

**ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES GEOAMBIENTAIS CAUSADAS PELA  
CONSTRUÇÃO DE EMPREENDIMENTOS ENERGÉTICOS - ESTUDO DE CASO  
DA PCH SÍTIO GRANDE - BA**

Bruno Vieira Lourenço  
PUC-Rio  
brunorjpa@gmail.com

Diego Lellis de Carvalho  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ  
diegocarvalho231@gmail.com

Hugo Renato A. Nunes  
Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI

**EIXO TEMÁTICO: GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS, BACIA HIDROGRÁFICAS,  
PLANEJAMENTO AMBIENTAL E TERRITORIAL**

**Resumo**

O presente trabalho trata de uma questão eminente ao cenário nacional: as alterações geoambientais decorrentes da implantação de centrais hidroelétricas de geração de energia. De acordo com o Plano Decenal de Energia 2011-2020, publicado pela Empresa de Pesquisa Energética, está prevista a geração de 6.156 MW em média por ano para atender ao crescimento da demanda por energia, dos quais, aproximadamente 3.200 MW são oriundos de geração hidroelétrica. Significa dizer que será necessária a construção de uma nova Itaipu, aproximadamente a cada 4 anos. A implantação e a operação de centrais hidroelétricas causa modificação ambiental no local de sua localização, como a modificação do regime do rio (de lótico para lântico), supressão da vegetação na área do futuro reservatório, movimentação de terra para construção das barragens, dentre outros. Tais processos devem seguir rígida legislação ambiental, elaborada no sentido de mitigar ao máximo os impactos ambientais bem como estabelecer as compensações ambientais devidas. Tendo em vista o exposto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar a identificação, sistematização e remediação de focos erosivos contidos nas áreas degradadas provenientes da implantação da PCH Sítio Grande, localizada na região oeste do estado da Bahia, na bacia hidrográfica do rio Grande, às coordenadas 12° 25'S e 45° 07'W. A Pequena Central Hidroelétrica – PCH Sítio Grande possui potência instalada de 25 MW, com expectativa de geração média anual em torno de 19 MW<sub>méd</sub>. Possui um reservatório de 0,5 km<sup>2</sup>, possuindo, assim, uma excelente relação área alagada/energia gerada, igual a 0,02 km<sup>2</sup>/MW, bem inferior a média nacional de 0,49 km<sup>2</sup>/MW. Não obstante à reduzida área do reservatório, a barragem da margem esquerda possui 85 m de comprimento e 36 m de altura máxima, com crista na El. 591,00 m e 6,00 m de largura. Já a barragem de concreto da margem direita, consta de um muro em CCR, também com crista na El. 591,00 m, enquanto que a barragem de fechamento da margem direita tem comprimento da ordem de 30 m e cerca de 29 m de altura máxima. A barragem foi construída com

enrocamento de terra, sendo necessária a utilização de argila retiradas de diversas áreas de empréstimo. Além disso, para que as estruturas fossem implantadas, foram executados aterros, cortes em taludes, abertura de acessos, bota-fora, supressão vegetal, entre outras ações que desequilibram a dinâmica natural local. Trata-se de uma barragem de terra homogênea na margem esquerda e vertedouro em concreto compactado a rolo (CCR) na calha do rio. Após o vertedouro, já na ombreira direita, o barramento prossegue com um muro em CCR, seguido da tomada d'água. O fechamento final, na ombreira direita, ocorre com uma estrutura de concreto. Considerando que a legislação ambiental e o processo de licenciamento estabelece como obrigação do empreendedor a recuperação das áreas degradadas, propomos em nosso estudo uma análise quantitativa e qualitativa dos efeitos posteriores a implantação do empreendimento, objetivando elaborar medidas para que sejam recuperadas as áreas afetadas.

