

IMPACTOS AMBIENTAIS DE USINAS TERMOELÉTRICAS A GÁS

ESTUDO DE CASO da UTG DUQUE DE CAXIAS

Josimar Ribeiro de Almeida¹
Laís Alencar de Aguiar²
Manoel Gonçalves Rodrigues³

Resumo

Este artigo realiza um diagnóstico ambiental da área do empreendimento da Usina Termoeletrica a Gás (UTG), localizada no município de Duque de Caxias na região metropolitana do Rio de Janeiro, e concluímos que os impactos ambientais negativos, decorrentes de sua construção serão, em sua grande maioria, de baixa e média intensidade, notadamente relacionados às emissões atmosféricas e líquidas, que serão de baixa intensidade. Essa constatação decorre tanto da localização apropriada da UTG – em Zona de Uso Estritamente Industrial no município de Duque de Caxias -, como da sua concepção – usina a gás natural em ciclo combinado de última geração -, o que minimizará o seu potencial de agressão ao meio ambiente. Por outro lado, considera-se como impactos positivos sob a ótica sócio-econômica, a alteração de uso e ocupação do solo, geração de empregos e aumento de arrecadação tributária. Ao longo de sua operação, espera-se que a UTG venha a impor, sobre os componentes do meio físico, alterações apenas com relação às bacias aérea e hídrica, por conta de emissões atmosféricas, gerações de ruídos e de efluentes líquidos, com mínimas conseqüências e padrões legalmente aceitáveis. Do ponto de vista sócio-econômico deverá proporcionar os impactos positivos: aumento da oferta e confiabilidade de energia elétrica, geração de empregos e aumento de arrecadação tributária.

¹ Professor do Ipen/USP e Poli/UFRJ

² Pesquisador Coppe/UFRJ

³ Coordenador de Meio Ambiente da AEDB

Abstract

This paper accomplishes an environmental diagnosis of the area of the enterprise of the Thermoelectrical Plant to Gas (UTG), located in the county of Duque de Caxias in the metropolitan area of Rio de Janeiro, and we ended that the negative environmental impacts, current of its construction they will be, in its great majority, of drop and average intensity, especially related to the atmospheric and liquid emissions, that it will be of low intensity. That verification elapses so much of the appropriate location of UTG - in Area of Use Strictly Industrial in the county of Duque de Caxias -, as of its conception - plant to natural gas in combined cycle of last generation -, what will minimize its aggression potential to the environment. On the other hand, its is considered as positive impacts under the socioeconomic optics, the use alteration and occupation of the soil, generation of jobs and outturn increase. Along its operation, it is waited that UTG comes to impose, on the components of the physical middle, alterations just regarding the aerial basins and hydric due to atmospheric emissions, generations of noises and of liquid emission, with low consequences and patterns legally acceptable. Of the socioeconomic point of view they will owe show the positive impacts: increase of the offer and electric power reliability, generation of jobs and outturn increase

Introdução:

Neste estudo realiza-se uma avaliação de impactos ambientais de uma Usina Termoeletrica (UTG) utilizando como ferramenta de análise a metodologia matricial. Alguns aspectos da área de implantação favorecerão muito a realização das obras, como por exemplo, o fato da UTG ser instalada em terreno plano, com facilidade de acesso e demais infra-estrutura de abastecimento, de esgotamento e de comunicação o que minimiza as previsões de impactos negativos sobre os componentes dos meios físico e biótico. Por outro lado, a maior parte da área do empreendimento é inundável, com drenagem difusa e vegetação de brejo, além de apresentar características geotécnicas desfavoráveis à implantação de construções pesadas, devido a presença em subsuperfície de espessas camadas de argila mole, principalmente no setor Norte e Oeste da área. Nesta fase de implantação, considera-se como impactos antrópicos negativos a pressão sobre a infra-estrutura de serviços públicos e a variação da pressão sobre o sistema viário.

Metodologia de Avaliação de Impactos Ambientais:

A construção de um algoritmo admite dois fatores básicos suficientes para mensurar e comparar impactos ambientais decorrentes da manifestação de fenômenos: o primeiro referido à força ou intensidade da ocorrência do impacto (V_{pi}) e o segundo referido à importância ou relevância do impacto (R_g) no contexto espaço-temporal de suas ocorrências. Significa dizer que para que um impacto seja estimado é necessário que o fenômeno ambiental a que está associado (i) se manifeste ou possua razoável tendência para se manifestar, (ii) possua capacidade de induzir a transformação ambiental e (iii) afete uma dada área, através de um fator ou variável (IA) ambiental, durante um dado intervalo de tempo. Admitindo que o fenômeno (genérico) fen^i responda a primeira condição, resta conhecer os dois fatores que expressam o seu impacto. São eles:

- V_{pi} , que representa o valor potencial do impacto de fen^i ; ou seja, a sua intensidade potencial, uma vez que ainda não há certeza de que está ou irá ocorrer, e
- R_g , que representa a sua relevância global no contexto espaço-temporal.

