



Foto: Shutterstock

Série Cadernos Técnicos  
Volume I

# Energia e Biodiversidade



Este relatório deve ser citado como:

**LIFE Institute. 2013. Cadernos Técnicos. Vol. I. Energia e Biodiversidade. 28p.**

**Coordenador da Comissão Técnica - Energia:**

Amaro Olímpio Pereira Junior (Programa de Planejamento Energético COPPE/UFRJ)

**Equipe Técnica:**

Luciano Basto Oliveira (Programa de Planejamento Energético COPPE/UFRJ)

Natália Pezzi Fachinelli (Programa de Planejamento Energético COPPE/UFRJ)

Eveline María Vásquez Arroyo (Programa de Planejamento Energético COPPE/UFRJ)

**Colaboradores:**

Karen Barbosa (Petrobras); Ibsen Gusmão Camara; Maron Galliez (UFRJ), Anderson Braga Mendes (Itaipu).

**Edição:** Anke Manuela Salzmann, Regiane Borsato, Miriam Garcia e Marina Cioato.

**Diretora Executiva:** Maria Alice Alexandre

**Agradecimentos**

Comissão Técnica Permanente - LIFE: André Ferretti (Fundação Grupo O Boticário de Proteção a Natureza); Daniel Fernandes (Associação Caatinga); Gláucia Seixas (Fundação Neotrópica); Liz Buck (SPVS); Mariano Cenamo (IDESAM); José Milton Andriguetto (UFPR); Niro Higuchi (INPA); Rafael Loyola (UFG); Tamara Van Kaick (UTFPR); Thomas Lewinsohn (Unicamp); Marcus Vinícius Seixas Cadete (CRA); Newton Kaminski (Itaipu); Vanessa Vitoriano Silva (O Boticário); Veronica Theullen (Grupo OGX); Vinícius Burigo (Petróleo Brasileiro S/A).

**Atualização: Versão I - 22.04.2014**





Foto: Shutterstock

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução</b> .....	<b>04</b>
<b>2. Objetivo do trabalho</b> .....	<b>05</b>
<b>3. Metodologia</b> .....	<b>05</b>
<b>4. Resultados</b> .....	<b>07</b>
4.1 <i>Matriz de Impacto do Petróleo e Derivados</i> .....	<b>08</b>
4.2 <i>Matriz de Impacto do Gás Natural</i> .....	<b>09</b>
4.3 <i>Matriz de Impacto do Carvão Mineral</i> .....	<b>10</b>
4.4 <i>Matriz de Impacto da Energia Nuclear</i> .....	<b>11</b>
4.5 <i>Matriz de Impacto da Biomassa (Lenha)</i> .....	<b>12</b>
4.6 <i>Matriz de Impacto da Biomassa (Residual)</i> .....	<b>13</b>
4.7 <i>Matriz de Impacto da Hidrelétrica</i> .....	<b>14</b>
4.8 <i>Matriz de Impacto dos Biocombustíveis (Etanol)</i> .....	<b>15</b>
4.9 <i>Matriz de Impacto dos Biocombustíveis (Óleos e Biodiesel)</i> .....	<b>16</b>
4.10 <i>Matriz de Impactos do Biogás</i> .....	<b>17</b>
4.11 <i>Matriz de Impacto da Solar</i> .....	<b>18</b>
4.12 <i>Matriz de Impacto da Eólica</i> .....	<b>19</b>
4.13 <i>Matriz de Impacto da Geotérmica</i> .....	<b>20</b>
4.14 <i>Matriz de Impacto da Energia do Mar</i> .....	<b>21</b>
4.15 <i>Matriz de Impacto das Fontes Residuais Não Renováveis</i> .....	<b>22</b>
4.16 <i>Matriz de impactos de fontes energéticas</i> .....	<b>23</b>
<b>Referências</b> .....	<b>24</b>

# 1. Introdução

A necessidade de conservar a biodiversidade por meio da manutenção do patrimônio natural e intensificação do envolvimento do setor produtivo com as questões ambientais configurou o cenário para a criação da Certificação LIFE. Visando distribuir de forma justa o compromisso com a conservação, a Metodologia de Certificação LIFE estabelece um desempenho mínimo em conservação da biodiversidade de acordo com o porte e impacto ambiental de cada organização.

Ao estimar os impactos da organização, a Metodologia de Certificação LIFE leva em conta os aspectos ambientais: (i) Geração de Resíduos; (ii) Emissão de Gases de Efeito Estufa; (iii) Utilização de Água; (iv) Consumo de Energia; e, (vi) Ocupação de Área, os quais são utilizados na definição do Valor Estimado de Importância à Biodiversidade (VEIB) de uma organização.

Devido à grande importância da relação entre matriz energética e conservação da biodiversidade e, visando a melhoria contínua do cálculo do VEIB, o Instituto LIFE instituiu uma Comissão Técnica Temporária de Energia (CTT - Energia), para o refinamento das informações e da avaliação prática desta relação.

A redução dos habitats e a alteração da paisagem, o aquecimento global, a qualidade do ar, a disponibilidade hídrica e a qualidade da água, os processos de assoreamento e a qualidade do solo, são impactos que afetam direta ou indiretamente a biodiversidade e a sustentação da vida no planeta.

Diferentes fontes energéticas, contribuem de diferentes formas para a geração destes impactos, resultando em maior ou menor severidade para a biodiversidade. Esta análise depende da avaliação de todas as etapas dos processos relativos à geração de energia por meio de cada fonte energética disponível - desde a extração do energético até o seu uso final.

Este é o trabalho que apresentamos nesta publicação, e que resulta em uma matriz geral única de avaliação e comparação do impacto de diferentes fontes energéticas. Resultado que, serve à Metodologia LIFE como referência para avaliação do impacto do uso da energia, e que será constantemente aprimorado.

A decisão das organizações em utilizar uma ou outra fonte energética pode representar um cuidado a mais com a biodiversidade, que deve ser valorizado pela Certificação LIFE.



## 2. Objetivo do trabalho

O trabalho teve por objetivo desenvolver uma matriz geral única de avaliação e comparação do impacto de diferentes fontes energéticas.

## 3. Metodologia

A metodologia adotada para este trabalho contou com quatro etapas:

- Estruturação conceitual de uma matriz para a avaliação de impacto de fontes energéticas
- Definição das fontes energéticas e levantamento bibliográfico de seus impactos
- Avaliação do impacto de cada fonte energética em matrizes parciais
- Compilação dos resultados das matrizes de cada fonte energética em uma matriz geral única de avaliação e comparação de impactos de fontes energéticas

## ESTRUTURAÇÃO CONCEITUAL DE UMA MATRIZ PARA A AVALIAÇÃO DE IMPACTO DE FONTES ENERGÉTICAS

A estruturação da matriz ocorreu por meio da definição dos critérios a serem avaliados para cada fonte energética.

**Fonte energética**  
forma em que a energia é encontrada na natureza (originária de processos naturais ou da transformação de fontes primárias).

Foram selecionados como critérios a serem observados na matriz:

### Componente Ambiental

Fatores que compõem o meio ambiente (solo, água, atmosfera, biota) – representando a localidade do impacto;

### Aspecto Ambiental

Atividades, produtos ou serviços de uma organização que podem interagir com o ambiente

### Impacto Potencial

Modificação do ambiente resultante das atividades, serviços ou produtos de uma organização;

### Ação Geradora

Ação em cada fase da cadeia energética, responsável pela geração do impacto;

### Fases da Cadeia

Fases que ocorrem ao longo da geração de energia.

As fases da cadeia energética determinaram a extensão dos impactos a ser considerada para cada fonte: (i) extração do energético; (ii) beneficiamento do energético; (iii) conversão/geração de energia; (iv) armazenamento/distribuição de energia e/ou uso final da energia/energético.

Considerando estes critérios, foi estruturada uma matriz comparativa de impactos, tendo como referência a Matriz de Leopold (1971), visto que a utilização de critérios bidimensionais - uma característica desta matriz - facilita a quantificação; e, portanto, o ordenamento dos impactos ambientais de diferentes fontes.

Para a pontuação de cada impacto avaliado dentro da matriz foram utilizados os seguintes critérios:

#### Reversibilidade

Avalia a capacidade de retorno às condições ambientais originais após a ação. A classificação utilizada foi: Irreversíveis (IRR); Reversíveis (REV).

