



**SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GIA 18
14 a 17 Outubro de 2007
Rio de Janeiro - RJ

GRUPO XI

GRUPO DE ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA CADEIA DE PRODUÇÃO ENERGÉTICA A PARTIR DE DERIVADOS DO PETRÓLEO

Ana Paula Athanzio Coelho*

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA

RESUMO

A matriz elétrica brasileira apresenta, dentre vários energéticos, os derivados de petróleo. Em 2005, esses insumos contribuíram em 2,8% na oferta de eletricidade (1).

A indústria petrolífera é caracterizada como potencialmente poluidora, causando significativos impactos ambientais em toda a cadeia de produção energética.

A maioria dos estudos de identificação e avaliação de impactos ambientais foca somente uma atividade dentro da cadeia. Este Informe Técnico tem como objetivo identificar os principais impactos que ocorrem em toda a cadeia de produção energética a partir de derivados de petróleo, dando ênfase à geração de gases de efeito estufa, na produção de energia elétrica.

PALAVRAS-CHAVE

Petróleo, Impacto Ambiental, Termelétrica, Gases de Efeito Estufa

1.0 - INTRODUÇÃO

No contexto atual, é grande a preocupação com as questões ambientais, sejam elas de nível global ou local. O desempenho ambiental das indústrias, no mundo inteiro, deixou de ser um interesse somente destas para se tornar interesse de seus fornecedores e clientes, investidores, Governo e sociedade como um todo.

A produção de petróleo no país está tendo um crescimento significativo. Novas descobertas de campos de petróleo e gás natural levaram a um aumento das reservas provadas e o desenvolvimento de novas tecnologias permitiu que a atividade de Exploração e Produção - E&P avançasse no sentido de águas cada vez mais profundas. Diante deste quadro, a expectativa é de que a produção nacional continue crescendo, mantendo assim a auto-suficiência do país.

Segundo a legislação brasileira (2), petróleo pode ser definido como todo e qualquer hidrocarboneto líquido em seu estado natural, a exemplo do óleo cru e condensado.

Além de predominante no setor de transportes, o petróleo ainda é o principal responsável pela geração de energia elétrica em diversos países do mundo. No Brasil, onde a geração de energia elétrica é predominantemente de fonte hídrica, a geração térmica com derivados de petróleo é pouco expressiva. Atualmente, as funções de um sistema termelétrico a óleo são: atender a demanda de ponta; oferecer flexibilidade de operação e planejamento; atender a sistemas isolados ou remotos; e prover carga básica ou intermediária, quando não há alternativas mais econômicas (3). A figura 1 apresenta a localização das termelétricas a derivados de petróleo no país (3).

A tabela 1 apresenta o número de usinas termelétricas com suas respectivas fontes de energia. Observa-se a

(*) Avenida Rio Branco, 1 – 11º andar – CEP 20090-003 - Rio de Janeiro, RJ – Brasil
Tel: (+55 21) 3512-3257 – Fax: (+55 21) 3512-3199 – Email: ana.coelho@epe.gov.br

presença de 566 empreendimentos termelétricos à base de derivados de petróleo, o que equivale a 4,27% da produção de energia nacional (4).

