

# PROCESSOS EROSIVOS DECORRENTE DA IMPLANTAÇÃO DE PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

Rhuana Thayna Barros Nascimento<sup>1</sup>

Samara Rodrigues Machado<sup>2</sup>

Hélcio Marques Júnior<sup>3</sup>

## RESUMO

A energia hidrelétrica é a mais utilizada no Brasil, devido o país apresentar grande quantidade de recursos hídricos. As PCH's são uma boa opção para obtenção de energia elétrica, devido causar menor impacto ambiental, porém os impactos ainda existem sendo necessário sua mitigação. Objetivou-se fazer um levantamento das medidas mitigadoras de erosões em PCH's, com o intuito de verificar quais são as mais utilizadas e recomendadas pelos profissionais da área. Para isso utilizou-se de uma revisão de literatura nos períodos de abril a agosto, onde os critérios para a escolha, foram os que abordavam assuntos a respeito de erosões de solo resultante da construção de PCH's e suas medidas mitigadoras. Dentre as medidas mitigadoras estão a execução de drenagem, remoção de blocos de rocha, abatimento e revegetação dos taludes, cobertura de concreto projetado, preenchimento com matacões, cortinas atirantadas, muros gabião e até mesmo diminuir o ângulo de inclinação. A revegetação dos taludes foi uma medida citada por todos os autores estudados, portanto conclui-se que é a mais utilizada.

**Palavras-chaves:** Erosão, Medidas Mitigadoras, Usinas Hidrelétricas.

## ABSTRACT

Hydropower is the most widely used in Brazil because the country has large quantity of water resources. The PCH's are a good option to obtain electricity due to cause less environmental impact, but the impact mitigation are still needed. The objective was to make a survey of the mitigation measures erosions on PCH, in order to see which are the most used and recommended by professionals. For this we used a literature review from April to August, where the criteria for selection were those that addressed issues regarding soil erosion resulting from construction of PCH and its mitigation measures. Among the mitigation measures are performing drainage, removal of blocks of rock, rebate and revegetation of slopes, shotcrete cover, filling with boulders, cable-stayed curtains, gabion walls and even decrease the angle of inclination. Revegetation of slopes was one mentioned by all authors studied so far we conclude that it is the most used.

**Keywords:** Erosion, Mitigation Measures, Power Plants.

---

<sup>1</sup> Bióloga, Mestre em Ecologia e Produção Sustentável.

<sup>2</sup> Bióloga, pós-graduanda em Análise e Gestão Ambiental.

<sup>3</sup> Docente do Curso de Pós-Graduação em Análise e Gestão Ambiental da Faculdade Araguaia.

## INTRODUÇÃO

No Brasil a maior parte da energia elétrica é obtida através de hidrelétricas, principalmente devido à grande quantidade de recursos hídricos disponíveis no país. As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) são uma opção de obtenção de energia elétrica menos agressiva ao ambiente, já que seu tamanho é menor que de uma Usina Hidrelétrica. Porém, assim como qualquer outro empreendimento, a degradação ambiental é existente, sendo necessário a sua mitigação.

A erosão é um grave problema ambiental que degrada o solo retirando seus componentes e tornando-o impróprio. Além de acarretar a geração de sedimentos em cursos d'água. Com a implantação de empreendimentos hidroelétricos os processos erosivos ocorrem principalmente em taludes, que são superfícies inclinadas que limitam um maciço de terra e rocha podendo ser naturais ou artificiais, por causa de instabilidade e por ocuparem linhas de drenagem e base de encostas. O que pode comprometer a continuidade na geração de energia e a segurança do empreendimento como um todo (LEAL & BARAN, 2008).

O principal objetivo deste estudo é avaliar os processos erosivos decorrentes da implantação de Pequenas Centrais Hidrelétricas e apresentar as principais medidas mitigadoras.

## METODOLOGIA

O estudo foi realizado através de dados bibliográficos, segundo Lakatos & Marconi (2000) a pesquisa bibliográfica permite ao pesquisador obter contato direto com tudo que foi escrito sobre algum assunto possibilitando o reconhecimento dos principais aspectos a respeito do tema. A pesquisa possibilita incrementar o acervo do conhecimento científico e contribui para a realização de novas pesquisas.

A pesquisa bibliográfica é uma importante forma de iniciar um estudo, comparando as semelhanças e diferenças entre os artigos utilizados para a pesquisa. O principal propósito de uma revisão de literatura é aglomerar conhecimentos a respeito de um determinado assunto, contribuindo para um senso crítico do mesmo (SOUZA *et al.*, 2010).