**Palavras chave:** erosão; energia; áreas degradadas; meio ambiente.

#### **Abstract**

The present work is an imminent issue to the national scene: geo-environmental changes resulting from the implementation of hydropower energy generation. According to the Ten Year Energy Plan 2011-2020, published by the Energy Research Company, is expected to generate 6156 MW on average per year to meet the growing demand for energy, of which about 3,200 MW are from hydroelectric generation. This means that will be necessary to construct a new Itaipu, approximately every four years. The deployment and operation of hydroelectric plants cause environmental change in place of its location, such as modifying the regime of the river (a lotic to lentic), removal of vegetation in the area of the future reservoir, earthmoving for construction of dams, among others. Such procedures should follow strict environmental legislation, designed to mitigate environmental impacts to the maximum and set the environmental compensation due. Given the above, this paper aims to present identification, and remediation of systematic erosion foci contained areas degraded from the implementation of PCH Great Site, located in the western state of Bahia, in the watershed of the Rio Grande, the coordinates 12 ° 25'S and 45 ° 07'W. The Small Hydroelectric Power Plant - PCH Sitio Grande has an installed capacity of 25 MW, with expected average annual generation of around 19 MW<sub>med</sub>. It has a reservoir of 0.5 km<sup>2</sup>, and has therefore an excellent value wetland / energy generated, km<sup>2</sup>/MW equal to 0.02, well below the national average of 0.49 km<sup>2</sup>/MW. Despite the small area of the reservoir, the dam's left bank has 85 m long and 36 m in height, crested at El 591.00 m and 6,00 m wide. Have a concrete dam on the right bank, consists of a wall in CCR, also crested at El 591.00 m, while the dam closing the right edge has a length of about 30 m about 29 m in height. The rockfill dam was built of earth, necessitating the use of clay taken from different areas of the loan. Furthermore, that's structures were implemented, were executed landfills, cuts in slopes, open access, send-off, vegetation removal, among other actions that disrupt the natural dynamic site.

This is a homogeneous earth dam and spillway on the left bank of roller-compacted concrete (RCC) in the river. After the spillway, as the right shoulder, the bus continues with a wall in CCR, followed by water intake. The final closing, the right shoulder, occurs with a concrete structure. Whereas the environmental legislation and the licensing process establishes the obligation of the developer recovery of degraded areas, in our study we propose a quantitative and qualitative analysis of the effects after implementation of the project, aiming to draw up measures to the affected areas are restored.

**Keywords:** erosion, energy, degraded areas; environment.

#### **Justificativa e Problemática**

A implantação de empreendimentos energéticos como Usinas Hidrelétricas (UHE's) e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) requerem a execução de atividades que provocam ações de interferência potencial em todos os meios: físico, biótico e socioeconômico. Essas atividades podem desencadear impactos ambientais diversos, sejam eles positivos ou negativos.

Em relação ao meio físico, especificamente, um dos impactos mais negativos que podem ocorrer é à deflagração de novos focos de erosão e a reativação de processos erosivos já instalados na área, bem como seus efeitos sinérgicos.

Como exemplos de atividades, temos a realização de aterros em alguns locais para a ampliação das áreas para atender as obras, áreas de extração de argila, implantação de bota-fora, cortes em taludes para a construção de acessos, supressão vegetal para a abertura destes acessos, entre outras ações que promovem a degradação dos elementos naturais.

Devido esta situação, após o término deste processo de construção, e em atendimento a legislação ambiental e o processo de licenciamento específico de cada empreendimento, são tomadas medidas que tem o objetivo principal a recuperação/restauração das áreas afetadas, visando mitigar/compensar os impactos causados, bem como estabelecer um equilíbrio entre os três meios sistêmicos destacados acima.

Nosso estudo tem como problemática a alteração promovida pelo canteiro de obras da empresa BAHIA PCH I que detém autorização da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL para implantação e exploração da Pequena Central Hidrelétrica Sítio Grande, que lhe foi outorgada pela Resolução nº 1.397 de 10 de Junho de 2008. O início da implantação do empreendimento ocorreu em 2009, sendo que a PCH obteve a Licença de Operação em outubro de 2010, bem como iniciou sua operação comercial em outubro de 2010. Tendo em vista o exposto, solicitamos deste conceituado órgão a explanação quanto a numerologia de procedimentos com específico.

### **Localização da área de estudo**

Esta Pequena Central Hidrelétrica (PCH) localiza-se no estado da Bahia, no município de São Desidério, dentro da bacia do rio Grande, mais precisamente no rio das Fêmeas, nascendo na serra de Goiás que divide as águas das bacias do Rio São Francisco e Rio Tocantins.

“A sub-bacia do rio das Fêmeas pertence à bacia do rio Grande, no qual deságua após receber a contribuição dos rios Mosquito, Roda Velha e Galheirão, tributários de sua margem direita. O rio das Fêmeas, assim como outros importantes afluentes do rio Grande, possui suas nascentes em áreas de veredas.” (RIMA – PCH Sitio Grande/ BAHIA PCH I, 1998).