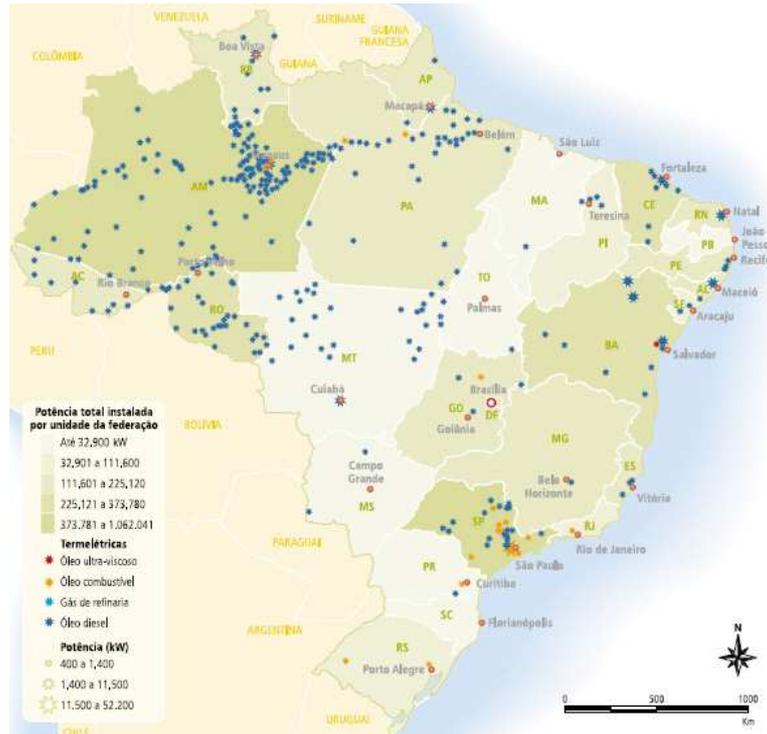


FIGURA 1 – Localização das termelétricas a derivados de petróleo no país.

TABELA 1 – Matriz de energia elétrica (atualizada em 23.02.07)

Empreendimentos em Operação							
Tipo	Capacidade Instalada			%	Total		
	N.º de Usinas	(kW)			N.º de Usinas	(kW)	%
Hidro	-	639	74.333.757	70,70	639	74.333.757	70,70
Gás	Natural	74	9.859.913	9,38	101	10.798.471	10,27
	Processo	27	938.558	0,89			
Petróleo	Óleo Diesel	546	3.058.784	2,91	566	4.466.294	4,25
	Óleo Residual	20	1.407.510	1,34			
Biomassa	Bagaço de Cana	226	2.677.361	2,55	269	3.713.385	3,53
	Licor Negro	13	785.262	0,75			
	Madeira	26	224.332	0,21			
	Biogás	2	20.030	0,02			
	Casca de Arroz	2	6.400	0,01			
Nuclear		2	2.007.000	1,91	2	2.007.000	1,91
Carvão Mineral	Carvão Mineral	7	1.415.000	1,35	7	1.415.000	1,35
Eólica		15	236.850	0,22	15	236.850	0,22
Importação	Paraguai	-	5.650.000	5,46	-	8.170.000	7,77
	Argentina	-	2.250.000	2,17			
	Venezuela	-	200.000	0,19			
	Uruguai	-	70.000	0,07			
Total		1.599	105.140.757	100	1.599	105.140.757	100

A indústria petrolífera, pelas características dos materiais manipulados e das atividades e processos envolvidos, é caracterizada como potencialmente poluidora e utilizadora de recursos ambientais (5), além de ser causadora de significativo impacto ambiental (6).

Entende-se por *poluição* uma alteração indesejável nas características físicas, químicas ou biológicas da biota que cause ou possa causar prejuízo à saúde, à sobrevivência ou às atividades dos seres vivos, ou ainda deteriorar materiais (6).

Impacto ambiental pode ser definido por “(...) qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetem:

- I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II – as atividades sociais e econômicas;
- III – a biota;
- IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V – a qualidade dos recursos ambientais.” (7).

Impacto ambiental também pode ser definido como uma alteração, favorável ou desfavorável, produzida por uma ação ou atividade humana no meio ambiente (8).

Para gerenciar os impactos ambientais oriundos da indústria petrolífera é necessário analisar as operações envolvidas em cada fase, correlacionando suas atividades com as características ambientais das áreas em que as mesmas são desenvolvidas.

Neste trabalho são identificados os impactos mais significativos causados em toda a fase da cadeia energética de produção de petróleo, dando ênfase às emissões de gases de efeito estufa na produção de energia elétrica. Serão propostas medidas mitigadoras para os impactos ambientais identificados, visando minimizar os possíveis efeitos negativos das atividades em questão.

2.0 - IMPACTOS CAUSADOS PELAS ATIVIDADES DA CADEIA ENERGÉTICA

Embora somente uma etapa dentro da cadeia energética seja de responsabilidade direta do setor elétrico (a geração de energia por termelétricas), é fundamental que sejam considerados os impactos da cadeia energética completa, que podem afetar a sociedade como um todo.