*Erosões do solo*

A erosão é um processo que consiste na remoção de material particulado, transporte e deposição de sedimentos. Sendo influenciado pela ação de diversos fatores que se interrelacionam, como a intensidade e quantidade de chuva, resistência do solo, relevo e tipo de cobertura vegetal (CRUZ, 2010). Erosões são danos causados à natureza por ação natural ou pela ação do homem através de práticas agrícolas inadequadas, criação de animais, desmatamento e construções de empreendimentos, tais como estradas, cidades, fontes geradoras de energia, entre outros (EMPAER, 2013).

A erosão acelerada dos solos é um processo destrutivo que promove a degradação da estrutura do solo, destruindo um dos recursos naturais primordiais para manutenção da vida. Ao longo da história o solo vem sofrendo com o seu uso inadequado, com isto já resultou em uma perda de aproximadamente um terço da terra arável do planeta, devido à erosão acelerada solo (SALGADO *et al.*, 2011).

As erosões podem ser classificadas em vários tipos, tais como, eólica que é provocada pelo vento, hídrica que consiste na ação das águas da chuva por meio dos impactos das gotas sobre a superfície da terra descoberta, ela se divide em: sulcos que provocam cortes na superfície do terreno, iniciando no local mais alto do terreno em direção à parte mais baixa, quando os cortes são profundos levam-se o nome de ravinas. A voçoroca possui grande extensão, profundidade e largura, inicia-se com a concentração de água das chuvas juntamente com a declividade e comprimento do terreno. Laminar, a água ou o vento arrastam a camada mais superficial da terra (EMPAER, 2013).

Quando ocorre ocupação de territórios, a primeira etapa é a remoção da vegetação. Sendo que esta vegetação natural contém o impacto das chuvas no solo, evitando uma erosão, e quando a mesma é removida, pode iniciar-se um processo erosivo na região. Quando o processo de erosão é mais rápido do que o de formação do solo, este é dito como acelerado. A erosão provoca assoreamento de cursos d'água, degradação do solo como perda de fertilidade e alteração da profundidade, e também a frequência e a intensidade das enchentes (ABDON, 2004).

Os processos erosivos são comandados por fatores naturais tais como, volume d'água que atinge o terreno, cobertura vegetal, tipo de solo/rocha, lençol freático e topografia. O volume d'água e sua distribuição no tempo e espaço determinam a velocidade dos processos erosivos; o tipo de cobertura vegetal determina o grau de proteção contra o impacto e a remoção das partículas do solo pela água; os tipos de solo/rocha determinam a suscetibilidade do terreno à erosão, devido às suas características e peculiaridades; a profundidade do lençol

freático é um fator decisivo no desenvolvimento de voçorocas; uma maior declividade possui uma maior velocidade de escoamento das águas, aumentando desta forma a sua capacidade erosiva, como também um maior comprimento da encosta implica maior tempo de escoamento provocando erosão (LOURENÇO *et al.*, 2012).

Erosão tem sido uma grande preocupação em áreas de montante de usinas hidroelétricas, quanto maior o aporte de sedimentos para dentro dos cursos d'água e reservatórios, menor é o tempo de vida útil da usina geradora. Portanto, a erosão apresenta sérios riscos sociais, ambientais e econômicos para tais regiões (SALGADO *et al.*, 2011).

### *Erosões provocadas por PCH's*

A Resolução da ANEEL 652, de 09/12/2003, estabelece que para ser considerada uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH) deve-se possuir um aproveitamento hidrelétrico com potência superior a 1.000 KW (1MW) e igual ou inferior a 30.000 KW (30MW), destinado a produção independente, autoprodução ou produção independente autônoma, com área de reservatório inferior a 3 km<sup>2</sup> (CEPRAM, 2011).

A implantação destes empreendimentos requer a execução de atividades que provocam ações de interferência nos meios biótico, físico e socioeconômico, podendo desencadear impactos ambientais diretos, negativos ou positivos (LOURENÇO *et al.*, 2012).

Ainda de acordo com os mesmos autores em relação ao meio físico, um dos impactos mais negativos que pode ocorrer é a deflagração de novos focos de erosão e a reativação de processos erosivos já existentes. De forma geral, as obras hidrelétricas geram impactos significativos sobre o meio ambiente, podendo ser verificados ao longo e além do tempo de vida da usina e do projeto, assim como ao longo do espaço físico envolvido.

Sendo que, os impactos mais significativos e complexos ocorrem nas fases de construção e de operação da usina, dentre estes impactos está o início ou aceleração dos processos erosivos, devido aos movimentos naturais do espelho do reservatório nas fases de enchimento do lago e de operação do empreendimento (GYORI, 2007).

