

**ITC- INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CARATINGA
PROGRAMA DE GRADUAÇÃO ENGENHARIA CIVIL**

**DANÚBIA FERNANDA GOMES MARTINS
ROGER SANER LUCAS BREDER PASCHOARELLI**

**IMPACTOS AMBIENTAIS DA CONSTRUÇÃO DE
UMA BARRAGEM DE UM RESERVATÓRIO PARA
ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA CIDADE DE CARATINGA
MG**

CARATINGA/MG

2016

DANÚBIA FERNANDA GOMES MARTINS
ROGER SANER LUCAS BREDER PASCHOARELLI

**IMPACTOS AMBIENTAIS DA CONSTRUÇÃO DE
UMA BARRAGEM DE UM RESERVATÓRIO PARA
ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA CIDADE DE CARATINGA
MG**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil, Instituto tecnológico de Caratinga/MG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em engenharia civil, sob a orientação do Prof. Jose Salvador Alves. Disciplina de Trabalho de Conclusão do Curso II

CARATINGA/MG

2015

EPÍGRAFE

“Planeje com antecedência: não estava chovendo quando Noé construiu a arca”.

(Richard C.Custhing)



FACULDADES INTEGRADAS DE CARATINGA

FORMULÁRIO 9

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TERMO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DO TRABALHO

IMPACTOS AMBIENTAIS DA CONSTRUÇÃO DE UM RESERVATÓRIO PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA CIDADE DE CARATINGA

Nome completo do aluno: ROGER SANER LUCAS BREDER PASCHOARELLI / DANUBIA FERNANDA GOMES MARTINS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado perante a Banca de Avaliação composta pelos professores José Salvador Alves, José Nelson Vieira da Rocha e Bárbara Dutra da Silva, às 19 horas e 30 minutos do dia 12 de julho de 2016, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil. Após a avaliação de cada professor e discussão, a Banca Avaliadora considerou o trabalho: APROVADO (aprovado ou não aprovado), com a qualificação: ÓTIMA (Excelente, Ótima, Bom, Satisfatório ou Insatisfatório).

Trabalho indicado para publicação: ()SIM (X)NÃO

Caratinga, 12 de julho de 2016

José Salvador Alves
Professor Orientador e Presidente da Banca

José Nelson Vieira da Rocha
Professor Avaliador 1

Bárbara Dutra da Silva Luz
Professor Avaliador 2

Roger S. L. Paschoarelli
Aluno(a)

d
Coordenador(a) do Curso

DEDICATÓRIA

Dedicamos esta conquista aos nossos familiares que muito fizeram para que chegássemos até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as oportunidades que tem proporcionado a minha pessoa.

Aos meus pais Iron e Vilma, por terem me apoiado, propiciando sempre melhor para a minha formação pessoal e acadêmica.

Ao meu filho Carlos Henrique, por me fazer uma pessoa muito melhor, sendo a minha inspiração para poder seguir essa caminhada. Ao meu esposo Leandro Campos, por sempre está do meu lado em todas as situações da minha vida, sofrendo e lutando comigo, obrigada pela compreensão.

A todos meus colegas de sala em particular meu amigo Roger Saner Lucas Breder Paschoarelli que juntos conseguimos elaborar esse TCC e que também fez parte desse sonho. Aos meus mestres que com suas experiências fizeram com que este sonho pudesse se tornar realidade. Principalmente ao Professor Jose Salvador nos orientou nesse trabalho.

Enfim, a todos que direta e indiretamente contribuirão para esta jornada. Meu muito obrigado a todos.

AGRADECIMENTOS

Cinco anos se passaram, conhecimentos foram adquiridos e desafios foram superados. Hoje agradeço a todos que contribuíram nesta longa caminhada, seja direta ou indiretamente para realização de algo tão importante. Agradeço em especial aos meus colegas de sala que me fortaleceram em momentos difíceis que passei durante esse tempo. Comemoro mais essa vitória agradecendo a Deus pelo nascimento da minha filha Raissa Nunes Lucas Breder e pela oportunidade de mais essa conquista em minha vida.

Roger Saner Lucas Breder Paschoarelli

RESUMO

A riqueza de recursos hídricos no Brasil, a crescente construção de barragens e as influências internacionais exigem a realização de avaliações de impactos ambientais. Este trabalho aborda os principais impactos ambientais observados no meio físico causados pela construção de barragens. Inicialmente é apresentado um panorama geral sobre a demanda de água no mundo, os usos múltiplos das barragens e um breve histórico sobre barragem. Em seguida são apresentados métodos de avaliação, diagnóstico e de classificação dos impactos ambientais. O levantamento dos impactos em meio físico foi feito com base em um estudo de caso sobre a construção de uma barragem de armazenamento de água para abastecimento da população do município de Caratinga –MG.

Palavras Chave: Impacto ambiental; meio físico; reservatório; água; barragem.

ABSTRACT

The abundance of water resources in Brazil, the increasing construction of dams and the international influences demands the accomplishment of Environmental Impact Assessment. This work approaches the environmental impacts in the physical realm. Preceding to the subject, it has if a general panorama on the water demand in the world, multipurpose of the dams and a historical briefing about dams. The methods of evaluation, diagnostic and classification of the environmental impacts are presented. The subject with a case study work on the impact of a construction of a dam for Caratinga MG, being important reservoirs that had prioritized the water.

Key Worlds: environmental impact, reservoirs, dam, water.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Foto área da Barragem Guarapiranga	20
Figura 2 - Disponibilidade de Água no planeta	22
Figura 3 - Erosão regressiva no sangradouro da Barragem Itaúna (abril/2001)	33
Figura 4 - Ciclo hidrológico	34
Figura 5 - Descarregador de Fundo	39
Figura 6 - Abertura do Canal de Desvio - início da explosão de uma das ensecadeiras de concreto em arco.....	40
Figura 7 - Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Laje-MG	45
Figura 8 - Área a ser inundada	46
Figura 9 - Vista superior da área de estudo, a área determinada pela linha vermelha e a área a ser inundada.....	47
Figura 10 - Desapropriação de moradores.....	48
Figura 11 - Desmatamento da área inundada	49
Figura 12 - Relocação dos trechos restritos de estradas viciais.....	49
Figura 13 - Relocação das estradas viciais e a proteção de pequenos trechos da adutora que ficarão.	50
Figura 14 - Taludes.....	52
Figura 15 - Geomorfologia do mar de morros da região da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Laje.	53
Figura 16 - Tipo de Vegetação local	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Disponibilidade de água doce.....	23
Tabela 2 - Características das Barragens conforme o tipo de uso.	24

LISTA DE SÍMBOLOS

CH₄ - Metano

CO₂ - Dióxido de carbono ou gás carbônico

Km - Quilômetros

M - Metros

m³ - Metros cúbicos

m³/s - Metros cúbicos por segundo

MW - Megawatt (10⁶ W)

N₂O - Óxido Nitroso

W - watt

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária

AC - Antes de Cristo

CBDB - Comitê Brasileiro de Barragens

CBGB - Comitê Brasileiro de Grandes Barragens

CONAMA - Conselho Nacional Do Meio Ambiente

DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra a Seca

EIA - Estudo de Impacto Ambiental

IPT - Instituto de Pesquisa Tecnológica

NBR - Norma Brasileira Reguladora

RIMA - Relatório de Impacto Ambiental

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 Objetivo Geral.....	16
2.2 Objetivo Específico.....	16
3 METODOLOGIA DO TRABALHO.....	17
4 JUSTIFICATIVA.....	18
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
5.1 Histórico.....	19
5.2 Demanda de Água.....	22
5.3 Múltiplo uso de barragens.....	24
5.4 Estudo de Impactos Ambientais.....	25
5.5 Custos.....	27
5.6 Estudo de Diagnóstico Ambiental.....	27
5.6.1 Clima.....	27
5.6.2 Recursos Hídricos.....	28
5.6.3 Geologia.....	28
5.6.4 Geomorfologia.....	28
5.6.5 Pedologia.....	28
5.6.6 Avaliação Integrada.....	29
5.7 Identificação dos Impactos Ambientais.....	29
5.8 Definições de Fatores Ambientais.....	30
5.8.1 Climas.....	30
5.8.2 Recursos Hídricos.....	30
5.8.3 Terrenos.....	31
5.9 Classificação dos Processos.....	32
5.9.1 Depósitos de sedimentos ou partículas.....	32
5.9.2 Erosão pela Água.....	33
5.9.3 Escoamento das águas em superfície.....	33
5.9.4 Escorregamento.....	34
5.9.5 Alterações físico-químicas.....	35
5.9.6 Movimentação das Águas Subsuperfície.....	35
5.9.7 Potencialização e desencadeamento de sismos.....	36
5.9.8 Subsidência.....	36
5.10 Ações Geradoras de Impactos.....	37
5.11 Avaliações dos Impactos no Meio Físico em Barragens.....	37
5.11.1 Implantação.....	37
5.11.2 Fase de funcionamento.....	42
5.11.3 Desativação.....	43

6 ESTUDO DE CASO: IMPACTOS DEVIDO UMA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM NO MUNICÍPIO DE CARATINGA MG	44
6.1 Localização da área de estudo	45
6.2 Considerações para a construção da barragem	47
6.3 Componentes Ambientais Passíveis de Impactação	51
6.3.1 Recursos Hídricos	51
6.3.2 Geologia	51
6.3.3 Geomorfologia	52
6.3.4 Clima	53
6.4 Identificação das Ações Impactantes	54
6.4.1 Implantação	54
6.4.2 Ações de Operação	58
6.5 Análise Integrada	58
6.5.1 Recursos Hídricos Superficiais	59
6.5.2 Geologia	61
6.5.3 Clima	63
6.5.4 Os Impactos Ambientais na Visão da Legislação	64
6.6 Avaliação dos Impactos resultantes	66
6.6.1 Avaliação dos Impactos Resultantes Sobre os Recursos Hídricos	66
6.6.2 Avaliação dos Impactos Resultantes Sobre o Aspecto Geológico	67
6.6.3 Avaliação dos Impactos Resultantes Sobre a Qualidade do Ar e o Clima	67
7 ANÁLISE OU COMPARAÇÃO/CRÍTICA	68
8 CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXO	74

1. INTRODUÇÃO

A construção de barragens é de grande importância para o país, uma vez que estas são relacionadas com o seu desenvolvimento econômico. No entanto, é necessário avaliar os custos e benefícios destas construções uma vez que vários impactos ambientais podem ser causados. As barragens de usos múltiplos criam benefícios como o abastecimento de água, geração de energia elétrica e a produção de alimentos (via irrigação), o que favorece muitas comunidades. O lago ou o reservatório inunda grandes áreas que poderiam ser utilizadas para outra atividade, como a agricultura, ou áreas com patrimônio histórico e cultural. O enchimento do reservatório e a retirada da cobertura de vegetação, aumentam o processo de erosão e tende a modificar a movimentação de águas lóaticas para lânticas, elevando os níveis freáticos.

Neste sentido, o principal problema que técnicos e especialistas de diversos países tentam solucionar, refere-se aos impactos negativos inerentes à construção das barragens que podem ser amenizados otimizando os custos e a gestão na utilização das matérias-primas, garantindo benefícios na área social e nos meios biótico e físico.

Assim, este trabalho faz um estudo de caso sobre os possíveis impactos físicos que serão ocasionados caso seja construída uma barragem para abastecimento de água para da população de Caratinga -MG.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivos fazer a análise dos principais impactos ambientais causados pela construção de uma barragem de pequeno porte em Caratinga- MG.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Fazer um levantamento dos principais impactos ambientais inerentes da implantação de barragens;
- Identificar os possíveis impactos ambientais causados pela implantação de uma barragem no rio Laje em Caratinga-MG.

3 METODOLOGIA

Para elaboração deste trabalho foi feito um levantamento em bases de dados sobre os conceitos básicos relacionados a construção de barragens. Utilizou-se também legislações e normas técnicas brasileiras, a fim de se observar as orientações sobre os temas. Por fim, foram consultados Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA) para elaboração do estudo de caso.