#### Magnitude

Avalia o grau de descaracterização do componente ambiental quando submetido à incidência de um impacto. A classificação adotada foi: Grande (GRA); Média (MED); Pequena (PEQ).

#### Severidade

Informação resultante da combinação das análises de Reversibilidade e Magnitude. Os valores de severidade foram classificados em:

- Alta (3): magnitude alta/média; irreversível ou de difícil reversão
- Média (2): magnitude alta/média; reversível
- Baixa (1): magnitude mínima, independentemente de sua reversibilidade

A pontuação final de impacto foi obtida considerando a combinação do valor atribuído ao critério “severidade” (1, 2, 3), com a quantidade de fases da cadeia energética que recebeu este valor, conforme a hierarquia apresentada no Quadro 1.

Impacto	Descrição
0	Nenhuma fase
1 - 2	Severidade 1 em uma fase da cadeia energética
3 - 4	Severidade 1 em mais uma fase da cadeia energética
5 - 6	Severidade 2 em uma fase da cadeia energética
7 - 8	Severidade 2 em mais de uma fase da cadeia energética
9 - 10	Severidade 3 em uma ou mais fases da cadeia energética

A pontuação do impacto considerou sempre duas possibilidades de valores para cada possibilidade de combinação, permitindo que informações subjetivas pudessem receber uma pontuação final adequada, maior ou menor, a critério da avaliação final dos especialistas. Este método permitiu diferenciar o impacto de fontes energéticas que receberiam a mesma pontuação.

Foram avaliados os impactos em cada fase da cadeia energética para todos os aspectos listados em cada componente ambiental.

## DEFINIÇÃO DAS FONTES ENERGÉTICAS E LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DOS SEUS IMPACTOS

O Guia Técnico LIFE 01 estabeleceu um índice de impacto para 14 fontes energéticas: Biocombustíveis (Álcool); Biocombustíveis (Óleos e Biodiesel); Biogás; Biomassa (Lenha); Biomassa (Residual); Carvão Mineral; Eólica; Gás Natural; Geotérmica; Hidroeletricidade; Nuclear/fissão; Petróleo e Derivados; Solar; e, Térmica das Marés. Revisando as fontes consideradas, definiu-se que a fonte energética “Térmica das Marés” deveria ser alterada para Energia do Mar, já que esta abrange a anterior.

A revisão também determinou que deveria ser incluída a fonte energética “Resíduos Não Renováveis”. Resíduos não renováveis são comumente gerados de processos produtivos que utilizam fontes fósseis. Estes resíduos têm poder calorífico significativo e podem ser reaproveitados como vetores energéticos.

Desta forma, as fontes energéticas definidas para este trabalho foram 15: Biocombustíveis (Álcool); Biocombustíveis (Óleos e Biodiesel); Biogás; Biomassa (Lenha); Biomassa (residual); Resíduos Não-Renováveis; Carvão Mineral; Eólica; Gás Natural; Geotérmica; Hidroeletricidade; Nuclear/fissão; Petróleo e Derivados; Solar; e, Energia do Mar.

Com base na determinação das fases da cadeia energética foi realizada uma extensa revisão bibliográfica sobre os impactos potenciais relacionados a cada uma das fontes energéticas consideradas.

## AValiação DO IMPACTO DE CADA FONTE ENERGÉTICA EM MATRIZES PARCIAIS

Para cada uma das 15 fontes energéticas foi estabelecido um valor de impacto com base na análise de todo o processo de geração de energia.

Esta análise individual para cada fonte energética permitiu definir a reversibilidade, a magnitude e a severidade para todos os impactos potenciais vinculados a diferentes ações geradoras nas fases de extração, beneficiamento, conversão, armazenamento e uso final do energético.

Foram avaliados separadamente todos os aspectos ambientais listados para cada um dos componentes ambientais: água, ar, solo e biota. O somatório do valor de impacto de cada aspecto ambiental listado nestes componentes resultou no índice de impacto da fonte energética.

Como resultado desta etapa, são apresentadas as 15 matrizes e seus respectivos índices de impacto no item 4.1, sendo uma matriz relativa a cada fonte energética estudada.

## COMPILAÇÃO DOS RESULTADOS DAS MATRIZES DE CADA FONTE ENERGÉTICA

Os resultados de todas as 15 matrizes parciais foram compilados em uma matriz geral única, possibilitando a avaliação e a comparação dos impactos de todas as fontes energéticas estudadas.

A matriz final consolidada é apresentada no item Matriz de impactos de fontes energéticas deste Caderno Técnico.

# 4. Resultados

A seguir são apresentadas as matrizes parciais e a matriz consolidada de avaliação e comparação de impactos das fontes energéticas.



## 4.1 Matriz de Impacto do Petróleo e Derivados

FONTE ENERGÉTICA	COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO POTENCIAL	AÇÃO GERADORA	FASES DA CADEIA ENERGÉTICA															IMPACTO
					Extração de energético			Beneficiamento energético			Conversão/ Geração de Energia			Armazenamento/ Distribuição da energia e/ou energético			Uso final do energético			
					Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	
PETRÓLEO	Água	Uso e/ou consumo de água	Alteração na disponibilidade hídrica	Consumo de água na extração do energético; beneficiamento; conversão e geração de energia	IRR	PEQ	1	IRR	GRA	3	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	9
		Geração de efluentes	Alteração na qualidade da água	Produção de efluentes nos processos de perfuração de poços (off-shore e on-shore); no refino do petróleo e de seus derivados e na conversão e geração de energia	REV	MED	2	REV	GRA	2	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	8
	Ar	Emissões de gases de efeito estufa	Contribuição para as mudanças climáticas	Emissões de GEE pela exploração (principalmente on-shore); processo de refino dos derivados; emissões fugitivas no transporte, manuseio, operação e combustão dos produtos do petróleo e no uso final de energético	IRR	MED	3	IRR	MED	3	IRR	MED	3	--	--	0	IRR	GRA	3	10
		Emissões atmosféricas	Alteração da qualidade do ar	Emissões atmosféricas (CO, SOx, CO2, NOx), hidrocarbonetos, material particulado e emissões fugitivas ao longo da cadeia do energético	IRR	PEQ	1	IRR	MED	3	IRR	MED	3	IRR	PEQ	1	IRR	MED	3	10
		Emissões de ruído	Alteração nos níveis de ruído	Exploração do energético, construção e operação da usina termelétrica	REV	MED	2	REV	MED	2	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	7
	Solo	Movimentação de solo	Intensificação de processos de assoreamento	Impacto direto das ações de exploração (principalmente a céu aberto) e processos de construção de infraestrutura	IRR	PEQ	1	REV	PEQ	1	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	4
			Intensificação de processos erosivos	Impacto de ações de exploração e construção de edificações	IRR	PEQ	1	REV	PEQ	1	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	4
			Geração de sismos induzidos	Ações indiretas construtivas: perfuração e completação de poços	IRR	GRA	3	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	9
		Ocupação do solo	Alterações da paisagem e do uso do solo	Exploração do energético (especialmente a céu aberto); canteiros de obra; instalações de usinas termelétricas	IRR	MED	3	REV	MED	2	REV	MED	2	IRR	PEQ	1	--	--	0	9
		Geração de resíduos sólidos	Alteração na qualidade do solo	Geração de resíduos durante a exploração do energético, beneficiamento, conversão e geração de energia e uso final	REV	MED	2	REV	MED	2	REV	PEQ	1	0	0	0	REV	PEQ	1	8
	Biota	Ocupação de áreas	Alteração e/ou redução de habitat	Atividade exploratória do energético e implantação de infraestruturas	IRR	PEQ	1	IRR	PEQ	1	IRR	PEQ	1	IRR	PEQ	1	--	--	0	4
		Geração de efluentes e resíduos sólidos; emissões atmosféricas	Alteração estrutural e/ou funcional dos ecossistemas	Produção de resíduos e emissões durante a extração do energético, beneficiamento, conversão e geração de energia	REV	MED	2	REV	PEQ	1	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	6
	<b>ÍNDICE DE IMPACTO</b>																			88

Reversibilidade: Reversível (REV); Irreversível (IRR)  
Magnitude: Pequena (PEQ); Média (MED); Grande (GRA)