Em uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH) a erosão está relacionada às obras de instalação do canteiro e obras complementares, devido à alteração topográfica do terreno, resultado das obras de terraplanagem. Devido à retirada da cobertura vegetal original, podendo levar a uma mudança das condições de drenagem, modificando o sistema de drenagem e escoamento da água, desencadeando processos erosivos (COPEL, 2009).

Contudo, por mais que a construção de PCH's cause impactos sócio-ambientais negativos, eles possuem proporções menores, se comparado à construção de usinas hidrelétricas, pelo fato do reservatório ser de dimensões menores e muitos dos impactos serem amenizados, e se for PCH's a fio d'água, muitos deles passam a ser considerados inexistentes (GYORI, 2007).

#### *Medidas Mitigadoras de Erosões em PCH's*

Medidas mitigadoras e o monitoramento de focos erosivos em PCH's são de suma importância, devido à incidência de deposição de sedimentos em um empreendimento hidrelétrico, diminuindo o volume de água armazenada, resultando em perdas na capacidade de geração de energia (CARVALHO & FILHO, 2013).

Alguns estudos abordam que sulcos erosivos e ravinas mostrando um destacamento do solo em virtude da desconformidade do talude, resultante das atividades de construção da PCH, exigindo maior atenção e maiores esforços para minimizá-los (LOURENÇO *et al.*, 2012).

Nesse contexto recomendaram-se o retaludamento da encosta através de curvas de nível visando o plantio de espécies pioneiras que produzam rapidamente a biomassa, e assim recubram o solo exposto evitando o salpicamento e destacamento das partículas das camadas superior do solo.

Carvalho & Filho (2013) recomenda para estabilização e proteção de taludes após a conformação dos mesmos, receber cobertura de concreto projetado, para uma melhor estabilização geotécnica.

Para a contenção de sulcos, fendas e ravinas de pequeno porte, recomenda-se o preenchimento com matacões e a revegetação das superfícies expostas, objetivando redirecionar o fluxo hidrológico da infiltração e conter o destacamento das partículas (LOURENÇO *et al.*, 2012).

A erosão provocada pelo impacto da água da chuva está totalmente ligada ao uso do solo, e a melhor opção de medida mitigadora é a recomposição da área com vegetação original da região, a qual irá reter parte da água, suavizar a intensidade e diminuir o volume de escoamento superficial (COPEL, 2009).



**Figura 1:** Talude com início de voçorocamento.

Fonte: LOURENÇO *et al.*, 2012.

Na figura supracitada está representado um talude com início de voçorocamento, para este tipo de degradação foi sugerido o plantio de leguminosas com o objetivo de reabilitar as funções biogeoquímicas do solo desta encosta, iniciando desta forma o processo de sucessão vegetal que começou com o plantio de espécies formadoras de biomassa que darão suporte para outras plantas que necessitam de maiores cargas de energia para sua sobrevivência (Lourenço *et al.*, 2012).

Ainda segundo Lourenço *et al.*, (2012) nos trechos de maior fragilidade dos taludes, deve-se ficar atento à sua estabilidade, implantando não apenas revestimentos vegetais e retaludamento, como também cortinas atirantadas e muros gabião. Estas medidas darão maior segurança e proteção às áreas de acesso, bota-foras, vias de acesso e outras áreas terraplanadas.

Em taludes como o da Figura 2, SOUZA *et al.* (2011) recomendou a execução de sistema de drenagem e remoção dos blocos de rocha soltos na face do talude. Para taludes com deslizamento, porém com estabilidade de erosões recomenda-se apenas adição de camada de solo vegetal e semeadura de herbáceas.





**Figura 2:** Talude com inclinação média

Fonte: SOUZA *et al.*, 2011

Já para os taludes instáveis devido às rupturas recomenda-se o abatimento para diminuir o ângulo de inclinação antes dos processos de semeadura. Nos taludes com muito cascalho recomendou o uso de hidrossemeadura, por ser de difícil acesso e oferecer riscos aos funcionários responsáveis pela semeadura, em outros taludes também foi recomendado o enleivamento (SOUZA *et al.*, 2011).



**Figura 3:** Talude com recomendação de hidrossemeadura

Fonte: SOUZA *et al.*, 2011.



**Figura 4:** Talude com implantação recente de leivas.

Fonte: SOUZA *et al.*, 2011.



**Figura 5:** Talude com erosão.

Fonte: SOUZA *et al.*, 2011.