A região do estudo, em especial no que se refere à área de inundação e bacia de captação, está inserida na unidade denominada Chapadão Central. Geomorfologicamente, esta unidade é constituída por extensa área peneplanizada, envolvida a leste, a oeste e ao sul por patamares, em geral karstificados. A superfície de arrasamento possui, no sentido oeste - leste, um plano mais regularizado, com inclinação geral de cerca de 5°. Por outro lado, no sentido norte – sul, o extenso plano apresenta desníveis mais variados, seja em ângulo, seja em altitude, condicionados pelas bordas assimétricas das veredas que o cortam.

As rochas que constituem a região do local das obras para jusante são de idade Pré-Cambriana: partes baixas e leitos de rio; e cretáceas: platô, áreas altas, região do lago e bacia de drenagem. As rochas Pré-Cambrianas, que constituem as partes baixas e leito do rio, no local do eixo de barramento e a jusante, pertencem ao Supergrupo São Francisco, Subgrupo Paraopebas, mais especificamente ao Grupo Bambuí.



Para fins didáticos e melhor compreensão do trabalho, dividimos o mesmo em – objetivos gerais e objetivos específicos. No que diz respeito ao primeiro, a pesquisa pretende avaliar a situação da área utilizada como canteiro de obras, e definir procedimentos durante as fases de recuperação no que diz respeito dos processos erosivos e áreas de risco dentro do empreendimento.

Para os objetivos específicos, foram realizadas campanhas de monitoramento, destacando-se:

- Levantamento e mapeamento de processos erosivos instalados (em que área?) e áreas de risco;
- Criação de banco de dados por meio de preenchimento de ficha técnica específica para cada ponto afetado visando.....
- Identificar a necessidade de intervenções e indicar medidas preventivas, corretivas e de obras especiais para os trechos de maior fragilidade;
- Definir procedimentos de monitoramento;
- Discutir indicadores de desempenho das ações a serem implantadas.

Os objetivos foram pensados a partir da necessidade de estipular parâmetros e ações preventivas, remediadoras e posteriormente, de posse dos resultados monitorados, discutir parâmetros de recuperação para as feições erosivas e áreas com solo exposto. O presente trabalho apresenta a identificação de um ponto específico de análise, a fase inicial de monitoramento, as técnicas utilizadas nas intervenções bem como os resultados preliminares da aplicação das mesmas. Dado que a recuperação das áreas se iniciou ao longo do ano de 2011, futuramente será possível elaborar análise conclusiva sobre as intervenções propostas e sua eficácia.

#### **Fundamentação Teórica - Metodológica**

CUNHA (1991), destaca relações decisivas na instalação e aceleração dos processos erosivos, que segundo a autora são comandados pelos seguintes fatores naturais:

- a) Volume d'água que atinge o terreno: o volume d'água e sua distribuição no tempo e espaço são determinantes da velocidade dos processos erosivos;
- b) Cobertura vegetal: o tipo de cobertura vegetal determina a maior ou menor proteção contra o impacto e a remoção das partículas de solo pela água;
- c) Tipo de solo/rocha: determina a suscetibilidade dos terrenos à erosão (à erodibilidade), em função de suas características texturais (argilosos, siltosos e arenosos), estruturais, de espessura de solos etc.;
- d) Lençol freático: a profundidade do lençol freático nos solos é um fator decisivo para o desenvolvimento de voçorocas;

e) Topografia: maiores declividades determinam maiores velocidades de escoamento das águas, aumentando sua capacidade erosiva. Maior comprimento da encosta implica maior tempo de escoamento e, conseqüentemente, maior erosão.

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1993), as diferenças relacionadas às propriedades do solo permitem que alguns solos sejam mais erodidos que outros, mesmo que as variáveis como chuva, declividade, cobertura vegetal e práticas de manejo sejam as mesmas. Ainda de acordo com esses autores, as propriedades do solo que influenciam na erodibilidade são aqueles que afetam a infiltração, a permeabilidade, a capacidade total de armazenamento de água e aquelas que resistem às forças de dispersão, salpico, abrasão e transporte pelo escoamento.

