



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

FI/GIA/11  
18 a 21 de Outubro de 2015  
Foz do Iguaçu - PR

**GRUPO - XI**

**GRUPO DE ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS - GIA**

**INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE (DIMENSÃO AMBIENTAL) PARA GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA**

**Katia Cristina Garcia(\*)**  
**CEPEL**

**Denise Ferreira de Matos**  
**CEPEL**

**Luciana Rocha Leal da Paz**  
**CEPEL**

**RESUMO**

Nos últimos anos a Eletrobras vem ampliando sua visão e atuação em termos da sustentabilidade. Uma importante ação neste sentido foi a concepção do Sistema de Indicadores de Gestão da Sustentabilidade (Sistema IGS) pelo CEPEL, monitorando desde 2009, indicadores de sustentabilidade da dimensão ambiental relacionados a geração hidrelétrica, térmica, transmissão, distribuição e atividades administrativas. Com o crescimento da importância da geração eólica para a empresa, o desenvolvimento de indicadores relacionados a esta fonte se tornou imperativo. Este artigo visa apresentar uma proposta de indicadores de sustentabilidade para geração eólica, focando nos impactos ambientais tanto na construção quanto na operação.

**PALAVRAS-CHAVE**

Sustentabilidade Empresarial, Geração Eólica, Indicadores

**1.0 - INTRODUÇÃO**

A Sustentabilidade Empresarial surgiu como a tradução do conceito de desenvolvimento sustentável para o ambiente empresarial, configurando um novo modelo de gestão, no qual a atuação nas dimensões social e ambiental, aliada às boas práticas de governança, interfere positivamente na dimensão econômica.

Nos últimos anos, a Eletrobras vem ampliando sua visão e atuação em termos da sustentabilidade, buscando alcançar o objetivo definido em sua Política de Sustentabilidade, de promoção do desenvolvimento sustentável, equilibrando oportunidades de negócio com responsabilidade social, econômico-financeira e ambiental.

Uma importante ação neste sentido foi a concepção do Sistema de Indicadores de Gestão da Sustentabilidade das Empresas Eletrobras (Sistema IGS). Desenvolvido pelo CEPEL e utilizado por todas as Empresas Eletrobras, o Sistema IGS é atualmente uma importante ferramenta estratégica de gestão que monitora, desde 2010, os indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental a partir da análise de variáveis das diversas áreas das Empresas Eletrobras. Atualmente o Sistema está sendo ampliado para as dimensões social e econômico-financeira. Na dimensão ambiental, o Sistema IGS realiza o monitoramento de temas como água, energia, resíduos, biodiversidade, ações voluntárias e conformidade legal em 173 indicadores de desempenho para as atividades de geração hidrelétrica, térmica, transmissão, distribuição e atividades administrativas. Com a ampliação dos eixos de atuação da Eletrobras e crescimento da importância da geração eólica para a empresa, o desenvolvimento de indicadores específicos relacionados a esta fonte de energia se tornou imperativo.

Nos leilões de eólica de 2013 a Chesf e Eletrosul negociaram 62,5% (550,5 MW) da energia eólica ofertada. Este potencial se somará aos 570 MW que Furnas gerará juntamente com parceiros privados em quatro complexos eólicos no Rio Grande do Norte, Ceará e Bahia. Atualmente a Eletrobras detém a concessão/autorização para construir novos empreendimentos de geração eólica que totalizam 1.930 MW. Em 2013 a capacidade instalada da

Eletrobras para eólica foi de 150 MW (4% de participação no SIN) e até 2022 deve crescer para 2.076 (12% de participação no SIN), considerando as usinas conectadas, as que detêm concessão/autorização ou estão no aguardo de outorga e a evolução da capacidade instalada planejada no PDE 2022.

Apesar de ser considerada uma fonte de geração de energia limpa, a construção e operação de empreendimentos eólicos causa uma série de impactos nos meios biótico, físico e socioeconômico. Alguns impactos identificados em estudos ambientais estão associados à supressão da vegetação, afugentamento da fauna, a degradação da área afetada, geração de resíduos, a alteração do nível hidrostático do lençol freático, a emissão de ruído, o impacto visual, a corona visual ou ofuscamento, as interferências eletromagnéticas, o efeito estroboscópico e as interferências locais.