## 4.2 Matriz de Impacto do Gás Natural

FONTE ENERGÉTICA	COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO POTENCIAL	AÇÃO GERADORA	FASES DA CADEIA ENERGÉTICA															IMPACTO
					Extração de energético			Beneficiamento energético			Conversão/ Geração de Energia			Armazenamento/ Distribuição da energia e/ou energético			Uso final do energético			
					Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	
GÁS NATURAL	Água	Uso e/ou consumo de água	Alteração na disponibilidade hídrica	Consumo de água durante o processamento, transporte e resfriamento de equipamentos	IRR	PEQ	1	IRR	MED	3	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	9
		Geração de efluentes	Alteração na qualidade da água	Produção de efluentes nos processos de perfuração de poços, tratamento e queima do gás	REV	MED	2	REV	GRA	2	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	7
	Ar	Emissões de gases de efeito estufa	Contribuição para as mudanças climáticas	Emissões de processos e emissões fugitivas	IRR	MED	3	IRR	MED	3	IRR	MED	3	IRR	MED	3	IRR	MED	3	9
		Emissões atmosféricas	Alteração da qualidade do ar	Emissões áreas de óxidos de nitrogénio (NOX) durante a queima de gás	REV	PEQ	1	REV	PEQ	1	REV	MED	2	REV	PEQ	1	REV	MED	2	7
		Emissões de ruído	Alteração nos níveis de ruído	Ações construtivas e operação das instalações	REV	GRA	2	REV	MED	2	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	7
	Solo	Movimentação de solo	Intensificação de processos de assoreamento	Ações construtivas	IRR	PEQ	1	REV	PEQ	1	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	4
			Intensificação de processos erosivos	Instalação de infraestrutura e dutovias on e off shore	IRR	PEQ	1	REV	PEQ	1	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	4
			Geração de sismos induzidos	Impacto indireto de ações construtivas: perfuração e completação de poços	IRR	GRA	3	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	9
		Ocupação do solo	Alterações da paisagem e do uso do solo	Construção e operação das instalações on-off-shore de produção de gás; construção e operação da usina termelétrica, unidades de processamento de gás natural e terminais de regaseificação e durante a implantação dutoviária	IRR	MED	3	REV	MED	2	REV	MED	2	IRR	PEQ	1	--	--	0	9
		Geração de resíduos sólidos	Alteração na qualidade do solo	Geração de resíduos que impactam a qualidade do solo	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	5
	Biota	Ocupação de áreas	Alteração e/ou redução de habitat	Instalações on e off-shore para sua extração; canteiros de obra; instalações de usinas termelétricas, terminais de regaseificação e unidades de processamento de gás natural. Implantação de dutovias e respectivas áreas de servidão. Atividade exploratória; implantação de infraestrutura e operação	IRR	PEQ	1	IRR	PEQ	1	IRR	PEQ	1	IRR	MED	3	--	--	0	8
		Geração de efluentes e resíduos sólidos; emissões atmosféricas	Alteração estrutural e/ou funcional dos ecossistemas	Produção de resíduos e emissões durante a extração do energético, beneficiamento, conversão e geração de energia	REV	MED	2	REV	PEQ	1	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	6
	<b>ÍNDICE DE IMPACTO</b>																			84

Reversibilidade: Reversível (REV); Irreversível (IRR)  
Magnitude: Pequena (PEQ); Média (MED); Grande (GRA)

## 4.3 Matriz de Impacto do Carvão Mineral

FONTE ENERGÉTICA	COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO POTENCIAL	AÇÃO GERADORA	FASES DA CADEIA ENERGÉTICA															IMPACTO
					Extração de energético			Beneficiamento energético			Conversão/ Geração de Energia			Armazenamento/ Distribuição da energia e/ou energético			Uso final do energético			
					Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	
CARVÃO MINERAL	Água	Uso e/ou consumo de água	Alteração na disponibilidade hídrica	Consumo de água na extração do energético, beneficiamento, conversão, geração de energia e armazenamento	IRR	MED	3	IRR	PEQ	1	IRR	PEQ	1	IRR	PEQ	1	--	--	0	9
		Geração de efluentes	Alteração na qualidade da água	Produção de efluentes nos processos de exploração do energético (céu aberto e subterrâneo), no beneficiamento, na conversão e na geração de energia	REV	MED	2	REV	PEQ	1	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	8
	Ar	Emissões de gases de efeito estufa	Contribuição para as mudanças climáticas	Emissões ao longo da cadeia do energético: durante a exploração (principalmente metano) e processos de combustão	IRR	MED	3	IRR	MED	3	IRR	GRA	3	REV	PEQ	1	IRR	GRA	3	10
		Emissões atmosféricas	Alteração da qualidade do ar	Emissões de gases e de material particulado; emissões fugitivas ao longo da cadeia do energético	IRR	PEQ	1	IRR	MED	3	IRR	GRA	2	IRR	PEQ	1	IRR	GRA	2	10
		Emissões de ruído	Alteração nos níveis de ruído	Exploração do energético; construção e operação da usina termelétrica	REV	MED	2	REV	MED	2	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	7
	Solo	Movimentação de solo	Intensificação de processos de assoreamento	Impacto indireto das ações de exploração (principalmente a céu aberto) e construção de infraestrutura	IRR	GRA	3	REV	PEQ	1	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	9
			Intensificação de processos erosivos	Ações de exploração e construção de edificações	IRR	GRA	3	REV	PEQ	1	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	9
			Geração de sismos induzidos	Ações de exploração tanto subterrânea como a céu aberto e construção de edificações	IRR	GRA	3	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	9
		Ocupação do solo	Alterações da paisagem e do uso do solo	Exploração do energético (especialmente a céu aberto); canteiros de obra; instalações de usinas termelétricas	IRR	GRA	3	REV	MED	2	REV	MED	2	IRR	PEQ	1	--	--	0	10
		Geração de resíduos sólidos	Alteração na qualidade do solo	Geração de resíduos durante a exploração do energético, beneficiamento, conversão, geração de energia e armazenamento	IRR	MED	3	IRR	MED	3	IRR	PEQ	1	IRR	PEQ	1	--	--	0	10
	Biota	Ocupação de áreas	Alteração e/ou redução de habitat	Atividade exploratória do energético e implantação de infraestruturas	IRR	MED	3	IRR	MED	3	IRR	PEQ	1	IRR	MED	1	--	--	0	10
		Geração de efluentes e resíduos sólidos; emissões atmosféricas	Alteração estrutural e/ou funcional dos ecossistemas	Produção de resíduos e emissões durante a extração do energético, beneficiamento, conversão e geração de energia	REV	GRA	3	REV	PEQ	1	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	9
	<b>ÍNDICE DE IMPACTO</b>																			110

Reversibilidade: Reversível (REV); Irreversível (IRR)  
Magnitude: Pequena (PEQ); Média (MED); Grande (GRA)

