

Matriz simplificada para avaliar impactos ambientais em Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH)

Tania Ap. de Souza Barbosa¹
Francisco Antônio Dupas²

RESUMO

O presente trabalho propõe uma matriz simplificada para avaliar impactos ambientais em Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH). Neste estudo de caso, que utiliza o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) elaborado pelo empreendedor, a metodologia proposta analisa todos os impactos negativos relativos à PCH Ninho da Águia, localizada na Serra da Mantiqueira, município de Delfim Moreira, MG. Para tanto, fundamentado nas metodologias existentes, foram atribuídos pesos combinados em uma escala de impactos previamente definida. Os pesos atribuídos a cada impacto foram distribuídos de acordo com a combinação dos atributos apresentados e analisados do EIA.

Os resultados obtidos com a matriz proposta mostram que os possíveis danos ambientais previstos são reduzidos, aplicando-se as medidas mitigadoras sugeridas no EIA, em aproximadamente 45%. A facilidade de aplicação desta metodologia possibilitará a agilização da análise do processo de licenciamento ambiental, considerado hoje um inibidor de investimentos devido à morosidade do mesmo. A matriz mostrou-se eficaz devido à facilidade de aplicação, além de ser uma ferramenta útil na análise para projetos a serem implantados, procurando estabelecer um índice ambiental que considere comparativos entre os impactos causados e os mitigados pelos investimentos realizados.

Identificou-se que a minimização dos impactos com a aplicação de novas medidas mitigadoras requer novos investimentos financeiros para que tais medidas surtam melhoria do percentual de retorno. No entanto, considera-se que o percentual de retorno sobre os investimentos em medidas mitigadoras ao longo do tempo em relação às fases de planejamento, implantação e operação, tende a ser crescente inicialmente e a estabilizar-se em relação ao tempo. Assim, mesmo que sejam disponibilizados mais investimentos em medidas mitigadoras o percentual de retorno pode não ser o desejado. Portanto, como consequência, uma análise técnico-econômica criteriosa deverá ser elaborada para verificação se os aportes de recursos financeiros terão o retorno esperado.

Palavras chave: avaliação de impacto ambiental; licenciamento ambiental; pequenas centrais hidrelétricas; degradação ambiental; desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

This work intends to study the methodologies used by EIA and proposes the adaptation of a simplified matrix for the assessment of environmental impacts regarding small hydropower plants.

A case study of Ninho da Águia SHP, located in the city of Delfim Moreira, MG, was used for elaborating the matrix. The methodology used the analysis of all the negative impacts and they were given combined weight based on a pre-established impact scale. The weights that were given to each impact were distributed according to the combination of features presented in the referred EIA.

The results attained show that the environmental damage is reduced by 45% when the mitigating measures suggested by the EIA and by the analysis carried out by this study are applied. Besides, this preliminary proposal will make it possible for the process of getting an environmental license to be accelerated. Today, this process is considered as an investment inhibitor because of its slowness caused by the environmental organs that analyze these studies. Also, it may be used as initial guidelines regarding the environmental cost of the implementation of the enterprise. The proposed matrix shows itself as efficient because it is easy to be used and it is a useful tool for the analysis of projects that will be implemented.

Key-words: EIA methodology, environmental license, small hydropower plants, environmental degradation; sustainable development.

¹ Universidade Federal de Itajubá – Bióloga, MSc em Engenharia da Energia - Instituto de Recursos Naturais - taniabarbosa@unifei.edu.br

² Universidade Federal de Itajubá - Docente/Pesquisador - Instituto de Recursos Naturais - dupas@unifei.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A solução da equação que envolve o desenvolvimento econômico e a proteção do meio ambiente são os dois maiores problemas globais que devem ser enfrentados pela humanidade nas próximas décadas. Estes dois problemas estão rigorosamente interligados. A energia, motor do crescimento econômico, é principal causa da degradação do ambiente (modificado de COLOMBO, 1992; GOLDEMBERG, 2003).

Durante as últimas duas décadas, os dados atestam que o risco e a realidade de degradação ambiental tornaram-se mais evidentes. O crescimento dos problemas ambientais é devido a uma combinação de sérios fatores e, dentre eles, o crescente aumento do impacto ambiental por atividades humanas (KAYGUSUZ, 2002). Na FIGURA 1 são identificados altos Índices de Desenvolvimento Humano (IDH) por países que consomem grande quantidade de energia.