4 JUSTIFICATIVA

A riqueza de recursos hídricos, o atual estado de degradação de ecossistemas riquíssimos e a construção de milhares de barragens e açudes no Brasil criam uma necessidade de proteção e conhecimento sobre os aspectos ambientais, inerentes aos vários tipos de empreendimentos. No Brasil a legislação que regulamenta os estudos de impactos ambientais exige que empreendimentos realizem estudos de impactos ambientais, relatórios ambientais preliminares, relatório de impacto ambiental para licenciamento, execução e monitoramento de obras.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 HISTÓRICO

As barragens existem há milhares de anos. A tendência natural do homem procurando suprir suas deficiências fez que se pensasse em acumular a água. Através da construção de barragens, ameniza-se o período de estiagem. Encontram-se vestígios de barragens de armazenamento de água em diversas regiões como no Jordão e Oriente Médio, que datam no mínimo 3000 AC (PIMENTEL,2004)¹. Nas civilizações mais antigas como a egípcia e os sumérios que estavam cercados de desertos, houve a necessidade de construção de diques, barragens e canais para evitar a perda de lavouras durante as cheias e levar água dos rios para lugares distantes. No antigo Egito construiu-se a barragem de Sadd Al-Ali que regularizou o curso inferior do rio Nilo e criou um vasto lago artificial, com 500 km de comprimento que se estende ao Sudão.

No século VIII AC, no mundo árabe, na antiga capital do reino de Sabá Marito foi construída uma barragem com altura de 16m. Durante mais de 1000 anos, o lago assim criado irrigou os campos ao redor garantindo o sustento às cerca de 50.000 pessoas. No século XIV, a civilização Asteca desenvolveu uma técnica que consistia em fincar estacas no fundo do lago, um bem próximo da outra, de modo a formarem uma espécie de barragem. No século XVIII, em Portugal, construiu-se a Barragem Romana, que tinha como função abastecer a cidade de Lisboa que ficava a 10 km de distância. Identificado nos inícios do século, referendado pelo Padre Antônio Carvalho da Costa e mais tarde por Pinho Leal, este monumento hidráulico situa-se numa pequena ribeira, num local designado por Pego da Moura ou Pego da Mina, na estrada Canecas-Belas.

No Brasil, no ano 1900, teve início a obra do Açude Acaraú Mirim no estado do Ceará com capacidade de 19.203 m³(CBDB, 2004)². Em 1906 começou a operar em São Paulo a barragem Guarapiranga que tinha como finalidade geração de energia elétrica e o

1

¹ Pimentel, V. C. R. **Alternativas de Soluções para os Impactos Físicos de Barragens**, 2004.

2

² CBDB – Comitê Brasileiro de Barragens. **Cadastro de Barragens**, 2004. Disponível em: www.cbdb.org.br. Acesso em 04 de junho de 2004.

abastecimento de água para 4 milhões pessoas da zona sul e sudoeste da capital de São Paulo e produz 14 mil litros de água por segundo, para abastecimento.

No nordeste do Brasil a ação mais eficaz ao combate às secas é a construção de pequenas barragens ou açudes, que evitam, nas estiagens, as calamitosas migrações do nordeste ao sudoeste (DNOCS, 1982)³.

Em 1958 iniciam-se as obras da Barragem de Furnas em Minas Gerais, com a finalidade de geração de energia elétrica. Em 1963 entra em operação com uma potência nominal de 1.216 MW (8x 152MW). Esta usina era uma das maiores da América Latina na década de 60.

Os reservatórios banham 34 municípios de Minas Gerais (CBDB, 2004)⁴. Em 1971 inicia-se a operação da Barragem Ponte Nova, em São Paulo, que tem como finalidade, saneamento e controle de cheias do rio Pinheiros (DAEE, 2004)⁵.

A partir dos anos 70 fica clara a preocupação mundial com a degradação ambiental. Em 1972 a 1974 realizaram os primeiros estudos científicos a respeito da preservação ambiental (Crescimento industrial; insuficiência de alimentos; esgotamento dos recursos naturais), pelo grupo de intelectuais e empresários não militantes, ecologistas (Clube de Roma) (ONDA AZUL, 2004)⁶. Segundo Mirra (1998)⁷, em 1983 o Banco Mundial começou a exigir o EIA em seus programas de cooperação econômica e em 1986 passa a ser exigido em projetos na Europa. No Brasil, foi promulgada a Lei 6.938 de 31/08/81, que dispõe sobre a política Nacional do Meio Ambiente, define, entre outros instrumentos, a Avaliação de

3

³ DNOCS – Departamento Nacional de Obras contra as Secas – **Barragens no nordeste do Brasil – Experiência do DNOCS em barragens na região semi-árida**– Fortaleza, 1982.

4

⁴ CBDB – Comitê Brasileiro de Barragens. **Cadastro de Barragens**, 2004. Disponível em: www.cbdb.org.br. Acesso em 04 de junho de 2004.

5

⁵ DAEE – Departamento de Água e Energia Elétrica, 2004. Disponível em site www.dae.gov.br. Acesso em 25 de setembro de 2004.

6

⁶ Onda Azul. Disponível em: www.ondazul.org.br/downloads/arquivos/11.pdf. Acesso em 04 de junho de 2004.

7

⁷ MIRRA, ÁLVARO LUIZ VALERY. 1998. Impacto ambiental. Aspectos da legislação brasileira. Ed. Oliveira Mendes. São Paulo.

Impactos Ambientais e o Licenciamento e a revisão de atividades efetiva de potencialmente poluidoras. Na lei de 7.804/89 o EIA (Estudo de Impacto Ambiental) passou a participar de forma ampla na legislação de proteção ambiental e no artigo 8, inciso I e II atribui a “competência de estabelecer normas e critérios para licenciamento de atividades potencialmente degradadas...” ao CONAMA (Conselho Nacional do Meio ambiente).

Em 23/01/86 com a resolução nº 001/86 estabelece definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação da avaliação de impactos ambientais, definem as atividades para as quais se exige EIA / RIMA (MIRRA, 1998)⁸.

Segundo o Cadastro Brasileiro de Barragens em 2014, no Brasil existiam cerca de 1400 barragens de médio e grande porte (CBDB, 2014)⁹.

Figura 1- Foto área da Barragem Guarapiranga



Fonte: EMAE, 2004.

8

⁸ MIRRA, ÁLVARO LUIZ VALERY. 1998. *Impacto ambiental. Aspectos da legislação brasileira*. Ed. Oliveira Mendes. São Paulo.

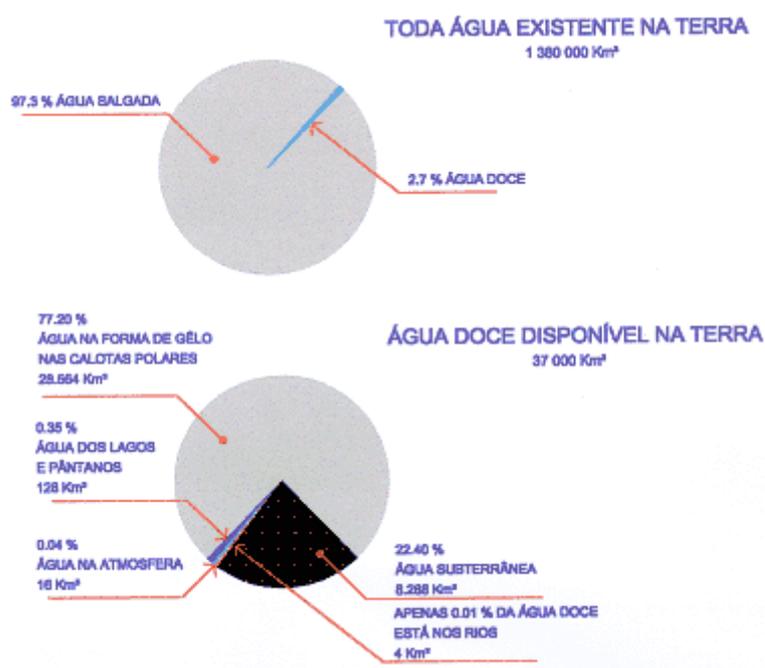
9

⁹CBDB – Comitê Brasileiro de Barragens. **Cadastro de Barragens**, 2004. Disponível em: www.cbdb.org.br. Acesso em 04 de junho de 2004.

5.2 DEMANDA DE ÁGUA

Segundo informações do DAEE (2004)¹⁰, no planeta existem 1,38 bilhão de km³ de água, dos quais aproximadamente 97,3% são de água salgada e 2,7 de água doce, conforme podemos observar na figura 2

Figura 2- Disponibilidade de água no planeta



Fonte: DAEE, 2004.

A distribuição de água é desigual no planeta, sendo que alguns países obtêm mais recursos hídricos do que outros, conforme podemos observar na tabela 1. Existem 26 países em fase de penúria, abrangendo 230 milhões de pessoas, sendo que 11 países estão localizados no continente Africano.

Tabela 1: Disponibilidade de água doce

CONTINENTE	DISPONIBILIDADE AGUA DOCE
África	10%
América do Norte	18%
América do Sul	23,10%
Ásia	31,60%
Europa	7,00%
Oceania	5,30%
Antártica	5,00%

Fonte: DAEE, 2004.

A economia crescente e a elevação populacional aumentam a demanda de água e pressionam a questão da disponibilidade de água (PIMENTEL, 2004)¹¹. As barragens tornam-se foco de discussões devido às questões referentes à água. Os impactos que os reservatórios provocam no escoamento do rio, direitos ao acesso a água e dos recursos do rio, como também nos núcleos populacionais das comunidades. Atualmente consome-se duas vezes o volume de água extraído na década de 50. Somos 6 bilhões de pessoas no mundo e as projeções para 2050 está na faixa de 7,3 a 10,7 bilhões de pessoas. O crescimento da economia aumenta diretamente os serviços relacionados com água, mas o desenvolvimento tecnológico pode provocar uma redução no consumo de água. Observa-se que no período de 1950 a 1990 a “economia mundial quintuplicou e o consumo de água apenas duplicou”, acompanhando apenas crescimento populacional. O desenvolvimento da economia modifica os padrões de vida da população, aumenta os equipamentos de eletrodoméstico, melhora as instalações sanitárias elevando o consumo de água em residências. A demanda de água mundial, atualmente, está dividida em 67% consumo na área rural, 19% a indústria e 9% usos doméstico e municipal. Em regiões de clima seco 5% do total de água consumida é evaporada (PIMENTEL, 2004).¹²

11

¹¹ Pimentel, V. C. R. **Alternativas de Soluções para os Impactos Físicos de Barragens**, 2004.

12

¹² Pimentel, V. C. R. **Alternativas de Soluções para os Impactos Físicos de Barragens**, 2004.

5.3 USO MÚLTIPLO DE BARRAGENS

De acordo com CBGB (1979)¹³, um projeto de viabilidade de novas barragens deve incluir a compatibilização de usos da água, as quantificações para diversas finalidades, entre elas, abastecimento, geração de energia elétrica, controle de cheias, irrigação, turismo, navegação e fixação de parâmetros de qualidade para garantir o equilíbrio. Os níveis do reservatório variam dependendo da sua finalidade, dificultando a operação quando se trata de barragens de multiuso, onde não se alcança o nível ideal, mínimo ou máximo dependendo do uso da barragem.

No caso de controle de cheias, os reservatórios devem ter níveis mínimos para poder armazenar. Para abastecimento, geração de energia os reservatórios devem estar cheios, para distribuir água e gerar energia. (PIMENTEL, 2004)¹⁴. A tabela 2 apresenta as características das barragens, segundo o uso do reservatório.

Tabela 2: Características das barragens conforme tipo de uso

USO PRINCIPAL	TAMANHO	PROFUNDIDADE	TEMPO DE RESIDÊNCIA	PROFUNDIDADE DA SAÍDA
Controle Cheias	pequeno a médio	raso	depende região	profunda
Armazenamento	pequeno a médio	-	extremamente variável	abaixo superfície
Geração	médio a grande	profundo	variável	junto ao fundo
Abastecimento	pequeno	preferencialmente profundo	alto	intermediário a profundo
Piscicultura	pequeno	raso	baixo	superficial
Bombeamento	pequeno a médio	profundo	extremamente variável	junto ao fundo

Fonte: PIMENTEL, 2004 apud STRASKRABA et al., 1993 apud Pimentel, 2004

Na tabela 2 as barragens foram classificadas como: tamanho pequeno as barragens com volume de 100 m³, tamanho médio com volume entre 100 e 1.000 m³ e como tamanho

13

¹³ CBGB, Comitê Brasileiro de Grandes Barragens. **Barragens, Reservatórios e o Meio Ambiente**, 1979.