O impacto associado a fen^i será aqui denominado por impacto ambiental distribuído de fen^i e notado através da seguinte expressão:

$$Iad \{ fen^i \} = V_{pi} \cdot R_g$$

$$IA^n = D^n_{t1}, D^n_{t2}, \dots, D^n_{tm}, D^n_{tm+z}$$

Essa matriz de indicadores explica o comportamento fen^i , para todo t pertencente ao intervalo $[t_1; t_m + z]$. Cada coluna representa o cenário do comportamento de fen^i em um dado instante do tempo, segundo a capacidade de explicação dos indicadores selecionados. A cada célula D^i_{ti} da matriz de indicadores ambientais de fen^i corresponde, por definição, um valor estimado para a qualidade ambiental dele decorrente. Desta forma, a cada fenômeno considerado, seja ele ocorrente, virtual ou prognosticado, está associada uma matriz de indicadores. E a cada matriz de indicadores está vinculada uma matriz de qualidade ambiental, derivada das manifestações do fenômeno.

Seja Qa^k_{tm} a qualidade ambiental derivada da presença virtual de fen^i , no tempo t_m , em função do comportamento aferido de IA^k , no mesmo instante de tempo.

Seja Qa^k_{tm} a qualidade ambiental prognosticada, a partir de $\{Qa^k_{tm+z}\}$, para o tempo Qa^k_{tm+z} , sem presença do empreendimento.

Qualquer $Qa^n_t \in [0; 1]$, que são os valores extremos referentes aos limites máximos e mínimos de interesse de IA^n .

Generalizando essa abordagem para todo $\{Ia^n_{tm}\}$, tem-se que:

$$QA(IA^1) = \{QA^1_{t1}, QA^1_{t2}, \dots, QA^1_{tm}, \dots, QA^1_{tm+z}\}$$

$$QA(IA^2) = \{QA^2_{t1}, QA^2_{t2}, \dots, QA^2_{tm}, \dots, QA^2_{tm+z}\}$$

$$\dots$$

$$QA(IA^K) = \{QA^K_{t1}, QA^K_{t2}, \dots, QA^K_{tm}, \dots, QA^K_{tm+z}\}$$

$$\dots$$

$$QA(IA^n) = \{QA^n_{t1}, QA^n_{t2}, \dots, QA^n_{tm}, \dots, QA^n_{tm+z}\}$$

A matriz da qualidade ambiental exprime os resultados das variações funcionais e comportamentais dos fatores ambientais afetáveis por fen^i , no intervalo $[t_1; t_m + z]$. Cada coluna representa o cenário tendencial do estudo, abordando a presença virtual de fen^i_t . O valor potencial do impacto desse evento no cenário tendencial, prognosticado para um tempo t_w , é dado por:

$$Vpi\{fen^i_{tw}\} = [(QA^1_{tw^1}) + \dots + (Qa^n_{tw^1})] / n$$

Logo:

$$Vpi\{fen^i_{tw}\} = \Sigma [(Qa^n_{tw} - 1)] / n$$

Desta forma, $V_{pi} \{fen^i_{tw}\}$ é estimado através da média dos desvios calculados entre a qualidade ambiental derivada do desempenho de cada indicador que explica fen^i_{tw} e a qualidade ambiental associada ao melhor desempenho desses mesmos indicadores, a qual, por definição, tem valor igual a 1 (hum).

Por analogia, para o prognóstico do cenário de sucessão, a estimativa do valor potencial do impacto de fen^i_{tw} sofre o mesmo tratamento, realizado as duas matrizes apresentadas.

Assim sendo, seja QAE^n_{tm+z} a qualidade ambiental prognosticada a partir de QA^n_{tm+z} , com a presença do empreendimento. Então, o valor potencial do impacto de fen^i_{tw} será dado por:

$$V_{pi} \{fen^i_{tw}\} = \Sigma [(QAE^n_{tw} - 1)] / n$$

Por conseguinte, a avaliação do impacto de fen^i_{tw} , balizada nas alternativas explicitados pelos cenários tendencial e de sucessão é dada por $V_{pi} \{fen^i_{tw}\} = \Sigma [(QAE^n_{tw} - 1)] / n$ em $V_{pi} \{fen^i_{tw}\} = \Sigma [(Qa^n_{tw} - 1)] / n$.

$$V_{pi} \{fen^i_{tw}\} = \Sigma [(QAE^n_{tw} - Qa^n_{tw})] / n$$

A relevância global é uma expressão da importância espaço-temporal do fenômeno. A duração da ocorrência de fen^i é estimada a partir dos conhecimentos desenvolvidos pelos diagnósticos descritos e analíticos do estudo. A sua valoração é obtida através da relação entre o tempo previsto para as manifestações de um fenômeno e o tempo gerencial adotado pelo estudo. Dessa maneira, $\underline{d} \in (0;1]$, dado que se $d=0$, então não haverão manifestações previstas do evento durante o intervalo determinado pelo tempo gerencial.

A carência comporta-se de forma inversa em relação à duração, *i.e.*, dado um fenômeno qualquer, quanto maior a sua carência, menor será a sua relevância global, desde que os demais atributos permaneçam constantes. A sua valoração é dada pela relação entre o tempo estimado para o início das manifestações de evento e o tempo gerencial adotado. Desse modo, $\underline{c} \in [0; 1)$, desde que, se $c=1$, não ocorrerá qualquer manifestação do evento no intervalo do tempo gerencial estabelecido.

Por fim, a distribuição de fen^i é explicada através da relação entre a quantidade do fator por ele diretamente afetada ou afetável e o valor do HSI (*Habitat Suitability Index*) desse mesmo fator na área do estudo.

