubatão. Isso implica em uma análise bastante abrangente em virtude da diversidade de impactos que podem surgir da implementação do projeto. Ressalta-se, contudo, que, por razões didáticas, foram

feitas algumas considerações que não necessariamente correspondem à realidade encontrada, isto porque o principal objetivo é a aplicação prática da metodologia. Tais considerações são elencadas nos itens pertinentes.

3.1 Identificação das Atividades e Impactos Potenciais e Caracterização dos Impactos Relevantes

Na fase de instalação do projeto foram identificados 32 impactos potenciais, distribuídos pelos meios físico, biótico e sócio-econômico. Desses, 56,25% foram classificados como de baixa relevância, 15,62% como de média relevância e 28,1% como de alta relevância. Já na fase de operação, foram identificados 24 impactos potenciais, tendo sido classificados da seguinte forma: 37,5% de baixa relevância, 37,5% de média relevância e 25% de alta relevância. Vale ressaltar que diversos tipos de impacto ocorrem tanto na fase de instalação como de operação, sendo que uma ação mitigadora ou compensatória, neste caso, estaria cobrindo as duas situações. Cada um dos impactos também foi classificado com sendo custo interno ou externo, de acordo com a tratativa que se dará, sendo que nem todos devem ser efetivamente avaliados, seja por sua baixa relevância ou pela dificuldade ou impossibilidade de fazê-lo. A seguir, tem-se a relação dos principais impactos identificados.

1. Impactos da abertura da faixa de servidão, acessos e ocupação da área da SE sobre as florestas (cobertura vegetal);
2. Impactos da abertura da faixa de servidão, acessos e ocupação da área da SE sobre a agricultura;
3. Impactos da abertura da faixa de servidão, acessos e ocupação da área da SE sobre a agropecuária;
4. Impactos da construção da linha de transmissão sobre o solo;
5. Impactos da construção da linha sobre áreas protegidas e recursos culturais e arqueológicos;
6. Impactos da montagem de estruturas e canteiros de obra sobre a vegetação e agricultura;
7. Impactos da inclusão de obstáculos físicos sobre a estética visual;
8. Impactos da fase de construção sobre a economia local;
9. Impactos das fases de construção e operação sobre a saúde ocupacional (acidentes);
10. Impactos da operação da linha sobre o público em geral;
11. Impactos das fases de instalação e operação sobre os ecossistemas;
12. Impactos da operação sobre solo e águas.

A partir da análise dos resultados, pode-se traçar os seguintes comentários: Foram identificados um total de 56 impactos nas fases de instalação e operação do sistema, sendo 40 impactos distintos, ou seja, alguns impactos ocorrem nas duas fases e outros em apenas uma. Do total de 40 impactos distintos, 17 (42,5%) foram tratados através de programas sócio-ambientais, 4 (10,0%) foram avaliados como externalidades, 4 (10,0%) foram avaliados através da APR e outros 15 (37,5%) não foram avaliados. No entanto, ressalta-se que a maioria dos 15 impactos não avaliados especificamente aqui, já são evitados ou compensados através dos programas implementados. Apenas não se fez um detalhamento maior neste trabalho.

3.1.1 Caracterização dos Programas Sócio-Ambientais (PSA) e Custos Envolvidos

A próxima etapa é a identificação, caracterização e quantificação dos PSA's aplicáveis. Assim, a partir do detalhamento dos impactos realizado na etapa anterior e a utilização das relações de *Efeito x Controle*, sugere-se a adoção de uma série de programas sócio-ambientais que podem ser agrupados em macro-programas a serem implementados: Plano de Gerenciamento Ambiental; Plano de Gerenciamento de Risco; Reflorestamento; e Estudos de Prospecção Arqueológica.

Os custos ambientais foram assumidos neste projeto como um total de 2,0% do custo referente apenas à linha, o que resultaram em aproximadamente R\$ 136 mil. Este valor cobriria, a princípio, os serviços de meio ambiente relacionados à: Elaboração de estudos; Relatórios; Implantação de medidas e cuidados ambientais mitigadores; Outras exigências formuladas pelo órgão ambiental. Para o custo de reflorestamento, especificamente, considerou-se como parâmetro o custo de referência 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 a esta medida é de aproximadamente R\$ 15 mil, para os três hectares plantados.