14

¹⁴ Pimentel, V. C. R. **Alternativas de Soluções para os Impactos Físicos de Barragens**, 2004.

grande quando se tem volumes acima de 1.000 m³. Os usos das barragens dependem da região. Na Ásia e na África predominam as barragens para irrigação. Na Europa e na América do Sul predominam as barragens para geração de energia elétrica e na Oceania predominam as barragens para abastecimento (PIMENTEL, 2004)¹⁵.

5.4 ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Impactos ambientais são as consequências negativas geradas ao meio ambiente, originárias de ações humanas. Estas ações podem provocar diversos tipos de degradação ambiental no solo, na água e na vegetação.

Segundo a resolução **Conama Nº001 de janeiro de 1986**¹⁶, o impacto ambiental é definido como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais.

Reconhecidamente, o setor da construção civil tem papel fundamental para a realização dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável. O Conselho Internacional da Construção – CIB aponta a indústria da construção como o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais. Além dos impactos relacionados ao consumo de matéria e energia, há aqueles associados à geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto das atividades humanas sejam provenientes da construção. Tais aspectos ambientais, somados à qualidade de vida que o ambiente construído proporciona, sintetizam as relações entre construção e meio ambiente.

Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 1992)¹⁷, um estudo de impacto ambiental inicia-se quando temos uma série de ações humanas que intervêm, modificando o

15

¹⁵ Pimentel, V. C. R. **Alternativas de Soluções para os Impactos Físicos de Barragens**, 2004.

16

¹⁶ RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986

17

ambiente, causando o impacto ambiental. A Resolução 01/86 do CONAMA define o porte das obras que devem realizar o Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Assim, para realizar estudo de impacto ambiental precisamos distinguir as atividades modificadoras do meio ambiente, considerando todas as ações humanas que alterem as características ou interferem no meio ambiente.

Neste contexto, são informações importantes que se deve obter para o correto desenvolvimento do EIA.

- Tipo do projeto e o funcionamento da obra;
- Localização;
- Impactos positivos e negativos em todas as fases da implantação, operação e desativação;
- Alternativas relacionadas à localização, tamanho e outros. (AZAMBUJA,2000).¹⁸

Segundo considerações do IPT (1992)¹⁹, em um estudo é necessário prever as alterações e o nível de consequências para identificar o impacto.

Para se definir a importância deve-se observar:

- Atributos ambientais alterados;
- O grau destas alterações;
- A distribuição no espaço das alterações.

Neste trabalho aborda-se o impacto no meio físico que segundo o IPT (1992)²⁰, define como “o conjunto do ambiente definido pela interação de componentes predominantemente

¹⁸ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992.

18

¹⁹ Azambuja, C. et al. **Barragem e Meio Ambiente**: São Paulo, 2000.

19

²⁰ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992.

20

abióticos, quais sejam, materiais terrestres (solos, rochas, água e ar) e tipos naturais de energia (gravitacional, solar, energia interna da Terra e outras), incluindo suas modificações decorrentes da ação biológica e humana”.

Para prever os impactos nos componentes físicos utilizam variadas metodologias, sendo uma das mais utilizadas os modelos físicos em escala reduzida, reproduzindo área a ser implantada a obra com as características ambientais locais (ABES, 1987).²¹

5.5 CUSTOS

Teoricamente o custo do estudo do impacto ambiental significa 1% do custo total de projeto (AZAMBUJA, 2000)²². Mas, segundo o mesmo autor, este valor poderá variar devido a alguns problemas que podem surgir, como por exemplo:

- Um acréscimo do período para coletar informações sobre a área de implantação da obra;
- Alterações de projetos que necessitarão de recálculo ou novas considerações dos impactos antecipados;
- Identificação de riscos relacionados com a construção e operação;

5.6 ESTUDO DE DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

O estudo do diagnóstico ambiental define os impactos e são classificados, no caso do meio físico, como (SANCHEZ, 2008)²³:

²¹ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992.

21

²² ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária. **Curso Estudos de Impacto Ambiental e Relatórios de Impacto Ambiental**. Rio de Janeiro, 1987. 300p

22

²³ Azambuja, C. et al. **Barragem e Meio Ambiente**: São Paulo, 2000.

23

- Clima;
- Recursos Hídricos;
- Geologia;
- Geomorfologia;
- Pedologia.

5.6.1 Clima

O estudo deve englobar todos os aspectos da atmosfera, como linhas de instabilidade e setores climáticos. A caracterização do macroclima deve incluir dados como precipitação em postos pluviométricos, e vaporização, ventos, umidade e balanço hídrico na montante da barragem (PIMENTEL, 2004).²⁴

5.6.2 Recursos Hídricos

“Na caracterização hidrológica da área em estudo é feita à descrição da bacia hidrográfica sob os aspectos fisiográficos, geomorfológicos e fitopedológicos”. A disponibilidade de água na bacia será verificada através das vazões médias registradas pelos pontos fluviométrico (PIMENTEL, 2004)²⁵. O estudo também deve avaliar os sedimentos nas calhas fluviométrica e fontes de sedimentação.

5.6.3 Geologia

²⁴ Sánchez, Luis Enrique Avaliação de impacto ambiental : conceitos e métodos / Luis Enrique Sánchez. -- 2. ed. -- São Paulo : Oficina de Textos, 2013
24

²⁵ Pimentel, V. C. R. **Alternativas de Soluções para os Impactos Físicos de Barragens**, 2004.
25

²⁶ Pimentel, V. C. R. **Alternativas de Soluções para os Impactos Físicos de Barragens**, 2004.

Os estudos geológicos devem abranger os aspectos estruturais da região como também o potencial sísmico e o risco de sismicidade induzida. Identifica e caracteriza os aquíferos, assim como as variações do lençol freático e sua vulnerabilidade à contaminação. Inclui-se também uma análise da área de risco de desmoronamento e deslizamentos com base nas condições geotécnicas do solo e da rocha.

5.6.4 Geomorfologia

Ross (2000)²⁶ considera que uma das preocupações é com relação aos efeitos (impactos) que o empreendimento trará ao relevo, induzindo impactos diretos (cortes, aterros, desmontes de morros, retificação ou desvio de leitos fluviais) e/ou impactos indiretos (processos erosivos, movimentos de massa, inundações, assoreamentos), além de avaliar os efeitos ou as respostas que as características do relevo poderão exercer sobre o empreendimento.

5.6.5 Pedologia

A Pedologia consiste no estudo do Solo (Pedo = solo) e é considerada uma ciência, não sendo portanto um ramo da Geologia.

5.6.6 Avaliação Integrada

Serão realizadas uma compilação com as principais inter-relações do meio físico, biótico e sócio-econômico, apresentando as possíveis evoluções, descrevendo as relações de dependências da sinergia e fatores ambientais, na área de influência da Barragem. Estes dados serão utilizados para identificar e avaliar os impactos que o empreendimento ocasionará, assim como a qualidade ambiental futura na região

5.7 IDENTIFICAÇÕES DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

Geralmente se utilizam para identificar os impactos ambientais dois procedimentos (PIMENTEL, 2004)²⁷:

- Elaboração de redes de interação

São tabelas que relacionam as causas e efeitos para cada ação, sem abranger qualificação e hierarquização.

- Matriz de interferência

Utiliza-se das ações geradoras de impacto ambiental como também de fatores ambientais. Mas existem outros métodos que auxiliam na avaliação de impactos ambientais, que são utilizados em diversos países, inclusive no Brasil.

A identificação dos impactos ambientais não deve se limitar ao início do estudo, mas aproveitar as informações que surgiram ao longo do trabalho (ABES, 1987)²⁸.

5.8 DEFINIÇÕES DE FATORES AMBIENTAIS

Os fatores ambientais são componentes que sofreram alteração durante a implantação, operação e desativação do empreendimento e geralmente são divididos 03 fatores, para avaliar os impactos do meio físico: clima, recursos hídricos e terrenos (PIMENTEL, 2004)²⁹.

5.8.1 Climas

27

²⁷ Pimentel, V. C. R. **Alternativas de Soluções para os Impactos Físicos de Barragens**, 2004.

28

²⁸ ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária. **Curso Estudos de Impacto Ambiental e Relatórios de Impacto Ambiental**. Rio de Janeiro, 1987. 300p

29

²⁹ Pimentel, V. C. R. **Alternativas de Soluções para os Impactos Físicos de Barragens**, 2004.

O microclima é influenciado por fatores como vento e ar que interagem com a umidade do ar, vento e nevoeiros.

5.8.2 Recursos Hídricos

Trabalha-se com 02 fatores:

a) Águas Superficiais

Compreendem-se como águas superficiais o rio e seus afluentes. Para avaliar os impactos ambientais analisam-se os fatores:

- Regime de escoamento: Utiliza como base de análise a velocidade, vazão e níveis d'água.
- Transporte de Sedimentos: Estão relacionadas com ações do homem, regime de escoamento, ciclo hidrológico e características fisiográficas da bacia hidrográfica.

b) Águas Subterrâneas

Avaliam-se as águas subterrâneas através dos níveis d'água, do lençol freático e aquífero confinados, que são condicionados pelos fatores abaixo:

- Disponibilidade água subterrânea e produtividade dos aquíferos: São controladas por parâmetros hidro geológicos, condutividades hidráulicas, porosidade efetiva (granulometria), como também dos contornos, dos níveis de água do rio e do reservatório durante enchimento e operação.
- Formação de águas úmidas e alagadas: São realizados controles dos níveis de águas subterrâneas e seu relevo.
- Suscetibilidade a contaminação de água subterrânea: Vários fatores interferem na suscetibilidade de contaminação, como: tipo de aquífero, estruturas geológicas, características de condutividade hidráulica dos aquíferos, posição do nível da água subterrânea e espessura da região não saturada.

5.8.3 Terrenos

O terreno representa os substratos rochosos e solo, a parte sólida da superfície terrestre. Abaixo os fatores que interferem na avaliação de impactos ambientais:

- Fenômenos de Colapsividade: A elevação dos níveis de água pode ocasionar colapso em regiões de solos que não estavam saturados anteriormente.
- Fenômeno de Expansividade: São influenciados pelo conteúdo do solo ou rocha e pelo tipo de argila. O solo ou rocha não saturada entra em contato com a água, ocasionando a expansão.
- Fenômeno de instabilidade e erosões de encostas marginais: São influenciadas pela ausência de cobertura vegetal, ocupações do solo, ações do homem, declividade do terreno, características das unidades geológico-geotécnicas e de seus níveis d'água.
- Sismicidade Induzida: O enchimento do reservatório ocasiona tensões que superpõem as tensões tectônicas, provocando diminuição da resistência. Normalmente o enchimento do reservatório provoca pequena sismicidade em comparação a sismicidade natural. Geralmente quando ocorre sismicidade em reservatório porque as tensões do maciço rochosas estão próximas da ruptura antes do enchimento.
- Potencial agrícola das terras Analisa-se a fertilidade, relevo, susceptibilidade à erosão, a capacidade de produção agropecuária, estruturas sócio-econômica, suprimento de água e outros.
- Potencial de exploração mineral Analisado pelos recursos de minerais existentes na área como: cascalho, argila e outros.
- Recursos cênicos: A paisagem afetada, bela peculiar, a apresentação de correntezas e rochosos, praias que poderiam ser utilizados para lazer.

5.9 CLASSIFICAÇÃO DOS PROCESSOS

A Classificação dos Processos conforme considerações do IPT (1992).³⁰

5.9.1 Depósitos de sedimentos ou partículas

Os depósitos em lagos, oceanos e outros ocorrem quando partículas têm condições favoráveis para sedimentação no fundo utilizando-se do vento, escoamento de águas e a erosão nas margens como transportes (IPT, 1992)³¹. A aceleração deste processo é ocasionada devido à ação do homem especial na construção de barramentos e outros. A intensificação deste processo ocasionará o assoreamento. O assoreamento é “processo de acumulação excessiva de sedimentos e / ou detritos transportados por via hídrica, em locais onde a deposição do material é mais rápida do que a capacidade de remoção natural pelos agentes de seu transporte” (IPT,1992)³². Em países tropicais o processo de assoreamento é intensificado pelas elevadas temperaturas e chuvas aceleram o processo geológico de decomposição das rochas (PIMENTEL, 2004)³³. As partículas em suspensão na atmosfera provenientes de emissão de poluentes e outros depositam na superfície de terrenos, em lagos ou outros corpos d'água (IPT,1992)³⁴.