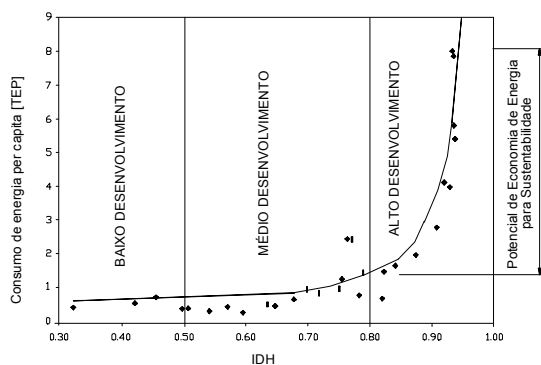


Figura 1- Consumo de energia per capita em TEP/ano versus IDH. Fonte: ANDRADE et al. (2002).

No entanto, não é correto associar este aumento exponencial do consumo de energia por estes países à necessidade de crescimento do IDH. A meta sustentável e equilibrada deverá ser o crescimento do IDH pelos países mais pobres com a energia que é má utilizada pelos países mais ricos (ANDRADE et al., 2002).

Para o Brasil, que tem sua energia oriunda quase que totalmente da hidroeletricidade, o instrumento de gestão que pode minimizar a degradação do ambiental é o EIA. Os impactos negativos dificultam a expansão da sua matriz energética devido a atrasos nos processos de obtenção do licenciamento ambiental nos órgãos competentes. Estas dificuldades podem ser observadas quando avaliado o estágio em que se encontram os empreendimentos nacionais de geração de energia hidrelétrica desde a fase de licenciamento até implantação. Foi identificado que 50% dos empreendimentos estão sem problemas de licenciamento ambiental.

No entanto, 43,3% estão com problemas ambientais e 5,7% com outros tipos de problemas (FACURI, 2004). Especificamente para o estado de Minas Gerais, os motivos pelos quais a obtenção destas licenças tem encontrado dificuldades na aprovação são diversos. Foram identificados, por meio de levantamento entre as empresas, órgãos federais e estaduais, que os motivos da morosidade ou da não aprovação são vários. São destacados que o Ministério Público, movimentos em defesa de interesses particulares, imprevisão de áreas para PCH, audiência pública, falta de capacidade técnica de recursos humanos dos órgãos, qualidade insatisfatória dos estudos, desarticulação entre os órgãos, falta de comunicação entre órgãos institucionais, empreendedor e sociedade, Resolução CONAMA 279/2001 - Dificuldade de enquadrar a PCH como de impacto de pequeno porte e pedidos de complementação de informações (PEDREIRA, 2004).

A análise do EIA é um processo moroso, tanto que para a concessão da licença prévia são inúmeras as dificuldades que, dentre as identificadas, a carência de métodos simplificados que auxiliem as decisões para viabilizar ou não o empreendimento. Portanto, este trabalho propõe agilizar o processo de EIA utilizando uma matriz adaptada das metodologias existentes, resultando na quantificação e na qualificação dos impactos sem medidas e com medidas mitigadoras.

2. ÁREA DE ESTUDO

O EIA da PCH Ninho da Águia foi escolhido como estudo de caso para aplicação da matriz proposta. Na FIGURA 2 é mostrado o sítio da bacia hidrográfica do rio Santo Antônio onde está inserida a PCH. A referida bacia está localizada no município de Delfim Moreira, região sul de Minas Gerais.

Drena uma área de 150,40 km² e está inserida na Área de Proteção Ambiental da Serra da Mantiqueira que é distribuída nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais.

