

ANÁLISE DA VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL DO RIO ITAPICURU-BA, NA ÁREA DE DRENAGEM DA BARRAGEM DE PEDRAS ALTAS

Paloma Brito de Castro ⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Civil - UFRB.

Andrea Sousa Fontes

Doutora em Geofísica

Cássia Juliana Fernandes Torres

Doutoranda em Energia e Ambiente/CIENAM-UFBA

Endereço ⁽¹⁾: Av. Rui Barbosa, 7102, CEP 44380-000 - Cruz das Almas/BA. Tel (75) 3621 9109 / 3621 9214. E-mail para contato palomabritocivil@hotmail.com

RESUMO

A vulnerabilidade ambiental pode ser entendida como a maior ou menor susceptibilidade de um meio a um impacto potencial provocado por uma ação social e antrópica. Assim, este estudo tem por objetivo analisar a vulnerabilidade socioambiental do trecho do rio Itapicuru na área de drenagem da barragem de Pedras Altas, através dos parâmetros físicos, bióticos e antrópico. Para tanto, foi utilizado o método de álgebra de mapas, com auxílio do Sistema de Informação Geográfica (SIG), *software* ArcGis versão 10.1. Os resultados encontrados apontam que em todos os mapas finais de fragilidades para os meios físico, antrópico e biótico apresentam a classificação de vulnerabilidade entre intermediária e instável. Analisando os ambientes separadamente, foi possível identificar que a variável antrópica (IDH dos municípios da bacia) e a variável física (resistência do solo à erosão) apresentaram a maior interferência na definição de alta vulnerabilidade na área de estudo, e o ambiente biótico (biodiversidade) apresentou a menor interferência na definição de alta vulnerabilidade. Isso ocorreu em virtude do baixo IDH dos municípios do rio Itapicuru e da presença de solos com fragilidades intermediárias à perda de solo na região.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema de Informação Geográfica; Vulnerabilidade Socioambiental; Bacia Hidrográfica.

INTRODUÇÃO

Entende-se como vulnerabilidade um estado determinado pelas condições físicas, sociais, econômicas e ambientais, as quais podem aumentar a suscetibilidade de uma comunidade ao impacto de eventos perigosos. Uma vez que o perigo de ocorrer um determinado desastre natural em geral, já é conhecido e, muitas vezes inevitável, o objetivo é minimizar a exposição ao perigo por meio do desenvolvimento de capacidades individuais, institucionais e da coletividade que possam contrapor-se aos perigos e aos danos.

A vulnerabilidade social expressa à extensão dos danos ou perigos que um sistema passa a sofrer com as mudanças. Do ponto de vista humano e social, a vulnerabilidade resulta não apenas da sensibilidade de certos sistemas, mas do modo como as pessoas, populações e sociedades irão se adaptar às mudanças.

Uma vez que a vulnerabilidade ambiental pode ser compreendida como a maior ou menor sensibilidade de um ambiente a um impacto potencial provocado por uma ação social, antrópica e/ou do meio que o compreende. No presente estudo, o conceito de vulnerabilidade se manifesta no ponto de vista socioambiental, em relação à susceptibilidade do ecossistema fluvial aos impactos provocados pela implantação de barragens em um rio.

Neste contexto, pode-se inferir que com a implantação de barragens nos rios surgiram diversos impactos, dos quais positivos ou negativos. Em geral, esses impactos estão ligados à sociedade, economia e meio ambiente. Como exemplo pode-se citar os aproveitamentos hidráulicos, que atendem as populações em períodos de secas e contribuem para a geração de energia, ao mesmo tempo em que acarretam diversas alterações no regime fluvial natural e na qualidade da água. Essas alterações no ambiente, nos aspectos hidrológicos e no transporte dos sedimentos, afeta a composição da biota aquática na área de drenagem da barramentos, acarretando em impactos ao ecossistema da região afetada (LIMA, GENZ, FONTES, 2013).