30

³⁰ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992.

31

³¹ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992.

32

³² IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992.

33

³³ Pimentel, V. C. R. **Alternativas de Soluções para os Impactos Físicos de Barragens**, 2004.

34

³⁴ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992.

5.9.2 Erosão pela Água

A erosão efetiva refere à quantidade de sedimentos retirados da bacia e os sedimentos depositados no próprio curso de água, banco de areia ou barra. Os sedimentos que completa o curso e alcança o reservatório é conhecido como contribuição ou produção de sedimentos (PIMENTEL, 2004)³⁵. Quando se têm ações do fluxo de d'água, oscilações do nível de água e batimento das ondas, criam-se condições para a erosão, como podemos observar na figura 3, havendo uma desagregação de partículas sólidas de solo ou rocha, removidas pela água. Este processo se manifesta através de ravinas, laminas, sulcos e outros (IPT, 1992)³⁶. Este processo pode ser acelerado conforme modificações que ocorram no solo ou rocha como escavações, bota-fora e outros, podendo promover o assoreamento.

Figura 3: Erosão regressiva no sangradouro da Barragem Itaúna.



Fonte: MENESCAL et al, 2000

5.9.3 Escoamentos das águas em superfície

Este processo acontece quando se tem a precipitação de água da atmosfera ou água que emergem do solo, movimentando na superfície do terreno. Parte das águas pluviais infiltra-se

35

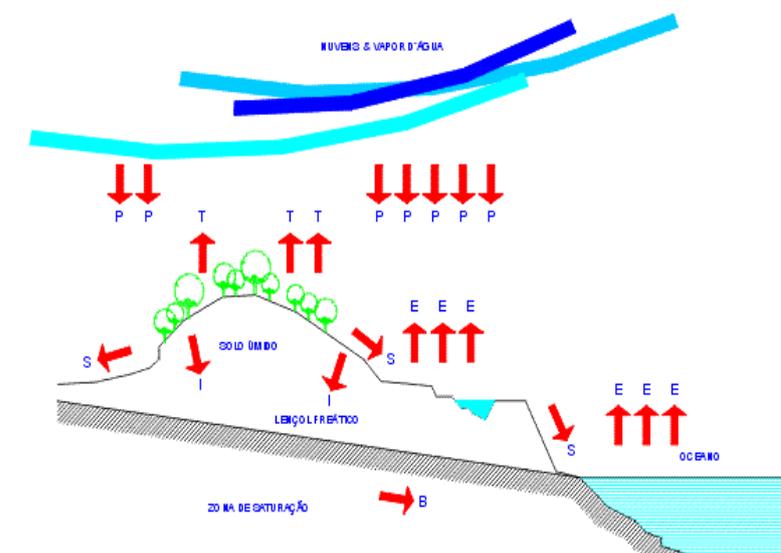
³⁵ Pimentel, V. C. R. **Alternativas de Soluções para os Impactos Físicos de Barragens**, 2004.

36

³⁶ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992

em capilaridades do solo, percorrendo caminhos até as calhas dos rios e outra parte escoar pela superfície do solo. Portanto a água infiltrada e a água que escoar pela superfície alteram o regime dos cursos d'água (IPT, 1992)³⁷. Abaixo a figura 4 que demonstra o ciclo hidrológico. As condições topográficas e a cobertura vegetal alteram a velocidade de escoamento. As edificações e obras civis impermeabilizam o solo dificultando o escoamento da água.

Figura 4: Ciclo hidrológico



Fonte: DAEE, 2004

Legenda:

P - Precipitação

E - Evaporação

S - Escoamento superficial

T - Transpiração

I - Infiltração

B - Escoamento subterrâneo

5.9.4 Escorregamento

O processo de escorregamento se deve ao deslocamento do centro de gravidade para baixo de uma estrutura, como taludes, onde ocorre uma movimentação rápida de um volume de solo ou rocha. A chuva altera o grau de saturação do solo, diminuindo sua resistência, como também aumenta o seu peso específico, instabilizando a estrutura. A erosão modifica as características geométricas que se tornam incompatíveis com a resistência do solo. A cobertura vegetal do solo, com a presença das raízes, pode amenizar as infiltrações de água e aumentar a resistência do terreno protegendo-o contra erosões.

5.9.5 Alterações físico-químicas

“Considera-se processo interações físico-químicas na água, nos solos e na rocha, o conjunto de reações entre substâncias e elementos (íons) provenientes ou concentrados nas águas, no solo e / ou rocha”. (IPT, 1992, p. 125)³⁸. As alterações podem ocorrer quando há ações modificadoras introduzindo substâncias químicas na água, solo ou rocha. As interações de rochas, elementos químicos e físicos ocasionam o intemperismo. Os alívios de pressões à ação de agentes físicos-biológicos, consideram como intemperismo físico e as decomposições de rochas através da oxidação são consideradas intemperismo químico. Um exemplo: Na hidrelétrica do Alto Paraná, utilizou rochas basálticas como agregado de concreto e enrocamento criando uma alteração físico-química acelerada.

5.9.6 Movimentação das Águas Subsuperficial

A movimentação inclui a infiltração, escoamento e capilaridade. A infiltração ocorre com penetração de água no solo, onde percola até atingir solo impermeável. Há duas zonas: as saturadas e as não saturadas. A região saturada está abaixo da superfície do lençol freático, onde temos os poros preenchidos com água, que denominamos de águas subterrâneas. A água se desloca para regiões de grande capacidade hidráulica. A região acima do lençol freático é considerada não saturada. Os seus poros são preenchidos de água e ar, podendo evaporar pela

superfície do solo, ascender por capilaridade, entre outros processos. O escoamento depende da geometria do terreno, com auxílio da gravidade ou pressão hidráulica.

5.9.7 Potencialização e desencadeamento de sismos

É um “processo de condições litológicas e estruturais com acúmulo de energia passível de ser liberada e transmitida por ondas mecânicas ou por deslocamentos de blocos ao longo de descontinuidades rochosas, gerando tremores súbitos (sismos)”. (IPT, 1992, p. 129)³⁹. Pode-se considerar como sismos de pouca intensidade, por exemplo, desmoronamentos provocados pela dissolução de rochas e acomodações de sedimentos pelo seu próprio peso. O enchimento de reservatórios pode provocar sismos devido ao peso da coluna d’água (IPT, 1992)⁴⁰. O Brasil é considerado um país de pouca atividade sísmica, sendo concentrada em 3 regiões: centro-oeste, próximo à região andina; nordeste e centro-sul desde o sul de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo até norte do Rio Grande do Sul (CBGB,1979)⁴¹. Na região centro sul foi observado atividades sísmicas, no período de enchimento em diversas represas, que podem ter sido provocadas por causa do represamento. A mais conhecida ocorreu em Minas Gerais, região próxima da Barragem de Cajuru, que começou a operar em 1953.

5.9.8 Subsidiências

Consiste em um processo que há um deslocamento brusco na direção vertical, ocorrendo recalque do terreno (IPT, 1992)⁴². Quando há modificações realizadas pelo homem

39

³⁹ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992

40

⁴⁰ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992

41

⁴¹ CBGB, Comitê Brasileiro de Grandes Barragens. **Barragens, Reservatórios e o Meio Ambiente**, 1979.

42

como a construção de barragens, criam-se colapsos do solo, quebrando as ligações das partículas devido ao aumento de saturação. Este tipo de solo possuía uma estrutura porosa e instável.

5.10 AÇÕES GERADORAS DE IMPACTOS

Segundo considerações do IPT (1992)⁴³, na construção de Barragens geram-se ações impactantes que estão em todas as etapas da obra.

- Investigações geológicas e geotécnicas, através de sondagens mecânicas, escavações e levantamentos geofísicos;
- Remoção de cobertura vegetal
- Terraplanagem para instalação do canteiro de obra;
- Cortes e aterros;
- Construção de ensecadeiras no leito e construção de canais ou túneis para desvio do rio;
- Fundação da barragem;
- Construção de vertedor, tomada de água e casa de força, estradas e outros;
- Limpeza da área do lago;
- Enchimento do reservatório
- Operação
- Manutenção
- Recuperação

⁴³ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992

⁴³ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992

5.11 AVALIAÇÕES DOS IMPACTOS NO MEIO FÍSICO EM BARRAGENS

Apresentaremos os impactos físicos em diferentes fases da obra.

5.11.1 Implantação

Investigações geológicas e geotécnicas

A qualidade da água superficiais e subterrâneas é alterada com a construção do canteiro, devido a óleo, lubrificantes e combustíveis (AZAMBUJA, 2000)⁴⁴. Devido os processos de abertura de picadas, escavações, sondagens, há uma intensificação na erosão pela água na superfície das regiões afetadas (IPT, 1992)⁴⁵.

a) Movimentação de solo e rocha:

A retirada da cobertura vegetal, provoca um acréscimo na erosão, sendo transportados através do vento partículas de solo ou rochas, das áreas que estão expostas devido à movimentação das superfícies. Este processo se intensifica nas áreas de aterros, bota-fora ou escavada onde se manifestam através de erosões laminares, sulcos e ravinas. A desestruturação, a acumulação e, encostas modificam a resistência mecânica do solo ou rocha, acelerando o escorregamento. O escoamento das águas de superfície também é alterado, acelerando ou reduzindo a sua velocidade, concentrando ou dispersando as águas provocando erosão pela água, inundação e outros. Esta modificação é ocasionada por causa da alteração da espessura das camadas superficiais e do comportamento hidro geotécnico local refletindo nos mecanismos de infiltração e capilaridade. O escoamento também provoca alterações no curso do rio como também no regime de vazão de água no montante e a jusante (IPT, 1992)⁴⁶.

44

⁴⁴ Azambuja, C. et al. **Barragem e Meio Ambiente**: São Paulo, 2000.

45

⁴⁵ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992

46

⁴⁶ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992

O arraste de material e o seu assoreamento em trechos a jusante podem causar estrangulamento no curso receptores ou desviados. (RIMA, 1997)⁴⁷. O assoreamento é provocado pela tendência do aumento nos sedimentos nos corpos d'água.

b) Desvios do Curso do Rio:

O desvio do rio é realizado para execução das obras a seco, durante o período de construção da barragem. (RIMA, 1997)⁴⁸. Geralmente são realizadas 03 etapas: A construção do canal de desvio, o desvio do rio para um canal provisório e desvio do rio para a galeria do descarregador de fundo, figura 5.

Figura 5: Descarregador de Fundo



Fonte: RIOS, 2004.

47

⁴⁷ São Paulo (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Departamento de Águas e energia Elétrica – DAEE. **Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, Sistema Produtor Alto Tietê: Barragens de Biritiba Mirim, Paraitinga e Complementação Taiaçupeba**, São Paulo, 1997. 90p.

48

⁴⁸ São Paulo (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Departamento de Águas e energia Elétrica – DAEE. **Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, Sistema Produtor Alto Tietê: Barragens de Biritiba Mirim, Paraitinga e Complementação Taiaçupeba**, São Paulo, 1997. 90p.

Os processos que podem ocorrer devido a esta intervenção seriam a exposição por um pequeno período o leito do rio, possibilitando a erosão, carreamento de material sólido e processo erosivos nas margens à jusante do rio. (RIMA, 1997)⁴⁹. O desvio do rio altera a área de inundação, aumentando a região afetada e tende a modificar o escoamento subterrâneo próximo a barragem (AZAMBUJA, 2000)⁵⁰. A abertura de canais intensifica as erosões, principalmente nas bordas da barragem e do canal. Nas cotas mais elevadas há um acréscimo no escorregamento de solo ou rocha. (IPT, 1992)⁵¹. Na figura 6 pode-se observar a abertura de um canal de desvio.

Figura 6: Abertura do Canal de Desvio, início da explosão de uma das ensecadeiras.