A cadeia de produção energética a partir dos derivados de petróleo inclui várias etapas que variam de acordo com a tecnologia empregada, podendo, no entanto, ser generalizada como se segue (9).

2.1 Atividade Exploratória

Trata-se de levantamentos geológicos (geologia de superfície) e geofísicos (gravimetria, magnetometria e sísmica) com o intuito de escolher os melhores locais para realizar a perfuração. Pode ser realizada *onshore* (em terra) como *offshore* (no mar). A geologia de superfície analisa as características das rochas na superfície e pode ajudar a prever seu comportamento a grandes profundidades. O método geofísico mais utilizado é a sísmica, que procura, por intermédio de sofisticados instrumentos, fazer uma espécie de radiografia do subsolo. A aquisição de dados sísmicos offshore utiliza embarcações que rebocam cabos com receptores e fontes de energia (canhões de ar comprimido chamados de *air guns*). Os canhões disparam pulsos de ar comprimido, formando ondas compressionais, que viajam pelas camadas geológicas do solo, sendo refletidas ao encontrar uma interface entre duas camadas geológicas diferentes (descontinuidade), retornando à superfície. A recepção das ondas acústicas refletidas é feita através de detectores de pressão denominados geofones ou hidrofones, que transformam impulsos acústicos em energia elétrica. Esses detectores registram o instante de chegada e a intensidade do sinal refletido, fazendo com que seja possível determinar a posição exata do obstáculo que provocou a reflexão do sinal. Com essas informações são construídas imagens que revelam as estruturas que podem conter uma possível acumulação de petróleo.

A atividade exploratória realizada pelo método sísmico causa perturbação acústica na fauna (marinha ou terrestre, dependendo de onde a atividade for realizada), interdição temporária da área onde o estudo está sendo realizado, interferência com a atividade turística e distorção estética (se a atividade for realizada próximo à costa ou em terra), além de geração de expectativas na comunidade.

2.2 Perfuração e completação de poços de petróleo

Consiste em perfurar e equipar, utilizando-se uma sonda e equipamentos específicos, locações previamente determinadas, tendo como base os estudos exploratórios realizados. A perfuração consiste em perfurar o solo pela ação do movimento de rotação e peso aplicados a uma broca existente na extremidade de uma coluna de perfuração. Os fragmentos de rochas produzidos na perfuração, chamados de cascalhos, são retirados continuamente através do fluido de perfuração, que é bombeado para o interior da coluna de perfuração e volta à superfície através do anular, formado pelas paredes do poço e pela coluna de perfuração. O fluido de perfuração e os cascalhos voltam à sonda e são tratados por uma série de equipamentos específicos. O fluido é reutilizado enquanto que o cascalho e todo material sólido separado são descartados. A completação consiste em equipar os poços para que os mesmos possam entrar em operação. Fazem parte da completação, atividades como revestir o poço com tubos apropriados para a fase de produção, condicionar (raspar) o interior do poço, cimentar o espaço entre o revestimento e a parede do poço, perfilar (verificar a qualidade da cimentação) o poço, canhonear (realizar perfurações no revestimento e no cimento) as zonas de interesse, instalar a coluna de produção e a Árvore de Natal (conjunto de válvulas que controlam o fluxo do poço).

A perfuração e completação de poços de petróleo causam alteração da qualidade do solo e da água (corpo hídrico

receptor) devido ao descarte de fluido de perfuração (descartado quando sua reutilização não for mais possível) e cascalho, pressão sobre a infra-estrutura de disposição de resíduos devido à grande quantidade de resíduos sólidos gerados que deverão receber tratamento e disposição final adequados a sua natureza, interferência com a atividade turística e distorção estética (se a atividade for realizada próximo à costa ou em terra), além de geração de expectativas na comunidade.