3.1.2 Análise de Impactos Através da APR

As etapas seguintes da avaliação dos custos sócio-ambientais são as avaliações quantitativa e qualitativa dos custos externos. Neste item é apresentado o tratamento qualitativo através da Análise Preliminar de Riscos (APR) para alguns impactos selecionados. Dessa forma, os impactos avaliados são os seguintes: Contaminação de solo, águas superficiais e subterrâneas; Danos à saúde de trabalhadores durante a construção e operação; Acidentes com trabalhadores (lesões e mortes) durante a operação; Acidentes com a linha de transmissão; Perda e fragmentação de habitats; Efeitos devido à transferência de potencial.

A partir da aplicação da APR foram identificados 14 riscos com causas diferentes, sendo 3 na fase de instalação e 11 na fase de operação. A distribuição da classificação dos riscos no projeto foi:

- Risco Desprezível (frequência: extremamente remota, severidade: crítica): 35,71% (5 riscos);

- Risco Menor (frequência: remota, severidade: marginal): 7,14% (1 risco);
- Risco Menor (frequência: remota, severidade: crítica): 21,43% (3 riscos);
- Risco Menor (frequência: improvável, severidade: marginal): 7,14% (1 risco);
- Risco Moderado (frequência: improvável, severidade: crítica): 21,43% (3 riscos);
- Risco Moderado (frequência: provável, severidade: crítica): 7,14% (1 risco).

Nenhum risco identificado no projeto foi classificado como sério ou crítico. A distribuição percentual da incidência dos graus de risco é apresentada na Figura 2.

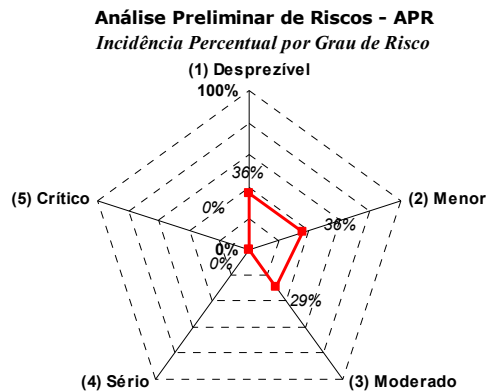


Figura 2: Incidências dos Riscos Avaliados na APR

O Estudo de Análise de Riscos permitiu identificar os impactos classificados segundo seu grau de risco. Constatou-se que os riscos avaliados foram classificados entre desprezível (36%), menor (36%) ou moderado (29%). Neste caso específico, a empresa já adota várias normas técnicas nacionais e internacionais, além de instruções operativas elaboradas pela própria empresa para a operação, inspeção e manutenção dos componentes do sistema. Isso permite atender a quase todas as recomendações feitas no estudo de APR. Contudo, em relação aos riscos identificados, recomenda-se que a empresa implemente o Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), visando a prevenção de acidentes, conjuntamente com o Plano de Ação de Emergência (PAE), que define as ações durante uma emergência no sistema. Também recomenda-se a implementação do Programa de Gerenciamento Ambiental (PGA), visando atender à exigência feita pela Secretaria de Meio Ambiente e ao controle e monitoramento dos riscos aqui identificados.

3.1.3 Valoração das Externalidades Seleccionadas

- Impactos da Fase de Instalação sobre a Agricultura, Agropecuária e Florestas

Os impactos avaliados neste item ocorrerão apenas nos trechos onde haverá instalação de novas torres, sendo que no trecho da Baixada Santista será avaliado o custo de reposição de espécies nativas ou reflorestamento. Já no trecho do Planalto Atlântico será avaliado as perdas decorrentes de produção futura, devido às atividades agrícola e leiteira.

a) *Método da Produtividade Marginal*: Para valorar este impacto buscou-se apenas a captação dos valores de uso direto do solo através da utilização do método da produtividade marginal. Segundo o estudo de impacto ambiental, o trecho Planalto Atlântico, com extensão total de 10,9 quilômetros apresenta cobertura vegetal predominante de gramíneas e atividades de agricultura e agropecuária, sendo a primeira predominante no município de Mogi das Cruzes. Foram adotadas algumas premissas para aplicação do método, como se segue: A área a ser considerada de atividade agrícola corresponde a metade do trecho pertencente ao município de Mogi das Cruzes, resultando em 3,72 km; A faixa de servidão adotada será proporcional a 1/3 da área total existente (110m), resultando em 36,67 m; Todo o restante da área deste trecho será considerado como de atividade agropecuarista, focando-se na produção de leite a partir da criação extensiva de bovinos, resultando em 7,18 km. A Tabela 1 apresenta os dados de referência para alguns produtos na região de Mogi das Cruzes.