Uma breve análise deste novo cenário de geração evidencia a necessidade de incorporação de indicadores para a geração eólica no Sistema de Gestão da Sustentabilidade das Empresas Eletrobras. Este artigo visa apresentar uma proposta de indicadores de energia eólica para Sistema IGS. O trabalho é focado nos impactos ambientais impostos pela geração de energia eólica tanto na sua construção quanto na sua operação e tem como perspectivas futuras a ampliação do seu escopo, abrangendo também indicadores sociais e econômicos.

## 2.0 - IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA

Seguindo a metodologia do Projeto IGS, a seleção de indicadores socioambientais é orientada pelos principais impactos da atividade em análise, neste caso, a geração de energia eólica.

Visando uma identificação ampla e sob diversos pontos de vista, buscou-se duas fontes de informações principais: a primeira foi o Plano Nacional de Energia (2030) que traz uma visão abrangente dos impactos da geração de energia eólica, visto que esta é uma das fontes com crescente participação na matriz elétrica brasileira, e a segunda, alguns estudos de impactos ambientais (EIA) de empreendimentos de geração eólica já licenciados ou em licenciamento ambiental.

A Tabela 2.1 apresenta os impactos associados à energia eólica classificados por etapa de acordo com a revisão bibliográfica realizada.

TABELA 2.1: IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS ASSOCIADOS A CONSTRUÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE USINAS DE GERAÇÃO EÓLICA

<b>Etapa</b>	<b>Impacto</b>
Construção da Usina	Perda de habitantes
	Alteração do uso do solo
	Erosão do solo
	Acidentes com lesões mais graves
	Acidentes com lesões menos graves
	Acidentes com mortes
	Perda de audição devido a poluição sonora
	Estresse devido a poluição sonora
	Problemas respiratórios devido à emissão de material particulado
	Emissão de gases de efeito estufa e causadores de deposição ácida pelas máquinas e caminhões utilizando derivados de petróleo
	Interferência com população local
	Interferência na fauna e flora
	Poluição visual
	Interferência com atividade turística
	Perturbação no trânsito local
	Aumento da demanda por serviços públicos, habitação e infra-estrutura de transporte
	Alteração da organização sócio-cultural e política da região
	Aumento das atividades econômicas da região com possível posterior retração após o término do empreendimento

TABELA 2.1: IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS ASSOCIADOS A CONSTRUÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE USINAS DE GERAÇÃO EÓLICA - CONTINUAÇÃO

Etapa	Impacto
Operação da Usina	Acidentes com lesões mais graves
	Acidentes com lesões menos graves
	Acidentes com mortes
	Perda de audição devido a poluição sonora
	Estresse devido a poluição sonora
	Efeitos sobre fauna alada (Morte, ferimentos e alteração comportamental)
	Ataques epiléticos devido ao efeito estroboscópico
	Estresse devido ao efeito estroboscópico
	Alteração do uso do solo
	Perda de habitantes
	Perda de valor cênico devido a poluição visual
	Espalhamento das ondas de rádio
	Alteração da organização sócio-cultural e política da região
	Aumento da demanda por serviços públicos, habitação e infra-estrutura de transporte
	Aumento das atividades econômicas da região com possível posterior retração após o término do empreendimento

Fontes: CEPEL, 2011 (1); BRASIL, 2007 (2); EUROPEAN COMMISSION, 1995 (3).

Um dos mais importantes benefícios que a energia eólica oferece ao meio ambiente está no fato de que ela não emite poluentes durante sua operação (PNE 2030).

Por outro lado, um impacto ambiental importante da geração eólica é o causado pelo ruído, na fase de operação. Outro impacto ambiental atribuído às eólicas é o visual, embora a reação provocada por um parque eólico seja, na maioria das vezes, altamente subjetiva. Os elementos característicos de um parque eólico susceptíveis de produzir este tipo de impacto são os acessos ao parque, os aerogeradores e as subestações. Existem também os efeitos não subjetivos, como os causados pelo Efeito Estroboscópico, intermitência entre luz e sombra que pode atingir algumas localidades muito próximas aos empreendimentos eólicos. O efeito estroboscópico pode causar desde mudanças de humor até a intensificação de ataques em pessoas epiléticas.