2.3 Produção do petróleo

Consiste na extração do petróleo, em escala comercial, através dos poços perfurados e completados. No mar, os poços são interligados a uma plataforma de produção através de dutos flexíveis, chamados de linhas de produção. Além das linhas de produção, também são interligados aos poços os umbilicais eletro-hidráulicos de controle, que visam controlar o funcionamento das válvulas submarinas que equipam os poços. Quando os fluidos contidos no reservatório possuem pressão suficiente para vir até a superfície, os poços são chamados de "surgentes". Com o passar do tempo, a pressão do reservatório tende a cair sendo necessária a utilização de um método de elevação artificial. O método mais utilizado é a injeção de gás nos poços (gás *lift*) para auxiliar o processo de elevação e escoamento dos fluidos presentes no reservatório até a superfície. O objetivo dos poços injetores de água é manter a pressão do reservatório, facilitando também a recuperação dos fluidos ali contidos. Chegando na plataforma, a produção é alinhada para uma série de equipamentos que visam tratar e separar a corrente produzida em óleo, gás e água, geralmente. O óleo é encaminhado para um terminal terrestre enquanto que o gás, após ser desidratado, também é encaminhado para terra. A água separada é descartada ao mar após passar por tratamento adequado, visando enquadramento do teor de óleos e graxas (TOG).

A produção do petróleo causa alteração na qualidade da água (corpo hídrico receptor) devido ao descarte de água de produção, pressão sobre a infra-estrutura de disposição de resíduos devido à grande quantidade de resíduos sólidos gerados que deverão receber tratamento e disposição final adequados a sua natureza, interferência com a atividade turística e distorção estética (se a atividade for realizada próximo à costa ou em terra), além de geração de expectativas na comunidade.

2.4 Transporte de petróleo e derivados

Após serem produzidos, separados e tratados, o petróleo e o gás natural devem ser transportados até terminais e destes para as refinarias. Por outro lado, os derivados produzidos nas refinarias devem ser transportados até os terminais de distribuição e destes, até os consumidores. O transporte de petróleo e derivados é realizado, em grande escala, através de dutos (oleodutos e polidutos) e embarcações chamadas de navios petroleiros. Em média ou pequena escala, o transporte pode ser feito através de caminhões-tanque. Os dutos são a forma mais segura de transportar grandes volumes de petróleo e derivados a grandes distâncias, pois os sistemas de supervisão e controle aumentam a eficiência e a segurança das operações. O transporte por dutos é constante durante as 24 horas do dia, praticamente independe de fatores externos e possui alta eficiência energética, pois somente a carga se move. Sua construção, no entanto, envolve altos investimentos, exigindo estudos minuciosos que justifiquem resultados vantajosos.

As atividades de montagem e instalação de dutos costumam causar vários impactos ambientais como remanejamento involuntário de comunidades e modificações dos padrões de uso e ocupação do solo. Já na fase de operação dos oleodutos e polidutos, o impacto mais marcante é a geração de apreensão por parte da população devido à possibilidade de ocorrência de acidentes.

Para o transporte feito através do modal marítimo (navios-petroleiros) destacam-se como impactos mais relevantes o aumento na pressão sobre a infra-estrutura de recebimento do petróleo e pressão sobre o tráfego marítimo, além de geração de apreensão por parte da sociedade devido à possibilidade de ocorrência de acidentes.

2.5 Refino do petróleo

Pode ser definido como a série de beneficiamentos pelo qual o mineral bruto (petróleo) passa visando a obtenção de determinados produtos. Refinar petróleo é, em última análise, separar suas frações e processá-las, transformando-as em produtos de ampla utilidade. A grande diversidade de derivados pode ser classificada em derivados combustíveis ou energéticos (GLP, GNV, gasolina, óleo diesel, óleo combustível, querosenes de aviação e de iluminação) e derivados não-combustíveis ou não-energéticos (asfalto, lubrificantes, solventes, parafinas, coque de petróleo e resíduos). O processamento do petróleo nas refinarias se dá, basicamente, por três estágios: destilação atmosférica, destilação a vácuo e craqueamento (térmico ou catalítico). Na destilação atmosférica a corrente é encaminhada para uma torre de fracionamento que é aquecida, separando as frações através do seu intervalo de ebulição. As frações mais pesadas obtidas na destilação atmosférica são encaminhadas para a segunda fase de processamento, chamada de destilação a vácuo, consistindo de uma torre de fracionamento que opera com pressão reduzida com o objetivo de baixar a temperatura de ebulição dos compostos pesados, evitando a decomposição térmica de parte dos seus componentes. A terceira fase do processamento, chamada de craqueamento, tem como alvo, principalmente, o mercado da gasolina. O craqueamento, térmico (utilizando-se fornecimento de calor) ou catalítico (utilizando-se catalisadores), visa quebrar as cadeias moleculares de óleos pesados, obtendo frações mais leves. Existe, ainda, uma infinidade de processos nas refinarias, visando transformar frações pesadas de petróleo em produtos mais leves (processos de separação), colocar as frações destiladas dentro das especificações adequadas para o consumo (processos de conversão) e eliminar impurezas presentes nas frações que possam comprometer sua qualidade final (processos de tratamento ou acabamento).