O barramento será construído a 8 km a jusante da cidade e a cerca de 6 km a montante da confluência dos rios Santo Antônio e Sapucaí. Toda essa área está inserida na bacia do rio Grande que tem 95% da área constituída de rochas compostas, principalmente, por material arenoso (Grupo Parecis). Essas rochas possuem considerável capacidade de armazenamento de água durante as épocas de chuva e liberando a água acumulada no período de estiagem (DUPAS & OLIVEIRA, 2006). Assim,

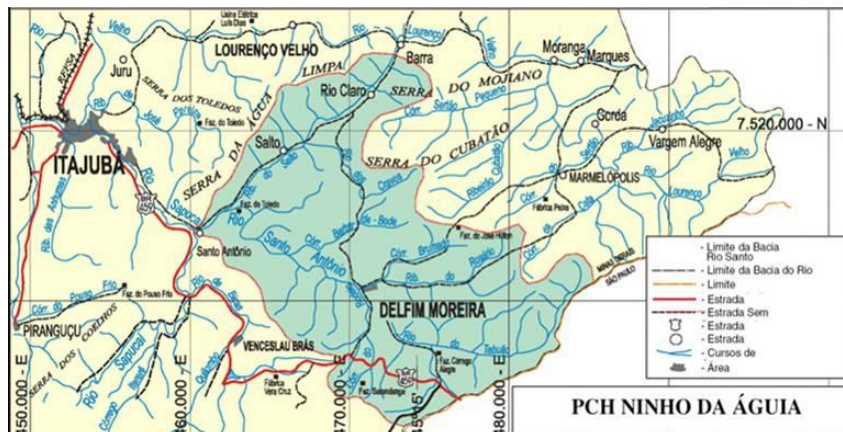


Figura 2- Bacia Hidrográfica do rio Santo Antônio e o local do barramento. Fonte: EIA (2001)

As vazões do rio Grande, e conseqüentemente de seus tributários, apresentam-se com elevado grau de regularização natural ao longo de um ano hidrológico.

3. MÉTODOS

Os métodos de previsão de impacto ambiental são aqueles que tentam prever as condições de qualidade e quantidade atual e futura das variáveis ambientais envolvidas em um empreendimento. Há hoje, um consenso de que nenhum desses métodos de AIA, isoladamente, possa avaliar de forma completa o impacto de um projeto. Não há um método único para realizar um estudo, o qual possa ser usado em qualquer tipo de projeto ou para todas as atividades mencionadas em um estudo de impacto ambiental. As matrizes de correlação são um dos métodos mais utilizados em EIA e até os dias atuais, vem se aprimorando com a finalidade de tornar as avaliações de impactos mais eficientes.

Neste estudo, foi adotada uma matriz de correlação por facilitar a análise do grande número de informações apresentadas e possibilitar que se quantifique e qualifique os impactos. Com isso, esse tipo específico de matriz permitiu fazer uma previsão da quantidade de unidades de impactos antes e após a adoção de medidas mitigadoras. Na FIGURA 3 é mostrado o fluxograma do trabalho.

No EIA (2001) foram identificados 43 impactos, sendo 37 impactos negativos e 6 positivos. Os impactos não estavam posicionados nos sistemas físico, biótico e antrópico. Contudo, para acomodá-los na matriz proposta, os impactos foram reposicionados em seus respectivos sistemas e avaliados junto com as fases em que se encontram no empreendimento - planejamento, construção e operação. A comparação do ambiente antes e após aplicação de medidas mitigadoras foi realizada apenas para os impactos negativos e não considerando os impactos para a desativação do empreendimento.

Os parâmetros e atributos para avaliação de impactos foram definidos conforme conceituação estabelecida pelo CONAMA N. 001/86 (FIGURA 4). Em seguida, em análise individual de cada impacto (FIGURA 5), foram distribuídos pesos adotando-se uma escala (FIGURA 6) juntamente com uma combinação de atributos selecionados e seus reflexos sobre o ambiente

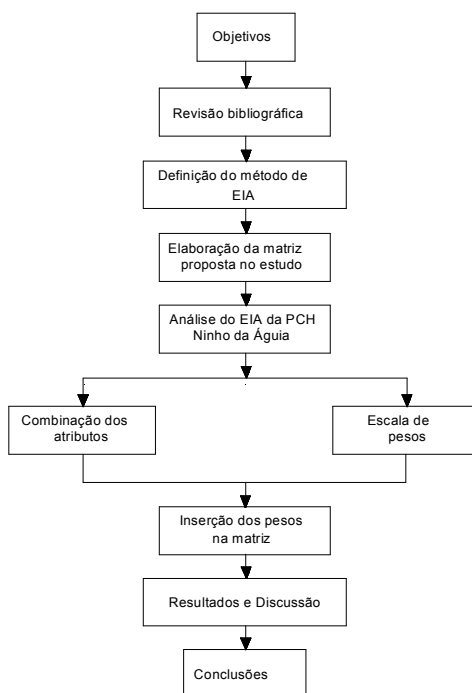


Figura 3- Fluxograma do trabalho

Figura 4- Parâmetros e atributos para avaliação de impactos (EIA, 2001).