O intervalo de variação da distribuição, estimada como os demais atributos, é $(0;1]$, dado que se $b = 0$, então não existe o fenômeno.

As estimativas de impacto de um fenômeno, no entanto, precisam possuir um horizonte temporal, uma vez que a disponibilidade e a consistência dos dados utilizados é limitada. Assim sendo, denominou-se por tempo gerencial o intervalo de tempo a que as estimativas de impacto são capazes de cobrir. Portanto, todos os trabalhos realizados através deste modelo necessitam de explicar o horizonte temporal de seus prognósticos. Seja $\{Ia^n\}$ o conjunto dos n indicadores que explicam fen^i . Qualquer IA pertence ao intervalo $[I_{min}; L^{max}]$ onde I_{min} e L^{max} constituem-se os limites mínimos e máximo de interesse do indicador considerado, IA^i .

Seja Ia^k um qualquer elemento de $\{Ia^n\}$. Seja ainda $\{D^k_{t1}, D^k_{t2}, \dots, D^k_{tm}\}$ o conjunto de valores assumidos por IA^k em m aferições efetuadas no intervalo $[t_1; t_m]$ o conjunto $\{D^k_{tm}\}$, portanto, deve ser capaz de explicar, pelo menos, uma parcela do comportamento de fen^i nesse intervalo de tempo constituindo-se, assim, um elemento básico para o diagnóstico do fator ambiental a que IA^k está vinculado.

Seja $\{D^k_{tm}\}$, sem a presença do empreendimento. Generalizado esta abordagem para todo $\{Ia^n\}$, tem-se que:

$$\begin{array}{l}
 IA^1 = D^1_{t1}, D^1_{t2}, \dots, D^1_{tm}, D^1_{tm+z} \\
 IA^2 = D^2_{t1}, D^2_{t2}, \dots, D^2_{tm}, D^2_{tm+z} \\
 \dots\dots\dots \\
 IA^k = D^k_{t1}, D^k_{t2}, \dots, D^k_{tm}, D^k_{tm+z} \\
 \dots\dots\dots
 \end{array}$$

pertencente ao intervalo $[t_1; t_{m+z}]$. Cada coluna representa o cenário do comportamento de fen^i em um dado instante do tempo, segundo a capacidade de explicação dos indicadores selecionados. A cada célula D^i_{ti} da matriz de indicadores ambientais de fen^i corresponde, por definição, um valor estimado para a qualidade ambiental dele decorrente. Desta forma, a cada fenômeno considerado, seja ele ocorrente, virtual ou prognosticado, está associada uma matriz de indicadores. E a cada matriz de indicadores está vinculada uma matriz de qualidade ambiental, derivada das manifestações do fenômeno.

Seja Qa^k_{tm} a qualidade ambiental derivada da presença virtual de fen^i , no tempo t_m , em função do comportamento aferido de IA^k , no mesmo instante de tempo.

Seja Qa^k_{tm} a qualidade ambiental prognosticada, a partir de $\{Qa^k_{tm+z}\}$, para o tempo Qa^k_{tm+z} , sem presença do empreendimento.

Qualquer $Qa^n_t \in [0; 1]$, que são os valores extremos referentes aos limites máximos e mínimos de interesse de IA^n .

Generalizando essa abordagem para todo $\{ Ia^n_{tm} \}$, tem-se que:

$$QA (IA^1) = \{QA^1_{t1}, QA^1_{t2}, \dots, QA^1_{tm}, \dots, QA^1_{tm+z}\}$$

$$QA (IA^2) = \{QA^2_{t1}, QA^2_{t2}, \dots, QA^2_{tm}, \dots, QA^2_{tm+z}\}$$

$$\dots$$

$$QA (IA^K) = \{QA^K_{t1}, QA^K_{t2}, \dots, QA^K_{tm}, \dots, QA^K_{tm+z}\}$$

$$\dots$$

$$QA (IA^n) = \{QA^n_{t1}, QA^n_{t2}, \dots, QA^n_{tm}, \dots, QA^n_{tm+z}\}$$

A matriz da qualidade ambiental exprime os resultados das variações funcionais e comportamentais dos fatores ambientais afetáveis por fen^i , no intervalo $[t_1; t_{m+z}]$. Cada coluna representa o cenário tendencial do estudo, abordando a presença virtual de fen^i_t . O valor potencial do impacto desse evento no cenário tendencial, prognosticado para um tempo t_w , é dado por:

$$Vpi \{fen^i_{tw}\} = [(QA^1_{tw}) + \dots + (QA^n_{tw})] / n$$

Logo:

$$Vpi \{fen^i_{tw}\} = \Sigma [(QA^n_{tw} - 1)] / n$$

Desta forma, $Vpi \{fen^i_{tw}\}$ é estimado através da média dos desvios calculados entre a qualidade ambiental derivada do desempenho de cada indicador que explica fen^i_{tw} e a qualidade ambiental associada ao melhor desempenho desses mesmos indicadores, a qual, por definição, tem valor igual a 1 (hum).

Por analogia, para o prognóstico do cenário de sucessão, a estimativa do valor potencial do impacto de fen^i_{tw} sofre o mesmo tratamento, realizado as duas matrizes apresentadas.

