



UMA METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL DA GERAÇÃO TERMELÉTRICA NO BRASIL

Marcella Liva de Barros Mendes

GEOAMBIENTE Geologia e Sensoriamento Remoto
12242-280, São José dos Campos, SP, Brasil.
E-mail: marcella@geoambiente.com.br

Marcelo J.S. De-Lemos

Departamento de Energia - IEME
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA
12228-900, São José dos Campos, SP, Brasil.
E-mail: delemos@mec.ita.br

***Resumo.** Recentemente, mudanças na matriz energética dos países em desenvolvimento, motivadas pelo processo de desregulamentação e competição de livre mercado, tem causado substancial impacto ambiental devido a problemas associados com poluição atmosférica, ruído em áreas densamente povoadas, contaminação de reservatórios de água, destruição de solos e sistemas naturais, inadequada gestão de reservas naturais, etc. No caso particular do Brasil, o crescente uso de gás natural e combustíveis fósseis para produção de energia elétrica tem sido fomentado pelo governo federal, trazendo, entretanto, inevitável impacto ao meio ambiente. Este trabalho discute ao efeito da mudança na matriz energética do Brasil na direção de um caracter térmico e avalia os impactos ambiental e social que tais mudanças possam causar. A incipiente legislação é revista e ações na mitigação de danos ao meio ambiente são discutidas.*

***Palavras chave:** Energia Térmica, Combustível Fóssil, Impacto Ambiental, Gestão Ambiental*

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, em todos os segmentos, está sendo cada vez maior a conscientização quanto às questões ambientais, na busca de um desempenho ambientalmente satisfatório, sem comprometimento do processo produtivo. Pretende-se, com este trabalho, apresentar fases de caráter diagnóstico, legal e metodológico para viabilizar a implantação/operação de atividades potencialmente poluidoras e degradadoras do ambiente.

A geração de energia térmica vem sendo uma das alternativas mais viáveis de produção de energia e, portanto, passa a ser o alvo deste trabalho, onde serão relevadas questões relativas à qualidade do ar atmosférico, um dos poucos impactos que podem ser preliminarmente diagnosticados.

O geoprocessamento e o sensoriamento remoto serão referenciados como instrumentos à gestão ambiental, possibilitando a geração de modelos diagnósticos, prognósticos, de monitoramento e de produção.

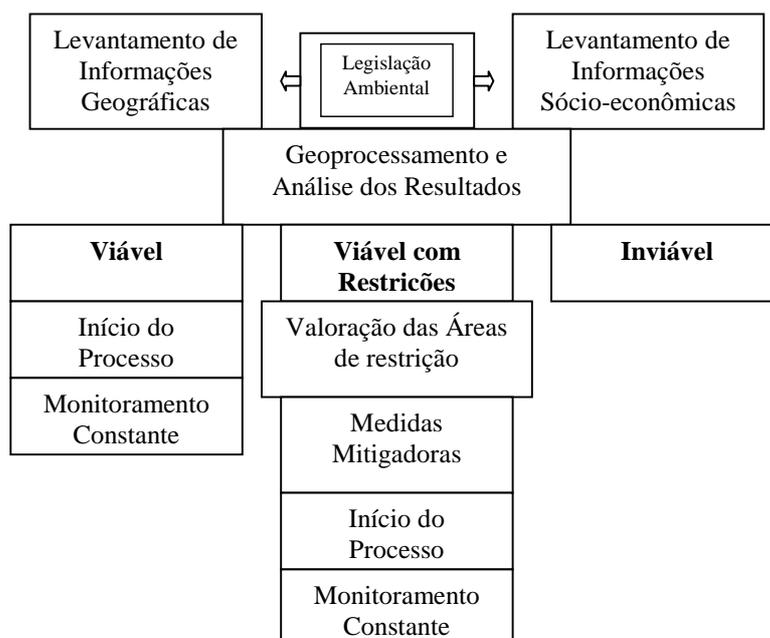


Figura 1 - Organograma das Fases de Análise de Viabilidade Ambiental de Localização de Projetos (Mendes (2000))

2. VIABILIDADE AMBIENTAL

A viabilidade ambiental, aqui delimitada, é a capacidade de resistência do ambiente a determinadas interferências antrópicas e suas conseqüências. As questões ambientais, em todos os seus aspectos, devem se pautar em levantamentos precisos, que vão gerar diagnósticos e prognósticos, ações mitigadoras, soluções e modelos de monitoramento ambiental. Como mostra, de forma simplificada na Figura 1, as fases ideais para os estudos preliminares de viabilidade ambiental.

3. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS IMPACTOS AMBIENTAIS E A GERAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA

O gás natural tem uma alta capacidade calorífica e é o mais limpo dos combustíveis fósseis, tornando-se assim, significativo na redução acentuada de emissões atmosféricas e, conseqüentemente, na concentração dessas emissões na área de influência. Embora o gás natural seja altamente inflamável, o risco de acidentes é reduzido pela facilidade e rapidez com que é dissipado, devido ao fato de ser mais leve que o ar e, também, pelo fato de dispensar o processo de estocagem. Essa é uma das melhores alternativas de produção de energia, tanto sob aspectos técnicos e econômicos, quanto sob aspectos de preservação ambiental.

Quanto aos aspectos técnico-ambientais, uma das grandes vantagens é o fato de que sua utilização reduz o tempo e o número de paradas de manutenção no maquinário, à medida em que as paradas têm implicações tanto no processo produtivo, quanto na qualidade ambiental, uma vez que alguns equipamentos poluem mais durante as operações de partida e de parada, do que quando trabalhando em regime normal.

O meio ambiente é a inter-relação do sistema natural (hidrosfera, atmosfera, litosfera e biosfera) com o sistema institucional, social e de infra-estrutura, que compõem as demandas básicas de toda uma sociedade. É por esta e outras razões que o meio ambiente é um dos assuntos mais discutidos na atualidade, embora já venha sendo alvo de algumas ações e discussões ao longo do século XX, através das chamadas Convenções Ambientais Internacionais, que são na verdade, acordos ou

tratados entre alguns países visando a preservação/conservação de recursos naturais de interesse comum.

Impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e/ou biológicas do ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante da atividade humana que afetam, direta ou indiretamente: a saúde, o bem-estar e a segurança das populações; as atividades sócio-econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do ambiente; e a qualidade dos recursos naturais.

Risco ambiental é o risco ao ambiente, incluindo a sociedade humana. É o risco expresso em termos de danos causados à coletividade decorrentes da consumação de um ou mais perigos de tempo especificado.

Segundo Rocha (2000), não se deve trabalhar os impactos ambientais sem, contudo, se considerar os riscos por eles potencializados, portanto, é um ciclo intrínsecamente relacionado.

O risco, como uma combinação de frequência (que é o número de ocorrências por unidade de tempo) e consequência (que é o impacto de um acidente no homem, no ambiente e/ou no investimento), incorrendo em eventos indesejáveis de perdas com impactos sociais e econômicos, deve ser analisado levando-se em consideração os conceitos de:

- Acidente;
- Perigo (Hazard);
- Risco individual;
- Grupo de risco;
- Risco social.

A avaliação de impactos ambientais, pode ser feita através de diversas metodologias, dentre as quais, temos:

- As matrizes de impacto ambiental, aplicadas em projetos de aproveitamentos múltiplos de reservatórios, construção de usinas termelétricas, construção de rodovias, etc.;
- Os índices de qualidade ambiental, que é a sistematização de informações coletadas através de monitoramento ou pesquisas intensivas de parâmetros capazes de quantificar o impacto causado pela instalação/implantação de projetos;
- Os modelos físicos e matemáticos, que simulam a distribuição espacial e temporal dos indicadores ambientais direcionados a determinado problema, como a qualidade do ar, da água, a disposição final de resíduos e emissões nos meios pedo-geológico, geomorfológico, atmosférico e hidrográfico.

Antes de iniciar o estudo/aplicação de quaisquer destes processos metodológicos, há que se realizar o método de *Check List*, que é um método em que se utiliza uma lista de itens para fins de comparação ou verificação. Pode ser empregado para avaliação de sistemas de segurança, procedimentos operacionais, práticas de manutenção, avaliação de impactos ambientais, etc.

4. CONSIDERAÇÕES SOBRE A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA

A legislação acerca de aspectos ambientais, obedece a uma hierarquia, que passa pelas esferas federal, estadual e municipal, vale ressaltar que a tendência atual é a municipalização da administração e fiscalização ambientais.

Os órgãos ambientais brasileiros se estabelecem da seguinte maneira:

- **SISNAMA** (*Sistema Nacional do Meio Ambiente*) é constituído pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios, bem como as Fundações instituídas pelo poder público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental.

- **CONAMA** (*Conselho Nacional do Meio Ambiente*), é um órgão consultivo e deliberativo do SISNAMA, tem a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida.
- **IBAMA** (*Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais*) é uma autarquia federal de regime especial, dotada de personalidade jurídica de direito público, autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, com a finalidade de assessorá-lo na formação e coordenação, bem como executar e fazer executar a Política Nacional do Meio Ambiente e da preservação, conservação e uso racional, fiscalização, controle e fomento dos recursos naturais.