De forma geral, em decorrência de um barramento, os diversos problemas com a sua construção, estão relacionados: ao tamanho, volume, tempo de retenção do reservatório, localização geográfica e influência na continuidade natural do rio. Dessa forma, todas essas alterações podem resultar em efeitos diretos ou indiretos, produzindo impactos cumulativos, transformando inteiramente as condições biogeofísicas, econômicas e sociais de toda uma região (NILTON, 2009).

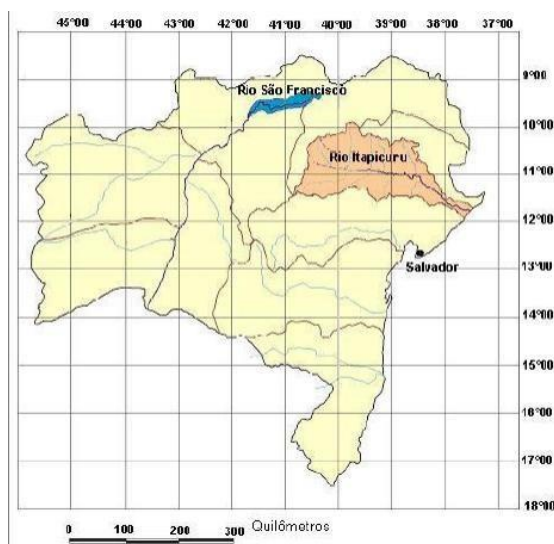
OBJETIVO

O objetivo do presente estudo é analisar a vulnerabilidade socioambiental do trecho do rio Itapicuru na área de drenagem da barragem de Pedras Altas, através dos parâmetros físicos, bióticos e antrópico.

ÁREA DE ESTUDO

A barragem de Pedras Altas se encontra no município de Capim Grosso, Bahia, no povoado de Pedras Altas; ela está situada no rio Itapicuru-Mirim, na bacia hidrográfica do Itapicuru (Região de planejamento e Gestão de Águas – RPGA XII) que está localizada na região nordeste da Bahia e possui uma área estimada de 38.664 km², contemplando 55 municípios e abrangendo 7,57% da população do Estado (Figura 1). A bacia, em sua grande porção, está inserida no semiárido brasileiro e apresenta uma pluviosidade média anual que varia de 700 mm a 1400 mm. A barragem de Pedras Altas é do tipo mista – constituída por Concreto Compactado a Rolo (CCR), em seu extravasor, o maciço de terra e enrocamento, possui 1.090 m de comprimento, 16 m de altura e sua bacia de dissipação dispõem de 3 m de profundidade. O vertedouro dessa barragem é de tipo *creager*, constituído de CCR e foi estruturado em “escadas” objetivando aumentar a dissipação de energia; ele foi escavado em rocha e implantado em um ponto anterior ao projetado devido às condições geológicas do terreno. Ao longo das margens do rio não existe habitação ou área de irrigação, uma vez que nessa localidade há predominância de pedras/rochas, que impossibilitam o plantio. Nesta perspectiva, a área ao entorno da barragem é mais comumente utilizada para pastagens (INEMA, 2015).

Figura 1: Mapa de localização da Bacia do Itapicuru no Estado da Bahia.



Fonte: SRH, 2002.

METODOLOGIA

A metodologia desse trabalho seguiu os procedimentos definidos nos estudos de Cardoso et al. (2015). Primeiramente foi feita a seleção de variáveis para análise da vulnerabilidade, considerando informações que são disponibilizadas pelos órgãos públicos competentes e que contemplam amplamente as discussões do tema. Após isso, identificou-se que as variáveis poderiam ser divididas em três ambientes: Físico; Biótico; Antrópico.