Tabela 1: Rendimentos Médios das Culturas

Produto	Rendimento médio (kg/ha)	Preço Médio (R\$/kg)
Cebola de muda	10.500	0,60
Mandioca para mesa	15.698	0,43

Fonte: Anuário IEA, 2003.

Para calcular a produção sacrificada, adotou-se as culturas de cebola e mandioca, plantadas em uma área total de 13,64 ha, assim distribuídos: 0,29 ha de cebola e 13,35 ha de mandioca. As áreas plantadas, quantidades produzidas e produção sacrificada anual são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Resultado de Produção Sacrificada

Produto	Área plantada (ha)	Quantidade produzida (t)	Produção sacrificada (R\$/ano)
Cebola	0,29	3,045	1.827,00
Mandioca	13,35	209,568	90.114,00
Total	13,64		91.941,00

Quanto à atividade de agropecuária, considera-se o restante da área do trecho Planalto Atlântico como sendo aproveitado para a criação bovina dirigida essencialmente para a produção leiteira. Considerou-se a capacidade de suporte de uma cabeça de gado por hectare, a produção de 2,0 l de leite/dia/cabeça e ainda 240 dias de lactação/ano/cabeça. Assim, para uma área de 26,33 ha, tem-se uma produção renunciada de leite da ordem de 12.650 l/ano. Tomando-se para o valor recebido pelos produtores um preço médio entre o leite tipo B e o tipo C de R\$ 0,48 / l (IEA, 2003), a perda de receita bruta anual seria de R\$ 6.072,00. Por fim, somando-se as receitas brutas não realizadas da atividade agrícola e leiteira, teríamos uma perda anual de R\$ 98.013,00. Considerando o período de análise de 30 anos, teríamos a valor presente os custos externos de R\$ 923.960,17 a uma taxa de desconto de 10%.

b) *Método de Despesas de Reposição/Reparação*: Para o Trecho Baixada Santista foi aplicado o método de Despesas de Reposição, buscando identificar o custo de reparação da retirada de cobertura vegetal. Assim, considerando-se como área atingida o total de 26,55 ha e o custo de reposição o mesmo valor adotado anteriormente (R\$ 5.031,00/ha), obtém-se um custo total de R\$ 133.573,00.

- Impacto da Fase de Operação Devido ao Ruído Audível

No trecho do Planalto Atlântico, a linha atravessa uma região urbana, a Vila histórica de Paranapiacaba, onde o ruído audível da linha pode provocar incômodos aos moradores da vila. Neste item, busca-se fazer uma valoração dessa externalidade, aplicando-se os métodos de despesas de proteção e de valoração contingente.

a) *Método de Despesas de Proteção*: Para aplicação deste método, considera-se a possibilidade de implantação de atenuadores de ruídos nos domicílios afetados. Embora possa ser uma medida de difícil implementação e com resultados questionáveis, objetiva-se aqui a demonstração da aplicação do método. Para tanto, são considerados os seguintes dados: A população afetada refere-se à Vila de Paranapiacaba, distrito do município de Santo André; A vila possui um total de 3.407 habitantes e 859 domicílios (IBGE, 2000); O custo de implantação dos atenuadores (fornecimento e instalação) foi adotado como sendo R\$ 200,00/domicílio; Considera-se o fornecimento e instalação dos atenuadores apenas uma vez durante a vida útil do projeto.

Tendo em vista os dados apresentados, o custo total de implantação da medida resulta em R\$ 171.800,00 para o fornecimento de apenas uma vez ao longo da vida útil do projeto, que corresponde à despesa de proteção para evitar o incômodo provocado pelo ruído aos moradores da vila.

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 de energia elétrica na vila será considerado como a média do consumo residencial do município de Santo André, isto é, 2.195 kWh/consumidor/ano (SEADE, 2004). Adota-se aqui que cada domicílio corresponde a um consumidor; A tarifa de energia elétrica adotada, com base em 09/2004, é de R\$ 0,31151/kWh (ANEEL, 2004), que resulta em um custo mensal com energia elétrica por domicílio de R\$ 57,00 ou R\$ 684,00/ano.