Parâmetro	Atributo
REFLEXOS - sobre o ambiente	Direto /indireto, Negativo/positivo
ABRANGÊNCIA - do impacto	Pontual, Local, Regional
FREQUÊNCIA - com que o impacto se manifesta	Permanente, Temporário, Cíclico
TEMPORALIDADE - com que o impacto se manifesta	Curto prazo, Médio prazo, Longo prazo
REVERSIBILIDADE - sem medidas mitigadoras	Reversível, Irreversível.
MAGNITUDE - grau de comprometimento da qualidade ambiental	Alta, Média, Baixa

Figura 5- Relação dos impactos ambientais listados no EIA (2001) de 1 a 37

Impacto	Tipo
1	Instalação/acirramento de processos erosivos e de movimentos de massa associados às obras de construção da PCH e as operações de desmate na área do reservatório.
2	Supressão de solos com aptidão para pastagens e pequenas lavouras.
3	Sólidos em suspensão no ar.
4	Acirramento e/ou instalação de movimentos de massa nas áreas marginais ao reservatório com conseqüente alteração na qualidade das águas do ambiente lótico e conseqüente comprometimento do uso das áreas do entorno do reservatório.
5	Instabilização de margens e risco de comprometimento de áreas marginais.
6	Perda de vegetação.
7	Dispersão da fauna de vertebrados alados e terrestres.
8	Alteração da qualidade das águas frente ao descarte de efluentes, à disposição inadequada e resíduos e de insumos nas áreas do canteiro de obras, oficinas, alojamentos, refeitório e área de lazer.

9	Perda de vegetação
10	Supressão de habitats para a fauna.
11	Pressão sobre a fauna.
12	Elevação nos teores de materiais orgânicos e de nutrientes, redução de oxigênio dissolvido no reservatório.
13	Alteração da qualidade das águas do reservatório face ao aporte de sedimentos, de agroquímicos, de dejetos de animais e de poluentes do lixo.
14	Alteração do comportamento de oxigênio dissolvido.
15	Modificação na estrutura e funcionamento da microbiota aquática.
16	Alteração quali-quantitativa da ictiofauna.
17	Eliminação de habitats para a ictiofauna e para a anfíbiofauna.
18	Alteração na composição e população de epífitas.
19	Dispersão de elementos da fauna.
20	Modificação na estrutura de funcionamento da biota aquática.
21	Redução na capacidade de autodepuração no trecho de vazão reduzida.
22	Eliminação de habitats para a ictiofauna.
23	Redução da capacidade de autodepuração do rio Santo Antônio no trecho a jusante da casa de força.
24	Insegurança e ansiedade da população local.
25	Atração da população e tendência à desorganização social.
26	Instabilidade do mercado imobiliário com aumento dos preços dos aluguéis.
27	Perda e/ou restrição de uso de áreas utilizadas economicamente com correspondente queda da produção agropecuária.
28	Perda de moradias, benfeitorias e equipamentos, com possibilidade de migração dos produtores afetados; prejuízos e/ou transtornos causados pela instalação das demais estruturas operacionais.
29	Risco de comprometimento dos vínculos sociais e das relações de vizinhança.
30	Possibilidade de aumento de incidências de doenças infecciosas e parasitas.
31	Disseminação de doenças transmissíveis.
32	Violência.
33	Probabilidade de ocorrência de acidentes.
34	Pressão sobre os serviços de saúde.
35	Perda de vestígios arqueológicos pré-históricos e de um sítio arqueológico histórico.
36	Risco de comprometimento do patrimônio edificado.
37	Alteração das características cênicas do rio Santo Antônio (cachoeiras, corredeiras).

Figura 6- Escala de pesos atribuídos à combinação dos atributos (BARBOSA, 2004).