Finalmente, o impacto de turbinas eólicas sobre a fauna está relacionado com acidentes eventuais envolvendo pássaros e morcegos, quando estes se chocam nas pás em movimento. Analisando os estudos sobre os impactos na fauna alada, observa-se que parques eólicos podem trazer impactos negativos para algumas espécies. Entretanto, estes impactos podem ser reduzidos a um nível tolerável através do planejamento do futuro da geração eólica considerando aspectos de conservação da natureza, tais como:

- Evitar a instalação de parques eólicos em áreas importantes de habitat;
- Evitar áreas de corredor de migração;
- Adotar arranjo adequado das turbinas no parque eólico;
- Usar torres de tipos apropriados (tubulares);
- Utilizar sistemas de transmissão subterrâneos.

Após revisão mais ampla da literatura, buscou-se também identificar em Estudos de Impactos Ambientais e Relatórios Ambientais Simplificados, os principais impactos associados aos empreendimentos brasileiros de geração de energia eólica. Como o foco do trabalho inicialmente era a definição de indicadores de sustentabilidade empresarial para a dimensão ambiental, um detalhamento maior foi dado aos impactos físicos e bióticos, conforme a seguir.

**Alteração da qualidade do ar:** Impacto relacionado à emissão de material particulado e de gases de combustão provenientes de fontes difusas (fixas e móveis) devido ao trânsito de veículos e máquinas, abertura ou adequação/melhoria de estradas de serviço e de acesso, implantação e operação de canteiros de obras, supressão da vegetação, terraplenagem, implantação das fundações e montagem das torres e dos aerogeradores.

**Alteração dos níveis de ruído:** Impacto relacionado à introdução de novos ruídos no ambiente, que podem repercutir de forma distinta sobre a população local e sobre a fauna em geral, resultando em incômodo e desconforto ambiental. Na Implantação, as principais fontes geradoras de ruídos estão relacionadas ao trânsito de veículos e máquinas, operação de máquinas e equipamentos, abertura ou adequação/melhoria de estradas de serviço e de acesso, implantação e operação de canteiros de obras, supressão da vegetação, terraplenagem, implantação das fundações e montagem das torres e dos aerogeradores.

**Alteração da dinâmica erosiva:** As intervenções no ambiente devido às atividades de construção, como abertura de estradas de serviço, adequações das estradas de acesso, remoção de cobertura vegetal, retirada de solo

orgânico, disposição de materiais excedentes em áreas provisórias, terraplanagem, implantação de estruturas de drenagem e implantação do canteiro de obra, ocasionam em alterações no comportamento do escoamento superficial e na exposição de solo. Essas alterações podem influenciar na estabilidade do terreno, com carreamento de sedimentos e alteração da capacidade de escoamento dos terrenos e cursos fluviais. No geral, as atividades que antecedem o início da construção expõem o solo, deixando-o mais susceptível à erosão, implicando na capacidade de infiltração da água e alteração no escoamento superficial.

**Contaminação do solo:** O uso, acondicionamento e destinação final inadequados de produtos químicos, combustíveis, óleos e graxas, tintas e demais produtos contaminantes, bem como a utilização de máquinas e equipamentos sem a devida manutenção, manuseados durante as atividades de instalação do empreendimento, poderão promover a contaminação do solo local.

**Alteração das propriedades do solo:** As atividades de terraplenagem, trânsito de veículos e equipamentos, abertura de estradas de serviços e implantação de canteiro de obras, contribuem para o aumento da compactação do solo, gerando diminuição da porosidade e da infiltração de água pluvial, aumento da densidade, das taxas de evaporação e fluxo ascendente das águas, diminuindo a disponibilidade hídrica e o enraizamento de plantas.

**Alteração da dinâmica hídrica superficial:** A supressão de vegetação, impermeabilização e compactação do solo e a criação de obstáculos hídricos contribuem para que haja alteração na dinâmica hídrica superficial. O trânsito de veículos, as atividades de terraplanagem, remoção de solo, instalação de canteiros de obra resultam na compactação do solo, a impermeabilização de áreas e a criação de obstáculos hidráulicos, afetando diretamente nas condições naturais de escoamento superficial e infiltração, interferindo nas condições da dinâmica hídrica superficial.