De acordo com a Legislação Ambiental Brasileira, dependerá de elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, dentre as quais podemos citar:

- Oleodutos, gasodutos, minerodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários;
- Linhas de transmissão de energia, acima de 230KV;
- Aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos e/ou perigosos;
- Usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10 MW.
- Estudo de Impacto Ambiental, além da legislação, deverá atender às seguintes diretrizes:
- Contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização do projeto, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto;
- Identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade;
- Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza;
- Considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade.

O Estudo de Impacto Ambiental, desenvolverá, no mínimo as seguintes atividades técnicas:

- ⇒ Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando:
 - a) o meio físico: hidrografia, climatologia, geologia, geomorfologia e tipo e aptidão dos solos e o subsolo;
 - b) o meio biótico e os sistemas naturais: a fauna, a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;
 - c) o meio sócio-econômico: o uso e ocupação do solo, os usos da água e da sócio-economia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos.
- ⇒ Análise dos impactos ambientais do projeto e suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância desses prováveis impactos, discriminando: impactos positivos e negativos, diretos e indiretos, imediatos e a médio e

longo prazos, temporários e permanentes, seu grau de reversibilidade, suas propriedades cumulativas, a distribuição dos ônus e benefícios sociais.

⇒ Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre eles os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas.

⇒ Elaboração do programa de monitoramento e acompanhamento.

O Estudo de Impacto Ambiental deverá ser realizado por equipe multidisciplinar habilitada e os custos e despesas correrão por conta do proponente do projeto. O Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), refletirá as conclusões do Estudo de Impacto Ambiental e conterá, no mínimo:

- Os objetivos e justificativas do projeto;
- A descrição do projeto e suas alternativas tecnológicas e locacionais, especificando para cada, nas fases de construção e operação, a área de influência, as matérias-primas, a mão-de-obra, as fontes de energia, os processos e técnicas operacionais, os prováveis efluentes, emissões e resíduos, os empregos diretos e indiretos a serem gerados;
- A síntese dos resultados dos diagnósticos ambientais da área de influência do projeto;
- A descrição dos prováveis impactos da implantação e operação da atividade;
- A caracterização da qualidade ambiental futura da área de influência, em suas diferentes alternativas, bem como a hipótese de sua não realização;
- A descrição dos efeitos esperados das medidas mitigadoras;
- programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos;
- Recomendação quanto à alternativa mais favorável;
- Deve ser e estar acessível ao público que se interessar.

Quanto ao Licenciamento Ambiental, temos as seguintes fases:

⇒ **Licença Prévia (LP):** é requerida na fase preliminar de planejamento do empreendimento ou atividade. Nessa primeira fase do licenciamento, o órgão ambiental estadual avalia a localização e a concepção do empreendimento, atestando a sua viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos a serem atendidos nas próximas fases.

Durante a análise da LP, pode ocorrer uma audiência pública, cuja finalidade é expor o projeto e seus estudos ambientais às comunidades interessadas, diminuindo dúvidas e recolhendo do público críticas e sugestões.

A LP não concede qualquer direito de intervenção no meio ambiente, correspondendo à etapa de estudo e planejamento do futuro empreendimento. O seu prazo de validade é definido pelo cronograma apresentado pelo empreendedor para a elaboração dos planos, programas e projetos, tendo seu limite máximo estipulado pelo órgão ambiental estadual.

⇒ **Licença de Instalação (LI):** é a fase do licenciamento ambiental onde são analisados e aprovados os projetos executivos de controle de poluição e as medidas compensatórias que compõem o documento denominado Plano de Controle Ambiental.

A LI gera o direito à instalação do empreendimento ou sua ampliação, ou seja, a implantação do canteiro de obras, movimentos de terra, abertura de vias, construção de galpões, edificações e montagem de equipamentos. A LI concedida especifica as obrigações do empreendedor no que se refere às medidas mitigadoras dos impactos

ambientais, sendo exigido o emprego da melhor tecnologia disponível para prevenir a poluição.

Quando o empreendimento já iniciou as obras de implantação sem haver se submetido à avaliação ambiental prévia, é cabível a LI, de caráter corretivo, estando o interessado obrigado a apresentar os documentos referentes à etapa de obtenção da LP, juntamente com os relativos à fase de LI. O prazo de validade da LI corresponde, no mínimo, ao estabelecido pelo cronograma de implantação do empreendimento, e seu limite estabelecido pelo órgão ambiental estadual.