**Figura 6:** Talude depois da realização do abatimento.

Fonte: SOUZA *et al.*, 2011

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

As medidas mitigadoras de erosões em PCHs são diversas, dependendo diretamente do grau da erosão, podendo ser mais complexas com obras de engenharia ou mais simples como o revestimento vegetal, retirada de blocos soltos, entre outros.

Segundo os autores estudados, erosões em PCHs acometem principalmente os taludes da usina, devido aos seus graus de inclinação torná-los mais suscetíveis à erosão.

Todos os autores recomendaram dentre outras medidas mitigadoras a revegetação dos taludes, sendo, portanto a cobertura vegetal primordial à estabilização destes, mesmo com a aplicação de outras medidas mitigadoras. Permitindo concluir que esta é a medida mais utilizada para contenção de erosões em taludes de PCH's.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDON, M., de M. **Os Impactos Ambientais no Meio Físico - Erosão e Assoreamento na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari, MS, em Decorrencia da Pecuária.** Dissertação (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

CARVALHO, C. E. A.; FILHO, E. P. M. de C. **Programa de Monitoramento de Focos Erosivos.** Plano de Controle Ambiental, PCH Fumaça II, nov. 2013.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA (COPEL). **Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) da PCH Cavernoso II**. v.2 – Análise dos impactos ambientais, medidas de compensação e mitigação, 2009.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (CEPRAM). **Resolução nº 4206 de 26 de agosto de 2011**. Diário Oficial da União. Disponível em: <[http://www.meioambiente.ba.gov.br/upload/postagem\\_termo\\_referencia.pdf](http://www.meioambiente.ba.gov.br/upload/postagem_termo_referencia.pdf)>. Acesso em: 23 jul. 2014.

CRUZ, L. M. **Levantamento das Áreas Potenciais ao Assoreamento do Reservatório da Pequena Central Hidrelétrica Piedade**. 58 f. Monografia – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

EMPRESA MATOGROSSENSE DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA e EXTENSÃO RURAL (EMPAER). **Erosão**. 2013. Disponível em: <<http://www.empaer.mt.gov.br/tecnologias/exibir.asp?cod=8>>. Acesso em: 25 jul. 2014.

GONÇALVES, F. S.; CARVALHO, D. L. R. **Uma Publicação da Secretaria de Inclusão Social do Ministério de Ciência e Tecnologia Programa Temático de Tecnologias Sustentáveis - Pequenas Centrais Hidrelétricas**. Brasília, 2010.

GYORI, D. F. S. **Análise de Viabilidade Técnica-Econômica de Repotenciação de PCHs com Inserção de Benefícios Ambientais: Estudo de caso**. 128 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2008.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Atlas, 2000.

LEAL, J. R.; BARAN, K. R. **Estabilidade de Encosta em Tálus na PCH Monte Serrat**. VI Simpósio brasileiro sobre pequenas e médias centrais hidrelétricas. Belo Horizonte, 2008.

LOURENÇO, B. V.; CARVALHO, D. L. de; NUNES, H. R. A. Análise das Alterações Geoambientais Causadas pela Construção de Empreendimentos Energéticos – Estudo de Caso da PCH Sítio Grande -BA. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.3, n.4, p.530-542, 2012.

SALGADO, M. P. G.; CORTES, C. E. G.; CASTILLO, E. M. Del. **Caracterização das Áreas Geradoras de Sedimentos Provenientes dos Processos Erosivos em Vertentes Escarpadas**. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Curitiba, 2011.

SOUZA, A. M. de; BUGIN, A.; JOHN, A. A.; ABRÃO, B. E. de; GONÇALVES, B. A.; CITADIN, C. V.; BEAUVALET, B. A.; SARTORI, D. B.; RAMOS, J.; BIEGER, L.; LISBOA, L. L.; FERLA, L.; DARUY, M. V.; HOCHEGGER, M. W.; KAPPEL, M.; SILVEIRA, M. A.; STADLER, R.; FOSTER, R. L.; WILDHOLZER, R. L.; CORRÊA, S. da

---

REVISTA ELETRÔNICA DE EDUCAÇÃO DA FACULDADE ARAGUAIA, 6: 218-228, 2014

*Produções do Núcleo de Extensão, Pesquisa e Pós-Graduação- NEPPG - Período de 2011-2014* 227

S. N.; PILLA, S. T.; PIMENTEL, S. H. 2º **Relatório de Atividades de Implantação dos Programas Ambientais da PCH Serra dos Cavalinhos II**. 2011.

SOUZA, M. T. de; SILVA, M. D. da; CARVALHO, R. de. Revisão Integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**. v. 8, n.1, p.102-106, 2010.