**Alteração da qualidade das águas superficiais:** O grau de conservação da qualidade das águas superficiais pode ser alterado devido ao aporte de sedimentos ocasionados pelas atividades correlatas à fase de instalação ou possíveis vazamentos de óleos/combustíveis de máquinas ou demais efluentes para o corpo hídrico. O carreamento de sedimentos poderá causar o incremento das concentrações de sólidos dissolvidos, em suspensão e sedimentáveis e dos níveis de cor e turbidez. A geração de efluentes líquidos está associada ao canteiro e implantação de estruturas de drenagem. A geração de efluentes líquidos oleosos está associada à ao canteiro e à operação de máquinas e equipamentos.

**Alteração da dinâmica hídrica subterrânea:** A alteração da dinâmica hídrica subterrânea é decorrente de fatores como a supressão da vegetação, que expõe o solo e aumenta o escoamento superficial, dificultando a recarga d'água. O trânsito de veículos, as atividades de terraplanagem, remoção de solo, implantação do canteiro de obra aumentam a compactação do solo, a impermeabilização de áreas e cria obstáculos hidráulicos, afetando diretamente nas condições naturais de infiltração, circulação das águas subterrâneas e interferem nas condições de recarga d'água subterrânea.

**Alteração da qualidade das águas subterrâneas:** A geração dos efluentes líquidos e resíduos oleosos e graxas provém das instalações de apoio, lavagem de equipamentos, abastecimento de veículos e da manutenção de máquinas e equipamentos. Estes efluentes poderão causar a alteração da qualidade da água, caso dispostos no solo diretamente e/ou não sejam tratados antes de seu lançamento.

**Geração de resíduos sólidos:** A geração de resíduos sólidos é inerente a qualquer tipo de obra civil ou atividades que façam uso de materiais em conjunto com as atividades antrópicas. Em toda a etapa de instalação são gerados resíduos envolvendo classes relacionadas à de construção civil (Resolução CONAMA nº 307/2002, alterada pela Resolução CONAMA nº 348/2004). Estes incluem desde material de demolição (blocos, tijolos, concretos) até resinas, metais, madeiras, plástico, papel, papelão, fiação, material asfáltico, tintas e solventes. Além disso, serão gerados resíduos orgânicos, provenientes, da supressão vegetal, da alimentação e higiene básica de funcionários e demais visitantes da obra.

**Alteração da paisagem:** Mesmo com a baixa intervenção, a instalação de Centrais Eólicas ocasiona a supressão vegetal para a construção do canteiro de obras, abertura de acessos, instalação de pátios de montagem de equipamentos, fundações e montagem dos aerogeradores resultando em alteração dos aspectos paisagísticos da área, gerando impactos visuais, principalmente por considerar que suas estruturas não são contempladas com ambientações, paisagismos e outros artifícios que minimizam as alterações na paisagem natural.

**Perda de cobertura vegetal:** Para a implantação do projeto normalmente é realizada a retirada da cobertura vegetal nos pontos de locação das torres, nos traçados das vias de acesso, no local do pátio de montagem e manobras, do canteiro de obras. Esta supressão pode resultar principalmente na diminuição do potencial ecológico da região, e impactos sobre a fauna, podendo ainda aumentar significativamente a probabilidade da perda da camada superficial do solo, contribuindo na formação de processos erosivos.

**Interferência em áreas de Preservação Permanente – APP:** Durante a fase de instalação podem ocorrer interferências em APP localizadas na poligonal dos empreendimentos.

**Afugentamento da fauna:** O afugentamento da fauna acontece no início da implantação do empreendimento, sendo que os animais, de forma geral, tentam se proteger em áreas com condições mais próximas do natural. Em muitos casos pode ocorrer uma acomodação destas populações faunísticas às perturbações, e o repovoamento dessas áreas ainda alteradas. A principal atividade que contribui para o afugentamento da fauna é a supressão da vegetação (perda de habitats) associada à geração de ruídos, provenientes do tráfego das máquinas e veículos, vibração e suspensão de materiais particulados, que induz os indivíduos a se deslocarem para zonas menos perturbadas.

**Perda de hábitat:** O habitat é onde uma população ou um organismo vive, podendo ser uma árvore, um lago, parte de uma floresta e até mesmo uma pedra (para pequenos artrópodes). A perda de habitat na instalação pode ocorrer por alterações dos meios físico e biótico, causadas por atividades de remoção da vegetação e remoção/modificação do solo, que resultará na perda direta de indivíduos da flora e, conseqüentemente, na perda de abrigo e alimento da fauna local.