Pesos	Combinação dos atributos
0	O impacto descrito não ocorre em alguma das etapas de planejamento, implantação e operação da PCH.
1	local/direto- indireto/reversível/magnitude baixa
2	local/direto-indireto/reversível/magnitude média
3	local/direto-indireto/reversível/magnitude alta
4	regional/direto-indireto/reversível/magnitude baixa
5	regional/direto-indireto/reversível/magnitude média
6	regional/direto-indireto/reversível/magnitude alta
7	local/direto-indireto/irreversível/magnitude baixa
8	local/direto-indireto/irreversível/magnitude média
9	local/direto-indireto/irreversível/magnitude alta
10	regional/direto-indireto/irreversível/magnitude baixa
11	regional/direto-indireto/irreversível/magnitude média
12	regional/direto-indireto/irreversível/magnitude alta

4. RESULTADOS E ANÁLISE

Após a análise individual de cada impacto e devidas atribuições de pesos a cada um deles, foram feitas as ponderações dos resultados com a aplicação de medidas mitigadoras e sem a aplicação das mesmas (FIGURA 7).

A representatividade do total de 37 (100%) impactos negativos nos meios físico, biológico e antrópico sem a adoção de medidas mitigadoras nas fases de planejamento, implantação e operação representam 5 (13,5%), 18 (48,7%) e 14 (37,8%), respectivamente. Estes valores demonstram que, especificamente para este estudo, quantitativamente e qualitativamente os impactos no meio biológico são mais numerosos e intensos, recebendo total de 132 pontos o que equivale a 55% do total de 240 pontos atingidos para a coluna de impactos sem medidas mitigadoras. Para os demais impactos no meio físico e antrópico, o total de pontos atingido foi 30 e 78, o que equivale a 12,5% e 38,5%, respectivamente. A representatividade dos impactos em cada fase do empreendimento (planejamento, implantação e operação) sem medidas mitigadoras atinge 3,3% no planejamento 46,7% na implantação e 50% na operação.

Figura 7: Resultados obtidos com a matriz sem e com medidas mitigadoras (BARBOSA, 2004).

NIA- Número de impactos ambientais; UIA- Unidades de impactos ambientais.

		NIA* / %	IMPACTOS AMBIENTAIS	SEM MEDIDAS MITIGADORAS				COM MEDIDAS MITIGADORAS					
FASES				planejamento	implantação	operação	UIA** / %	planejamento	implantação	operação	UIA** / %		
MEIOS	FÍSICO	5 / 13.5	1	0	2	0	30 / 12.5%	0	1	0	11 / 4.6%		
			2	0	9	0		0	7	0			
			3	0	3	0		0	1	0		0	
			4	0	0	6		0	0	0		1	
			5	0	0	10		0	0	1		0	
	BIOLÓGICO	18 / 48.7	6	1	0	0	132 / 55%	0	0	0	59 / 24.6%		
			7	1	0	0		1	0	0			
			8	0	6	0		0	1	0		0	
			9	0	8	0		0	7	0		0	
			10	0	9	0		0	8	0		0	
			11	0	9	0		0	1	0		0	
			12	0	1	3		0	0	0		0	
			13	0	0	12		0	0	10		0	
			14	0	0	11		0	0	3		0	
			15	0	0	8		0	0	0		0	
			16	0	0	7		0	0	7		0	
			17	0	0	9		0	0	1		0	
			18	0	3	9		0	0	1		0	
			19	0	0	10		0	0	1		0	
	ANTRÓPICO	14 / 37.8	20	0	0	9	78 / 32.5%	0	0	9	39 / 16.3%		
			21	0	0	7		0	0	1			
			22	0	0	9		0	0	8			
			23	0	0	0		0	0	0		0	
			24	6	0	0		1	0	0		0	
			25	0	6	0		0	1	0		0	
			26	0	2	0		0	1	0		0	
			27	0	9	0		0	1	0		0	
			28	0	9	0		0	7	0		0	
			29	0	9	0		0	8	0		0	
			30	0	3	0		0	1	0		0	
			31	0	2	0		0	1	0		0	
			32	0	3	0		0	1	0		0	
			33	0	1	0		0	1	0		0	
			34	0	6	0		0	2	0		0	
			35	0	6	0		0	2	0		0	
			36	0	6	0		0	2	0		0	
			37	0	0	10		0	0	10		0	
TOTAIS PARCIAIS				8	112	120		2	54	53			
TOTAL DE UNIDADES DE IMPACTOS								240					109
REPRESENTATIVIDADE/REDUÇÃO (%)				3.3	46.7	50.0	100.0	0.8	22.5	22.1			