49

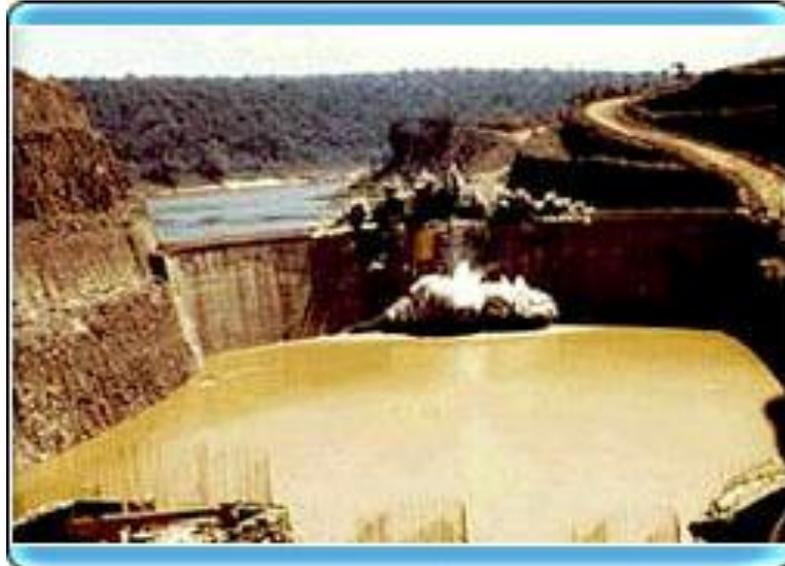
⁴⁹ São Paulo (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Departamento de Águas e energia Elétrica – DAEE. **Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, Sistema Produtor Alto Tietê: Barragens de Biritiba Mirim, Paraitinga e Complementação Taiaçupeba**, São Paulo, 1997. 90p.

50

⁵⁰ Azambuja, C. et al. **Barragem e Meio Ambiente**: São Paulo, 2000.

51

⁵¹ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992



Fonte: ITAIPU, 2004.

c) Implantação de Canteiro de obra:

O impacto do canteiro de obra dependerá da área ocupada e do número de pessoas envolvidas. As atividades no canteiro de obra podem contaminar as águas subterrâneas. (RIMA, 1997)⁵². As escavações de cortes de estradas podem impactar alterando o nível do lençol freático, como também a criar drenagem artificial. A geração de resíduos sólidos, efluentes sanitários, a lavagem de veículos e outras atividades possibilita a contaminação do solo e da água superficiais e subterrâneas. A Norma NBR 7229 define a disposição adequada de lixo degradável e outras medidas que podem atenuar os impactos do canteiro. (RIMA, 1997)⁵³. Na movimentação de solo e rocha caso haja uma introdução de grandes quantidades de substâncias químicas como óleo, graxas e outros haverá uma intensificação das interações físico-químicas na água e no solo. (IPT, 1992)⁵⁴.

52

⁵² São Paulo (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Departamento de Águas e energia Elétrica – DAEE. **Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, Sistema Produtor Alto Tietê: Barragens de Biritiba Mirim, Paraitinga e Complementação Taiaçupeba**, São Paulo, 1997. 90p.

53

⁵³ São Paulo (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Departamento de Águas e energia Elétrica – DAEE. **Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, Sistema Produtor Alto Tietê: Barragens de Biritiba Mirim, Paraitinga e Complementação Taiaçupeba**, São Paulo, 1997. 90p.

54

d) Limpeza da área do lago:

O desmatamento, demolição e remoção de edificações intensificam a erosão e acelera o escorregamento. Esta modificação pode ocasionar aumento da velocidade das águas superficiais como também alterar a vazão do curso d'água. A limpeza da superfície de vegetação tende a aumentar o “aporte de sedimentos aos corpos d’ água na jusante do reservatório”. A limpeza em grandes áreas poderá ocasionar uma perda da umidade no local, especialmente pela ausência de vegetação (IPT, 1992)⁵⁵.

e) Enchimento do Reservatório:

Durante o enchimento do reservatório, tendem ao colapso alguns pontos da barragem, devido ao embate das ondas. Os colapsos de partes do solo contribuem para o assoreamento e podem ocorrer fugas de água que eventualmente poderá alterar o desenvolvimento de subsidências. A retenção de sedimentos no reservatório poderá ocasionar uma mudança na turbidez da água devido às interações físico-químicas na água e no solo. O enchimento também poderá ocasionar modificações nas águas de superfícies, no nível do lençol freático, reverter fluxo subterrâneo e no aparecimento de áreas úmidas ou alagadas. Poderá aumentar a sismicidade desencadeando abalos, especialmente quando há a regularização do nível da água (IPT, 1992)⁵⁶. Com o aumento do lençol freático há uma inundação em áreas de topografias rebaixadas, interferindo com instalações vizinhas. Este é um impacto permanente e irreversível e varia com o nível do reservatório, podendo preocupar quando atinge áreas urbanas (PIMENTEL, 2004)⁵⁷. As mudanças no regime hidrológico subterrâneo serão maiores quanto forem às áreas de inundação e a espessura da lâmina d’água, com a construção da barragem (PIMENTEL, 2004)⁵⁸. Com o enchimento do reservatório, haverá mudanças microclimáticas locais, aumentando a umidade do ar devido à grande quantidade de água

⁵⁵ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992
55

⁵⁶ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992
56

⁵⁷ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992
57

⁵⁸ Pimentel, V. C. R. **Alternativas de Soluções para os Impactos Físicos de Barragens**, 2004.
58

⁵⁸ Pimentel, V. C. R. **Alternativas de Soluções para os Impactos Físicos de Barragens**, 2004.

armazenada, provocando alterações no processo de evaporação (RIMA, 1997)⁵⁹. Após o enchimento têm-se terrenos saturados que tendem uma maior estabilidade. Nas margens do reservatório haverá um crescimento de flora e tenderá a um novo equilíbrio físico e ecológico. (CBGB, 1979)⁶⁰.

5.11.2 Fases de funcionamento

a) Operação e manutenção

Quando há uma inundação da área com cobertura vegetal, que não foi retirada durante a limpeza do lago e conseqüentemente eutrofização, ocasionará uma degradação da qualidade da água reservada. Que repercutirá na jusante do reservatório (IPT, 1992)⁶¹. O vento atuará sobre a superfície da água, com deslocamento de massa de água que associado com a profundidade e a velocidade da água, provocará ondas no reservatório (PIMENTEL, 2004)⁶².

A água reservada colapsa com as margens da barragem, provocando erosão através de suas ondas acentua o assoreamento do reservatório (IPT, 1992)⁶³. Devido à operação e as oscilações do nível d'água do reservatório, haverá escorregamento de solo ou rocha (IPT, 1992)⁶⁴. O reservatório produz uma diminuição na velocidade da água, facilitando a deposição de sedimentos carreados pelo curso d'água ocasionando assoreamento e reduzindo a

59

⁵⁹ São Paulo (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Departamento de Águas e energia Elétrica – DAEE. **Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, Sistema Produtor Alto Tietê: Barragens de Biritiba Mirim, Paraitinga e Complementação Taiaçupeba**, São Paulo, 1997. 90p.

60

⁶⁰ CBGB, Comitê Brasileiro de Grandes Barragens. **Barragens, Reservatórios e o Meio Ambiente**, 1979.

61

⁶¹ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992

62

⁶² Pimentel, V. C. R. **Alternativas de Soluções para os Impactos Físicos de Barragens**, 2004.

63

⁶³ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992

64

⁶⁴ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992

capacidade útil de armazenamento do reservatório e o volume morto (PIMENTEL, 2004)⁶⁵. A deposição de sedimentos a montante podem criar problemas de enchentes. Na jusante do reservatório, em alguns casos, a água limpa e a mudança no regime de vazão tende a provocar erosão nas margens e no leito do rio, podendo comprometer a fundação da barragem. A reservação de água pode ocasionar emissão de gases como o CO₂ e CH₄, devido à decomposição aeróbica e anaeróbica de matéria orgânica em área onde existiam regiões florestadas. A alteração que a inundação realiza no solo é uma fonte de emissão de gás metano. Outro gás produzido seria o óxido nitroso (N₂O) (PIMENTEL, 2004)⁶⁶. Três fatores podem ser responsáveis: a decomposição da vegetação preexistente alagada, ação de algas primárias que emitem CO₂ e o acúmulo de nutrientes orgânicos trazidos pela chuva e pelo rio. As concentrações dos gases vão diminuindo durante os primeiros anos após o enchimento, tornando-se estável após a decomposição da biomassa (PIMENTEL, 2004)⁶⁷. O regime fluviométrico será alterado devido à diminuição do volume nos picos de cheias e efeitos causados pela estrutura da mata e biótica aquática (RIMA, 1997)⁶⁸. O ponto que sofrerá mais alterações será a jusante do reservatório por causa da retenção de água durante a operação (IPT, 1992)⁶⁹.

b) Recuperação

Alterações nos processos de erosão e escorregamento dependerão das alterações realizadas na estrutura da barragem onde poderão surgir novas estabilidades nas encostas

65

⁶⁵ Pimentel, V. C. R. **Alternativas de Soluções para os Impactos Físicos de Barragens**, 2004.

66

⁶⁶ Pimentel, V. C. R. **Alternativas de Soluções para os Impactos Físicos de Barragens**, 2004.

67

⁶⁷ Pimentel, V. C. R. **Alternativas de Soluções para os Impactos Físicos de Barragens**, 2004.

68

⁶⁸ São Paulo (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Departamento de Águas e energia Elétrica – DAEE. **Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, Sistema Produtor Alto Tietê: Barragens de Biritiba Mirim, Paraitinga e Complementação Taiaçupeba**, São Paulo, 1997. 90p.

69

⁶⁹ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992

(IPT, 1992)⁷⁰. Caso ocorra alteração do nível d'água em relação ao período de operação poderá ter-se alterações significativas na sismicidade.

5.11.3 Desativação

Quando ocorre esvaziamento do reservatório surgirá “erosão de depósitos de sedimentos” na área do reservatório como também escorregamento de terrenos submersos durante a operação. O solo apresentará estruturas físico-químico diferente a fase anterior à construção do reservatório, como acidez elevada. A área alagada antes da construção da barragem deverá surgir novamente e o escoamento de água subsuperficial dependerá da alteração até o momento da desativação. A umidade na região do lago deverá alterar como também as condições de sismicidade (IPT,1992)⁷¹.

70

⁷⁰ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992

71

⁷¹ IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992

6 ESTUDO DE CASO: IMPACTOS AMBIENTAIS DEVIDO UMA CONSTRUÇÃO DE UMA BARRAGEM NO MUNICÍPIO DE CARATINGA MG

Entramos no século XXI com a necessidade de confrontar os crescentes problemas ambientais, pautando em um desenvolvimento econômico e social em bases degradadoras. O custo de degradação ambiental nunca foi levado em conta, muito embora seus prejuízos sejam socializados. Esse sistema socioeconômico, porém, leva à exploração predatória dos recursos naturais, e à geração de grande quantidade de resíduos de toda natureza.

Embora o ímpeto político tenha sido motivado primeiramente por questões atreladas à indústria e ao meio urbano, e não especificamente agrícolas estas últimas envolvem questões ligadas a geração de novas pesquisas, capazes de gerar técnicas e modelos para amenizar os impactos ambientais do uso do solo, nas unidades de planejamento, como as bacias hidrográficas (TORNISIELO et al, 1995)⁷²

O avanço tecnológico e a intensificação da ocupação do espaço pela agricultura vêm alterando progressivamente a natureza, levando a processos degenerativos da capacidade de suporte dos solos e dos recursos hídricos e, conseqüentemente, na qualidade de vida da população. Muitas mudanças vêm ocorrendo no ambiente de negócios. As exigências da sociedade, de órgãos ambientais e do governo fazem com que as empresas se preocupem não apenas com seu resultado econômico, mas também devam incluir considerações de caráter social e político em sua tomada de decisões (TACHIZAWA,2005)⁷³.

Segundo Barroso & Leal (1998)⁷⁴, o estudo da bacia hidrográfica é uma importante ferramenta na elaboração de propostas para o planejamento das atividades humanas, tendo em vista a topografia, geologia, cobertura vegetal e uso do solo. No Estudo de Impacto Ambiental

72

⁷² TAUK-TORNISIELO, S.M. et al.(organizadores). Análise ambiental: estratégias e ações. São Paulo: T.A. Queiroz; Fundação Salim Farah Maluf, 1995, 381p.

