

## TECNICAS DE ANÁLISE E CONTROLE AMBIENTAL – USINA TERMOELÉTRICA

**Conrado Mioni Pereira<sup>1</sup>, Rafael Porto Fernandes<sup>2</sup>, Juliane Fernanda de Sousa<sup>3</sup>,  
Andressa Tamires do Carmo<sup>4</sup>, Danilo Santos Porto Teixeira<sup>5</sup>.**

FAETEC, Faculdade de Tecnologia, Rua São Sebastião, 25, Centro – Jacareí-SP

<sup>1</sup>conradomioni@hotmail.com

<sup>2</sup>rafael\_porto@yahoo.com.br

<sup>3</sup>juliane.sousa@ecovap.com.br

<sup>4</sup>dessa\_tamires@hotmail.com

<sup>5</sup>danylovisk@ig.com.br

**Resumo** - Este artigo faz um estudo dos impactos ambientais de instalação e de operação de uma usina termoeletrica na região do Vale Paraibana, considerando as implicações nos aspectos físicos e bióticos regionais, mostrando ações mitigadoras para cada impacto ambiental, visando sustentabilidade, preservação ambiental e o bem estar da comunidade, garantindo e promovendo qualidade de vida para as futuras gerações.

**Palavras-chave:** Energia, Análise Ambiental, Meio Ambiente, Termoeletrica.

**Área do Conhecimento:** Planejamento Urbano e Regional.

### 1 - Introdução

Com base na economia regional do vale do Paraíba, a geração de energia elétrica através da energia térmica visa fornecer o alicerce para o crescimento da demanda energética para as indústrias e da população, já que muitas vezes, quedas de energia provenientes de seca nos reservatórios da concessionária de energia elétrica, podem significar uma grande perda na economia. Além disso, usinas hidroelétricas podem emitir gases agravantes do efeito estufa, devido à matéria orgânica em decomposição localizada no fundo de seus reservatórios. Sendo assim, necessita-se de uma alternativa melhorada na geração de energia elétrica que não apresente riscos de tal proporção para o meio ambiente. Este sistema alternativo de energia deve sempre estar preparado para fornecer energia em momentos de apagão, ou em momentos de crises em que o nosso país possa vir sofrer (como exemplo: a falta de gás natural, no qual deixa muitos geradores sem combustível para iniciar o processo. Por isso, a escolha de um combustível renovável é primordial para promover a sustentabilidade e o crescimento econômico da região (Fonte: Gomes, S.I.; Paraíso, P.R.; Andrade, C.M.G., 2005; Jornal Vale Paraibano, 2001).

Este trabalho tem como objetivo fazer uma análise dos impactos ambientais desde a implantação ao funcionamento de uma usina termoeletrica, através de técnicas de análise e controle ambiental.

### 2. Materiais e métodos

Os materiais utilizados para o desenvolvimento do presente estudo, foram obtidos em livros, projetos e arquivos disponibilizados por empresas do ramo de engenharia e órgãos públicos, onde foram estudados o solo, o clima, a biota, a legislação, a rota predominante dos ventos, a bacia hidrográfica, métodos e técnicas de controle de poluição de variadas espécies, companhias de energia elétrica, termoeletricas e também, dados de satélite e outras informações através do software de geoprocessamento SGI/INPE, para que assim, fossem relacionados todos os aspectos estudados a fim de obter o ponto mais favorável para a implantação de uma usina termoeletrica. A Figura 1 representa o local resultante (lat. 23°21'32"S lon. 46°00'41"O).

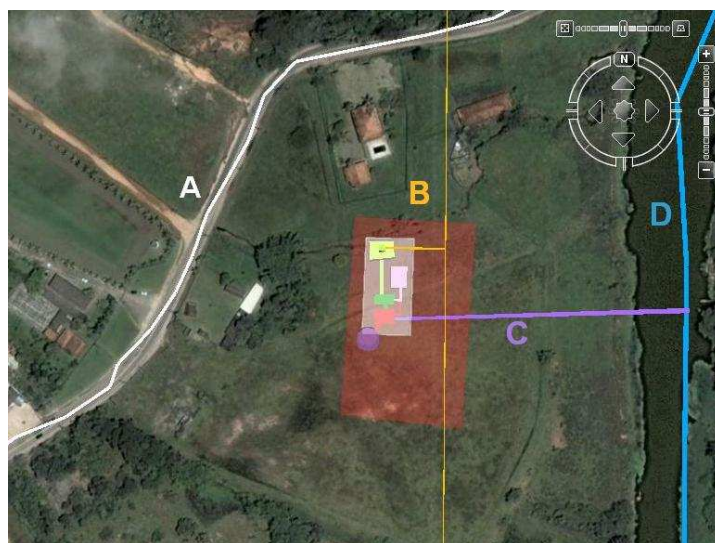


Figura 1 - Imagem representativa do local estudado  
Fonte: Google Earth (2007).