**Perda de espécimes da biota:** A perda de espécimes ocorre por ação direta ou indireta na fase de implantação onde as principais atividades responsáveis por este impacto são: supressão de vegetação, retirada das camadas superficiais do solo, terraplenagem, drenagem do terreno, implantação de canteiro de obras e de vias de acesso internas e externas.

### 3.0 - PROPOSTA DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA A GERAÇÃO EÓLICA (DIMENSÃO AMBIENTAL)

A partir da análise dos impactos físicos e bióticos associados aos empreendimentos de geração de energia eólica, e considerando a estrutura dos temas e indicadores propostos pelo Projeto IGS para as outras atividades, pode-se chegar a uma lista preliminar de indicadores para a Geração Eólica, disposta na Tabela 3.1 a seguir.

TABELA 3.1: PROPOSTA DE INDICADORES PARA A GERAÇÃO EÓLICA DO PROJETO IGS

Tema	Indicador	Objetivo
<b>Emissões Gasosas</b>	<b>IEEG1:</b> Emissão de Gases de Efeito Estufa	Medir, calcular ou estimar as emissões totais (diretas e indiretas) de gases de efeito estufa da geração eólica.
<b>Resíduos</b>	<b>IER1:</b> Total de Resíduos gerados nas atividades de manutenção e operação dos parques por tipo de resíduos	Avaliar a evolução da geração total de resíduos nas atividades de manutenção e operação dos complexos.
	<b>IER2:</b> Total de Resíduos gerados na construção dos parques por tipo de resíduos	Avaliar a evolução da geração total de resíduos gerados na construção dos parques eólicos.
	<b>IER3:</b> Destinação de Resíduos gerados na manutenção e operação por tipo de destinação	Avaliar os diferentes métodos de destinação e disposição de resíduos nas atividades de manutenção e operação dos parques eólicos para identificação dos esforços de redução de resíduos.
	<b>IER4:</b> Destinação de Resíduos gerados na construção por tipo de destinação	Avaliar os diferentes métodos de destinação e disposição de resíduos para identificação dos esforços de redução de resíduos.
<b>Risco de Acidentes Ambientais</b>	<b>IERA1:</b> Derramamento de óleo mineral	Monitorar, controlar e reduzir o risco de acidentes ambientais nos parques eólicos.
<b>Uso do Solo</b>	<b>IEUS1:</b> Área ocupada pelo parque (Km <sup>2</sup> /MW).	Identificar e acompanhar a evolução da relação área x potência instalada dos empreendimentos de Geração Eólica, em implantação e operação.
<b>Biodiversidade</b>	<b>IEB1a:</b> Interferência em áreas relevantes para a conservação da biodiversidade por bioma	Identificar e acompanhar a evolução da interferência dos parques eólicos em áreas relevantes para conservação da biodiversidade em cada bioma nacional, em sua relação com a dimensão da geração de eletricidade e dos impactos causados em função desta geração.
	<b>IEB1b:</b> Interferência de empreendimentos de Geração Eólica em Áreas Protegidas por bioma	Identificar e acompanhar a evolução da interferência dos parques em áreas protegidas em cada bioma nacional, em sua relação com a dimensão da geração de eletricidade e dos impactos causados em função desta geração.

TABELA 3.1: PROPOSTA DE INDICADORES PARA A GERAÇÃO EÓLICA DO PROJETO IGS - CONTINUAÇÃO

Tema	Indicador	Objetivo
<b>Biodiversidade</b>	<b>IEB2a:</b> Áreas protegidas apoiadas pela empresa por bioma – Geração Eólica	Identificar e acompanhar a evolução da intervenção positiva da empresa sobre áreas protegidas, em cada bioma nacional, em sua relação com a dimensão da geração de eletricidade e dos impactos causados em função desta geração.
	<b>IEB2b:</b> Áreas relevantes para conservação da biodiversidade apoiadas pela empresa por bioma – Geração Eólica	Identificar e acompanhar a evolução da intervenção positiva da empresa sobre áreas relevantes para conservação da biodiversidade, em cada bioma nacional, em sua relação com a dimensão da geração de eletricidade e dos impactos causados em função desta geração.
	<b>IEB3:</b> Razão de recursos financeiros em programas de proteção à biodiversidade - Geração Eólica	Identificar e acompanhar a evolução da significância dos recursos.
	<b>IEB4:</b> Programas de monitoramento de animais de pequeno porte	Identificar e acompanhar a evolução da intervenção positiva da empresa sobre elementos da biodiversidade afetada.
	<b>IEB5 :</b> Uso de técnicas especiais para a proteção da biodiversidade – Geração Eólica	Identificar e acompanhar a evolução do uso de técnicas especiais para a proteção da biodiversidade nos empreendimentos eólicos.