Quando adotadas medidas mitigadoras, mesmo assim os impactos no meio biológico ainda representam 11 pontos e 24,6% de um total de 109 pontos. Reduzido em quase 50% os impactos, o meio biológico ainda é o mais afetado, mesmo tendo a aplicação de medidas mitigadoras. Para os demais impactos no meio físico e antrópico, o total de pontos atingidos foram 11 e 39, o que equivale a 4,6% e 16,3%, respectivamente. Para os meios físico e antrópico, apesar da aplicação de medidas mitigadoras, os impactos foram reduzidos em aproximadamente 50%. A representatividade dos impactos em cada fase do empreendimento com medidas mitigadoras atingem 0,8% no planejamento, 22,5% na implantação e 22,1% na operação.

Com isso, verifica-se que, apesar da colocação das medidas mitigadoras e redução dos impactos perto de 45%, a maior parte dos impactos ainda continua nas fases de implantação e operação. Isso confirma que maiores cuidados nestas fases devem ser considerados prioridade. Especificamente em cada meio, foram reduzidas no físico 2,7 vezes, no biológico 2,2 vezes e no antrópico 2,0 vezes. Isto mostra que as medidas mitigadoras seriam mais efetivas no meio físico, ficando aproximadamente iguais nos meios biológico e antrópico. Para as fases de planejamento, implantação e operação, os resultados foram de 4 vezes, 2,1 vezes e 2,3, respectivamente. Para isso, pode-se constatar que as medidas mitigadoras seriam mais efetivas para a fase de planejamento, ficando aproximadamente as mesmas para as fases de implantação e operação.

Sobre a operacionalização do método, são disponibilizadas algumas considerações: (i) por ser a obtenção de licenciamento ambiental um processo moroso, a possibilidade de agilização utilizando esta matriz sinaliza vantagens para redução de custos do empreendimento; (ii) indica os índices ambientais nas diversas fases do empreendimento, isto é, o percentual ao comparar os resultados obtidos com e sem a aplicação de medidas mitigadoras; (iii) possibilidade de simular os índices no local a ser implantada a PCH, mesmo não tendo o EIA completo, ou seja, a matriz proposta pode ser aplicada ainda na fase de planejamento do empreendimento, possibilitando assim a escolha do melhor local a ser construído o empreendimento; (iv) após a ponderação dos resultados há a possibilidade de auxiliar na valoração ambiental a serem mitigadas ou não; (v) as desvantagens da matriz proposta, como em outras metodologias, são os cuidados que devem ser tomados para reduzir a subjetividade para a interpretação dos impactos e seus desdobramentos. As avaliações de impactos através da inserção de pesos na matriz, de alguma forma, também representam estimativas subjetivas, ou seja, alguns técnicos poderão atribuir pesos aos resultados da avaliação de impacto, podendo subestimar ou superestimar os valores de modo que, a busca da viabilização da subjetividade seja subsidiar o empreendedor para que o mesmo possa decidir se a implantação da PCH é viável ou não sob os aspectos técnico-econômico, ambiental e social; (vi) o monitoramento e o acompanhamento da implantação das medidas mitigadoras sugeridas na análise e das apresentadas no EIA da PCH Ninho da Águia, nas fases de planejamento, implantação e operação, e a avaliação de suas eficiências são de grande importância, uma vez que é nessa fase que se observará a efetividade das medidas propostas. O monitoramento pode ser realizado pelos técnicos do próprio órgão ambiental ou da empresa, mas, de preferência pelo mesmo grupo multidisciplinar que analisou o EIA do empreendimento para que se mantenha uma uniformidade conceitual no processo; (vii) também, o efetivo acompanhamento informando sobre a implementação de cada medida apresentada no EIA, deverá ter a participação da comunidade afetada ou interessada através da ponderação dos pesos a fim de tentar minimizar a subjetividade dos resultados e na identificação de qualquer questão que não está sendo atendida pela empresa ou pelo órgão. Porém, para isso, a população deve ser muito bem informada e orientada sobre as medidas que deverão ser implantadas para a área de influência e para o projeto; (viii) como os pesos variam de acordo com cada tipo de obra, a utilização desta metodologia para outros tipos de empreendimento deverá sofrer ajustes dos pesos e dos impactos em função das variáveis ambientais do sistema físico, biótico e antrópico característico do tal empreendimento.