A - Via de acesso (Rod. Henrique Eroles);

**B - Linha de transmissão de energia elétrica;  
C - Irrigação;  
D - Rio Paraíba do Sul.**

O principal aspecto levado em conta para focalizar esse estudo, foi a disponibilidade de matéria prima (Biomassa) para fornecer o combustível que aquece as caldeiras da termoelétrica.

A escolha da biomassa como combustível, se deu pelo fato da termoelétrica ter a demanda de 10 MW/h de eletricidade a gerar, já que essa demanda não exige grande potencia térmica, sendo exatamente atendido pelas características da biomassa, além de não ter problemas com a crise do gás natural que o Brasil vem sofrendo.

A região tem extrema adequação para receber a instalação pelos seguintes fatores:

- Terreno plano, sem necessidades de modificar drasticamente o solo;
- Disponibilidade de matéria prima para combustão;
- Rota da linha de transmissão de energia elétrica de 230 KV, atendendo a produtividade da termoelétrica; (Fonte: Agência nacional de energia elétrica – ANEEL, 2007)
- Disponibilidade Hídrica da Bacia do rio Paraíba do Sul; e
- Vias de acesso.
- Ferrovia

O clima da região é subtropical, hoje, a vegetação natural recobre cerca de 30% da superfície regional, sendo 17,35% às Matas e 13,43% referente às capoeiras<sup>1</sup>. Dentre os 69% de vegetação restante, predomina-se a vegetação rasteira, proveniente da ação antrópica e tem como grande característica o reflorestamento de eucalipto (do gênero *Eucalyptus*), o qual é um fator muito importante para o empreendimento, já que este serve de combustível para gerar a energia térmica (JP engenharia, 2002).

O solo regional tem cerca de 90% de sua área enquadrada numa declividade de 2 a 20%, o mesmo tem presença significativa de exploração mineral, áreas de replantio de eucalipto (Fonte: Botrel, M.A.; Alvim M.J.; Ferreira R.P.; Xavier D.F. 2002).

O recurso Hídrico encontrado no vale do Paraíba é principalmente fornecido pela bacia do Rio Paraíba do Sul, onde se encontra uma turbidez na faixa de 6 a 78, dependendo do ponto de coleta.

<sup>1</sup> Capoeiras: Vegetação que cresce após a derrubada da mata.

**2.1 – Processo**

O empreendimento consiste num gerador de energia elétrica onde, são abordados diferentes processos, dos quais, alguns têm de serem considerados poluentes. Trata-se de um ciclo combinado onde a energia térmica vira energia cinética e seqüencialmente energia elétrica. Quatro etapas têm extrema importância diante a operação de uma usina termoelétrica: Caldeira, Turbina, Recuperador de calor e Gerador.

**2.1.1 – Caldeira**

A caldeira é abastecida com biomassa e assim aquecida, seu principal objetivo é aquecer uma tubulação de água a ponto de ebulir a água transformando-a em vapor de alta pressão, seguindo assim para a próxima etapa. A biomassa introduzida na caldeira é queimada, e para um duto que interliga a caldeira à chaminé, o descarte (Monóxido de Carbono e Material Particulado) da queima é direcionado.

**2.1.2 – Turbina**

Trata-se de uma turbina de avião que mantém a pressão do vapor dentro das tubulações estável. Após ebulida a água, o vapor de alta pressão proveniente da ebulição gira esta turbina gerando energia cinética. Neste momento, o processo se divide em recuperação de calor e geração de energia.

**2.1.3.1 - Recuperação de calor**

Num processo de geração de energia, todas as formas de energia (eólica, térmica, elétrica, cinética e solar) são muito importantes para a produção não podendo ser desperdiçada de maneira nenhuma, tendo sempre em vista o reaproveitamento.

O vapor de alta pressão que acabara de girar a turbina, não pode ser liberado à atmosfera, pois a sua temperatura é muito elevada, portanto, a alternativa mais correta ambientalmente e economicamente seria retorná-lo ao processo, aumentando a potencia da energia térmica gerada dentro da caldeira.

**2.1.3.2 - Gerador de Eletricidade**

A energia cinética proveniente dos movimentos circulares da turbina é convertida em energia elétrica através de um gerador de eletricidade. Para que se mantenha constante a geração de 10MW/h, existe um transformador situado na saída do gerador, onde a energia gerada é regulada para em seguida, ser adicionada na rede de distribuição de eletricidade. A energia gerada é

automaticamente inserida a uma linha de transmissão de energia elétrica, a qual, seu início, localiza-se na cidade de São José dos Campos-SP, e seu destino é a cidade de Mogi das Cruzes-SP, passando próximo ao local abordado.