Para medir a disposição a receber dos moradores, será proposto um desconto na conta de energia elétrica como uma compensação pelo incômodo. Dessa forma, a Tabela 3 apresenta os resultados para diferentes valores de desconto oferecidos, considerando uma vida útil do projeto de 30 anos.

Tabela 3: Valores de Disposição a Aceitar (Receber) pela Presença de Ruído

Desconto Oferecido em Conta	Custo Total [R\$/ano]	VPL (30 anos, i=10%)
1%	5.875,56	55.388,40
3%	17.626,68	166.165,00
5%	29.377,80	276.942,00

Pelos dados obtidos constata-se que, para uma taxa de desconto típica de 10%, o nível de desconto cujo custo mais aproxima do valor calculado anteriormente para as despesas de proteção, é de 3%, resultando em valor presente de R\$ 166.175,00. O estudo deste item tem a limitação de arbitrar as taxas de desconto a serem

ofertadas. Para uma aplicação real, a definição dessa taxa se embasaria em cuidadosa pesquisa de campo para determinar a real disposição a aceitar (DAA) da população.

- Impacto da Fase de Operação por Contaminação dos Recursos Naturais Devido ao Vazamento de Óleo Isolante

Este impacto está associado à possibilidade de ocorrer vazamentos de óleo isolante em componentes da subestação, tais como transformadores de potência, transformadores de potencial, disjuntores, etc.. O vazamento pode se dar pela ocorrência de algum defeito ou até mesmo explosões. Para tratar esse impacto que tem o potencial de 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 nos casos em que se pode estimar tais probabilidades, este método é de fácil aplicação. Também neste caso não há dados disponíveis de forma sistematizada sobre ocorrência dessa natureza, não sendo possível inferir valores de probabilidades de ocorrência de acidentes.

No entanto, visando apenas demonstrar a aplicação do método, algumas hipóteses serão adotadas, como se segue: A Probabilidade de ocorrência de vazamento é igual a 5%; A Probabilidade de ocorrer um vazamento menor é de 80%, que gera um custo de R\$ 100.000,00 (*payoff*); A Probabilidade de ocorrer um vazamento maior é de 20% e gera um custo de R\$ 1.000.000,00 (*payoff*). Assim, o cálculo do valor esperado, baseado em uma árvore de decisão, é feito da seguinte forma:

$$\text{Valor esperado} = Pr(\text{vazamento}) * Pr(\text{vaz. menor}) * (\$ \text{custo/ação}) + Pr(\text{vazamento}) * Pr(\text{vaz. maior}) * (\$ \text{custo/ação})$$

$$\text{Valor esperado} = 0,05 * 0,20 * 1.000.000 + 0,05 * 0,80 * 100.000 = \$ 14.000$$

O resultado obtido então foi de R\$ 14.000,00. Pode-se ainda simular diferentes valores de probabilidades e custos envolvidos, obtendo-se outros valores.

3.1.4 Resultados Finais

A partir dos resultados obtidos, podem-se escolher os valores finais a serem considerados no projeto. Selecionando-se os valores mais coerentes, dentro das hipóteses adotadas, é então apresentada na Tabela 4 a totalização de cada externalidade avaliada.

Tabela 4: Resultados de Valoração das Externalidades

Descrição da Externalidade	VPL* [R\$]
1. Impacto sobre agricultura, agropecuária e florestas	
Perda de produção agrícola	866.720,00
Perda de produção leiteira	57.240,00
Reflorestamento	133.573,00
2. Impacto devido ao ruído audível	
Disposição a Aceitar (Desconto 3%)	166.175,00
3. Impacto devido à ocorrência de vazamentos	
Probabilidade de Ocorrência (5%)	14.000,00
Total	1.237.708,00
*Valor presente líquido a taxa de desconto de 10%, vida útil de 30 anos	

Através dos cálculos efetuados conclui-se que a explicitação das externalidades revela um custo ambiental sensivelmente superior ao considerado inicialmente no projeto. A Tabela 5 mostra o comparativo dos custos ambientais, considerando a situação inicial e após o cálculo e incorporação das externalidades.