7. CONCLUSÕES

Para que a implantação de PCH seja feita sob uma visão de sustentabilidade, é preciso observar a capacidade de suporte do ambiente, de forma que o equilíbrio dos ecossistemas regionais seja preservado. No entanto, o que se identificou foi que dos 43 impactos identificados no empreendimento, apenas 6 foram positivos. Isso demonstra, que apesar de pequena, a PCH possui alta disponibilidade de impactos negativos.

Os resultados observados nesta pesquisa mostram claramente para este caso, que os impactos provocados no meio biótico são os mais pesados e numerosos. Fica evidente também que os impactos provocados nas fases de implantação e na de operação são os mais destacados. O método proposto resultante da pesquisa, onde sugere a criação de indicadores de qualidade ambiental oferecida pelo empreendimento sem medidas e com medidas mitigadoras, pode ser utilizado como forma de

avaliar preliminarmente os impactos ambientais provocados por empreendimentos de PCH, como também agilizar o processo de licenciamento ambiental.

Nas análises das variáveis relativas aos meios físico, biótico e antrópico, é necessário não só contar com a contribuição especialistas multidisciplinares que trabalhem de maneira integrada, como ainda treiná-los para analisar os referidos estudos e padronizar a metodologia de EIA ideal que permita avaliar a importância dos diferentes componentes dos respectivos meios.

Apesar da tentativa de enquadrar o estudo de impacto através de pesos em uma escala pré-definida como também em outros métodos de elaboração de EIA e análise ambiental em processo de licenciamento, a subjetividade inerente ao processo que depende da interpretação de um avaliador, fica ainda mais crítica quando existe a substituição de avaliadores em um mesmo processo. Isso dificulta sobremaneira a interpretação correta dos dados que tem como objetivo a proximidade com a realidade. Ou seja, a baixa rotatividade de técnicos avaliadores contribuirá para minimizar a subjetividade.

Considerando 45% uma taxa baixa para a efetividade das medidas mitigadoras aplicadas, que são variáveis para tipo de empreendimento, pressupõe-se que mesmo aplicando mais recursos financeiros na tentativa de melhorar esta taxa, alguns impactos não possam ser minimizados mesmo com a aplicação de novos investimentos em medidas mitigadoras. Contudo, em algumas situações, onde é possível de prevenir ou reverter os impactos nas fases de planejamento, implantação e operação do empreendimento, possivelmente maiores investimentos em ações mitigadoras tenham grande retorno. Considera-se que esta análise possa ser sintetizada pela curvas representadas na FIGURA 8, ou seja, de todo investimento feito em medidas mitigadoras ao longo do tempo do projeto, o percentual do retorno alcançado em relação às fases de planejamento, implantação e operação tende a ser crescente inicialmente e a estabilizar-se em relação ao tempo. Portanto, ao longo do tempo o percentual de retorno esperado poderá ser baixo, forçando a curva a uma horizontalização. Como consequência, uma análise técnico-econômica criteriosa deverá ser elaborada para verificação se os aportes de recursos financeiros terão o retorno alcançado.