O sistema IGS - dimensão ambiental encontra-se implementado e em produção desde 2010, com as atividades de geração hidrelétrica, termelétrica, transmissão, atividades administrativas e conformidade legal. Desde então foram incorporadas novas variáveis, indicadores e mesmo atividades. O processo de desenvolvimento dos indicadores, bem como da elaboração e implementação do Sistema IGS é bastante interativo, contando com a participação dos integrantes das empresas Eletrobras para customizar esta ferramenta e promover sua evolução constante. O conjunto de indicadores e variáveis é revisado e redefinido sempre que as empresas sentem necessidade ou sempre que se identifica a necessidade de incorporar indicadores importantes para ações de controle e para o planejamento de melhorias nas questões relevantes do desempenho sociambiental. A unificação do entendimento dos indicadores entre as empresas permite não só o seu aperfeiçoamento como também a troca de experiências e de boas práticas.

Desta forma, já há no Sistema um conjunto robusto de indicadores das atividades relativas as linhas de atuação das Empresas Eletrobras. Somando a estes a análise dos impactos da atividade geração de energia elétrica por fonte eólica, foi definido um grupo inicial de indicadores da atividade Geração Eólica. Os próximos passos incluem a discussão dos indicadores com os especialistas das empresas visando o seu aperfeiçoamento, bem como a definição do primeiro conjunto de variáveis que irão compor a Atividade Geração Eólica no Sistema IGS. Com o avanço das discussões desta atividade com os especialistas, outros indicadores específicos poderão ser incluídos uma vez que a ferramenta é flexível para se adequar à realidade das empresas.

#### 4.0 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os indicadores de sustentabilidade são instrumentos que fornecem importantes subsídios para o processo de tomada de decisão, buscando orientar a ação e fundamentar o acompanhamento e avaliação de projetos e políticas. Além disso, podem trazer ganhos ambientais pela redução do consumo de recursos e dos impactos sobre o meio ambiente. A definição e seleção dos indicadores utilizou como subsídio o levantamento do estado da arte internacional e nacional.

Os indicadores apresentados neste trabalho compõem uma primeira versão, que deverá ser detalhada e reavaliada em conjunto com a Eletrobras e suas Empresas. Foram identificados catorze indicadores distribuídos pelos temas: Emissões gasosas, Resíduos, Risco de Acidentes Ambientais, Uso do Solo e Biodiversidade. Os próximos passos incluem a discussão destes indicadores com as Empresas Eletrobras, para que um conjunto preliminar possa ser implementado no Sistema IGS. O processo de construção dos indicadores é uma atividade realizada em conjunto que busca auxiliar a evolução constante da gestão da sustentabilidade empresarial.

## 5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) CEPEL, (2011) **Proposta Metodológica para a consideração do Impacto Socioambiental Negativo do Não-Aproveitamento de Potenciais Hidrelétricos Economicamente Atrativos em Estudos de Inventário de Bacias Hidrográficas**. Relatório Técnico CEPEL nº: 39.242/2011. Projeto 1781.
- (2) BRASIL, Ministério de Minas e Energia (2007) **Plano Nacional de Energia 2030 – Documento Final**. MME. Colaboração EPE. Brasília.
- (3) EUROPEAN COMISSION (1995) **Externalities of Energy – ExternE**. Vol 6: Wind and Hydro. Luxembourg.

## 6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

**Katia Cristina Garcia**, Nascida em São Paulo, em 1975.



Doutora em Planejamento Ambiental pelo PPE/COPPE/UFRJ em 2007, Mestre em Engenharia de Produção pelo PEP/COPPE/UFRJ em 2001, Engenheira Química pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro em 1997. Possui ainda MBA em Desenvolvimento Gerencial pela FGV-SP (2001).

Atualmente é pesquisadora do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL/ELETROBRAS). Tem experiência na área de Planejamento Energético e Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), Avaliação de Riscos e Avaliação de Impactos Ambientais, Sustentabilidade Empresarial.