Assim sendo, seja QAE^n_{tm+z} a qualidade ambiental prognosticada a partir de QA^n_{tm+z} , com a presença do empreendimento. Então, o valor potencial do impacto de fen^i_{tw} será dado por:

$$Vpi \{fen^i_{tw}\} = \Sigma [(QAE^n_{tw} - 1)] / n$$

Por conseguinte, a avaliação do impacto de fen^i_{tw} , balizada nas alternativas explicitados pelos cenários tendencial e de sucessão é dada por $Vpi \{fen^i_{tw}\} = \Sigma [(QAE^n_{tw} - 1)] / n$ em $Vpi \{fen^i_{tw}\} = \Sigma [(QA^n_{tw} - 1)] / n$.

$$Vpi \{fen^i_{tw}\} = \Sigma [(QAE^n_{tw} - QA^n_{tw})] / n$$

A relevância global é uma expressão da importância espaço-temporal do fenômeno. A duração da ocorrência de fen^i é estimada a partir dos conhecimentos desenvolvidos pelos diagnósticos descritos e analíticos do estudo.

A sua valoração é obtida através da relação entre o tempo previsto para as manifestações de um fenômeno e o tempo gerencial adotado pelo estudo. Dessa maneira, $\underline{d} \in (0;1]$, dado que se $d=0$, então não haverá manifestações previstas do evento durante o intervalo determinado pelo tempo gerencial.

A carência comporta-se de forma inversa em relação à duração, *i.e.*, dado um fenômeno qualquer, quanto maior a sua carência, menor será a sua relevância global, desde que os demais atributos permaneçam constantes. A sua valoração é dada pela relação entre o tempo estimado para o início das manifestações de evento e o tempo gerencial adotado. Desse modo, $\underline{c} \in [0; 1)$, desde que, se $c=1$, não ocorrerá qualquer manifestação do evento no intervalo do tempo gerencial estabelecido.

Por fim, a distribuição de fen^i é explicada através da relação entre a quantidade do fator por ele diretamente afetada ou afetável e o valor do HSI (*Habitat Suitability Index*) desse mesmo fator na área do estudo).

O intervalo de variação da distribuição, estimada como os demais atributos, é $(0;1]$, dado que se $b = 0$, então não existe o fenômeno.

Considerando o intervalo de variação de cada um dos atributos utilizados, infere-se que o domínio de $Rg \{fen^i\}=(0;1)$, sem que qualquer um dos três atributos tenha representatividade diferenciada na explicação da relevância global de fen^i .

A expressão da relevância global é dada por:

$$Rg \{fen^i\} = d.b.(1-c)$$

Por fim, a estimativa do impacto ambiental distribuído de fen^i_{tw} é dada por:

$$lad \{fen^i_{tw}\} = d.b.(1-c). \Sigma [(QAE^n_{tw} - Qa^n_{tw})] / n$$

O uso de apenas um indicador ambiental por fenômeno, na grande maioria dos casos, é suficiente para exprimir a variação da qualidade ambiental proporcionada por suas manifestações.

Assim sendo, a expressão do impacto assume a seguinte forma:

$$lad \{fen^i_{tw}\} = d.b.(1-c).(QAE_{tw} - Qa_{tw})$$

Com base nessas condições, utiliza-se um sistema de avaliação integrada. A proposição baseia-se em dois aspectos:

- a) Avaliação da capacidade ambiental da área em absorver os efeitos potenciais do empreendimento a se instalar.
- b) Avaliação dos impactos ambientais, gerados a partir da identificação e qualificação das atividades industriais.

Entre as questões mais relevantes, imediatamente avaliadas, estão as seguintes:

- a) Identificação, mediação e valoração dos impactos ambientais; positivos e negativos; diretos e indiretos; locais, regionais e estratégicos; imediatos, a médio e longo prazos; temporários, permanentes e cíclicos, reversíveis e irreversíveis, das ações do projeto e suas alternativas nas etapas de construção e operação, destacando os impactos a serem pesquisados em profundidade e justificando os demais, com ênfase especial na: biota, qualidade da água, qualidade do ar, níveis de ruído, modificação do uso do solo, paisagem, população e outros.
- b) Previsão da magnitude, considerando graus de intensidade de duração e a importância dos impactos identificados, especificando indicadores de impacto, critérios, métodos e técnicas de previsão utilizados.
- c) Atribuição do grau de importância, em relação ao fator ambiental afetado e aos demais, bem como a relação à relevância conferida a cada um deles pelos grupos sociais afetados.
- d) Prognóstico da qualidade ambiental da área de influência, nos casos de adoção do projeto e suas alternativas e na hipótese de sua não implantação, determinando e justificando os horizontes de tempo considerados.

Resultados e Discussão

A Usina Termelétrica (UTE) de Duque de Caxias produzirá energia elétrica a partir de gás natural, usando turbinas a gás e a vapor operando em ciclo combinado. A UTE terá uma potência total de 720 MWe no primeiro horizonte considerado - 2005 - em duas etapas de implantação: uma primeira de 190 MWe em regime de cogeração com fornecimento de vapor a PETROBRÁS/REDUC, e logo após mais dois conjuntos adicionais de 265 MWe, de modo a atingir 720 MWe em 2005. No segundo horizonte - 2010 -, poderá ser instalado um quarto conjunto gerador, levando-se a potência total a cerca de 1 Gwe.