Com base nos conceitos geomorfológicos que definem as feições geradas pelas diferentes formas de erosão, segue abaixo a descrição resumida dos parâmetros aplicados em nossa análise:

**Sulcos:** quando são formados canais de até 10 cm de profundidade, que transportam grãos finos de areia, silte e argila. São feições geradas pelo fluxo de superfície que podem evoluir para uma ravina;

**Ravinas:** quando são formados canais de até 50 cm de profundidade, mais fundas e estruturadas que os sulcos. Alimentados pelo fluxo superficial das chuvas, estes já carregam um material mais grosseiro e, dependendo do fluxo hídrico concentrado nesta feição a mesma poderá evoluir para uma voçoroca;

**Voçorocas:** quando são formados canais com mais de 50 cm de profundidade com estruturas de exfiltração como pipes e canais subsuperficiais, além da queda do teto do canal e o aumento da taxa de transporte dos sedimentos;

**Erosão laminar:** quando a água corre uniformemente pela superfície, transportando as partículas sem formar canais definidos. Apesar de ser uma forma mais amena de erosão, é responsável por grande prejuízo às terras agrícolas e por fornecer grande quantidade de sedimento que acaba por assorear rios, lagos e represas;

**Desprendimento:** quando uma porção de maciço terroso se destaca do todo caindo livremente e acumulando onde estaciona;

**Escorregamento:** quando uma porção de maciço terroso se rompe caindo ao longo da superfície de deslizamento, se deslocando até a baixa encosta;

O cadastro de feições erosivas e escorregamentos corresponde a uma etapa essencial na investigação e entendimento dos mecanismos atuantes. A sua importância se deve ao fato de permitir a reunião de informações produzidas em estudos isolados, revelar a distribuição dos processos enfocados em escala semi-regional ou de semi-detalle, viabilizar a documentação sistemática dos

mecanismos e processos deflagradores e o conhecimento dos processos ocorridos no passado, configurando uma base fundamental para a compreensão da distribuição espacial e as respostas às intervenções humanas (Amaral, 1996). Desse modo propomos a sistematização dos dados aferidos pela visita de campo por meio de preenchimento de fichas que mesclam as propostas apresentadas pelos autores citados acima, no sentido de discorrer sobre os aspectos a serem estudados no processo de recuperação das feições e forma de seu gerenciamento.

A presente discussão fundamentada nos autores citados com como objetivo contribuir para o debate científico, bem como buscar aprimoramento processual no que diz respeito às técnicas de recuperação e seus alicerces, além de buscar entender seus mecanismos de ação e quais aspectos analisar da dinâmica do solo.

### Metodologia

No primeiro momento foi feito o levantamento dos focos de degradação com o auxílio de ficha de cadastro (quadro-1) elaborada pelos autores e composta pelas principais características de cada feição.

O quadro (1) - Ficha técnica utilizada na avaliação qualitativa de cada área que apresentava degradação

Local:	
Coordenadas UTM da área:	
Município:	Distrito:
Bacia hidrográfica:	
Área a recuperar (ha):	Área em recuperação (ha):
APP a recuperar (ha):	APP em recuperação (ha):
Processo de Estabilização:	
Monitoramento do Sistema de Drenagem:	
Motivo da degradação:	
Uso futuro após reabilitação ambiental:	
Monitoramento Áreas Reabilitadas:	

Para estabelecer as medidas corretivas e preventivas de cada processo erosivo observado, os mecanismos erosivos identificados foram classificados de acordo com suas características após avaliação pontual de cada área. Para uma melhor sistematização de nossas ações delimitamos áreas específicas que continham processos semelhantes, onde foram identificadas 11 áreas no total, com processos erosivos instalados.



A identificação e a localização dos focos erosivos e dos movimentos de massa na área do barramento da PCH (canteiro de obras + Barragem) instalados foram feitos por meio de GPS e fotos aéreas. O georreferenciamento dos processos erosivos e zoneamento das áreas compõem artifícios para os cenários seguintes, onde serão pensadas e desenhadas ações para a correção das áreas, fornecendo os níveis de recuperação que serão aferidos de acordo com o aspecto do antigo canteiro.

Para a caracterização destas áreas de risco utilizamos como principal parâmetro a geometria das encostas (Figura 2), além de outros indicadores como o tipo de solo, cobertura vegetal e litologia.