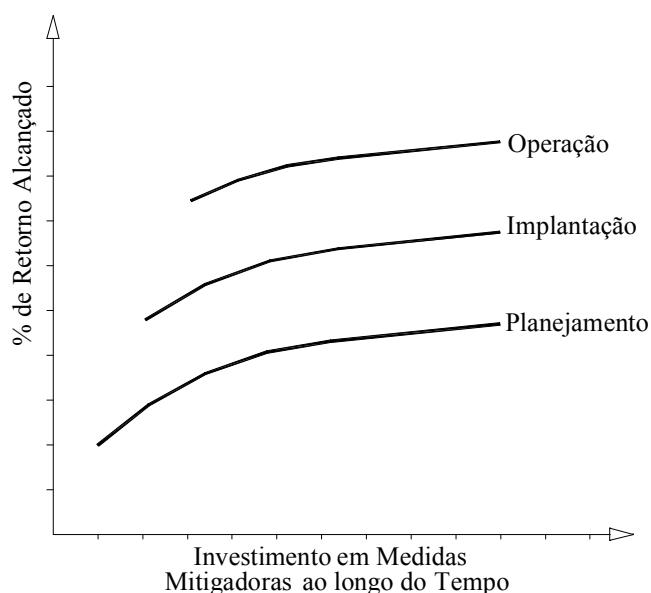


Figura 8: Investimento em medidas mitigadoras nas fases de planejamento, implantação e operação versus % de retorno do investimento alcançado com as medidas mitigadoras ao longo do tempo (BARBOSA, 2004).

Finalizando, a matriz proposta nesse estudo é relevante, pois indica o índice ambiental do empreendimento o qual permite avaliar a eficiência das medidas mitigadoras e poderá auxiliar no cálculo dos custos ambientais do empreendimento. Também, essa proposta com as devidas adequações, poderá ser aplicada não apenas em PCH, mas também em outros projetos de exploração de recursos naturais.

8. BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, R.V.; LORA, E.E.S.; DUPAS, F.A. (2002). Recursos Naturais, Demografia e Desenvolvimento: Uma análise baseada no relatório de desenvolvimento humano 2001 da ONU. 11p. AGRENER. UNICAMP.

BARBOSA, T.A.S. (2004). Análise do Estudo de Impacto Ambiental da PCH Ninho da Águia, Delfim Moreira, Mg. Proposta de Otimização do Processo de Licenciamento Ambiental utilizando uma matriz simplificada. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Itajubá. 120p.

CASTRO, F.C. (2002). Avaliação de Impactos Ambientais em Obras de Construção Pesada como Instrumento para Gestão Ambiental. Trabalho de Diploma. 58p. Universidade Federal de Itajubá.

COLOMBO, U. (1992). Development and the Global Environmental, in the Energy-Environmental Connection, editado por Jack M. Hollander, Inland Press, USA.

EIA (2001). Estudo de Impacto Ambiental da PCH Ninho da Águia. EIA da Centrais Elétricas da Mantiqueira S. A. CEM. Elaborado por Golder Associates Brasil Ltda.

FACURI, M.F. A implantação de usinas hidrelétricas e o processo de licenciamento ambiental: a importância da articulação entre setor elétrico e de meio ambiente no Brasil. Dissertação de mestrado. 77p. Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, MG. 2004.

FINK, D.R. et al. (2002). Aspectos Jurídicos do Licenciamento Ambiental. 2002. 2a Ed. Rio de Janeiro; Forense Universitária. 245p.

GOLDEMBERG, J. (2003) Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento. 2a ED. EDUSP, CESP. 225p.

KAYGUSUZ, K. (2002). Sustainable development of hydropower and biomass energy in Turkey. Energy Conversion & Management. pp 1099-1120. Elsevier Since Inc. Disponível em <http://www.periodicos.capes.gov.br>

LORA, E.E.S.; TEIXEIRA, F.N. (2002). Prevenção e Controle da Poluição nos Setores Energético, Industrial e de Transporte. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência. 481p.

PEDREIRA, A. C. (2004). Avaliação do processo de licenciamento ambiental para PCH's em Minas Gerais. Dissertação de mestrado, 120p. Universidade Federal de Itajubá. Itajubá MG..

LEOLPOLD, L.B.; CLARKE, F.S.; HANSHAW, B.B.; BASLEY, JR. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geol. Surv. Cir. U.S.G.S. Washington, D.C. 13p.

TIAGO FILHO, G.L. et al. (2003). Pequenas Centrais Hidrelétricas. Cap.3. 163-206p. In: TOLMASQUIM, M.T. Fontes Renováveis de Energia no Brasil, 515p.

TOMMASI, L.R. (1994). Estudo de Impacto Ambiental. São Paulo. CETESB, 355 p.