Para alcançar a interação entre todas as variáveis foi utilizado o método de álgebra de mapas, com auxílio do Sistema de Informação Geográfica (SIG), *software* ArcGis versão 10.1. A álgebra de mapas compreende procedimentos matemáticos de análises espaciais aplicados ao geoprocessamento. Desta forma, para o ambiente físico foi utilizado o mapa de tipo de solo do Estado do Bahia quanto à resistência aos impactos ambientais (MMA, 2006). Para o ambiente biótico foi utilizados o mapas de biodiversidade (MMA, 2006), considerando apenas a coluna que representa as prioridades para sua preservação e conservação. Por fim, para o ambiente antrópico foi utilizado o mapa de municípios e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), disponibilizado pelo IBGE (2010).

Para cada variável foi determinado um peso em níveis de relevância para análise do impacto da implantação da barragem de Pedras Altas na área de drenagem do rio Itapicuru. A distribuição dos pesos totalizam 100 %. Como a variável antrópica e a variável física apresentam uma maior interferência na definição de alta vulnerabilidade na área de estudo, cada uma delas recebeu 35% do peso total, e o ambiente biótico por apresentar uma menor interferência na definição de alta vulnerabilidade recebeu 30% do peso total. Por conseguinte, foi atribuído uma escala de risco para os atributos das variáveis seguindo a metodologia definida por Crepani et al. (2001). Dentro desta escala de vulnerabilidade as unidades que apresentam maior estabilidade são representadas por valores mais próximos de 1,0, as unidades de estabilidade intermediária são representadas por valores

ao redor de 2,0 enquanto que as unidades territoriais básicas mais vulneráveis apresentam valores mais próximos de 3,0 (Tabela1).

Tabela 1 – Escala de Vulnerabilidade

AMBIENTE	VARIÁVEL	GRAU DE VULNERABILIDADE	PESO
FÍSICO	RESISTÊNCIA DO SOLO	Estável	1,0
		Intermediária	2,0
		Instável	3,0
ANTRÓPICO	IDH	Estável	1,0
		Intermediária	2,0
		Instável	3,0
BIÓTICO	BIODIVERSIDADE	Estável	1,0
		Intermediária	2,0
		Instável	3,0

Ambiente físico

Para este ambiente foi utilizado o mapa de classificação dos solos do Estado da Bahia quanto a resistência aos impactos ambientais, na escala 1: 6.500.000, elaborado pela EMBRAPA (2001), o qual contempla na região de abrangência 6 classes. Essas classes de solos possuem resistência variável quanto aos processos erosivos da morfogênese, sendo dependente de diversos fatores como: estrutura do solo, tipo e quantidade das argilas, permeabilidade e profundidade do solo e a presença de camadas impermeáveis (CREPANI et al, 2001).

De acordo com os fatores do solo, estes variam em uma escala de vulnerabilidade de 1 a 3. Sendo o solo mais vulnerável o mais próximo de 3, conforme a tabela 2 apresenta. Desta forma, nas unidades de paisagem natural consideradas estáveis o valor atribuído aos solos na escala de vulnerabilidade é 1 e são representados pela classe de solos do tipo Latossolos. Os Latossolos são solos bem desenvolvidos, com grande profundidade e porosidade sendo, portanto, considerados os solos cujos materiais são os mais decompostos. São considerados solos velhos ou maduros.

Nas unidades de paisagem natural consideradas intermediárias o valor atribuído aos solos na escala de vulnerabilidade é 2, e são representados pela classe de solos do tipo Argissolo e Planossolos. Esses são solos profundos a pouco profundos, moderadamente a bem drenados, com textura muito variável, porém com predomínio de textura média na superfície e argilosa em sub superfície, com presença ou não de cascalhos. Já os Planossolos são solos de fertilidade baixa a alta, apresentando normalmente baixos teores de matéria orgânica e deficiência em fósforo. Nas unidades de paisagem natural consideradas vulneráveis ocorrem solos aos quais é atribuído o valor 3, e são representados pela classe de solos do tipo Litólicos e Neossolos, e estes solos são jovens e pouco desenvolvidos, isto é, sua característica principal é a pequena evolução dos perfis de solo. Para essa variável o peso atribuído foi de 35% de influência.