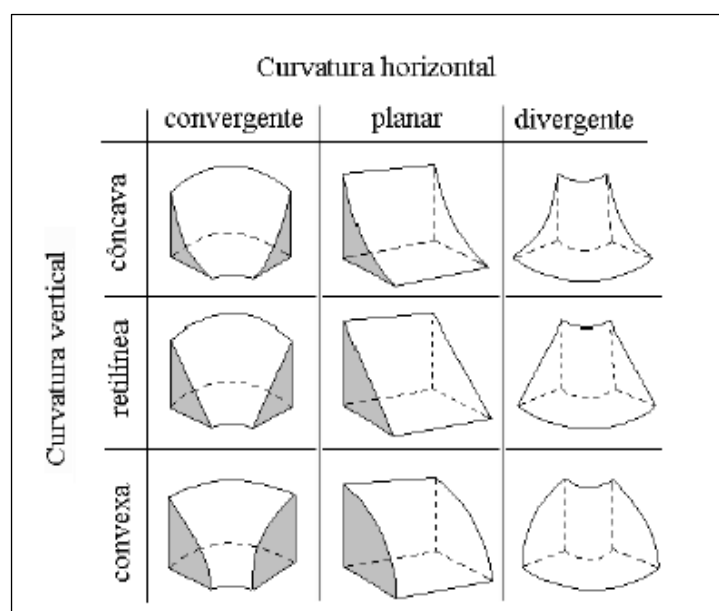


Figura -2- Aspecto conceituas a respeito da geometria das encostas.(GUERRA e CUNHA 1995).

Conforme as ideias de GUERRA e CUNHA, (1995) é necessário atentar para a geometria das encostas ou taludes que formam estes ambientes. Os autores dividem as encostas em 3 características de comportamento de fluxo, e 3 geometrias básicas formadoras dessas encostas.

### Resultados Preliminares e Discussões

Durante o estudo foram definidas 11 áreas degradadas fruto das obras de construção das casas de operação da PCH Sitio Grande, no entanto durante nosso estudo analisamos a área PR06, como mostra a figura 3 a seguir.

A linha metodológica adotada na elaboração do Programa de Controle de Processos Erosivos apoia-se nas diretrizes retratadas nos Procedimentos Operacionais da empresa, além do Plano de Recuperação de Área Degradada – PRAD e do Programa de monitoramento dos processos erosivos em área de APP – reservatório e jusante do barrament, os quais de uma forma geral contemplam ou envolvem uma série de procedimentos específicos.



Figura -3- aspecto da área total a ser recuperada e o zoneamento realizado durante a implantação da PCH – foto tirada antes do desvio do rio para construção da barragem.

Neste documento trataremos do estudo focando na área PR6, como dito acima. Esta área foi utilizada como via de acesso para o canteiro de obras, em especial para a jazida de cascalho. Destacaremos a seguir algumas feições aferidas nesta área, que foram escolhidas para este estudo:

**PR6-A:** Em vistoria realizada em fevereiro de 2011, foram constatados sulcos erosivos e ravinas mostrando um destacamento do solo em virtude da desconformidade do talude do acesso a chaminé de equilíbrio, conforme apresentado na figura 4.



Figura - 4 - aspecto do talude que foi escalonado e que da acesso a chaminé de equilíbrio.

Nesta área os impactos ambientais diretamente relacionados às atividades de construção da PCH exigem maior atenção e maiores esforços para minimizá-los. Para este local, recomendamos o retaludamento da encosta através de curvas de nível visando permitir o plantio de espécies pioneiras que produzam rapidamente a biomassa e façam o papel de recobrir o solo exposto, evitando assim o salpicamento e destacamento das partículas da camada superior do solo.

Este ponto encontra-se em recuperação com o crescimento das gramíneas e mecanismo de drenagem apresentando resultados satisfatórios. Conforme o avanço de nosso estudo, iremos fazer a manutenção e qualificar nossas ações neste ponto.

**PR6-B:** Foi identificada uma série de ravinas no talude onde observamos também sinais de início de voçorocamento. Esta composição é mostrada na figura 5 a seguir:



Figura -5- Talude próximo a ombreira esquerda com início de voçorocamento.

Para a remediação deste ponto, recomendamos que fosse feito o plantio de leguminosas com o intuito de reabilitar as funções biogeoquímicas do solo desta encosta, dando início assim ao processo de sucessão vegetal, onde foi iniciado o plantio de espécies formadoras de biomassa que darão suporte para as espécies que necessitam de maiores cargas de energia para se estabelecerem.

Com relação a ações corretivas e obras especiais, recomenda-se que sulcos, fendas e ravinas de pequeno porte (principalmente as localizadas em áreas menos declivosas ou de escoamento pluvial nas laterais dos cortes de estradas) sejam preenchidos com matacões e suas superfícies expostas revegetadas de acordo com as técnicas de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD conforme Couto et al. (2010). Estas medidas objetivam redirecionar o fluxo hidrológico da infiltração e conter o destacamento das partículas das áreas mais frágeis.