O refino do petróleo gera diversos tipos de emissões, efluentes e resíduos perigosos que, em última análise, podem alterar a qualidade do ar devido ao lançamento de poluentes na atmosfera, alterar a qualidade da água e alterar a biota do corpo hídrico receptor, além de causar pressão sobre a infra-estrutura de disposição de resíduos devido à grande quantidade de resíduos sólidos gerados que deverão receber tratamento e disposição final adequados a sua natureza. Também é observada a geração de apreensão por parte da população devido à possibilidade de ocorrência de acidentes.

2.6 Geração de energia nas termelétricas

O funcionamento das termelétricas é baseado na conversão de energia térmica em energia mecânica, e desta em energia elétrica. O processo é iniciado com o aquecimento de um fluido que assim, se expande realizando trabalho juntamente a turbinas térmicas. Logo após, ocorre o acionamento mecânico de um gerador elétrico acoplado ao eixo da turbina, obtendo-se assim energia elétrica (10).

No caso de usinas termelétricas a derivados de petróleo (óleo combustível e óleo diesel), a produção de energia térmica se dá pela transformação da energia química dos combustíveis fósseis. O método de combustão utilizado é a combustão externa (Ciclo Rankine), onde o combustível não entra em contato com o fluido de trabalho, geralmente água desmineralizada que, após a troca térmica com a queima do combustível, se expande na forma de vapor em uma turbina produzindo energia mecânica.

A emissão de poluentes atmosféricos pode ser considerada a principal ação impactante na operação de usinas termelétricas (11). Esse aspecto leva à alteração da qualidade do ar devido ao lançamento de poluentes atmosféricos (MP, SO_x, NO_x e CO), além da emissão de gases de efeito estufa (CO₂, CH₄ e N₂O). Também devem ser citados a alteração do corpo hídrico receptor devido ao lançamento de efluentes líquidos, principalmente os provenientes do sistema de água de resfriamento, além de distorção estética e ruído. A geração de resíduos sólidos é pouco significativa nas termelétricas a óleo diesel e a óleo combustível.

2.7 Impactos positivos oriundos da cadeia energética de derivados de petróleo

Os benefícios econômicos e sociais decorrentes das atividades de exploração e produção de petróleo, bem como da geração de energia, estão associados ao dinamismo econômico em função da geração de empregos diretos e indiretos, do aumento da demanda por bens e serviços em uma dada região e, em consequência, do aumento da arrecadação tributária. Especificamente na etapa de produção de petróleo, soma-se o aporte de recursos advindos da distribuição dos *royalties* e das Participações Especiais aos estados e municípios afetados pela atividade.

No caso da geração de energia elétrica, é na etapa de construção da usina termelétrica que se esperam as maiores contribuições em termos de promoção do dinamismo econômico, em decorrência do aumento da massa salarial e da aquisição de bens e serviços nos locais de sua implantação.

Do ponto de vista do volume de empregos a serem gerados, a implantação de dutos, linhas de transmissão e usinas termelétricas demanda um número bastante expressivo de mão-de-obra de diferentes níveis de qualificação. Os benefícios econômicos e sociais advindos da contratação de mão-de-obra poderão ser maximizados se forem priorizadas as contratações locais ou regionais assim como a aquisição de materiais e insumos para as obras (12).