A energia elétrica produzida em 21 kV será transformada e encaminhada ao sistema interligado por duas linhas de transmissão: uma em 138 kV e a outra em 500 kV. A primeira deverá suprir, através de um transformador-elevador de até 100 MVA, a própria REDUC, bem como outras empresas situadas nas proximidades. Uma linha dupla de 500 kV interligará a UTE com a subestação de

São José (Belford Roxo - Rio de Janeiro), pertencente à FURNAS, de onde a energia alimentará o sistema interligado. Adicionalmente, a planta irá enviar cerca de 330 t/h de vapor (41 bar/399°C) para a REDUC desde a primeira etapa.

A implantação da primeira etapa da UTE, com potência elétrica nominal de 190 MWe, em sistema de co-geração, utilizará um gerador acionado por uma turbina a gás e uma a vapor dispostas num único eixo. Na segunda etapa, serão instalados dois conjuntos de geração com potência nominal de 265 MW cada, contendo cada conjunto um gerador acionado por duas turbinas a vapor e uma a gás natural, também dispostos num único eixo.

O suprimento de gás natural e águas (desmineralizada, de refrigeração, potável e de incêndio) será feito pela REDUC, que, por sua vez, irá receber da UTE até 330 t/h de vapor a 41 Bar de pressão e 399°C de temperatura.

Os principais equipamentos que irão compor cada bloco de geração até o horizonte 2005 são os seguintes: • Bloco 1 (190 MW - Co-geração): um gerador; uma turbina a gás; uma turbina a vapor; um gerador de vapor (regenerador de calor); um desaerador; sistemas auxiliares (exaustão de gases, ar comprimido e outros). • Bloco 2 (265 MW): um gerador; uma turbina a gás; duas turbinas a vapor; um gerador de vapor (regenerador de calor); sistemas auxiliares (exaustão de gases, ar comprimido e outros). • Bloco 3 e 4 (265 MW cada): será composto por equipamentos idênticos aos que constituem o bloco 2. Os seguintes sistemas e equipamentos complementares serão também instalados: Sistema de transformadores e de distribuição interna de energia, nas seguintes voltagens: 127 V, 450 V, 2,4 kV, 4,16 kV e 13,8 kV; dois transformadores-elevadores de tensão para 500 kV; um transformador-elevador de tensão para 138 kV com potência nominal de 100 MVA; sistema de refrigeração de água; tanques para estocagem de água bruta, desmineralizada, condensado e de incêndio; estação de tratamento de efluentes.

As características do gás natural a ser utilizado na UTE são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1: Composição química do Gás Natural a ser utilizado na UTE de Duque de Caxias.

Parâmetro	Composição (% em volume)
Metano	93,8
Etano	3,5
Propano	0,8
Butano e compostos superiores	0,8
Nitrogênio	0,7
Gás Carbônico (CO ₂)	0,4
Gás Sulfídrico (H ₂ S)	20 mg/Nm ³

A tabela 2 a seguir mostra as características da água a ser fornecida pela PETROBRÁS/REDUC e oriunda da adutora do Rio Guandu, a serem consideradas no projeto e nos estudos ambientais da Usina.

Tabela 2. Características da água a ser fornecida pela REDUC.

Parâmetro	Valor
Cor	10
Turbidez (NTU)	10 a 50
Condutividade (micro ohm/cm)	50
Alcalinidade total (expressa em ppm de CaCO ₃)	10 a 20
Alcalinidade carbonatos (ppm de CaCO ₃)	0
Alcalinidade de bicarbonato (expressa em ppm de CaCO ₃)	10 a 20
Dureza total (expressa em ppm de CaCO ₃)	16 a 23
Dureza, em Ca (ppm)	14 a 23
Dureza, em Mg (ppm)	2 a 7
Ferro total (ppm)	1
Cloro (ppm)	8 a 10
Nitrogênio amoniacal (ppm)	1
Nitrogênio, como nitritos (ppm)	2

A tabela3 abaixo lista os consumos de combustível e utilidades previstos para a UTE, nas duas etapas de implantação.

Tabela 3: Consumos de combustível e utilidades previstos para a UTE.

Combustível/Utilidade	1ª Etapa	2ª Etapa	3ª Etapa
Gás Natural, a uma pressão de 24 bar (MMNm ³ /dia)	1,06	3,18	4,24
Água demineralizada (geração de vapor) (m ³ /h)	330	330	330
Água de resfriamento (circuito fechado) (m ³ /h)	-	500	750
Água potável (m ³ /dia)	6	6	6

As principais interconexões da UTE, i.e linhas entre a planta e a REDUC e para descarga de efluentes líquidos, estão listadas na tabela 4 abaixo.

Tabela 4. Principais interconexões da UTE.