### 3. Resultados e discussões

#### 3.1. Implantação

Na fase de implantação, a movimentação do solo é necessária para que este possa dar suporte à implantação de toda infra-estrutura necessária para o empreendimento, entretanto, esse processo gera impactos significantes à comunidade que vive às redondezas da futura usina termoeletrica e principalmente ao meio ambiente.

Os impactos gerados pelo processo de terraplanagem consistem basicamente em:

Ruídos: Para manter condições viáveis dos ruídos provenientes das obras, as atividades serão executadas atendendo os horários permitidos para a presença de barulhos, seguindo a Resolução CONAMA 01/90 (conselho Nacional do Meio Ambiente - trata-se de uma resolução que dá poder de lei a uma Norma Brasileira, a NBR 10.151, a qual estabelece limites para ruídos, entre outros).

- Poeira: Para minimizar a suspensão de partículas do solo (poeira), o solo será periodicamente umedecido através de um caminhão específico para a atividade;
- Alteração do solo natural: É viável que a vegetação natural local seja preservada ao máximo. Caso haja alteração, há como alternativa uma cobertura vegetal provisória, impossibilitando futuras erosões no solo.

A construção de uma usina gera efluente hídrico sanitário por parte dos operários que ali atuam. Este efluente, se não tratado, implica na eutrofização das águas e em doenças de transmissões biológicas.

Para amenizar o impacto do efluente hídrico, este será lançado em rede municipal de esgoto, para que posteriormente seja tratado e devolvido ao corpo hídrico dentro dos padrões estabelecidos na resolução CONAMA 357/05 (Classifica as águas e estabelece padrões de lançamento de efluente nos corpos receptores).

Na construção, geram-se resíduos sólidos, entulhos, etc.

Classificados pela NBR 10.004, destes destacam-se:

1. Classe 1 - Perigosos - latas de tintas e sintéticos em geral, panos com óleo, peças desgastadas, etc.
2. Classe 2a – Não Inertes – Resíduos domiciliares: papel, plástico, papelão,

matéria orgânica, embalagem de produtos em geral, entre outros.

3. Classe 2b – Inertes – Entulhos, tijolos, gesso, cerâmica, concreto, ferro, vidro, alumínio, entre outros.

Para esses resíduos, será adotado um sistema de coleta seletiva e posteriormente estes sólidos serão enviados para aterro industrial (Aterros específicos para resíduos industriais, ou seja, resíduos de processo, de implantação e resíduos de diferentes classificações, tendo tratamento diferenciado para cada classe, protegendo o meio ambiente).

No meio ambiente Biótico, o processo de terraplanagem causa a supressão das espécies de animais e da vegetação local, tendo como consequência, a alteração da paisagem e os ecossistemas presentes. Este impacto será mitigado pelo controle de ruídos, o que não mais irá interferir no ecossistema, e também com a preservação da vegetação natural.

#### 3.2. Operação

##### 3.2.1. Impactos Provenientes da Geração de Energia Elétrica (IPGEEL)

Os Impactos da Geração de Energia Elétrica se encontram em duas etapas do processo:

- Caldeira

Maior gerador de impactos que implicam na qualidade do ar devido à emissão de gás contribuinte para o efeito estufa e para o chamado "Smog" <sup>2</sup> Fotoquímico (CO – Monóxido de Carbono). Emite também um índice considerável de material particulado. Ambos os impactos, se dão pela queima não totalizada do combustível (biomassa). A parte mais densa da biomassa não será emitida nas chaminés da usina, portanto permanecerão na parte inferior interna da caldeira, gerando assim Cinzas Vegetais.

O CO (Monóxido de Carbono) que seria emitido na chaminé, teria origem da queima inadequada do combustível, assim, a solução para o impacto é a queima adequada da biomassa, funcionando assim, como um incinerador de gases acoplado ao processo, emitindo para a atmosfera, o gás dentro das concentrações estabelecidas na resolução do CONAMA 03/90 (Foca estabelecer limites para emissão de poluentes atmosféricos);

A fim de suprimir a emissão de Material Particulado, é adotado um Equipamento de Controle de poluição (ECP), chamado Precipitador

<sup>2</sup> SMOG - SMO: do Inglês "Smoke" (Fumaça) e OG: também do Inglês "Fog" (neblina).

É a junção da fumaça com a neblina, descendo a nível antrópico causando uma nuvem acinzelada.