2.8 Quadro-Resumo dos principais impactos ambientais identificados e proposição de medidas mitigadoras

Diante do exposto, pode-se inferir que há ocorrência de vários impactos socioambientais em toda a cadeia de produção energética dos derivados de petróleo. É comum a elaboração, proposição e implementação de planos, programas e projetos ambientais de forma a permitir a articulação de ações de controle ambiental voltadas a um mesmo objetivo. Os planos, programas e projetos ambientais geralmente propostos estão apresentados na tabela 2.

TABELA 2 – Principais impactos da cadeia de produção energética por derivados de petróleo

IMPACTO	ATIVIDADE	MEDIDA MITIGADORA
- Perturbação acústica na fauna	SIS	- Utilizar método <i>Soft Start</i> (aumentar a intensidade do pulso sonoro gradualmente) - Manter um observador treinado na embarcação para identificação de cetáceos, sirênios e quelônios. Caso esses animais sejam avistados na rota do navio sísmico, interromper temporariamente a operação
- Alteração na qualidade do solo e da água devido ao descarte de cascalhos e fluido de perfuração	PER	- Implantar as ações contidas no Projeto de Controle da Poluição (gerenciar os efluentes líquidos com foco na minimização, tratamento e controle dos mesmos) - Realizar monitoramento ambiental antes e depois da atividade
- Alteração na qualidade da água devido ao descarte de água de produção	PRO	- Implantar as ações contidas no Projeto de Controle da Poluição (gerenciar os efluentes líquidos com foco no tratamento e controle dos mesmos)
- Interdição temporária da área	SIS, PER, PRO	- Implantar as ações contidas no Projeto de Comunicação Social (informar a população da área de influência da atividade sobre a ocorrência das operações)
- Interferência com a atividade turística	SIS, PER, PRO	
- Distorção estética	SIS, PER, PRO	
- Geração de expectativas na comunidade	SIS, PER, PRO, TRA, REF	
- Pressão sobre a infra-estrutura de disposição de resíduos	PER, PRO, REF	- Implantar as ações contidas no Projeto de Controle da Poluição (gerenciamento correto dos resíduos sólidos gerados, priorizando a minimização e coleta seletiva dos mesmos e encaminhamento para reciclagem) - Implantar as ações contidas no Projeto de Treinamento Ambiental dos Trabalhadores
- Remanejamento involuntário de comunidades	TRA	- Comunicação e negociação com a população afetada - Relocação de localidades - Remanejamento da população (reassentamento, relocação e indenização)
- Modificação dos padrões de uso e ocupação do solo	TRA	- Gestão junto aos municípios, estados, proprietários e / ou ocupantes das terras e órgãos ambientais, quanto ao uso do solo
- Aumento na pressão sobre a infra-estrutura de recebimento do petróleo	TRA	- Ampliação dos terminais de recebimento de petróleo
- Aumento na pressão sobre o tráfego marítimo	TRA	- Implantar as ações contidas no Projeto de Treinamento Ambiental dos Trabalhadores (normas de segurança da navegação)
- Alteração na qualidade do ar e da água devido à geração de emissões (poluentes e gases de efeito estufa) e efluentes	REF	- Implantar as ações contidas no Projeto de Controle da Poluição (gerenciamento correto dos resíduos sólidos gerados, priorizando a minimização e coleta seletiva dos mesmos e encaminhamento para reciclagem)
- Alteração da qualidade do ar devido à geração de emissões (poluentes e gases de efeito estufa)	TER	- Implantar as ações contidas no Projeto de Controle da Poluição (instalação de equipamentos de controle de emissões – ciclones, precipitadores eletrostáticos, filtros)

Nota: SIS – Sísmica; PER - Perfuração e Completação de poços; PRO - Produção de Petróleo; TRA: Transporte; REF – Refino; TER: Geração de energia em termelétricas a derivados de petróleo.