Item	Natureza	Descrição
1	Vapor	20" diâmetro; 41 Bar, 393°C; Fluxo: 200 t/h (média) a 330 t/h (max.) - p/REDUC
2	Água desmineralizada	8" diâmetro; Fluxo: 200 t/h a 330 t/h; - da REDUC
3	Efluente líquido p/Baía de Guanabara	8" diâmetro; Fluxo: 330 t/dia; Temperatura: < 40°C
4	Água Bruta p/resfriamento	8" diâmetro; Fluxo: 330 t - da REDUC
5	Água Potável	2" diâmetro; Fluxo: 6 m ³ /dia - da REDUC
6	Esgotos sanitários	6" diâmetro; Fluxo: 6 m ³ /dia - p/REDUC
7	Água de Incêndio	4" diâmetro; Fluxo: até 10 t/h - da REDUC
8	Gás Natural (do gasoduto Rio-SP)	20" diâmetro; Fluxo: 3,2 MMNm ³ /dia; Pressão: 24 Bar
9	Eletricidade para Canteiro/Partida	A partir da subestação de 138 kV da REDUC
10	Dados e sinais de processo	Para partilha de informações de medição entre REDUC e UTE

A transmissão em 138 kV poderá utilizar a linha da CERJ existente ou a sua faixa de domínio. A transmissão em 500 kV, por outro lado, considerará duas alternativas: a primeira utilizando a faixa de domínio das linhas existentes e a segunda buscando articulação direta, em novo traçado, com a subestação São José de FURNAS em Belford Roxo, localizada a cerca de 8 km em linha reta da UTE. Os estudos técnico-econômicos em andamento subsidiarão os estudos ambientais para decisão final quanto aos traçados de novas linhas.

Os ruídos de compressores, turbinas e outros equipamentos industriais serão limitados ao terreno da propriedade, atingindo nos seus limites os padrões aplicáveis ao Distrito Industrial de Campos Elíseos.

A seguir, são listados as emissões gasosas e os efluentes líquidos previstos:

- Emissões Gasosas - as emissões gasosas ocorrerão como conseqüência da queima, na primeira etapa, de cerca de 1,06 MMNm³/dia de gás natural no conjunto de cogeração do Bloco 1. Na segunda etapa, o acréscimo de consumo de gás natural será de 2,12MMNm³/dia, totalizando um consumo total de 3,20 MMNm³/dia para operação dos três blocos de geração previstos (Blocos 1, 2 e 3). Esses gases serão liberados na atmosfera através do chaminé principal de exaustão, após circularem nas caldeiras de geração de vapor, de modo a permitir a recuperação de parte do calor neles contido. As emissões de No_x (como NO₂), principal preocupação ambiental numa usina a

gás natural, não ultrapassarão 25 ppm, conforme garantia do fabricante, estando muito abaixo do limite preconizado pelo Banco Mundial, que é de 125 mg/Nm³. Óxido de enxôfre, monóxido de carbono e material particulado serão gerados em proporções mínimas, face o teor de enxôfre máximo do gás natural (< 20 mg/Nm³ em H₂S) e o caráter reconhecidamente limpo da queima desse combustível em termos de combustão praticamente total (pouquíssimo CO e MP). A Tabela 4 adiante apresenta os valores das emissões atmosféricas máximas estimadas para a UTE, e apresenta os padrões aplicáveis.

Tabela 4. Emissões atmosféricas máximas da UTE e padrões aplicáveis.

Poluente	Concentração Máxima (mg/Nm³)*	Limite Nacional (Res. CONAMA 08/90)	Banco Mundial** (mg/Nm³)
NO _x	51,0 (25 ppm)	NR	125
CO	100,0	NR	NR
SOX	14,39 (5 ppm)	2.000 g/10 ⁶ Kcal ≅ 1.333 mg/Nm ^{3***}	2.000
Material Particulado-MP	50,0	120 g/10 ⁶ Kcal ≅ 80 mg/Nm ^{3***}	50

NR - não regulado;

* Admitido pelos Consultores com base na garantia do fabricante, no seu Banco de Dados e no limite máximo recomendado pelo Banco Mundial quando existente;

** "Pollution Prevention and Abatement Handbook, The World Bank Group, 1997, Thernal Power-Guidelines for New Plants";

***Para queima de óleo, já que gás natural não é regulado.

- Efluentes Líquidos - os efluentes líquidos oriundos da UTE de Duque de Caxias serão formados pelas descargas de água de processo (190 m³/h após as 3 etapas) e de esgotos (6 m³/dia). A água de processo, correspondente a purgas do sistema de resfriamento (principal descarga) e arrefecimento/purga de caldeiras, após tratamento adequado à natureza dessas correntes - note-se a disposição do empreendedor quanto à não utilização de compostos de zinco para tratamento da água de refrigeração -, será descartada na rede de drenagem natural da região e atingirá a Baía de Guanabara na zona estuarina do rio Iguaçu. O ponto específico de lançamento será definido pelos estudos de impacto ambiental. A rede de drenagem natural existente, formada por vários canais, é utilizada pelas indústrias situadas na área para descarte das águas industriais. Os esgotos sanitários da planta serão encaminhados ao sistema de coleta e tratamento da REDUC.

As matrizes mostram uma síntese dos impactos ambientais, onde cada uma delas apresentam 8 colunas: Sistemas e Ações; Evento Causador do Impacto; Estrutura/Processo Impactado; Alterações e Fenômenos Ambientais Envolvidos; Indicadores de Impactos; Caracterização do Impacto; Monitoração, Mitigação e Compensação; Algoritmo.

As matrizes estão ordenadas de acordo com os meios físicos, biótico e sócio-econômico. A matriz dos algoritmos dos impactos ambientais $\{IA^n\}$ com fatores decorrentes da manifestação de fenômeno contém colunas de intensidade de impacto (V_{pi}) que mensura a intensidade de impacto; a importância de impacto (R_g) que mensura a relevância do mesmo, a estimativa do impacto distribuído (IAD) com os respectivos valores de escala nominal (positivo/negativo). Em todas as colunas considera-se as possibilidades com/sem Programa de Gestão Ambiental (PGA).