Tabela 2- Valores de Vulnerabilidade dos Solos

CLASSE DE SOLO	LEGENDA	VULNERABILIDADE
LATOSSOLOS	L	1,0
LATOSSOLO VERMELHO	LV	
ARGILOSOLO	A	2,0
PLANOSSOLO	P	
CAMBISSOLO	C	2,5
NEOSSOLO LITÓLICO	NL	3,0
SOLOS LITÓLICOS	SL	

Ambiente Antrópico

Para este ambiente, a variável utilizada foi o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que também recebeu 35% do peso total. Sabe-se que, essa variável socioeconômica, mensura a qualidade de vida humana, como os aspectos relacionados ao desenvolvimento humano e a qualidade do ambiente construído. As variáveis de desenvolvimento humano são as mesmas usadas no cálculo do IDH municipal, separadas em um indicador de qualidade de vida e outro de renda.

A fragilidade determinada pela avaliação do IDH dos municípios inseridos na barragem de Pedras Altas, dados retirados do Atlas do Desenvolvimento Humano do Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento (PNUD, 2010) referente ao ano 2010, apresentam baixo valores de IDH-Municipal em comparação ao índice nacional. Deve-se considerar que a composição do IDH é resultado da média aritmética de três indicadores: renda, longevidade e educação.

Tabela 3 - Detalhamento dos fatores que compõe o IDH-M, dos municípios da barragem de Pedras Altas e notas atribuídas para cada classe de IDH dos Municípios.

Município	IDHM 2010	IDHM Renda 2010	IDHM Longevidade 2010	IDHM Educação 2010	PESOS
Jacobina	0,649	0,636	0,772	0,558	1,0
Caldeirão Grande	0,573	0,526	0,758	0,473	2,2
Caém	0,546	0,535	0,701	0,434	2,3
Miguel Calmon	0,586	0,571	0,745	0,472	2,5
Mirangaba	0,542	0,512	0,685	0,454	2,6
Morro do Chapéu	0,588	0,554	0,766	0,478	2,8
Várzea do Poço	0,575	0,581	0,707	0,462	3,0
Média da barragem	0,579	0,560	0,733	0,476	

Fonte: Adaptado do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2010)

O detalhamento desses fatores visa refletir o quanto dessa população encontra-se num patamar com menor instrução, logo, potencialmente menos qualificados para o mercado de trabalho e com pequeno poder de obter melhores rendimentos. Nesse estudo foram atribuídas notas para cada classe dessa variável correspondente ao IDH de cada município. Os pesos foram distribuídos de forma que os municípios mais estáveis, ou seja, com maiores IDH receberam os pesos mais próximos de 1 e os municípios com menor IDH, mais vulnerável, foram atribuídos os pesos mais próximos de 3.

Ambiente Biótico

Para este ambiente a variável utilizada foi a de Prioridade da Biodiversidade, a qual recebeu 30% do peso total. De acordo com o MMA (2007) é característica da região de estudo o endemismo animal e vegetal; diversidade de fisionomias; espécies botânicas novas; espécies animais restritas, endêmicas, possui também um turismo ordenado; produção de mel com espécies nativas; ameaças ambientais devido à mineração de ouro, cromo e outras; caça predatória; comprometimento dos recursos hídricos; extração de angico; conflitos entre mineração dentre outros. Foi estipulado para cada característica (classe) pesos de acordo com sua importância (Tabela 4).