3.0 - EMISSÕES ATMOSFÉRICAS EVITADAS DEVIDO À SUBSTITUIÇÃO DE TERMELÉTRICAS A DERIVADOS DE PETRÓLEO POR FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA

Um dos objetivos principais da interligação dos sistemas isolados ao Sistema Interligado Nacional (SIN) é a substituição da geração termelétrica, a partir de combustíveis fósseis, por energia de origem hidrelétrica (13; 14). Essa ação promoverá a redução das emissões de gases de efeito estufa, oferecendo a possibilidade de obter os benefícios financeiros oriundos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

O MDL, um dos três mecanismos previstos no Protocolo de Quioto, tem como objetivo flexibilizar o cumprimento das metas dos países industrializados através da compra de créditos de redução de emissões de carbono (Reduções Certificadas de Emissões - RCEs), gerados em projetos implantados em países em desenvolvimento. Dentre os projetos considerados elegíveis no MDL encontram-se aqueles relacionados à substituição de fontes de energia fósseis por fontes renováveis ou com fatores de emissão de carbono menores. Desta forma, projetos de linhas de transmissão que promovam a desativação de termelétricas podem ser considerados como projetos elegíveis.

As interligações Acre/Rondônia – Mato Grosso e Tucuruí – Macapá – Manaus, previstas para 2008 e 2012, respectivamente, vão contemplar o atendimento a sistemas, hoje isolados, na região Amazônica. A interligação Tucuruí – Macapá – Manaus vai permitir o atendimento a Manaus, ao Amapá e às cidades situadas na margem esquerda do rio Amazonas entre Manaus e Amapá (15).

Para este Informe Técnico foram calculadas estimativas das emissões que serão evitadas após a efetivação das interligações acima citadas e conseqüente desativação de usinas termelétricas cujos combustíveis são derivados de petróleo (óleo diesel e óleo combustível). Os fatores de emissão utilizados (16) estão apresentados na tabela 3. Ressalta-se que não foi considerado a mudança de estoque de carbono em virtude da supressão da vegetação para instalação das linhas de transmissão e implantação das faixas de passagem. Também não foram consideradas as emissões de gases de efeito estufa produzidas por hidrelétricas.

TABELA 3 – Fatores de emissão utilizados na estimativa das emissões de gases de efeito estufa (16)

COMBUSTÍVEL	FATOR DE EMISSÃO (tCO ₂ equivalente / MWh)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Óleo Diesel	0,88905	0,00023	0,00149
Óleo Combustível	0,77388	0,00019	0,00093

TABELA 4 - Usinas a serem desativadas (13, 14) e emissões de gases de efeito estufa evitadas

Usinas a serem desativadas devido à interligação Tucuruí – Macapá - Manaus					
Usina	Combustível	Geração (MWh)	Emissões de CO ₂ (t)	Emissões de CH ₄ (t CO ₂ equiv.)	Emissões de N ₂ O (t CO ₂ equiv.)
Mauá	Óleo combustível	557063,80	431102,40	105,31	518,21
Santana	Óleo diesel	265590,84	236123,25	60,25	395,31
El Passo (planta A)	Óleo diesel	457830,70	407033,90	103,87	681,44
Electron	Óleo diesel	78061,00	69400,05	17,71	116,19
São José	Óleo diesel	71632,00	63684,35	16,25	106,62
Municípios do Pará	Óleo diesel	92278,00	82039,66	20,93	137,35
Municípios do Amazonas	Óleo diesel	69811,30	62065,66	15,84	103,91
TOTAL	-	-	1351449,27	340,16	2059,03
Usinas a serem desativadas devido à interligação Acre/Rondônia – Mato Grosso					
Usina	Combustível	Geração (MWh)	Emissões de CO ₂ (t)	Emissões de CH ₄ (t CO ₂ equiv.)	Emissões de N ₂ O (t CO ₂ equiv.)
Termonorte I	Óleo diesel	474792	422113,32	107,71	706,69
Rio Branco I	Óleo diesel	3504	3115,23	0,79	5,22
Rio Acre	Óleo diesel	200604	178346,77	45,51	298,58
TOTAL	-	-	603575,32	154,02	1010,49

A redução anual de 1.353.848,47 t CO₂ equiv./ano devido à interligação Tucuruí – Macapá – Manaus, a partir do ano de 2012, poderia gerar US\$ 6,769,242.30, considerando que a tonelada de carbono dos projetos do MDL

pode ser vendida a US\$ 5,00. Já a interligação Acre/Rondônia – Mato Grosso, a partir do ano de 2008, propiciaria uma redução de 604.739,82 t CO₂ equiv./ano, gerando US\$ 3,023,699.10.