Verifica-se que a incorporação das externalidades no projeto aumenta o custo total da obra em 7,27%, fazendo a participação dos custos sócio-ambientais subir de 0,89% inicialmente para 7,61%. Estes números demonstram uma grande disparidade entre os valores adotados inicialmente no projeto e aqueles calculados incorporando-se os custos externos. No entanto, é necessário esclarecer que nos custos da obra não se inclui aqueles relativos a abertura de faixa de passagem e colocação de torres no trecho da Serra do Mar de 7,9 quilômetros. Por estes motivos e outras particularidades da obra, o custo total é bem inferior àquele que se teria caso envolvesse todas as atividades de uma instalação nova. Isso explica a participação significativa dos custos sócio-ambientais que foram calculados, considerando a abertura da faixa de passagem, a fim de ter condições de aplicação dos métodos de valoração e da metodologia proposta.

Tabela 5: Comparativo Entre os Custos Totais

Descrição da Externaldade	Custo Sócio-Amb. [mil R\$]	% do custo da obra*
<i>1. Situação Inicial</i>		
Estudos e Programas sócio-amb.	136	
Reflorestamento	15	
Total (custos internos)	151	0,89%
<i>2. Situação após valoração das externalidades</i>		
Estudos e Programas sócio-amb.	136	
Reflorestamento	15	
Externalidades	1.237,71	
Total (custos internos e externos)	1.388,71	7,61%
<i>*Considerando o custo inicial da obra de R\$ 17 milhões</i>		

4.0 - CONCLUSÕES

No decorrer de todo o trabalho enfatizou-se a importância da correta atribuição de valor aos aspectos sócio-ambientais em projetos de energia elétrica. Essa necessidade decorre de uma série de fatores, dentre os quais podemos citar: as crescentes preocupações com a questão ambiental decorrentes de mudanças no cenário do Setor Elétrico brasileiro, associadas à evolução e novas exigências da legislação ambiental, a necessidade de atender aos agentes financiadores e entidades de fomento e ao acompanhamento das práticas do setor empresarial na busca de minimização de custos, otimização dos recursos naturais e melhoria da imagem institucional. Outros fatores também associados à avaliação e definição do passivo ambiental, além do cumprimento de políticas ambientais e implementação de ações corretivas identificadas em estudos de risco, fazem com que a avaliação sócio-ambiental tenha destaque cada vez maior nos projetos do setor elétrico.

Essas constatações mostram que as preocupações ambientais saíram do campo das idéias e adentraram no cotidiano das empresas, interferindo nos procedimentos práticos de avaliação de projetos e tomada de decisão. No entanto, embora se disponha de diversos instrumentos de avaliação ambiental, cada qual com um foco específico, sempre pairou no ar a necessidade de se ter um método, cuja aplicabilidade seja factível e abrangente, para avaliar os custos completos, incluindo-se os custos sócio-ambientais, do Setor Elétrico, especialmente no segmento da transmissão de energia elétrica.

O desenvolvimento efetuado, sua avaliação no âmbito de uma empresa do setor elétrico e sua aplicação à um estudo de caso considerando um linha de transmissão da mesma empresa, mostram os benefícios e potencialidades da metodologia proposta, que resultou no oferecimento aos diversos tipos de especialistas envolvidos na análise do projeto, um ferramental de fácil utilização que permite, de maneira simples e eficiente, a identificação dos impactos resultantes do projeto, bem como a forma de tratar os custos resultantes desses impactos.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) CARVALHO, C.E.; REIS, L.B.; FADIGAS, E.A.A. "Energia, Recursos Naturais e a Prática do Desenvolvimento Sustentável". 1º ed. São Paulo. Editora Manole, 2005.
- (2) CARVALHO, C.E.; "Desenvolvimento de Procedimentos e Métodos Para Mensuração e Incorporação das Externalidades em Projetos de Energia Elétrica: Uma Aplicação às Linhas de Transmissão Aéreas". São Paulo, 2005. 218p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- (3) CTEEP/FUSP, "Desenvolvimento de Sistema para Mensuração das Externalidades de Projetos de Linha de Transmissão", Plano de Trabalho do Projeto de P&D. Ciclo 2002/2003. São Paulo, 2004.
- (4) ELETROBRÁS, Parâmetros para Estimativas de Custos Ambientais em Orçamentos de Empreendimentos – Linhas de Transmissão e Subestações. Rio de Janeiro, 2000.