73

⁷³ TACHIZAWA, Takeshy. Gestão Ambiental e Responsabilidade Social Corporativa: Estratégias de negócios focadas na realidade brasileira. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

74

⁷⁴ LEAL, F.R. BARROSO, M.L. de C. Influencia do transplântio de mudas em diferentes estadios de desenvolvimento na producao de alface cv. Grand Rapids

foram analisados os impactos positivos e negativos que a obras poderia inserir nos meios físicos, biótico e socioeconômico, assim como as alternativas de localização, configurações para implantação, tecnologias, sistemas operacionais, afim de não ter falhas no atendimento do uso destinado a barragem e as finalidades dos reservatórios. Segundo a NBR ISO 14004/96⁷⁵, uma vez definidos os impactos ambientais, é necessário determinar sua importância ou significância. “A importância de cada impacto ambiental identificado pode variar de uma organização para outra. A quantificação pode auxiliar no julgamento.” A fim de categorizar os impactos e avaliar as ações prioritárias necessárias, é sugerida uma classificação para os impactos ambientais. Maimon apud Cagnin (2000)⁷⁶, entende que, a partir da detecção de todos os aspectos ambientais decorrentes das atividades produtivas, deve-se escolher os mais significativos. Esta escolha leva em consideração os impactos, riscos, severidade e frequência.

6.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Bacia hidrográfica de Ribeirão de Laje está inserida dentro dos municípios de Santa Barbara do Leste, Santa Rita de Minas e Caratinga, MG, na área de proteção especial do Ribeirão do Laje vista na figura 7.

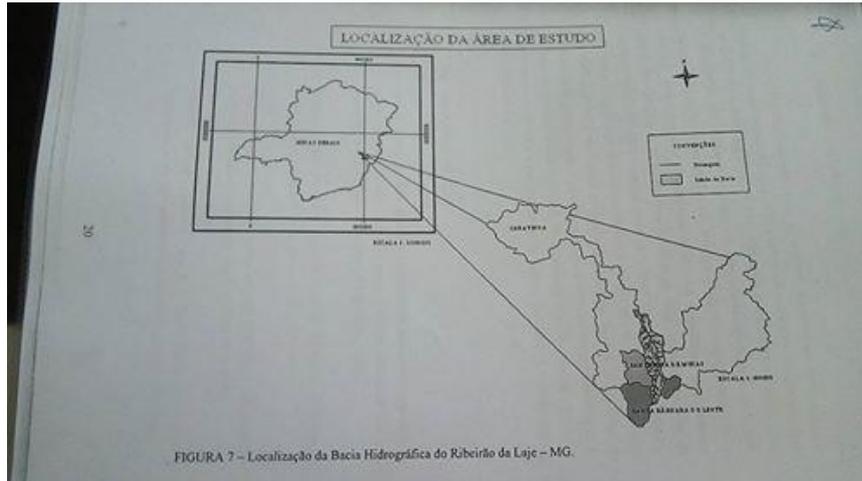
Figura 7 Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeira do Laje-MG

75

⁷⁵ NBR ISO 14001:1996, Sistemas de gestão ambiental Especificação e diretrizes para uso. Acessado em 21/04/2016.

76

⁷⁶ MAIMON, D. Passaporte Verde Gestão ambiental e competitividade. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.



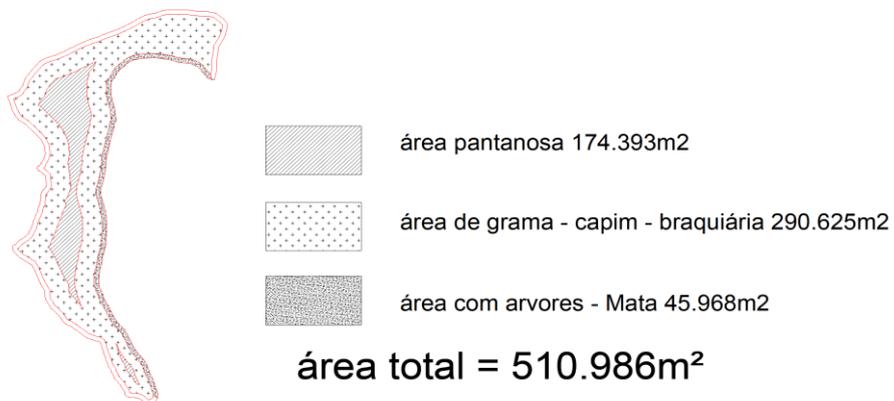
Fonte: Google

A área analisada corresponde a uma área inundada de aproximadamente 510.986 m² (figura 8)

ÁREA TOTAL = 510.986,00 m²
 ALTURA MEDIA = 2,50 m
 VOLUME = 1.277.465,00 m³
 ALTURA MÁXIMA = 4,00 m (Anexo 6)

Figura 8; Área de inundação

Croqui de Alagamento



Fonte: Danubia Martins e Roger Paschoarelli

A população beneficiada com a implantação da barragem será de 85.239 habitantes (IBGE). Abordou sobre os benefícios como lazer, diluição de esgotos, irrigação e abastecimento.

Figura 9: Vista superior da área de estudo, a área delimitada pela linha vermelha e a área a ser inundada.



Fonte: Google Mapas (20-05-2016)

6.2 CONSIDERAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM.

O estudo de impacto ambiental compatibiliza as finalidades de abastecimento de água, controle de enchentes, regularização dos cursos d'água, recuperação e saneamento das várzeas para agricultura, aumento das vazões para diluição de esgotos urbanos e industriais. A avaliação de usos múltiplos priorizou o abastecimento público, ampliando a vazão induzida em Caratinga garantindo vazão e permanência para os demais usos de águas previstos. (EIA)⁷⁷.

As principais características físicas do reservatório são:

- Capacidade de armazenamento, calculada a partir de levantamentos topográficos;

- Sobre o armazenamento da água pelo solo da margem devido a sua permeabilidade;
- caudabilidade, quantidade de água que pode ser fornecida. Pelo reservatório num determinado período de tempo;
- Transporte de material sólido, por suspensão e arrastamentos.
- Perdas d'água, devidas principalmente a infiltração e a evaporação

No EIA foram identificadas as principais intervenções que as obra da barragem podem ocasionar, listando-os conforme abaixo:

- Desapropriação de moradores, cerca de 15 famílias, ou seja aproximadamente 60 pessoas a serem desapropriadas. (Figura 10)
- Desmatamento da área a ser inundada (Figura 11)
- Relocação em trechos restritos de estradas vicinais (Figura 12 e 13)

Figura 10: Área a ser desapropriada



Fonte: Acervo do autor

Figura 11: Desmatamento da área a ser inundada



Fonte: Acervo do autor

Figura 12: Relocação em trechos restritos de estradas vicinais



Fonte: Acervo do autor

Figura 13: Relocacao de estradas viciais e protecao de pequenos



Fonte: Acervo do autor

Em nosso relatório de Impacto Ambiental, optamos por considerar como área de Influência dos municípios de Santa Barbara do Leste, Santa Rita de Minas e principalmente Caratinga.

Nesse sentido a análise ambiental visa compatibilizar usos múltiplos, no sentido de harmoniza-los ao chamado desenvolvimento sustentável, definido como o processo de mudança no qual, a exploração dos recursos, o direcionamento dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e as mudanças institucionais, encontram-se dirigidos a satisfação das necessidades das gerações futuras (TORNISIELO et al, 1995)⁷⁸

78

⁷⁸ TAU-K-TORNISIELO, S.M. et al.(organizadores). Análise ambiental: estratégias e ações. São Paulo: T.A. Queiroz; Fundação Salim Farah Maluf, 1995, 381p.

A área de Influência Direta é a área de proteção dos mananciais do Rio Laje. Compreende as áreas de desapropriação, área de apoio como canteiro e bota fora, além de rodovias vicinais a serem relocadas.

O estudo do diagnóstico ambiental classifica os impactos ambientais no meio físico em Clima, Geologia e Recursos Hídricos. Na revisão bibliográfica recomendou-se classificar em 5 tópicos, geomorfologia, pedologia, incluindo os acima mencionados. Utilizou-se para análise dos impactos ambientais o método de matriz de identificação, isto é, cruza-se ações com potenciais de impactação com componentes passíveis de impactação.

6.3 COMPONENTES AMBIENTAIS PASSÍVEIS DE IMPACTAÇÃO

Abordaremos os impactos passíveis de impactação, classificando –os em Recursos Hídricos, Geologia, Geomorfologia e Clima.

6.3.1 Recursos Hídricos

a) Recursos Hídricos Superficiais:

Durante a fase de implantação há um maior carreamento de sólidos, na área de influência direta, alterando a qualidade da água. Durante a operação a inundação da água nas áreas de beiras e várzeas existentes, contribuirão para a proliferação de macrofitas que irá alterar a qualidade da água.

O processo de eutrofização será influenciado por causa do uso do solo ao redor da represa, assim como a qualidade da água atual especialmente em Caratinga.

b) Águas profundas

Impactará no nível do lençol freático que possivelmente se elevará próximo às áreas do reservatório.

6.3.2 Geologia

a) Solos

A barragem impactará aumentando a instabilidade nos taludes (figura 14). Realizando alterações no solo e Intensificação do processo erosão.

Figura 14: Taludes



Fonte: Acervo do autor

b) Ar

A impactação do ar será na área da barragem, região dos canteiros de obra e nos perímetros que circulam os transportes envolvidos na obra (EIA, 2016)⁷⁹.

6.3.3 Geomorfologia

A micro Bacia de Ribeirão do Laje está inserida ao domínio geomorfológico chamado de mar de morros, caracterizado, na região, por apresentar ondulações topográficas com

feições colinosas e montanhosas, às vezes configuradas por escarpas e pontos moldados em rochas granito-gnáissicas aflorantes na superfície (PROJETO LESTE, 2001)⁸⁰.

Figura 15: Geomorfologia do mar de morros da regias da Bacia hidrográfica do Ribeirão do Laje.



Fonte: Acervo do autor

O relevo regional tem altitudes variando entre 575m e 1,135m, sendo que a menor altitude se encontra na calha do rio Caratinga e, a maior, sobre a Pedra Itaúna.

A Micro Bacia do Ribeirão do Laje é balizada a oeste pelo alinhamento de cristas escarpadas, íngremes, e com desníveis médios de 400 metros. Na parte superior da escarpa, ocorrem inúmeros cursos d'água que nascem na borda do Planalto de Santa Luzia, sendo que algumas são afluentes do rio Caratinga e outros do Ribeirão do Laje (CAMPOS et al, 2000)⁸¹.

80

⁸⁰ CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Projeto Leste. Província Pegmatítica Oriental. Mapeamento geológico e cadastramento de recursos minerais. Belo Horizonte: CPRM, 2001.

81

⁸¹ CAMPOS, J.C.F. et al. *Diagnostico Preliminar da Bacia Hidrográfica do Rio Caratinga*. Caratinga: Ed. Departamento de Geografia da FUNEC, 2000.

A Micro Bacia é fortemente controlada por estruturas geológicas tipo diques que ocorrem com relativa frequência, formando em alguns casos corredeiras ou cachoeiras.

6.3.4 Clima

Haverá alterações no microclima na região de influência direta do empreendimento por causa da lâmina d'água criada com a construção da barragem (EIA, 2016)⁸².

6.4 IDENTIFICAÇÃO DAS AÇÕES IMPACTANTES

Dividiu-se a identificação conforme a fase de construção da barragem.

6.4.1 Implantação

a) Implantação de Canteiro de Obras

A intensidade dos impactos de implantação do canteiro de obra está relacionada ao tamanho do canteiro e do n° de pessoas envolvidas (EIA, 2016)⁸³.

A geração de resíduos sólidos, efluentes sanitários e efluentes da lavagem de máquinas equipamentos pode contaminar o solo, recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Estes impactos podem ser mitigados, utilizando os procedimentos da Norma NBR 7229, como o uso de fossas sépticas.

b) Limpeza do terreno e destocamento

A atividade identifica as ações da retirada de cobertura vegetal e em seguida o destocamento, nas áreas da barragem que serão inundadas como no Rio Laje, onde haverá o re-desmatamento em algumas áreas.

82

⁸² Estudo de Impacto Ambiental. Acessado em 21 de abril de 2016.

83

⁸³ Estudo de Impacto Ambiental. Acessado em 21 de abril de 2016.