4.0 - CONCLUSÃO

Este Informe Técnico teve como objetivo identificar os impactos mais significativos causados em toda a cadeia energética de produção e processamento de petróleo, dando ênfase à emissão de gases de efeito estufa na produção de energia elétrica.

Pode-se concluir o seguinte:

- Devem ser feitos investimentos na minimização e controle dos impactos ambientais da exploração, perfuração, produção, transporte e refino do petróleo, visando controlar os impactos à saúde dos trabalhadores e a degradação do meio ambiente;
- Os impactos que poderão decorrer das atividades oriundas da cadeia do petróleo não caracterizam uma situação de grave degradação ambiental que se coloque além de uma situação de controle, desde que as medidas mitigadoras recomendadas sejam implementadas;
- Deve-se trabalhar na interligação dos sistemas isolados ao SIN, reduzindo assim custos operativos e consumo de combustíveis e minimizando a emissão de gases de efeito estufa;
- A possibilidade de utilização dos benefícios do MDL para o caso de instalação de linhas de transmissão com conseqüente desativação de usinas térmicas deve ser melhor estudada, de forma que fatores como as emissões oriundas das hidrelétricas e a mudança de estoque de carbono em virtude da supressão da vegetação para instalação das linhas de transmissão e implantação das faixas de passagem sejam contabilizadas.

5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) EPE/MME – Empresa de Pesquisa Energética/Ministério de Minas e Tecnologia . Balanço Energético Nacional – Resultados Preliminares, ano base 2005, 2006. Disponível em www.epe.gov.br.
- (2) BRASIL. Lei nº 9.478/97, de 06 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências.
- (3) ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de Energia Elétrica do Brasil, 2ª edição, 2005. Disponível em www.aneel.gov.br.
- (4) ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. BIG – Banco de Dados da Geração. Disponível em www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=15&idPerfil=2, acesso em 23.02.07.
- (5) BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental – EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA.
- (6) BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre o Licenciamento Ambiental.
- (7) BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J.G.L.; et. al.; Introdução à Engenharia Ambiental. 1ª ed., ed. Prentice Hall. SP, 2002.
- (8) FARAH, P.M.C. Instrumentos Metodológicos para Avaliação do Impacto Ambiental de Empreendimentos de Geração Hidrelétrica. Rio de Janeiro, 1993, 256 p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Coordenação dos Programas de Pós Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- (9) COELHO, A.P.A., Proposição de Medidas Mitigadoras e Potencializadoras para os Impactos Ambientais Provenientes da Indústria do Petróleo – Upstream e Downstream. Monografia de MBA em Gestão Ambiental, CEFET, Rio de Janeiro, 2005.
- (10) TOLMASQUIM, M.T. (COORD). Geração de Energia Elétrica no Brasil. Ed. Interciência, Rio de Janeiro, 2005.
- (11) MEDEIROS, A.M.; Bases Metodológicas para a Incorporação da Variável Ambiental no Planejamento da Expansão Termelétrica no Brasil. Rio de Janeiro, 2003, 126 p. Tese (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Coordenação dos Programas de Pós Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- (12) LIMA/COPPE/UFRJ, Avaliação Ambiental Estratégica para o Setor de Petróleo e Gás Natural no Sul da Bahia, 2003.
- (13) EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Interligação Tucuruí – Macapá – Manaus – Análise dos Estudos Socioambientais e Possibilidades para o MDL. Maio de 2005.
- (14) EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Interligação Acre/Rondônia – Mato Grosso – Análise dos Estudos Socioambientais e Possibilidades para o MDL. Junho de 2005.
- (15) EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2006-2015, 2006. Disponível em www.epe.gov.br.
- (16) LA ROVERE, E. L.; AMERICANO, B. B. Greenhouse Gas Emissions Avoided by Procel: 1990 – 2020 - Final Report. Project Assessment of Global Environmental Impacts of Procel. PPE/COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 1999.