⇒ **Licença de Operação (LO):** autoriza a operação do empreendimento, após verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com medidas de controle ambiental determinadas para a operação. Assim, a concessão da LO vai depender do cumprimento daquilo que foi examinado e deferido nas fases de LP e LI.

A LO deve ser requerida quando o novo empreendimento ou sua ampliação estão instalados ou prestes a entrar em operação (Licenciamento Preventivo) ou já está operando (licenciamento Corretivo).

Para os empreendimentos em operação, sem haver obtido as licenças ambientais, a formalização do processo requer a apresentação conjunta dos documentos, estudos e projetos previstos para as fases de LP, LI e LO.

A Legislação Ambiental Brasileira prevê dois tipos especiais de LO, a Licença Sumária, cabível somente para os empreendimentos e atividades de pequeno porte; e a Licença Precária, concedida quando for necessária a entrada em operação de empreendimento para teste da eficiência do sistema de controle de poluição.

O prazo de validade da LO deve considerar o PCA, tendo seu mínimo e seu máximo, estipulados pelo órgão ambiental estadual, em função da classificação do empreendimento, segundo o porte e o potencial poluidor.

5. CONSIDERAÇÕES SOBRE A QUALIDADE DO AR

A qualidade do ar é o estado das principais variáveis atmosféricas segundo um conjunto de normas e padrões preestabelecidos e é utilizada como valor referência para o processo de controle ambiental.

A poluição refere-se a situações na qual alguns materiais ou algumas formas de energia ocorrem em grandes quantidades, podendo ser prejudiciais aos homens, plantas, animais e materiais. Os principais poluentes gerados pelo processo de combustão, são: material particulado, SO₂ e SO₃, hidrocarbonetos, NO e NO₂.

Para se trabalhar as questões de qualidade do ar, é necessário que se determine parâmetros meteorológicos, tais como: direção e velocidade do vento, temperatura, visibilidade, umidade relativa e precipitação.

A poluição, de acordo com a sua concentração, pode ser dividida em: aguda, quando ocorre em épocas e áreas específicas; e crônica, quando ocorre diariamente, embora cause menor impacto imediato, apresentando danos tardios e muito prejudiciais ao ambiente e aos homens.

De acordo com Mendes (1998), na avaliação dos compostos presentes nos efluentes gasosos, é necessário o emprego de equipamentos para extração de amostras representativas e equipamentos (dispositivos) para a coleta, captura dos compostos a serem avaliados. Para se fazer uma amostragem de poluentes, é necessário que se identifique, inicialmente, a atividade-fonte para se determinar o tipo de equipamento e os poluentes que podem ser gerados. O processo final consiste na análise da massa de particulado retida no equipamento, permitindo a avaliação do atendimento aos padrões legais de emissões atmosféricas. Deve-se analisar a qualidade do ar atmosférico levando-se em consideração o ciclo da poluição, que passa pela emissão, transporte e difusão de

contaminantes, pois é possível que ocorram acidentes ou efeitos em locais bastante distantes das fontes geradoras de poluição.

Quando as emissões atmosféricas chegam a atingir sensivelmente áreas urbanas, a tendência do problema é agravar-se, pois o espaço urbano é constituído por aspectos, cuja organização tem origem na interação entre as formas sociais e as formas físicas. Dessa forma, a conservação ambiental deve assumir um papel de meta comum.

Este é um dos únicos impactos ambientais que podem ser diagnosticados preliminarmente, embora ainda vá depender de estudos de dinâmica climática local e regional.

O estudo climatológico constitui-se num importante instrumento para gerenciamentos, tendo em vista a localização do projeto e a área de influência do mesmo, se configurando como um dos mais importantes elementos da fase diagnóstica.

6. GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO COMO INSTRUMENTOS À GESTÃO AMBIENTAL

Como dito anteriormente, a delimitação dos possíveis impactos ambientais de determinada atividade, vai depender de um estudo detalhado da área, passando por *Check List*, diagnósticos, prognósticos, entre outros estudos.

Um dos instrumentos mais importantes para a elaboração de *Check List*, diagnósticos, prognósticos, entre outros, é a utilização dos recursos de geoprocessamento e sensoriamento remoto para a modelagem real e construção de banco de dados com inteligência geográfica, dando suporte à gestão ambiental, desde a fase de levantamento de informações até a fase de monitoramento e controle.

O geoprocessamento têm como característica principal a capacidade de manipular a representação de fenômenos geográficos em um ambiente computacional, integrando informações espaciais e alfanuméricas, interpolando informações primárias e gerando informações secundárias através de algoritmos, como se pode ver em pesquisas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa e apresentadas em Assad e Sano (1993). Tais informações primárias são adquiridas através de imagens de satélite, Modelos Numéricos de Terrenos (MNT's), cartografia sistemática e dados tabulares.