Estas atividades apresentarão impactos de emissão de poluentes de combustão referentes aos veículos e equipamentos, emissão de partículas em suspensão; geração de material como troncos e restos vegetais e susceptibilidade do processo de erosão.

Pode-se mitigá-lo aproveitando os restos de vegetais e troncos em obras civis temporária ou permanentes e definindo restrições no lançamento destes resíduos. Aproveitar o solo retirado posteriormente. Estas medidas podem amenizar o processo de eutrofização.

c) Escavações Comuns

Esta atividade corresponde à retirada de solo, rocha, matacões de menor volume que possam ser removidos por tratores pesados sem uso de explosivos.

As ações impactantes nesta atividade são:

- Emissão de partículas em suspensão no ar
- Geração de material de descarte
- Susceptibilidade do processo de erosão devido à exposição do solo

Os impactos que esta atividade produz são a suspensão de poeiras e durante o período de chuva a movimentação de sólidos para os cursos dos rios.

d) Obras de concreto

Mehta e Burrows ⁸⁴ afirmam que o século 20 privilegiou a resistência do cimento e do concreto, em detrimento da durabilidade das estruturas. Eles dizem que está claro que, para construir estruturas sustentáveis ambientalmente, a prática do século XXI tem que ser direcionada para a durabilidade, deixando de lado a ênfase na resistência do concreto. Para isto, há necessidade de quebra de paradigmas no que se refere à escolha dos materiais, aos estudos de dosagens e às práticas construtivas, entre outros fatores.

⁸⁴ MEHTA, p. k., "durability - critical issues for the future," concrete international, v. 19, no. 7, july 1995, pp. 69-76. 7. BURROWS, r. w., "the visible and invisible cracking of concrete," aci monograph no. 11, 1998, american concrete institute, farmington hills, mich., 78 pp.

Esta atividade engloba desde a dosagem do concreto, transporte, cura e proteção do concreto nas áreas de obra, produzindo impactos nas questões de transporte, com emissão de ruído como também emissão de partículas em suspensão decorrentes do manuseio de materiais a seco

e) Obras em Terra

Partindo de uma definição difundida (NICHOLS, 2010)⁸⁵, a terraplenagem ou movimento de terras pode ser entendida como o conjunto de operações necessárias para remover a terra dos locais em que se encontra em excesso para aqueles em que há falta, tendo em vista um determinado projeto a ser implantado.

As atividades de terraplenagem impactam através do movimento de sólidos para cursos d' água em período de chuvas e a emissão de ruídos e poluentes de combustível em relação veículos e equipamentos.

f) Utilização de áreas de apoio

As áreas de apoio englobam as caixas de empréstimo e jazidas, áreas de bota-fora de solo e material vegetal. Nas áreas exploradas de jazidas e disposição de materiais sólidos ou vegetais serão susceptíveis a erosão, como também movimentação de sólidos para os cursos dos rios, durante o período de chuva.

g) Trabalhos de Revestimento Vegetal

A intensidade da erosão varia de acordo com alguns fatores. Dentre eles se destacam; a intensidade da chuva, topografia, o tipo de solo e a cobertura vegetal (SALOMAO e IWASA, 1995)⁸⁶.

85

⁸⁵ Nichols, B. (2010), Introduction to Documentary, 2nd ed., Indiana University Press, Bloomington.(1975) Style, Grammar and the Movies, Film Quarterly, vol. 28, no. 3, pp. 33- 49.

86

⁸⁶ SALOMÃO, Fernando Ximenes T; IWASA, Oswaldo Yujiro. **Curso de geologia aplicada ao meio ambiente**. São Paulo: ABGE E IPT, 1995. 247p.

Para controle do processo de erosão, haverá revestimento vegetal nos taludes da barragem, áreas de empréstimo e de bota-fora, ocorrendo um impacto positivo na obra.

h) Vegetação

A cobertura vegetal é um dos fatores determinantes, pois é considerada uma defesa natural do solo (SALOMÃO e IWASA,1995)⁸⁷. A cobertura vegetal protege o terreno contra o impacto direto das gotas de chuva, dispersa e quebra a energia contida nas águas que escoam superficialmente. As raízes deixam o solo mais poroso, aumentando a infiltração, e aumentam a capacidade do solo de reter a água por efeito da produção e incorporação da matéria orgânica (SALOMÃO e IWASA,1995).⁸⁸

As eliminações da cobertura vegetal natural nas planícies e terraços aluviais comprometem a movimentação da fauna, permitindo o intercâmbio genético entre populações distintas. Serão eliminadas áreas de reflorestamento e locais que não estão protegidas por legislação ambiental. Tipos de vegetação (figura 16)

Figura 16: Tipo de Vegetação local

Fonte: Acervo do autor e Google

i) Enchimento dos Reservatórios

Com o enchimento total do reservatório de Caratinga, as beiras e atuais várzeas serão alagadas e haverá mudança no regime hidrodinâmico do rio Laje, passando do regime lântico para lótico.

87

⁸⁷ SALOMÃO, Fernando Ximenes T; IWASA, Oswaldo Yujiro. **Curso de geologia aplicada ao meio ambiente**. São Paulo: ABGE E IPT, 1995. 247p.

88

⁸⁸ SALOMÃO, Fernando Ximenes T; IWASA, Oswaldo Yujiro. **Curso de geologia aplicada ao meio ambiente**. São Paulo: ABGE E IPT, 1995. 247p.

6.4.2 Ações de Operação

a) Operação dos Reservatórios

Com as alterações de nível do reservatório ao longo do tempo, expondo e submergindo as margens, ocorrerão impactos nas estruturas do solo.

b) Transposição das Sub-Bacias

Nesta ação observa-se o nível de água nas calhas nos trechos a jusante, que poderão impactar no regime dos cursos d'água e no processo de erosão nas margens dos rios.

c) Manutenção e Conservação

Esta atividade está relacionada com a manutenção do empreendimento como um todo, havendo medidas preventivas e corretivas como, por exemplo, desassoreamento dos corpos d'água e redução do processo de erosão.

d) Usos das Águas

Esta atividade abrange todo o empreendimento impactando positivamente atendendo o uso múltiplo como abastecimento público, redução de problemas de inundação (EIA, 2016).⁸⁹

6.5 ANALISE INTEGRADA

Consiste na interpretação das informações geradas pelos diagnósticos realizados, ressaltando suas interações com a área de influência do empreendimento. A análise foi desenvolvida a partir da integração das características do empreendimento com os resultados do diagnóstico ambiental, explicitando as relações de dependência e/ou sinergia entre os componentes antrópicos, bióticos e físicos avaliados. Dessa forma, buscou-se compreender a estrutura e a dinâmica da região e destacar os aspectos mais relevantes e os pontos julgados críticos no contexto ambiental.

6.5.1 Recursos Hídricos Superficiais

a) Aumento da Turbidez de Cursos d'água

O aumento da turbidez ocorre, geralmente, em estações chuvosas devido à movimentação do sedimento em locais rasos como a zona litorânea, erosão das margens por falta de vegetação ripária, folhagens e galhos de árvores que são levados para dentro do corpo hídrico por ação dos ventos e da correnteza. Detritos orgânicos como algas, bactérias, plâncton, dentre outros, também interferem na turbidez (por biogênese) da água. Ações antrópicas como desmatamento, despejo de esgoto sanitário, efluentes industriais, agropecuários e mineração, fazem com que o escoamento superficial aumente a turbidez da água resultando em grandes alterações no ecossistema aquático. Isso ocorre devido à redução da fotossíntese de plantas aquáticas, principalmente do fitoplâncton e das macrófitas submersas, suprimindo a produtividade de peixes e afetando adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional (CESTEB, 2009).⁹⁰

A implantação e o movimento de terra podem carrear materiais sólidos para os corpos d'água, especialmente no período de chuvas, modificando a velocidade da água. O impacto será minimizado por causa do curto período de chuvas e se houve ou não diluição do material carreado. O desvio do rio no período da construção da barragem pode ocasionar aumento da turbidez no rio, sendo que quanto maior o período de desvio maior será a turbidez. A reversão do impacto terá somente quando houver o término da ação geradora.

b) Assoreamento

O assoreamento dos corpos d'água é um fenômeno antigo e existente há tanto tempo quanto a realidade dos mares e rios no planeta, tal processo depositou milhões de metros cúbicos de sedimentos no fundo dos oceanos e, quando acelerado, este acarreta prejuízos a toda à vida nativa (MASSAD,2003).⁹¹

90

⁹⁰ [Companhia-de-tecnologia-de-saneamento-ambiental-cesteb](#). Acessado em 21 de abril de 2016.

91

⁹¹ MASSAD, Faiçal – Obras de Terra: curso básico de geotecnia. São Paulo: Oficina de Textos. 61 - 81 pp. 2003.

A movimentação da terra aumentará o arraste de materiais sólidos, depositando-se nos trechos a jusante, podendo gerar um estrangulamento em alguns pontos. Este impacto é provisório no período de implantação sendo passível de reversão parcial devido ao regime hídrico do próprio rio ou reversão total com ações de desassoreamento.

No desvio do rio, a impactação pode ser maior devido à extensão da área e da duração, podem o processo de assoreamento ser reversível ou passível de mitigação.

Com a operação da barragem, o reservatório irá reter os sedimentos vindos da contribuição ao montante, evitando o assoreamento nos trechos à jusante. E por consequência o processo de erosão nas margens à jusante ampliará devido ao aumento da capacidade de transporte de sedimentos.

c) Qualidade da Água na Fase de Implantação

Com o enchimento total do reservatório haverá uma submersão das áreas de beiras e várzeas e também uma mudança na hidrodinâmica do rio Rio Laje, passando do regime lótico para lântico. Após um período de 8 a 12 meses haverá uma diminuição na qualidade da água devido à decomposição da fitomassa referente à regeneração da vegetação suprimida e da decomposição de materiais orgânicos submersos, reduzindo o oxigênio na água podendo causar eutrofização.

Os impactos em relação à qualidade da água do reservatório são de longa duração, ocasionando prejuízos no uso como para o abastecimentos e irrigação inicial. Devido à grande quantidade de esgotos domésticos oriundos do pólo urbano Caratinga, pode ter uma grande influência na eutrofização das águas, especialmente no período de chuvas, reduzindo a qualidade da água do futuro reservatório de Caratinga.

d) Qualidade das Águas – Fase Operacional

A grande quantidade de esgoto depositados, podem aumentar o nível de eutrofização nas águas, causando problemas de cor, sabor e turbidez. Na bacia de drenagem do futuro reservatório de Caratinga também terão alto nível de eutrofização, especialmente no início de operação, devido às áreas de agricultura, silviculturas, capoeiras-pastagem e os dejetos domésticos. Em qualquer barragem se houver submersão da vegetação poderá causar o processo de eutrofização.

e) Alterações no Regime Fluviométrico à jusante

O uso múltiplo dos reservatórios ocasiona modificações diretas no regime fluviométrico, reduzindo o volume no pico de cheias, impactando nas áreas à jusante do rio. Há uma redução na vazão média dos corpos d'água à jusante em relação à captação de água para usos de abastecimento e irrigação.

f) Qualidade das Águas Subterrâneas

Durante a fase de implantação tem-se a preocupação com a contaminação das águas subterrâneas devido à instalação do canteiro de obras, lavagem e lubrificação de máquinas, equipamento e veículos.

g) Alteração do Nível do lençol freático.

Devido à implantação da barragem, especialmente as atividades de escavações, há alterações no nível do lençol freático. No começo a alteração será pontual, nas próprias áreas de intervenção. Com o enchimento do reservatório haverá elevação do nível freático nas áreas marginais do reservatório. Este efeito poderá ocasionar instabilidade nas margens e capacidade de uso das terras.

6.5.2 Geologia

A formação geológica da área estudada compreende o complexo Juiz de Fora (Projeto Leste, 2001), ⁹²com rochas ortoderivadas paleoproterozoicas metamorfizadas no fácies anfibolito ou granulito. (FIGURA 5. 17)

Essa formação caracteriza por apresentar sequência de rochas ortognáissicas, com a presença de associações e minerais primárias, envolvendo o plagioclásio, podendo este, encontrar-se substituído por fases minerais como anfibólios (Horn blenda), micas (biotita), carbonatos e serpentinas confirmando a ocorrência de eventos metamórficos secundários, que promovem um reequilíbrio destas rochas sob condições de faces anfibolito ou xisto verde.