## 4.4 Matriz de Impacto da Energia Nuclear

FONTE ENERGÉTICA	COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO POTENCIAL	AÇÃO GERADORA	FASES DA CADEIA ENERGÉTICA															IMPACTO
					Extração de energético			Beneficiamento energético			Conversão/ Geração de Energia			Armazenamento/ Distribuição da energia e/ou energético			Uso final do energético			
					Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	
ENERGIA NUCLEAR	Água	Uso e/ou consumo de água	Alteração na disponibilidade hídrica	Consumo de água na extração do energético, beneficiamento, conversão, geração de energia e armazenamento	IRR	MED	3	IRR	PEQ	1	IRR	MED	3	IRR	PEQ	1	--	--	0	10
		Geração de efluentes	Alteração na qualidade da água	Produção de efluentes nos processos de exploração do energético (céu aberto e subterrâneo), no beneficiamento, na conversão e na geração de energia	REV	MED	2	REV	PEQ	1	REV	MED	1	--	--	0	--	--	0	6
	Ar	Emissões de gases de efeito estufa	Contribuição para as mudanças climáticas	Emissões geradas durante o beneficiamento do energético	--	--	0	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	1
		Emissões atmosféricas	Alteração da qualidade do ar	Emissões da combustão muito baixas, porém, há possibilidade de emissões de gases radioativos durante a mineração e o beneficiamento	IRR	PEQ	1	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	3
		Emissões de ruído	Alteração nos níveis de ruído	Exploração do energético; beneficiamento e na construção e operação da usina nuclear	REV	MED	2	REV	MED	2	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	7
	Solo	Movimentação de solo	Intensificação de processos de assoreamento	Ações de exploração (principalmente a céu aberto) e processo de construção de infraestrutura	IRR	GRA	3	REV	PEQ	1	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	9
			Intensificação de processos erosivos	Ações de exploração e construção de edificações	IRR	GRA	3	REV	PEQ	1	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	9
			Geração de sismos induzidos	Ações de exploração tanto subterrânea como a céu aberto e construção de edificações	IRR	GRA	3	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	9
		Ocupação do solo	Alterações da paisagem e do uso do solo	Exploração do energético (especialmente a céu aberto); canteiros de obra; instalações de usina nuclear e armazenamento do energético	IRR	GRA	3	REV	MED	2	REV	MED	2	IRR	PEQ	1	--	--	0	10
	Geração de resíduos sólidos	Alteração na qualidade do solo	Geração de resíduos durante a exploração do energético, beneficiamento, conversão e geração de energia	IRR	MED	3	IRR	GRA	3	IRR	GRA	3	--	--	0	--	--	0	10	
	Biota	Ocupação de áreas	Alteração e/ou redução de habitat	Atividade exploratória do energético e implantação de infraestruturas	IRR	MED	3	IRR	PEQ	1	IRR	PEQ	1	IRR	PEQ	1	--	--	0	9
		Geração de efluentes e resíduos sólidos; emissões atmosféricas	Alteração estrutural e/ou funcional dos ecossistemas	Produção de resíduos e emissões durante a extração do energético, beneficiamento, conversão e geração de energia	REV	MED	2	REV	PEQ	1	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	5
	ÍNDICE DE IMPACTO																			88

Reversibilidade: Reversível (REV); Irreversível (IRR)  
Magnitude: Pequena (PEQ); Média (MED); Grande (GRA)

## 4.5 Matriz de Impacto da Biomassa (Lenha)

FONTE ENERGÉTICA	COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO POTENCIAL	AÇÃO GERADORA	FASES DA CADEIA ENERGÉTICA															IMPACTO
					Extração de energético			Beneficiamento energético			Conversão/ Geração de Energia			Armazenamento/ Distribuição da energia e/ou energético			Uso final do energético			
					Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	
BIO MASSA (LENHA)	Água	Uso e/ou consumo de água	Alteração na disponibilidade hídrica	Crescimento vegetativo da floresta. Consumo de água durante a cobertura e geração de energia	IRR	PEQ	1	--	--	0	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	3
		Geração de efluentes	Alteração na qualidade da água	Produção de efluentes durante a conversão e geração de energia	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1
	Ar	Emissões de gases de efeito estufa	Contribuição para as mudanças climáticas	A pressão sobre as florestas nativas pode causar desmatamentos, gerando indiretamente GEE. Produção de carvão contribui para um aumento de gases de efeito estufa através do processo de carbonização. Queima de lenha e a produção de carvão vegetal	IRR	MED	3	IRR	PEQ	1	IRR	PEQ	1	--	--	0	IRR	PEQ	1	9
		Emissões atmosféricas	Alteração da qualidade do ar	Queima da lenha e produção do carvão vegetal. Produção do carvão contribui para um aumento de gases de efeito estufa através do processo de carbonização	--	--	0	REV	MED	2	REV	MED	2	--	--	0	IRR	PEQ	1	7
		Emissões de ruído	Alteração nos níveis de ruído	Uso de equipamentos (como motosserras), transporte de veículos e pessoas durante a extração do energético. Operação da usina termelétrica	REV	PEQ	1	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	3
	Solo	Movimentação de solo	Intensificação de processos de assoreamento	Ações de desmatamento	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	2
			Intensificação de processos erosivos	Empobrecimento e erosão do solo quando as florestas são exploradas indiscriminadamente	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	2
		Ocupação do solo	Alterações da paisagem e do uso do solo	Mudanças no uso anterior do solo. Impactos indiretos: deslocamento da agricultura e da pecuária para as áreas de vegetação nativa	REV	MED	2	--	--	0	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	7
		Geração de resíduos sólidos	Alteração na qualidade do solo	Geração de cinzas na geração de energia e alcatrão	--	--	0	--	--	0	IRR	PEQ	1	--	--	0	IRR	PEQ	1	3
	Biota	Ocupação de áreas	Alteração e/ou redução de habitat	Ações de desmatamento geram a redução da diversidade arbórea. Avanço, direto ou indireto, sobre áreas com vegetação nativa e fauna silvestre e/ou endêmica	IRR	MED	3	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	9
		Geração de efluentes e resíduos sólidos; emissões atmosféricas	Alteração estrutural e/ou funcional dos ecossistemas	Produção de resíduos e emissões durante a conversão, geração de energia e uso final do energético	--	--	0	--	--	0	IRR	PEQ	1	--	--	0	IRR	PEQ	1	3
	<b>ÍNDICE DE IMPACTO</b>																			49

Reversibilidade: Reversível (REV); Irreversível (IRR)  
Magnitude: Pequena (PEQ); Média (MED); Grande (GRA)



## 4.6 Matriz de Impacto de Biomassa (Residual)

FONTE ENERGÉTICA	COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO POTENCIAL	AÇÃO GERADORA	FASES DA CADEIA ENERGÉTICA															IMPACTO
					Extração de energético			Beneficiamento energético			Conversão/ Geração de Energia			Armazenamento/ Distribuição da energia e/ou energético			Uso final do energético			
					Reversabilidade	Magnitude	Severidade	Reversabilidade	Magnitude	Severidade	Reversabilidade	Magnitude	Severidade	Reversabilidade	Magnitude	Severidade	Reversabilidade	Magnitude	Severidade	
BIO MASSA (RESIDUAL)	Água	Uso e/ou consumo de água	Alteração na disponibilidade hídrica	Consumo de água na conversão e geração de energia	--	--	0	--	--	0	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1
		Geração de efluentes	Alteração na qualidade da água	Produção de efluentes nos processos de conversão e geração de energia	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1
	Ar	Emissões de gases de efeito estufa	Contribuição para as mudanças climáticas	Emissões geradas pelas máquinas e caminhões para colheita e transporte da biomassa residual, caso utilizem derivados de petróleo. Queima da biomassa em processos de geração de calor e uso final	IRR	MED	1	--	--	0	IRR	PEQ	1	--	--	0	IRR	PEQ	1	3
		Emissões atmosféricas	Alteração da qualidade do ar	Queima da biomassa em processos de geração de calor e uso final emitem material particulado, CO e NOx.	--	--	0	--	--	0	REV	MED	2	--	--	0	REV	PEQ	1	5
		Emissões de ruído	Alteração nos níveis de ruído	Operação da usina termelétrica	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1
	Solo	Movimentação de solo	Intensificação de processos de assoreamento	Retirada indiscriminada dos resíduos do solo	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	1
			Intensificação de processos erosivos	Retirada indiscriminada dos resíduos do solo	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	1
		Ocupação do solo	Alterações da paisagem e do uso do solo	Construção e operação da usina	--	--	0	--	--	0	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	5
		Geração de resíduos sólidos	Alteração na qualidade do solo	Produção de cinzas na fase de geração de energia	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	REV	PEQ	1	3
	Biota	Ocupação de áreas	Alteração e/ou redução de habitat	A retirada de resíduos agrícolas do solo interfere com a fauna e microfauna associada à cultura	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	1
		Geração de efluentes e resíduos sólidos; emissões atmosféricas	Alteração estrutural e/ou funcional dos ecossistemas	Queima da biomassa em processos de geração de calor e uso final	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	REV	PEQ	1	3
	<b>ÍNDICE DE IMPACTO</b>																			25

Reversibilidade: Reversível (REV); Irreversível (IRR)  
Magnitude: Pequena (PEQ); Média (MED); Grande (GRA)