A aplicação do geoprocessamento para atividades ligadas à geração de energia deve, no mínimo, considerar análise geográfica, modelos numéricos de terreno, modelagem de redes, produção cartográfica e topografia de campo.

Segundo Rosa (1989), sensoriamento remoto como uma das fases do geoprocessamento consiste na obtenção de informações sobre um objeto sem contato físico, através da reflectância ou emitância dos alvos, ou seja, gera padrões determinados pela alteração espectral da radiação solar, permitindo aplicações diversas, tais como a análise e o monitoramento ambiental.

As técnicas de sensoriamento remoto aplicadas às obras de engenharia, em suas fases de análise de viabilidade, projeto, implementação e manutenção permitem a avaliação da adequação de determinada obra ao meio, considerando os aspectos físicos, bióticos e sócio-econômicos envolvidos e também permite o desenvolvimento de sistemas de monitoramento durante a vida útil da obra.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi apresentar subsídios à busca dos melhores instrumentos de gerenciamento e análise ambiental, a decisão sobre a melhor estrutura de modelo a ser empregada, bem como o aspecto a ser relevado nesta estrutura, dependerá da necessidade de solução de determinados problemas.

De qualquer forma, diante de todos os condicionantes de degradação, é importante que se trace uma matriz de impactos ambientais, que se faz necessária à medida em que permite a identificação dos impactos mais significativos, demonstrando sua intensidade e onde estão inseridos.

Hoje, ciência e tecnologia promovem a integração do homem e do meio de forma racional e planejada, a tempo, custo e risco reduzidos. Equipamentos como satélites de alta resolução e sensores radares fornecem informações instantâneas e valiosas. Técnicas avançadas permitem a avaliação conjunta de múltiplos fatores, agilizando o progresso de vários setores da sócio-economia

8. AGRADECIMENTO

MJSDL é grato ao CNPq pelo apoio financeiro durante a preparação deste trabalho.

9. REFERÊNCIAS

- Assad, E.D. e Sano, E.E., 1993, "Sistemas de Informações Geográficas", Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/CPAC, Planaltina, Brasil.
- Mendes, M.L.B., 1998, "Os Impactos Ambientais no Distrito Industrial do Município de Juiz de Fora/MG", Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental/UFJF, Relatório Técnico, Juiz de Fora, Brasil.
- Mendes, M.L.B., 2000, "Emissões Atmosféricas na Área de Influência da Cia Paraibuna de Metais no Município de Juiz de Fora/MG", Programa Interdisciplinar de Gestão Ambiental e Biodiversidade/UFJF, Relatório Técnico, Juiz de Fora, Brasil.
- Rocha, G.C., 2000, "Riscos e Impactos Ambientais", Programa Interdisciplinar de Gestão Ambiental e Biodiversidade/UFJF, Apostila do Curso de Pós-Graduação em Gestão Ambiental em Municípios, Juiz de Fora, Brasil.
- Rosa, R., 1989, "A Utilização de Satélites em Estudos Ambientais", Sociedade & Natureza - UFU, vol. 1 (1), pp. 53-59, Uberlândia, Brasil.

A METHODOLOGY FOR EVALUATING THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF THERMAL POWER GENERATION IN BRAZIL

Marcella Liva de Barros Mendes

GEOAMBIENTE Geologia e Sensoriamento Remoto
Av. Anchieta, 117 - J. Nova Europa
12242-280, São José dos Campos, SP, Brasil
E-mail: marcella@geoambiente.com.br

Marcelo J.S. De-Lemos

Departamento de Energia - IEME
Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA
12228-900, São José dos Campos, SP, Brasil
E-mail: delemos@mec.ita.br

Abstract. *Recently, changes in the energy matrix of developing countries, driven by regulation and strong market competition, has caused substantial impact to the environment due to problems associated with atmospheric pollution, noise in the neighborhood of densely populated areas, contamination of water resources, damage to soil and natural systems, mismanagement of natural resources, etc. In particular case of Brazil, the use of natural gas and other fossil fuel for producing electricity has been fostered by the country's government causing unavoidable impact to the environment . This paper discussed the shift of the Brazilian energy matrix towards a thermal character. It evaluates the potential social and economical impacts that such a change will eventually cause. The current incipient legislation is reviewed and mitigation of environment damage are reviewed.*

Keywords *Thermal Power, Fossil Fuel, Environment Impact.*