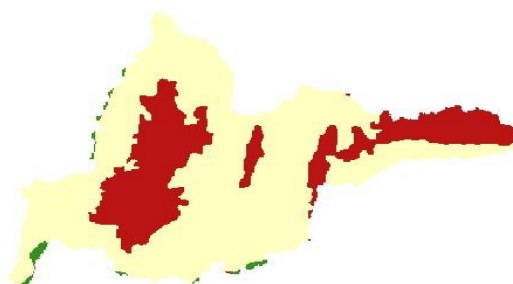
Tabela 4 - Pesos atribuídos para cada classe de biodiversidade

VARIÁVEL	PRIORIDADE/BIODIVERSIDADE	PESO
CLASSE	Baixa	1,0
	Alta	2,0
	Extremamente alta	3,0

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No cenário onde há destaque para a vulnerabilidade física (Figura 2), foi encontrada vulnerabilidade na escala entre intermediária e instável. Desta forma, as áreas de baixa vulnerabilidade foram aquelas de maior estabilidade topográfica, onde predominam as áreas cujo ambiente favorece a formação e o desenvolvimento do solo, nestes ambientes encontramos solos bastante desenvolvidos, intemperizado e envelhecido. Na área onde está localizada a barragem, tem-se uma região considerada instável, este ambiente apresenta baixa resistência e suscetibilidade do solo, além de alterações na morfologia fluvial que concentram-se na porção central da barragem, ou seja, na área de drenagem da sua instalação.

Figura 2 – Mapa vulnerabilidade física



No cenário onde há destaque para a fragilidade biótica (Figura 3), a vulnerabilidade também foi considerada entre estável e instável. A fundamentação desta realidade se dá através das informações disponibilizadas pelo Ministério do Meio Ambiente, que considera esta região de suma importância, podendo ser classificada como de “prioridade extremamente alta” para a conservação da biodiversidade no Estado. Entre as principais ameaças locais para a biodiversidade está à presença de espécies exóticas; caça e pesca predatória; uso de agrotóxicos; captura de fauna e flora silvestres para tráfico; bombeamento de água para irrigação sem licenciamento; expansão de áreas agrícolas; isolamento e fragmentação de habitat (CARDOSO et. al, 2015).

Figura 3 – Mapa de vulnerabilidade biótica

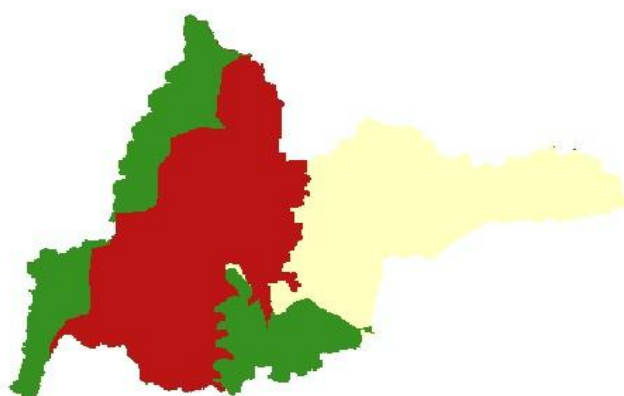


No cenário onde há destaque para a fragilidade antrópica (Figura 4), a vulnerabilidade está entre intermediário e instável. Com a implantação da barragem, eleva-se o contingente populacional dos municípios envolvidos, considerando-se a contratação de mão-de-obra de outras localidades. Essas alterações na dinâmica demográfica do município tende a gerar desordens sociais, pois há grande possibilidade de desarmonias nos costumes da população imigrante em contato com a população local, originando comportamentos socialmente reprováveis pela comunidade residente (CARDOSO et al, 2015).

Desta forma, com a construção da barragem no rio Itapicuru diversas famílias foram retiradas dos locais a serem inundadas, muitas dessas famílias receberam indenizações ou foram realocadas. Alguns produtores foram realocadas em lotes para a construção da barragem e do perímetro irrigado centrado em lotes empresariais.