## 4.7 Matriz de Impacto da Hidrelétrica

FONTE ENERGÉTICA	COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO POTENCIAL	AÇÃO GERADORA	FASES DA CADEIA ENERGÉTICA															IMPACTO
					Extração de energético			Beneficiamento energético			Conversão/ Geração de Energia			Armazenamento/ Distribuição da energia e/ou energético			Uso final do energético			
					Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	
HIDRELÉTRICA	Água	Uso e/ou consumo de água	Alteração na disponibilidade hídrica	Uso de grandes quantidades de água na conversão e geração de energia, além da evaporação no caso de grandes reservatórios. Alteração no curso do rio e hidrologia em geral	--	--	0	--	--	0	IRR	GRA	3	--	--	0	--	--	0	9
		Geração de efluentes	Alteração na qualidade da água	Produção de efluentes durante a conversão e geração de energia	--	--	0	--	--	0	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1
	Ar	Emissões de gases de efeito estufa	Contribuição para as mudanças climáticas	Emissões geradas pela degradação da biomassa alagada em reservatórios	--	--	0	--	--	0	--	--	0	IRR	PEQ	1	--	--	0	1
		Emissões atmosféricas	Alteração da qualidade do ar	Emissões geradas pela degradação da biomassa alagada em reservatórios. Durante a conservação e geração de energia há produção de material particulado devido ao transporte de materiais e pessoas	--	--	0	--	--	0	IRR	PEQ	1	IRR	PEQ	1	--	--	0	3
		Emissões de ruído	Alteração nos níveis de ruído	Durante as fases de construção (movimentação pessoal e veículos, detonação de rochas) e de operação (turbina)	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	1	REV	PEQ	1	--	--	0	3
	Solo	Movimentação de solo	Intensificação de processos de assoreamento	Ações construtivas e funcionamento dos reservatórios	--	--	0	--	--	0	IRR	GRA	3	IRR	GRA	3	--	--	0	10
			Intensificação de processos erosivos	Processo de erosão em margens à jusante e à montante do barramento, com perda do solo e vegetação	--	--	0	--	--	0	--	--	0	IRR	GRA	3	--	--	0	9
			Geração de sismos induzidos	Detonações para fragmentação de rochas e enchimento do reservatório podem ocasionar sismos artificiais	--	--	0	--	--	0	--	--	0	IRR	PEQ	1	--	--	0	2
		Ocupação do solo	Alterações da paisagem e do uso do solo	Derivações ou desvios dos rios; deslocamento da população original, de infraestruturas urbanas e rurais; enchimento do reservatório	--	--	0	--	--	0	IRR	GRA	3	IRR	GRA	3	--	--	0	10
		Geração de resíduos sólidos	Alteração na qualidade do solo	Produção de resíduos durante a operação da hidrelétrica	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1
	Biota	Ocupação de áreas	Alteração e/ou redução de habitat	Interferência nos ciclos naturais, na reprodução e dispersão de peixes e de outros animais aquático, além do desmatamento	--	--	0	--	--	0	IRR	GRA	3	--	--	0	--	--	0	9
		Geração de efluentes e resíduos sólidos; emissões atmosféricas	Alteração estrutural e/ou funcional dos ecossistemas	Produção de resíduos durante a conversão e geração de energia	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1
	ÍNDICE DE IMPACTO																			59

Reversibilidade: Reversível (REV); Irreversível (IRR)  
Magnitude: Pequena (PEQ); Média (MED); Grande (GRA)

## 4.8 Matriz de Impacto dos Biocombustíveis (Etanol)

FONTE ENERGÉTICA	COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO POTENCIAL	AÇÃO GERADORA	FASES DA CADEIA ENERGÉTICA															IMPACTO
					Extração de energético			Beneficiamento energético			Conversão/ Geração de Energia			Armazenamento/ Distribuição da energia e/ou energético			Uso final do energético			
					Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	
BIOCOMBUSTÍVEIS (ETANOL)	Água	Uso e/ou consumo de água	Alteração na disponibilidade hídrica	Consumo de água para a irrigação da cultura e beneficiamento do energético	IRR	GRA	3	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	9
		Geração de efluentes	Alteração na qualidade da água	Geração de efluentes na produção de etanol	REV	PEQ	1	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	--	--	0	5
	Ar	Emissões de gases de efeito estufa	Contribuição para as mudanças climáticas	Emissão de GEE no uso final	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	IRR	PEQ	1	2
		Emissões atmosféricas	Alteração da qualidade do ar	Emissões de gases de combustão durante o beneficiamento do energético	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	REV	MED	2	5
		Emissões de ruído	Alteração nos níveis de ruído	Produção de ruídos durante o beneficiamento do energético	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	1
	Solo	Movimentação de solo	Intensificação de processos de assoreamento	Manejo agrícola da cultura	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	2
			Intensificação dos processos erosivos	Manejo agrícola da cultura	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	5
		Ocupação do solo	Alterações da paisagem e do uso do solo	Manejo agrícola da cultura	REV	GRA	3	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	9
		Geração de resíduos sólidos	Alteração na qualidade do solo	Geração de resíduos sólidos durante o beneficiamento do energético	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	1
	Biota	Ocupação de áreas	Alteração e/ou redução de habitat	Manejo agrícola da cultura	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	5
		Geração de efluentes e resíduos sólidos; emissões atmosféricas	Alteração estrutural e/ou funcional dos ecossistemas	Manejo agrícola da cultura	REV	PEQ	1	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	3
	<b>ÍNDICE DE IMPACTO</b>																			47

Reversibilidade: Reversível (REV); Irreversível (IRR)  
 Magnitude: Pequena (PEQ); Média (MED); Grande (GRA)

## 4.9 Matriz de Impacto dos Biocombustíveis (Óleos e Biodisel)

FONTE ENERGÉTICA	COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO POTENCIAL	AÇÃO GERADORA	FASES DA CADEIA ENERGÉTICA															IMPACTO
					Extração de energético			Beneficiamento energético			Conversão/ Geração de Energia			Armazenamento/ Distribuição da energia e/ou energético			Uso final do energético			
					Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	
BIOCOMBUSTÍVEIS (ÓLEOS E BIODISEL)	Água	Uso e/ou consumo de água	Alteração na disponibilidade hídrica	Consumo de água para a irrigação da cultura e beneficiamento do energético	IRR	GRA	3	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	9
		Geração de efluentes	Alteração na qualidade da água	Geração de efluentes na produção do biodisel	--	--	0	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	--	--	0	5
	Ar	Emissões de gases de efeito estufa	Contribuição para as mudanças climáticas	Emissão de GEE durante o uso final do energético	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	IRR	PEQ	1	2
		Emissões atmosféricas	Alteração da qualidade do ar	Emissões de gases de combustão durante o uso final do energético	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	REV	MED	2	5
		Emissões de ruído	Alteração nos níveis de ruído	Produção de ruídos durante o beneficiamento do energético	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	1
	Solo	Movimentação de solo	Intensificação de processos de assoreamento	Manejo agrícola da cultura	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	2
			Intensificação dos processos erosivos	Manejo agrícola da cultura	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	5
		Ocupação do solo	Alterações da paisagem e do uso do solo	Manejo agrícola da cultura	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	5
		Geração de resíduos sólidos	Alteração na qualidade do solo	Geração de resíduos sólidos durante o beneficiamento do energético	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	5
	Biota	Ocupação de áreas	Alteração e/ou redução de habitat	Manejo agrícola da cultura	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	5
		Geração de efluentes e resíduos sólidos; emissões atmosféricas	Alteração estrutural e/ou funcional dos ecossistemas	Manejo agrícola da cultura	REV	PEQ	1	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	3
	<b>ÍNDICE DE IMPACTO</b>																			47

Reversibilidade: Reversível (REV); Irreversível (IRR)  
Magnitude: Pequena (PEQ); Média (MED); Grande (GRA)