Eletrostático. Este cria um campo magnético atraindo todas as partículas para sua superfície interior, periodicamente, um impacto é acionado sob o equipamento, fazendo com que todas as partículas precipitem para uma caçamba, e então, esta passa a ser classificada como Cinzas Vegetais.

As cinzas vegetais têm um grande potencial de fertilidade devido à sua composição (Carbono), estas são encontradas dentro do processo da queima da biomassa e também na saída do precipitador eletrostático. Devido ao seu grau de decomposição, esta é recolhida e enviada para uma usina de compostagem, para que lá sejam tratadas adequadamente, e destinadas ao replantio de eucalipto, assim, fechando um ciclo da biomassa.

- Turbina

Causa principalmente a questão do ruído, afetando os ecossistemas da região e na saúde dos operários. O ruído gerado na turbina será mitigado com a instalação de um isolador acústico ao redor do equipamento, emitindo assim, o mínimo de ruído possível seguindo a Resolução do CONAMA 01/90.

### 3.2.2. Resíduos por parte dos operários

Os operadores de uma usina termoeletrica, tão bem como qualquer outro funcionário dentro de uma empresa, geram resíduos sólidos, classificados pela NBR 10.004 em resíduos classe 2a, encontrando resíduos tais como papel, plástico, restos de comida, embalagens, cinzas de cigarro, entre outros.

Esse impacto, dentro de uma usina termoeletrica não é um impacto muito significativo devido à pequena quantidade de operadores atuando no local, porém, se não solucionado, pode implicar na contaminação de águas subterrâneas através do chorume proveniente do descarte.

Portanto, para controlar este impacto, será adotado um sistema de coleta seletiva, de forma a segregar os resíduos recicláveis e os não recicláveis, os quais serão encaminhados para aterro sanitário energético. Além de resíduos sólidos, uma usina também gera efluente hídrico, que se não houver uma solução para o impacto, este ocasiona a eutrofização no corpo receptor, modificando assim, o todo o ecossistema, sendo primeiramente o aquático e assim o terrestre.

Estes serão destinados à rede de esgoto urbano para que sejam tratados numa ETE (estação de tratamento de efluentes) e devolvidos ao corpo receptor dentro dos padrões de concentração da resolução CONAMA 357/05, não sendo prejudicial ao meio ambiente.

## 4. Conclusão

As ações mitigadoras dos impactos ambientais de uma Usina Termoeletrica (UT) deram origem a um estudo minucioso do meio ambiente regional, a fim de manter a sustentabilidade e o equilíbrio ambiental, levando em consideração os aspectos Físicos e Bióticos. Com base nos resultados das ações mitigadoras, entende-se por viável a implantação de uma usina termoeletrica no local estudado, uma vez que todas as soluções enquadram os impactos nos limites dos padrões aceitáveis pelo órgão competente, suprimindo assim, todos os impactos ao meio ambiente físico e à biota, preservando as características naturais da região ao máximo.

## Referencias

-APAGÃO muda vida no Vale do Paraíba. **Vale Paraibano**, São José dos Campos, 30 dez. 2001. Disponível em: <<http://jornal.valeparaibano.com.br/2001/12/30/retr-o/rapagao.html>>. Acessado em 27 fev. 2008.

-BROTEL, M.A.; Alvim M.J.; Ferreira R.P.; Xavier D.F. Potencial forrageiro de gramíneas em condições de baixas temperaturas e altitude elevada. **Pesq. agropec. bras.** Brasília, vol.37 no.3 Mar. 2002.

-ENERGIA saiba mais. **Vale Paraibano**, São José dos Campos, 10 jun. 2001. Disponível em: <<http://jornal.valeparaibano.com.br/2001/06/10/apa-gao/>>. Acessado em 27 fev. 2008.

-GOMES, S.I; Paraíso,R.P; Andrade, C.M.G. Análise preliminar da viabilidade de cultivos florestais para produção de energia elétrica. **Copel**, Paraná, fev. 2005. Seção Edições. Disponível em: <[www.copel.br/edicoes/4/004-04.pdf](http://www.copel.br/edicoes/4/004-04.pdf)>. Acesso em: 27 fev. 2008.

-GOOGLE earth. Versão 4.2. **Google**, 2007. Disponível em: <<http://earth.google.com>>. Acessado em 13 set. 2007.

-JP ENGENHARIA, **Rima - termoeletrica Santa Branca, 2002**. São José dos Campos, 2008.

-RELATÓRIO de qualidade de rios. **Cetesb**, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/relatorios.as-p>>. Acessado em: 27 fev. 2008.

-SISTEMA de informações geográficas de energia elétrica (Sigel). **Aneel**, São Paulo, fev. 2008. Disponível em: <<http://sigel.aneel.gov.br/brasil/viewer.htm>>. Acessado em: 27 fev. 2008