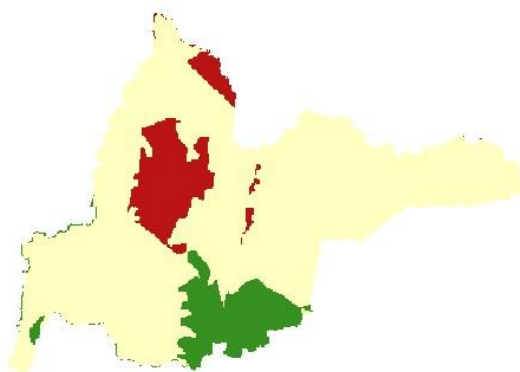
Conseqüentemente, geraram-se inúmeras situações para as famílias que aceitaram as indenizações, das quais tiveram dificuldades de sobreviver a partir do montante recebido e as que foram absorvidas no perímetro tiveram que se submeter a um meio de organização imposto, que não defendia verdadeiramente seus interesses, após terem sido obrigados a abandonar sua terra e seu modo de produzir para se adaptarem a novas técnicas e concepções de produção.

Figura 4 – Mapa de vulnerabilidade antrópica



Por meio do cruzamento dos dados fisiográficos em ambiente de SIG, foram quantificados três classes temáticas: estável, intermediário e instável. Conforme a Figura 5 ilustra, na bacia hidrográfica do rio Itapicuru na região de implantação da barragem de Pedras Altas, predomina-se a classe de vulnerabilidade intermediária, representando a maior parte da área total do trecho de drenagem da barragem, constituídas de extensões mais degradadas e vulneráveis. E uma menor parcela da área da bacia considerada estável.

Figura 5 – Mapa de vulnerabilidade



CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos do estudo de vulnerabilidade socioambiental na área de drenagem da barragem de Pedras Altas na bacia do rio Itapicuru observa-se que a área de estudo apresentou a classificação de vulnerabilidade entre intermediária e instável, estando a maior porcentagem da área na escala de risco intermediária.

Analisando os ambientes separadamente, foi possível identificar que a variável antrópica (IDH dos municípios da bacia) e a variável física (resistência do solo à erosão) apresentaram a maior interferência na definição de alta vulnerabilidade na área de estudo, e o ambiente biótico (biodiversidade) apresentou a menor interferência na definição de alta vulnerabilidade. Isso ocorreu em virtude do baixo IDH dos municípios do rio Itapicuru e da presença de solos com fragilidades intermediárias à perda de solo na região. Observando a análise separada dos indicadores que compõem o IDH foram notórios que os setores educação e renda foram os que apresentaram a menor média em comparação ao índice nacional.

A construção da barragem Pedras Altas no rio Itapicuru acarretou em alterações no âmbito biótico e físico da bacia, interferindo de forma geral na vulnerabilidade socioambiental do meio. É necessário analisar todas essas alterações para que se consiga manter algumas funções e padrões ecossistêmicos, para assim, não tender a alterações irreversíveis no habitat. Outras variáveis de análise dos ambientes físico, biótico e antrópico precisam ser estudadas de forma integrada para conseguir alcançar resultados mais consolidados.

REFERÊNCIAS

1. CARDOSO, O. R.; ROCHA, N.S.da.; XAVIER, R.A.; VALDUGA, E.T.; DISCONZI, G.S.; RADTKE, L.; CRUZ, R.C. Análise de fragilidade ambiental na bacia do rio Pardo - RS, frente à instalação de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs). *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, vol. 20, nº.2, p. 507 - 522 abr./jun. 2015.
2. CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S. de.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial. *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/INPE*, Ministério da Ciência e Tecnologia, 2001.
3. INEMA - Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Bacia do Itapicuru. Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2comtes-debacias/comites/cbh-itapicuru/>> Acesso em: 14 de março de 2016.
4. LIMA, C.H.P.de.; GENZ, F.; FONTES, A.S. Grandes Barragens no Estado da Bahia: Uma Contextualização Quanto a Avaliação das Alterações Hidrológicas. In: XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICO, Bento Gonçalves, 2013. *Anais...* Bento Gonçalves: ABRH, 2013.
5. NILTON, C. L. *O impacto das pequenas centrais hidrelétricas – PCHs no meio ambiente*. 2009. 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Formas Alternativas de Energia) Universidade Federal de Lavras, Lavras.
6. PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. *Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil*. 2010. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2016.