## 4.10 Matriz de Impacto do Biogás

FONTE ENERGÉTICA	COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO POTENCIAL	AÇÃO GERADORA	FASES DA CADEIA ENERGÉTICA															IMPACTO	
					Extração de energético			Beneficiamento energético			Conversão/ Geração de Energia			Armazenamento/ Distribuição da energia e/ou energético			Uso final do energético				
					Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade		
BIOGÁS	Água	Uso e/ou consumo de água	Alteração na disponibilidade hídrica	Consumo de água na conversão e geração de energia	--	--	0	--	--	0	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	2	
		Geração de efluentes	Alteração na qualidade da água	Geração de efluentes durante a conversão e geração de energia	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1	
	Ar	Emissões de gases de efeito estufa	Contribuição para as mudanças climáticas	Emissão de GEE durante a extração, conversão, geração de energia e uso final do energético	IRR	PEQ	1	--	--	0	IRR	PEQ	1	--	--	0	IRR	PEQ	1	3	
		Emissões atmosféricas	Alteração da qualidade do ar	Emissões de gases de combustão durante a extração, conversão, geração de energia e uso final do energético	REV	PEQ	1	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	REV	PEQ	1	3	
		Emissões de ruído	Alteração nos níveis de ruído	Produção de ruídos durante o beneficiamento do energético	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	1	
	Solo	Movimentação de solo																			
		Ocupação do solo	Alterações da paisagem e do uso do solo	Instalação de biodigestor para sua produção, canteiros de obras; instalações de usinas termelétricas	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	2	
		Geração de resíduos sólidos	Alteração na qualidade do solo	Geração de resíduos sólidos durante a conversão e geração de energia	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1	
	Biota	Ocupação de áreas																			
Geração de efluentes e resíduos sólidos; emissões atmosféricas																					
					ÍNDICE DE IMPACTO															13	

Reversibilidade: Reversível (REV); Irreversível (IRR)  
Magnitude: Pequena (PEQ); Média (MED); Grande (GRA)

## 4.11 Matriz de Impacto da Energia Solar

FONTE ENERGÉTICA	COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO POTENCIAL	AÇÃO GERADORA	FASES DA CADEIA ENERGÉTICA															IMPACTO
					Extração de energético			Beneficiamento energético			Conversão/ Geração de Energia			Armazenamento/ Distribuição da energia e/ou energético			Uso final do energético			
					Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	
ENERGIA SOLAR	Água	Uso e/ou consumo de água	Alteração na disponibilidade hídrica	Consumo de água na conversão e geração de energia	--	--	0	--	--	0	IRR	MED	2	--	--	0	--	--	0	5
		Geração de efluentes	Alteração na qualidade da água	Geração de efluentes durante a conversão de energia	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1
	Ar	Emissões de gases de efeito estufa	Contribuição para as mudanças climáticas	A geração de energia elétrica a partir da fonte solar não gera emissões de GEE. Nos casos de instalações de painéis em áreas de remoção de vegetação se considera emissões de CO <sub>2</sub>	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1
		Emissões atmosféricas																		
		Emissões de ruído	Alteração nos níveis de ruído	Geração de ruídos durante a geração de energia	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1
	Solo	Movimentação de solo	Intensificação de processos de assoreamento	Ações de construção da usina	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1
			Intensificação de processos erosivos	Erosão do local onde são construídas as instalações da usina	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1
		Ocupação do solo	Alterações da paisagem e do uso do solo	Necessidade de áreas extensas para seu funcionamento	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	2	--	--	0	--	--	0	6
		Geração de resíduos sólidos	Alteração na qualidade do solo	Geração de baterias usadas e placa solar fotovoltaica	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	2	--	--	0	--	--	0	6
	Biota	Ocupação de áreas	Alteração e/ou redução de habitat	Necessidade de áreas extensas para seu funcionamento	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	2	--	--	0	--	--	0	5
		Geração de efluentes e resíduos sólidos; emissões atmosféricas	Alteração estrutural e/ou funcional dos ecossistemas	Instalação e operação dos painéis fotovoltaicos	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	2	--	--	0	--	--	0	5
	<b>ÍNDICE DE IMPACTO</b>																			<b>32</b>

Reversibilidade: Reversível (REV); Irreversível (IRR)  
Magnitude: Pequena (PEQ); Média (MED); Grande (GRA)

## 4.12 Matriz de Impacto da Energia Eólica

FONTE ENERGÉTICA	COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO POTENCIAL	AÇÃO GERADORA	FASES DA CADEIA ENERGÉTICA															IMPACTO
					Extração de energético			Beneficiamento energético			Conversão/ Geração de Energia			Armazenamento/ Distribuição da energia e/ou energético			Uso final do energético			
					Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	
EÓLICA	Água	Uso e/ou consumo de água																		
		Geração de efluentes																		
	Ar	Emissões de gases de efeito estufa																		
		Emissões atmosféricas																		
		Emissões de ruído	Alteração nos níveis de ruído	Emissão de ruídos na operação das usinas eólicas	--	--	0	--	--	0	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	6
	Solo	Movimentação de solo	Intensificação de processos erosivos	Ações construtivas para instalação da usina	--	--	0	--	--	0	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1
		Ocupação do solo	Alterações da paisagem e do uso do solo	Funcionamento dos aerogeradores	--	--	0	--	--	0	REV	GRA	3	--	--	0	--	--	0	9
		Geração de resíduos sólidos																		
	Biota	Ocupação de áreas	Alteração e/ou redução de habitat	O funcionamento dos aerogeradores gera mudanças nas rotas migratórias de pássaros e morcegos	--	--	0	--	--	0	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	2
Geração de efluentes e resíduos sólidos; emissões atmosféricas		Alteração estrutural e/ou funcional dos ecossistemas																		
<b>ÍNDICE DE IMPACTO</b>																			18	

Reversibilidade: Reversível (REV); Irreversível (IRR)  
 Magnitude: Pequena (PEQ); Média (MED); Grande (GRA)

## 4.13 Matriz de Impacto da Geotérmica

FONTE ENERGÉTICA	COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO POTENCIAL	AÇÃO GERADORA	FASES DA CADEIA ENERGÉTICA															IMPACTO
					Extração de energético			Beneficiamento energético			Conversão/ Geração de Energia			Armazenamento/ Distribuição da energia e/ou energético			Uso final do energético			
					Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	
ENERGIA GEOTÉRMICA	Água	Uso e/ou consumo de água	Alteração na disponibilidade hídrica	Consumo de água na conversão e geração de energia	--	--	0	--	--	0	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1
		Geração de efluentes	Alteração na qualidade da água	Geração de efluentes durante a extração, conversão do energético e geração de energia	REV	PEQ	1	--	--	0	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	6
	Ar	Emissões de gases de efeito estufa	Contribuição para as mudanças climáticas	Emissão de GEE durante a extração do energético	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	1
		Emissões atmosféricas	Alteração na qualidade do ar	Emissão de CO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> e H <sub>2</sub> S durante a extração do energético	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	2
		Emissões de ruído	Alteração nos níveis de ruído	Emissão de ruídos na atividade de extração e na geração de energia elétrica	REV	PEQ	1	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	4
	Solo	Movimentação de solo	Intensificação de processos de assoreamento	Perfuração dos poços	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	1
			Intensificação de processos erosivos	Erosão na área onde acontece a exploração da fonte	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	1
			Geração de sismos induzidos	Perfuração dos poços	IRR	MED	3	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	9
		Ocupação do solo	Alterações da paisagem e do uso do solo	Perfuração dos poços, conversão e geração de energia	IRR	MED	3	--	--	0	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	9
	Geração de resíduos sólidos	Alteração na qualidade do solo	Geração de resíduos durante a extração do energético	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	5	
	Biota	Ocupação de áreas	Alteração e/ou redução de habitat	Áreas de perfuração para a extração do energético	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	5
		Geração de efluentes e resíduos sólidos; emissões atmosféricas	Alteração estrutural e/ou funcional dos ecossistemas	Emissões atmosféricas e de material particulado, além de geração de resíduos sólidos durante a extração do energético	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	--	--	0	--	--	0	1
	<b>ÍNDICE DE IMPACTO</b>																			45

Reversibilidade: Reversível (REV); Irreversível (IRR)  
Magnitude: Pequena (PEQ); Média (MED); Grande (GRA)



## 4.14 Matriz de Impacto da Energia do Mar

FONTE ENERGÉTICA	COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO POTENCIAL	AÇÃO GERADORA	FASES DA CADEIA ENERGÉTICA															IMPACTO
					Extração de energético			Beneficiamento energético			Conversão/ Geração de Energia			Armazenamento/ Distribuição da energia e/ou energético			Uso final do energético			
					Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	
ENERGIA DO MAR	Água	Uso e/ou consumo de água																		
		Geração de efluentes																		
	Ar	Emissões de gases de efeito estufa																		
		Emissões atmosféricas																		
		Emissões de ruído	Alteração nos níveis de ruído	Geração de ruídos durante a conversão e geração e geração de energia	--	--	1	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	2
	Solo	Movimentação de solo																		
		Ocupação do solo	Alterações da paisagem e do uso do solo	Implementação de infraestruturas para conversão energética	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1
		Geração de resíduos sólidos	Alteração na qualidade do solo																	
	Biota	Ocupação de áreas	Alteração e/ou redução de habitat	Implementação de infraestruturas para conversão energética	--	--	0	--	--	0	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	5
		Geração de efluentes e resíduos sólidos; emissões atmosféricas	Alteração estrutural e/ou funcional dos ecossistemas	Geração de ruídos durante a conversão e geração de energia	--	---	0	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1
					<b>ÍNDICE DE IMPACTO</b>															9