As tabelas com os resultados matriciais obtidos para este estudo estão em anexos.

Conclusão

A construção do empreendimento terá impactos mínimos, por se tratar de terreno já alterado, localizado em zona industrial consolidada, conforme a planta de situação em anexo. As linhas de transmissão utilizarão, sempre que possível, as faixas de domínio existentes, ou buscarão traçados que minimizem os impactos ambientais de sua instalação e operação.

A operação do empreendimento irá gerar emissões gasosas e efluentes líquidos, de acordo com os padrões ambientais aplicáveis discutidos adiante.

Praticamente não ocorrerá a geração de resíduos sólidos no processo produtivo, uma vez que a principal fonte desses resíduos num empreendimento do gênero, seria a unidade de produção de água desmineralizada para caldeiras. Como este tipo de água será adquirido da REDUC, não haverá a geração de resíduos como borras de tratamento e resinas gastas. Assim sendo, os resíduos sólidos serão gerados basicamente pelas atividades administrativas e de manutenção das instalações e equipamentos.

A tabela 5 evidencia que o IAD Total dos Impactos Positivos é maior que o IAD dos Impactos Negativos, independente de adoção de PGA. No entanto, IAD Positivo com PGA (3.8) é maior que IAD Positivo sem PGA (3.4). A diferença de adoção PGA torna-se fundamental para minimização de impactos negativos, pois IAD Negativo com PGA (0.3) representa 35,27% do valor de IAD Negativo sem PGA (2.92). Utilizando-se o Coeficiente de Importância Relativa (CIR), observa-se uma acentuação da diferença entre IAD Positivo e IAD Negativo.

Referências

ANAIS. Transportation Energy and Environmental Policy for the 21st Century. Monterey California, 24-27 august 1999.

HOUGHTON, J. T., ed. Climate change 1995: the science of climate change. New York: Cambridge University Press, 1996. 2v.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Relatorios, 1992 e 1995.

Mc CORMICK, R. A. 1962: Air Pollution Some Meteorological Aspects, *Weatherwise*, 15, 229-263.

RIZHKIN, C. Turbomáquinas Térmicas, Ed. Dossat S.A. , Madrid, 1973.

SOUZA, Z. Elementos de Máquinas Térmicas, Ed. Campus/EFEI, Rio de Janeiro, 1980.

WILSON, C.L. Energia: Estratégias Globais – 1985 a 2000, GEEE, Ed. Atlântica, Rio de Janeiro, 1978.

WILSON, D. Quantifying and Comparing Fuel-Cycle Greenhouse-Gas Emissions. *Energy Policy*, p.550-562, july/august 1990.

Anexos de Tabelas

Tabela 5. Escala de Impactos

Escala Nominal	IAD Total Sem PGA	n	CIR	IAD Total Com PGA	n	CIR
Impactos Positivos	3.4	6	0.57	3.8	6	0.63
Impactos Negativos	2.9	20	0.15	1.03	20	0.05

Tabela 6.: Síntese da Avaliação dos Impactos sobre o Meio Físico

Sistema e Ações	Evento Causador do Impacto	Estrutura/ Processo Impactado	Alterações e Fenômenos Ambientais Envolvidos
Implantação	Aterro e Terraplanagem	Relevo/ Paisagem	Alteração da Paisagem
Implantação	Extração de material terroso em jazida	Relevo	Exposição do solo, erosão, produção de sedimentos
Implantação	Exploração da jazida, tráfego de veículos pesados, aterro e Terraplanagem	Atmosfera	Degradação dos índices de qualidade do ar
Implantação	Dragagem do canal do Honorato	Recursos hídricos	Produção de sedimentos

Tabela 7. Síntese da Avaliação dos Impactos sobre o Meio Físico

Indicadores de Impacto	Caraterização do Impacto	Monitoração, Mitigação e Compensação	ALGORÍTMO
Modificação do Relevo	Negativo, local, direto, permanente, de ação imediata e intensidade baixa		IA1
Voçorocas, ravinas, assoreamento dos cursos d'água, geração de poeira	Negativo, direto, regional, permanente; irreversível, de ação imediata e de alta intensidade (caso a área não seja recuperada) e de baixa intensidade (caso haja recuperação da área)	Recuperação da área degradada	IA2
Afastamento da avifauna, deposição de poeira, problemas respiratórios na população Aumento da turbidez das águas	Negativo, direto, local, temporário; reversível, de ação imediata e média intensidade Negativo, direto, local, temporário, reversível, de ação imediata e de intensidade baixa	Umidificação da vias de circulação e da área de aterro	IA3

Tabela 8. Síntese da Avaliação dos Impactos sobre o Meio Físico

Sistema e Ações	Evento Causador do Impacto	Estrutura/ Processo Impactado	Alterações e Fenômenos Ambientais Envolvidos
Implantação	Dragagem do canal do Honorato	Recursos hídricos	Produção de sedimentos finos
Implantação	Descarte de efluentes líquidos do canteiro de obras	Recursos hídricos	Alteração da qualidade das águas
Operação			Aumento do nível de ruído