Nos trechos de maior fragilidade deve-se atentar à questão da estabilidade dos taludes, com implantação não apenas de revestimentos vegetais (biomantas, geotexteis) e retaludamento, como também de cortinas atirantadas e muros gabião. Estas medidas trarão maior segurança e proteção às áreas de acesso, bota-foras, vias de acesso e outras áreas terraplanadas. Para isso, é fundamental o cadastramento das rampas de colúvio e a realização de sondagens geotécnicas.

Ações como estas compõem o resumo de atividades que foram propostas e devidamente implantadas para o controle das feições observadas.

Deve ser feito um monitoramento periódico e elaboração de relatórios com base nas vistorias de campo. O monitoramento deverá ser executado de modo a possibilitar a comprovação da eficácia das medidas corretivas implantadas, para que se evitem novas instabilizações e avanço dos processos erosivos. Este monitoramento abrange, além das áreas onde já estão instaladas feições erosivas, as localidades marcadas como área de risco.

Quanto aos indicadores de desempenho e sucesso recomenda-se a sistematização do registro das observações a partir de relatórios e fichas de descrição padronizadas, que permitam uma análise comparativa do desempenho das ações de controle e monitoramento, a fim de se estabelecerem novas metas e medidas.

Após a execução das medidas recomendadas o monitoramento deverá ser executado de modo a possibilitar a comprovação da eficácia das medidas corretivas implantadas, para que se evitem novas instabilizações e o avanço dos processos erosivos. Este monitoramento abrange, além das áreas onde já estão instaladas feições erosivas, as localidades marcadas como área de risco.

Até o presente momento foram priorizadas as atividades de construção de canais de drenagem pluvial no local do empreendimento (demais zonas), sendo construídos canais de drenagem executadas em locais suscetíveis de erosão. Os locais priorizados para a construção dos canais foram os que colocavam em risco a segurança da estrutura e meio ambiente. Posteriormente devem ser iniciados os trabalhos de revegetação das áreas.

### **Conclusão**

De acordo com diagnóstico realizado na área do canteiro de obras da PCH Sitio Grande, na região onde foram implementadas as estruturas, conclui-se que é de suma importância o estudo contínuo dos processos erosivos para que sejam entendidos os seus mecanismos de desencadeamento.

O manejo inadequado dos solos na área da usina induz a formação de processos erosivos do tipo ravinamento e voçorocamento, associadas respectivamente a compactação dos solos pelo pisoteio do gado e a poro-pressão crítica em faces de exfiltração nos cortes de estrada e construções. Caso não

sejam implantados programas ambientais diversos como, por exemplo, de monitoramento e recuperação das áreas degradadas e o monitoramento de processos erosivos, a forma de manejo histórica da região, não tenderá a mudar e conseqüentemente os processos erosivos instalados tenderão a se agravar.

Conclui-se, portanto, que este tipo de estudo serve como arcabouço teórico para o planejamento, estruturação e pós execução de projetos, fazendo com que venham a interferir e modificar de maneira menos impactante possível as dinâmicas naturais. Para que haja uma minimização de impactos, torna-se indispensável que haja uma interface entre os aspectos do meio físico e a dinâmica social na busca de entender e adequar ações exógenas ao lugar.

#### **Referências**

- AMARAL, C.P. 1996. Escorregamentos no Rio de Janeiro: Inventário, condicionantes geológicas e redução do risco. Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia Civil, - PUC/Rio de Janeiro. 279 p.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F.(1993). Conservação do Solo. 3ª edição, Ícone Editora, São Paulo.
- COUTO, L. et al. Técnicas de bioengenharia para revegetação de taludes no Brasil. Viçosa, MG – Boletim Técnico do CBCN, 118p. 2010.
- CUNHA, M.A.Ocupação de Encostas. São Paulo:Instituto de Pesquisas Tecnológicas,nº 1831,1991.
- BAHIA PCHI . Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto Ambiental da UHE Sitio Grande. CD-Rom. 1998.
- GUERRA, A. & CUNHA, S. B. (Orgs). Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 472p. 1995.
- BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Plano Decenal de Expansão de Energia 2020 Brasília: MME/EPE, 2011
- SILVA, A. S. Análise Morfológica dos Solos e Erosão. In: GUERRA, A; SILVA, A. S. & BOTELHO, R. G. M. (Orgs) Erosão e Conservação dos Solos. Ed. Bertrand Brasil, pp. 101-126,1999.