Reversibilidade: Reversível (REV); Irreversível (IRR)  
 Magnitude: Pequena (PEQ); Média (MED); Grande (GRA)

## 4.15 Matriz de Impacto das Fontes Residuais Não Renováveis

FONTE ENERGÉTICA	COMPONENTE	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO POTENCIAL	AÇÃO GERADORA	FASES DA CADEIA ENERGÉTICA															IMPACTO
					Extração de energético			Beneficiamento energético			Conversão/ Geração de Energia			Armazenamento/ Distribuição da energia e/ou energético			Uso final do energético			
					Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	Reversibilidade	Magnitude	Severidade	
NÃO RENOVÁVEIS RESIDUAL	Água	Uso e/ou consumo de água	Alteração na disponibilidade hídrica	Consumo de água na conversão e geração de energia	--	--	0	--	--	0	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1
		Geração de efluentes	Alteração na qualidade da água	Geração de efluentes durante a conversão do energético e geração de energia	--	--	0	--	--	0	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	5
	Ar	Emissões de gases de efeito estufa	Contribuição para as mudanças climáticas	Emissão de GEE durante a extração, conversão, geração de energia e uso final do energético	--	--	0	--	--	0	IRR	MED	3	IRR	MED	3	IRR	MED	3	10
		Emissões atmosféricas	Alteração na qualidade do ar	Emissão de gases de combustão durante a extração, conversão, geração de energia e uso final do energético	--	--	0	--	--	0	REV	MED	2	REV	PEQ	1	REV	MED	2	7
		Emissões de ruído	Alteração nos níveis de ruído	Construção e operação na conversão e geração de energia	--	--	0	--	--	0	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	5
	Solo	Movimentação de solo	Intensificação de processos de assoreamento	Ações construtivas	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1
			Intensificação de processos erosivos	Instalação de infraestrutura e dutovias on e off shore	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1
		Ocupação do solo	Alterações da paisagem e do uso do solo	Construção e operação da usina termelétrica	--	--	0	--	--	0	REV	MED	2	--	--	0	--	--	0	5
		Geração de resíduos sólidos																		
	Biota	Ocupação de áreas	Alteração e/ou redução de habitat	Instalação de usina termelétrica	--	--	0	--	--	0	IRR	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	2
		Geração de efluentes e resíduos sólidos; emissões atmosféricas	Alteração estrutural e/ou funcional dos ecossistemas	Geração de efluentes e emissões atmosféricas durante a conversão e geração de energia	--	--	0	--	--	0	REV	PEQ	1	--	--	0	--	--	0	1
					<b>ÍNDICE DE IMPACTO</b>															38

Reversibilidade: Reversível (REV); Irreversível (IRR)  
 Magnitude: Pequena (PEQ); Média (MED); Grande (GRA)

## 4.16 MATRIZ DE IMPACTOS DE FONTES ENERGÉTICAS

A estruturação da matriz ocorreu por meio da definição dos critérios a serem avaliados para cada fonte energética.

IMPACTO													
COMPONENTE	Água		Ar			Solo					Biota		ÍNDICE DE IMPACTO
ASPECTO AMBIENTAL	Uso e/ou consumo de água	Geração de efluentes	Emissões de gases de efeito estufa	Emissões atmosféricas	Emissões de ruído	Movimentação de solo			Ocupação do solo	Geração de resíduos sólidos	Ocupação de áreas	Geração de efluentes e resíduos sólidos; emissões atmosféricas	
IMPACTO AMBIENTAL	Alteração na disponibilidade hídrica	Alteração na qualidade da água	Contribuição para as mudanças climáticas	Alteração da qualidade do ar	Alteração nos níveis de ruído	Intensificação de processos de assoreamento	Intensificação de processos erosivos	Geração de sismos induzidos	Alterações da paisagem e do uso do solo	Alteração da qualidade do solo	Alteração e/ou redução de habitat	Alteração estrutural e/ou funcional dos ecossistemas	
FONTES ENERGÉTICA													
Biocombustível (Etanol)	9	5	2	5	1	2	5	n.s	9	1	5	3	47
Biocombustível (Óleos e Biodiesel)	9	5	2	5	1	2	3	n.s	5	5	5	3	47
Biogás	2	1	3	3	1	n.s	n.s	n.s	2	1	n.s	n.s	13
Biomassa (Lenha)	3	1	9	7	3	2	2	n.s	7	3	9	3	49
Biomassa (Residual)	1	1	3	5	1	1	1	n.s	5	3	1	3	25
Carvão Mineral	9	8	10	10	7	9	9	9	10	10	10	9	110
Energia do Mar	n.s	n.s	n.s	n.s	2	n.s	n.s	n.s	1	n.s	5	1	9
Eólica	n.s	n.s	n.s	n.s	6	n.s	1	n.s	9	n.s	2	0	18
Gás Natural	9	7	9	9	7	4	4	9	9	5	8	6	84
Geotérmica	1	6	1	2	4	1	1	9	9	5	5	1	45
Hidrelétrica	9	1	1	3	3	10	9	2	10	1	9	1	59
Não Renováveis Residual	1	5	10	7	5	1	1	n.s	5	n.s	2	1	38
Nuclear	10	6	1	3	7	9	9	9	10	10	9	5	88
Petróleo e Derivados	9	8	10	10	7	4	4	9	9	8	4	6	88
Solar	5	1	1	n.s	1	1	1	n.s	6	6	5	5	32

n.s = não significativo

# Referências

ABNT NBR ISO 14001:2004 – Sistemas de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Plano Nacional de Energia 2030 / Ministério de Minas e Energia ; colaboração Empresa de Pesquisa Energética . \_ Brasília : MME : EPE, 2007. 12 v. : il.

Campos, C. M. M. et al. Avaliação do potencial de produção de biogás e da eficiência de tratamento do reator anaeróbio de manta de lodo (UASB) alimentado com dejetos de suínos. Ciênc. Agrotec., Lavras, 2005.

CARNEY, B.; FEELEY, T.; MCNEMAR, A. Water-Energy Nexus - Breakout session of the International conference on Water Scarcity, Global Changes, and Groundwater Management Responses. NELT, 2008.

CERPCH - CENTRO de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas, s/d . Fontes renováveis, biomassa. Disponível em: <http://www.cerpch.unifei.edu.br/biomassa.php>. Acesso em: 05 novembro de 2012.

DESIDERI, U.; ZEPPARELLI, F.; MORETTINI, V.; GARRONI, E. Comparative analysis of concentrating solar power and photovoltaic technologies: Technical and environmental evaluations. Applied Energy, n. 0, 2012.

DOE. Concentrating Solar Power Commercial Application Study: Reducing Water Consumption of Concentrating Solar Power Electricity Generation. . Washington D.C - Estados Unidos: U.S Department of Energy. Disponível em: <http://www.nrel.gov/csp/pdfs/csp\_water\_study.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2012. , 2009

DONES, R.; HECK, T.; EMMENEGGER, M. F.; JUNGBLUTH, N. Life Cycle Inventories for the Nuclear and Natural Gas Energy Systems, and Examples of Uncertainty Analysis (14 pp). The International Journal of Life Cycle Assessment, v. 10, n. 1, p. 10-23, 1 jan 2005.

ENCALADA, M. A. R. Potencial impacto ambiental de las industrias en el Ecuador: exploración preliminar y soluciones. Quito: Fundación Natura, 1991.

ENGELHARDT, F. R. Limitations and innovations in the control of environmental impacts from petroleum industry activities in the Arctic. Marine Pollution Bulletin, v. 29, n. 6-12, p. 334-341, 1994.