Tabela 9. Síntese da Avaliação dos Impactos sobre o Meio Físico

Indicadores de Impacto	Caraterização do Impacto	Monitoração, Mitigação e Compensação	ALGORITMO
Assoreamento do canal de tomada d'água	Negativo, indireto, regional, temporal; reversível, de ação imediata e de intensidade média		IA5
Aumento da turbidez das águas	Negativo, direto, local, temporário; reversível, de ação imediata e de intensidade média	Tratamento de efluente	IA6
Alteração na qualidade ambiental	Negativo, direto, local, temporário; reversível, de ação imediata e de intensidade baixa e média		IA7

Tabela 10. Síntese da Avaliação dos Impactos sobre o Meio Físico

Sistema e Ações	Evento Causador do Impacto	Estrutura/ Processo Impactado	Alterações e Fenômenos Ambientais Envolvidos
Operação	Emissões atmosféricas (MP, CO, NO _x e SO _x)	Atmosfera	Alteração da qualidade do ar
Operação	Descarte de efluentes líquidos	Recursos hídricos	Alteração da qualidade das águas
Operação	Produção de resíduos sólidos	Solo	Poluição do solo
Implantação	Operação da usina		Aumento do nível de ruído

Tabela 11. Síntese da Avaliação dos Impactos sobre o Meio Físico

Indicadores de Impacto	Caraterização do Impacto	Monitoração, Mitigação e Compensação	ALGORÍTMO
Poluição do ar	Negativo, local, temporário; reversível, de ação imediata e de intensidade baixa	Implantação de sistemas de tratamento adequados	IA8
Aumento da turbidez	Negativo, direto, local, temporário; reversível, de ação imediata e de intensidade baixa	Implantação de sistemas de tratamento adequado	IA9
	Não forma caracterizados como significativos	Implantação de sistemas de tratamento adequado	IA10

Tabela 12. Síntese da Avaliação dos Impactos sobre o Meio Biótico

Sistema e Ações	Evento Causador do Impacto	Estrutura/ Processo Impactado	Alterações e Fenômenos Ambientais Envolvidos
Implantação	Aterro e Terraplanagem	Ecossistemas terrestre e aquático	Perda da Biodiversidade
Implantação	Canteiro de obras	Ecossistema aquático	Alteração da qualidade das águas
Implantação	Tráfego De veículos	Ecossistema terrestre	Deslocamento da fauna; alteração dos processos fisiológicos das plantas
Operação	Emissão de efluentes líquidos, gasosos e resíduos sólidos	Ecossistemas terrestre aquáticos	Efeitos diretos e indiretos sobre a qualidade do ar e da água

Tabela 13. Síntese da Avaliação dos Impactos sobre o Meio Biótico

Indicadores de Impacto	Caraterização do Impacto	Monitoração, Mitigação e Compensação	ALGORÍTMO
Destruição de habitats	Negativo, local, permanente, direto, irreversível, de ação imediata e de intensidade alta		IA12
Aumento da turbidez	Negativo, local, temporário; reversível, de ação imediata e de intensidade baixa	Implantação de sistemas de tratamento adequados	IA13
Não visualização de espécies da avifauna; deposição de poeira sobre a vegetação	Negativo, local, temporário; reversível, de ação imediata e de intensidade baixa		IA14
Alteração na qualidade ambiental	Não forma caracterizados como significativos	Sistemas de tratamento específico	IA15

Tabela 14. Síntese da Avaliação dos Impactos sobre o Meio Sócio-Econômico

Sistema e Ações	Evento Causador do Impacto	Estrutura/ Processo Impactado	Alterações e Fenômenos Ambientais Envolvidos
Implantação		Solo Urbano	Alteração do uso e ocupação do solo
Implantação		Serviços Públicos	Pressão sobre infraestrutura de serviços públicos
Implantação			Geração de empregos
Implantação			Desmobilização do canteiro de obras

Tabela 15 . Síntese da Avaliação dos Impactos sobre o Meio Sócio-Econômico

Indicadores de Impacto	Caraterização do Impacto	Monitoração, Mitigação e Compensação	ALGORÍTMO
	Positivo, local, permanente, direto, irreversível, de intensidade baixa		IA16
	Negativo, local, temporário; direto, reversível, de ação imediata e de intensidade baixa		IA17
	Positivo, local, temporário; reversível, de ação imediata e de intensidade média		IA18
	Negativo, local, permanente, direto, irreversível de intensidade média		IA19

Tabela 16. Síntese da Avaliação dos Impactos sobre o Meio Sócio-Econômico

Sistema e Ações	Evento Causador do Impacto	Estrutura/ Processo Impactado	Alterações e Fenômenos Ambientais Envolvidos
Implantação			Aumento da arrecadação tributária
Implantação			Variação de pressão sobre sistema viário
Operação			Aumento de ofertas e confiabilidade de energia elétrica
Operação			Geração de empregos

Tabela 17. Síntese da Avaliação dos Impactos sobre o Meio Sócio-Econômico

Indicadores de Impacto	Caraterização do Impacto	Monitoração, Mitigação e Compensação	ALGORÍTMO
	Positivo, regional, temporário, direto, reversível, de ação imediata e de intensidade alta		IA20
	Negativo, local, temporário; reversível, de ação imediata e de intensidade média		IA21
	Positivo, regional, permanente; direto, irreversível, de intensidade alta		IA22
	Positivo, local, permanente, direto, irreversível e de intensidade baixa		IA23