EPE. Plano Nacional de Energia 2030 / Ministério de Minas e Energia ; colaboração Empresa de Pesquisa Energética . \_ Brasília : MME : EPE, 2007.

EPRI. Water & Sustainability: U.S. Water Consumption for Power Production-The Next Half Century. . Estados Unidos: Electric Power Research Institute, Inc. , 2002

FAO. Queima de Biomassa: Indicadores Pressão Situação Resposta, s/d. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/pt/lead/toolbox/Indust/BioBurEA.htm>. Acesso em: 01 novembro 2012.

FEELEY III, T. J.; SKONE, T. J.; STIEGEL JR., G. J. et al. Water: A critical resource in the thermoelectric power industry. Energy, v. 33, n. 1, p. 1-11, jan 2008.

FEELEY, T.; GREEN, L.; MURPHY, J. et al. Addressing the critical link between fossil energy and water. 2005.

FRAITURE, C. et.al. Biofuels and implications for agricultural water use: blue impacts of green energy Water Policy 10 Supplement 1 (2008) 67-81, doi: 10.2166/wp.2008.054.

FTHENAKIS, V.; KIM, H. C. Life-cycle uses of water in U.S. electricity generation. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 14, n. 7, p. 2039-2048, set 2010.

GASNET. Disponível em <http://www.gasnet.com.br/conteudos.asp?cod=6982&tipo=Artigos&categoria=11>. Acessado em 23 de outubro de 2012.

GERDES, K.; NICHOLS, C. Water Requirements for Existing and Emerging Thermoelectric Plant Technologies. DOE/NETL-402/080108. 2009. 2009.

International Energy Agency – IEA. 2012. Key World Energy Statistics 2012. Disponível em: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,31287,en.html>. Acesso 01 dez 2012, pp 80, Paris – França

INFANTI JR., N., FORNASARI FILHO, N. (1998) Processos de Dinâmica Superficial. In: Geologia de Engenharia. Santos, A, M dos, Oliveira, S. N A. de B. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia.

IPCC. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

Kannan, R. et al. "Life cycle assessment study of solar PV systems: An example of a 2.7 kWp distributed solar PV system in Singapore," Solar Energy, vol. 80, pp. 555-563, June 2005.

KOOPMANS, A. and KOPPEJAN, J. (1997). Agricultural and Forest Residues - Generation, Utilization and Availability. In: Regional Consultation on Modern Applications of Biomass Energy. Malaysia Kuala Lumpur, January 1997. pp. 6-10.

Lamonica, H. M. Potencial de geração de excedentes de energia elétrica com o biogás produzido a partir da biodigestão da vinhaça na indústria sucro-alcooleira brasileira. Agrener GD, 2006.

LEOPOLD, L.B.; CLARKE, F.S.; HANSHAW, B. et al. A procedure for evaluating environmental impact. Washington: U. S. Geological Survey, 1971. 13p. (circular 645).

Libânio, P. A. C., Chernicharo, C. A. L., Nascimento, N. O. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. Eng. Sanit. Ambient.,2005.

MAKESCHIN, F. Effects of energy forestry on soils. Biomass and Bioenergy

MARIANO, J. B. Impactos Ambientais do Refino do Petróleo. Rio de Janeiro, Brasil: Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

METZGER, Jean Paul. Estrutura da Paisagem e Fragmentação: Análise Bibliográfica. In: Anais Acadêmico Brasileiro de Ciências, 1999, 71 (3-1), pag 445 -463.

MIELKE, Erik, et al. "Water Consumption of Energy Resource Extraction, Processing, and Conversion, A review of the literature for estimates of water intensity of energy-resource extraction, processing to fuels, and conversion to electricity," Energy Technology Innovation Policy Discussion Paper No. 2010- 15, Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School, Harvard University, 2010.

Murphy, J. D., McKeogh E., Kiely, G. Technical/economic/environmental analysis of biogas utilization. AppliedEnergy, 2004.

NOGUEIRA, L.A.H. and LORA, E.E.S (2003). Dendroenergy: Fundamentals and Applications. Ed. Interciência. Rio de Janeiro. 199 p. (in Portuguese).



ODEH, N. A.; COCKERILL, T. T. Life cycle analysis of UK coal fired power plants. *Energy Conversion and Management*, v. 49, n. 2, p. 212-220, fev 2008.

OLIVEIRA, L.B., MAHLER, C.F. and ALVES, I.R.F.S. Potential energy from Brazilian organic waste. Fourth international symposium of energy from biomass and waste. Venice 2012.

PARIZZOTO, Rafael. Identificação e Classificação dos Aspectos e Impactos Ambientais em uma Empresa Metal Mecânica. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental, Universidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, 2011.

Pompermayer, R. S., Paula Jr. D. R., Estimativa do potencial brasileiro de produção de biogás através da biodigestão da vinhaça e comparação com outros energéticos. *Enc. Energ. Meio Rural*, 2000.

QAS – Quality Assurance Services (1997). Introduction to Environmental Management Systems. Training Manual. n.p.

Rosenwinkel, K. H., Austermann-Haun, U., Meyer, H. Industrial Wastewater Sources and Treatment Strategies - Hannover, Alemanha, 2002.

SANTOS, M. A. 2000. Inventário de emissões de gases de efeito estufa derivadas de hidrelétricas. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 148p.

SCHUMACHER, Mauro Valdir. A complexidade dos ecossistemas. Porto Alegre: Pallotti, 1997.

Souza, S. N. M., Pereira, W. C., Nogueira, C. E. C., Pavan, A. A., Sordi, A.

Tchobanoglous, G., Burton, F. L., Stensel, H. D. Wastewater engineering: treatment and reuse. Nova Iorque, 2002.

THERMAL POWERTEC LTD. Steam Condenser & Cooling Systems. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.tpowertec.com/coolingsystems.htm>. Acesso em: 10 dez. 2011. , 2011

TSOUTSOS, T.; FRANTZESKAKI, N.; GEKAS, V. Environmental impacts from the solar energy technologies. *Energy Policy*, v. 33, n. 3, p. 289-296, fev 2005.

TURNEY, D.; FTHENAKIS, V. Environmental impacts from the installation and operation of large-scale solar power plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 15, n. 6, p. 3261-3270, ago 2011.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. Energy Demands on Water Resources Report to Congress on The Interdependency of Energy and Water, 2006.

UHLIG, A. et.al. O USO DE CARVÃO VEGETAL NA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA BRASILEIRA E O IMPACTO SOBRE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Revista Brasileira de Energia, Vol. 14, No. 2, 2º Sem. 2008, pp. 67-85.

VIALTA, G. J. Carvão, s/d. Disponível em: <ftp://ftp.fem.unicamp.br/pub/IM338/carvao.pdf>. Acesso em: 01 novembro 2012.

VITAL, M.H.F. Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, V. 14, N. 28, P. 235-276, dez. 2007. Disponível em: [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev2808.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev2808.pdf). Acesso em: 05 novembro de 2012. Volume 6, Issues 1-2, 1994, Pages 63-79. [http://dx.doi.org/10.1016/0961-9534\(94\)90086-8](http://dx.doi.org/10.1016/0961-9534(94)90086-8)

WEISSER, Daniel. A guide to life-cycle greenhouse gas (GHG) emissions from electric supply Technologies, Energy 32 (2007) 1543-1559.

WORLD COAL ASSOCIATION. Coal - Energy for Sustainable Development. . United Kingdom: [s.n.]. Disponível em: [www.worldcoal.org](http://www.worldcoal.org). Acesso em: 15 nov. 2012. , 2012

WORLD NUCLEAR ASSOCIATION. The Nuclear Fuel Cycle. Disponível em: <http://www.world-nuclear.org/info/inf03.html>. Acesso em: 16 nov. 2012.

Zanette, A.L. Potencial de aproveitamento energetic do biogás no Brasil. Dissertação [de mestrado]. 105 p. Programa de Planejamento Energético. COPPE/UFRJ. 2009.

ZHAI, H.; RUBIN, E.; VERSTEEG, P. Water Use at Pulverized Coal Power Plants with Postcombustion Carbon Capture and Storage. Environmental Science and Technology, p. 2479 - 2485, 2011.

ZHAI, H.; RUBINA, E. S. Carbon capture effects on water use at pulverized coal power plants. Energy Procedia, v. 4, p. 2238-2244, 2011.