Também no mesmo complexo Juiz de Fora são frequentes as tipologias com textura bandeada gnáissica, mas composição paraluminosa, apresentadas nas suas estruturas minerais

⁹² CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Projeto Leste. Província Pegmatítica Oriental. Mapeamento geológico e cadastramento de recursos minerais. Belo Horizonte: CPRM, 2001.

tais como a granada. A presença deste mineiras também é um indicativo do elevado grau de metamorfismo ocorrido na região.

Os gnaisses encontrados caracterizam-se por apresentarem texturas nas quais as bandas quartzo-feldspáticas alternam-se com bandas máficas, sendo que os minerais comuns encontrados nas bandas máficas, são biotita, granada, cordierita, hornblenda e raramente, piroxênio (Projeto Leste, 2001)⁹³

Esses gnaisses diferem-se dos demais por apresentarem elevados conteúdos de quartzo, com foliações, às vezes penetráveis, bem definidas pelas palhetas de biotita. São rochas comuns na bacia do Ribeirão Laje, onde ocorrem um conjunto com diques de rochas básicas intercaladas, no mencionado domínio geológico. Os diques básicos, resistentes, resultam em expressivo controle estrutural da drenagem, com a formação de amplos vales suspensos decorrentes do entulhamento com sedimentos advindos de montante por erosão, com o aparecimento de corredeiras e cachoeiras que conferem a paisagem uma beleza cênica espacial, como o caso da cachoeira do Laje.

O estado atual dessas rochas pode ser considerado de profunda alteração, onde o intenso intemperismo resultou na formação de mantos saprolitos com dezenas de metros de espessura e de textura areno-silto-argiloso. Raramente observa-se a rocha no seu estado inalterado a não ser em localidades pontuais como pontos ou escapamentos rochosos (CAMPOS et al,2000)⁹⁴.

a) Aumento provisório da vulnerabilidade à erosão do solo

A exposição do solo aumenta a vulnerabilidade do mesmo, amplia a probabilidade de erosão. As atividades que aumentam o processo são: limpeza do terreno e destocamento; desvio provisório dos cursos d'água; atividades diversas de escavação; remoção e substituição de solos moles, obras de terra.

93

⁹³ CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Projeto Leste. Província Pegmatítica Oriental. Mapeamento geológico e cadastramento de recursos minerais. Belo Horizonte: CPRM, 2001.

94

⁹⁴ CAMPOS, J.C.F. et al. *Diagnostico Preliminar da Bacia Hidrografica do Rio Caratinga*. Caratinga: Ed. Departamento de Geografia da FUNEC, 2000.

Há um outro grupo de atividade que também impactam como: exploração de jazidas/caixas de empréstimos e disposição de material em áreas de bota-fora.

As atividades referentes ao primeiro grupo são de período limitado a época da implantação até o enchimento do reservatório.

b) Solo na fase operacional

Durante a fase operacional há grande possibilidade de instaurar o processo de erosão nas margens devido à ação das ondas, formada pelo movimento das águas e por causa da exposição do solo devido às alterações dos níveis de água no reservatório. Com a erosão altera-se a qualidade da água e aumenta o assoreamento.

c) Qualidade do ar como decorrência da Ressuspensão de Material Particulado

A movimentação de terra ou materiais secos e o transporte de material seco durante a implantação ocasionam a suspensão de material particulado (poeiras). As atividades de limpeza de terreno, escavações, remoção e substituição dos solos fracos, terraplenagem, escavações de túneis e da adutora, implantação da estação elevatória, utilização das áreas de apoio, intervenções de empréstimo ou bota-fora ocasionam problemas de suspensão de poeiras. Este impacto pode ser mais expressivo se as atividades forem executadas em longos períodos e a ausência de chuva no decorrer deste período.

d) Emissão de Poluentes de combustão de Máquinas e Equipamentos

Este impacto está relacionado com movimentação de veículos na obra durante o período de implantação e funcionamento e a utilização de equipamentos de grande porte que emitem poluentes. Pode-se amenizar este impacto realizando manutenção nos veículos.

6.5.3 Clima

O clima da região é definido basicamente por dois sistemas de circulação de ventos: o primeiro do Sul, formado quase exclusivamente por frentes frias oriundas das regiões polares, atingindo a região praticamente já descaracterizada e, a segunda proveniente do Leste com influências marítimas, mais úmidas.

As conjunturas desses dois sistemas de circulação de massas de ventos proporcionam a região um clima do tipo tropical, com duas estações mais ou menos definidas, com inverno

frio e seco e verão quente e úmido. (CAMPOS et al. 2000)⁹⁵. Os índices pluviométricos, na região onde se encontra inserida a Micro Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Laje, são cerca de 1.200mm, distribuídos sazonalmente, sendo que aproximadamente 70% do total concentra-se no verão (CAMPOS et al,2000)⁹⁶.

6.5.4 Os Impactos Ambientais na Visão da Legislação

Aglomerando o conhecimento necessário para a compreensão de impactos ambientais, a Resolução CONAMA nº001 (23 de janeiro de 1986)⁹⁷ define:

Art. 1. [...] considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causadas por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais.

95

⁹⁵ CAMPOS, J.C.F. et al. *Diagnostico Preliminar da Bacia Hidrografica do Rio Caratinga*. Caratinga: Ed. Departamento de Geografia da FUNEC, 2000.

96

⁹⁶ CAMPOS, J.C.F. et al. *Diagnostico Preliminar da Bacia Hidrografica do Rio Caratinga*. Caratinga: Ed. Departamento de Geografia da FUNEC, 2000.

97

⁹⁷ RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986

As diretrizes que um estudo de impactos ambientais deve seguir são definidas pelo CONAMA e cabem a qualquer obra causadora de possível impacto ambiental (SIMONETTI, 2010)⁹⁸: Parágrafo Único - Ao determinar a execução do estudo de impacto ambiental o órgão estadual competente, ou o IBAMA ou, quando couber, o Município, fixará as diretrizes adicionais que, pelas peculiaridades do projeto e características ambientais da área, forem julgadas necessárias, inclusive os prazos para conclusão e análise dos estudos.

Artigo 6º - O estudo de impacto ambiental desenvolverá, no mínimo, as seguintes atividades técnicas:

I - Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando: a) o meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima [...]; b) o meio biológico e os ecossistemas naturais [...]; c) o meio socioeconômico[...];

II - Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes, discriminando: os impactos positivos e negativos (benéficos e adversos), diretos e indiretos, imediatos e a médio e longos prazos, temporários e permanentes; seu grau de reversibilidade; suas propriedades cumulativas e sinérgicas; a distribuição dos ônus e benefícios sociais.

III - Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, entre elas os equipamentos de controle e sistemas de tratamento de despejos, avaliando a eficiência de cada uma delas.

IV - Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento (os impactos positivos e negativos, indicando os fatores e parâmetros a serem considerados.

Considera-se, portanto, os impactos ambientais como sendo as consequências dos aspectos ambientais decorrentes das atividades desenvolvidas pelas empresas. As atividades de construção civil geram aspectos ambientais, que por sua vez provocam impactos

ambientais, que atingem o meio ambiente (meios físico, biótico e antrópico) alterando suas propriedades naturais

6.6 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS RESULTANTES

A qualificação e a quantificação dos impactos resultantes, por componente ambiental, leva em consideração os parâmetros abaixo:

- Vetor: verifica se o impacto é Aglomerando o conhecimento necessário para a compreensão de impactos ambientais, a Resolução CONAMA nº001 (23 de janeiro de 1986) ⁹⁹define: positivo, negativo, neutro ou combinação entre os itens.
- Intensidade: verifica que os impactos afetam o componente ambiental, podendo ser baixa, média ou alta.
- Abrangência geográfica: define a área do impacto, podendo ser local (área de influência direta), macrorregional (área de influência indireta) ou difusa.
- Abrangência quantitativa: em função da população afetada, da área afetada ou outro parâmetro o impacto poderá ser pequeno, média ou grande.
- Reversibilidade: define se será temporário, totalmente reversível, parcialmente reversível ou permanente.
- Temporalidade define o prazo que o impacto será gerado, como imediato, de curto prazo (até 2 anos após a ação), médio prazo (2 a 10 anos após a ação) ou longo prazo (mais de 10 anos).

6.6.1 Avaliação dos Impactos Resultantes sobre os Recursos Hídricos

Durante a implantação os impactos de assoreamento são mais intensos e podem ser reversíveis. Durante a operação dos reservatórios estes processos têm uma menor intensidade, podendo ocorrer erosão nos trechos do rio represado na jusante da barragem. A inundação de

vegetação pode comprometer a qualidade da água. A limpeza da área, o desmatamento e o controle continuamente da qualidade da água são ações que podem mitigar este processo. Impactos de alteração do regime fluviométrico dos cursos d'água, em relação aos recursos hídricos subterrâneos serão pouco impactados.

Foi considerado o impacto no nível do lençol freático, que podem ser causados pela redução do nível na implantação de trechos de estradas e no aumento no nível de infiltração devido ao reservatório, de intensidade baixo impacto, sendo que haverá alterações na capacidade de uso do solo, agricultura, que necessita de uma maior umidade e alterações que ocorram no ecossistema de mata, substituição natural de espécies.

6.6.2 Avaliação dos Impactos Resultantes sobre o aspecto geológico.

A área onde será construído o reservatório de Caratinga a zona sísmica é estável, sendo pouco provável o processo de sísmicos induzidos.

Na implantação a erosão será mais intensa devido à retirada de cobertura vegetal, a superfície do solo estar expostas e vulneráveis a ação das águas de superfície. Na fase do enchimento o processo erosão será causado pela instabilidade das margens e pelo aumento da capacidade erosiva dos rios à jusante.

6.6.3 Avaliação dos Impactos Resultantes sobre a qualidade do Ar e o Clima

Na implantação os impactos relacionados com a qualidade do ar estão relacionados ao grande número de equipamentos, máquinas que circulam na obra, que emite poluentes de combustão e as partículas em suspensão. Podemos diminuir estes impactos realizando manutenção dos veículos e equipamentos, como também elaborar um procedimento que evite a suspensão de poeiras.

A implantação de um reservatório altera o microclima, apenas na área da construção, não sendo considerado um impacto significativo, aumentando a umidade do ar, frequência dos ventos e diminuição da amplitude.

7 ANÁLISES OU COMPARAÇÃO CRÍTICA

O estudo de Impacto Ambiental realizado na possível construção da Barragem de Caratinga, avaliou as alternativas de localização regional, configurações hidráulicas, tecnologias e sistemas operacionais conforme apresentados nos Estudos de Impactos Ambientais neste trabalho.

Analisaram os aspectos do uso múltiplo, observando a importância dos níveis operacionais para cada finalidade como abastecimento, controle de enchentes, irrigação, compatibilizando-os conforme citados, deste trabalho, uso múltiplo de barragens. Realizaram diagnósticos ambientais detalhados, apontando aspectos de Clima, Geologia e Recursos Hídricos, onde os aspectos de Geomorfologia e Pedologia citados no subitem 5.6 Estudo de Diagnóstico Ambiental estão apresentados no estudo de geologia.

Como resultado da construção, como qualquer outra atividade humana, pode-se chegar a um entorno inabitável ou a extinção de outros espécimes vivos. Por isso, ainda que a atividade humana seja necessária e parte do meio ambiente, é preciso definir limites aceitáveis para ela. A Declaração do Rio (ONU 1992)¹⁰⁰ estabelece, em conjunto com os demais princípios, a necessidade de um compromisso entre a atividade humana e seus efeitos, no contexto de um desenvolvimento sustentável e com respeito ao meio ambiente (CARDIM *et al.*, 1997)¹⁰¹.

100

¹⁰⁰ onu.org.br/rio20/1992-2012, Acessado em 21 de abril de 2016

101

¹⁰¹ Caracterização das áreas de risco para a esquistossomose xx mansônica no município de Lauro de Freitas, Bahia / xxxxLuciana Lobato Cardim – Salvador: UFBA, Escola de xxxxMedicina Veterinária, 2010. Acessado em 21 de abril de 2016

8 CONCLUSÕES

O aumento da população e o desenvolvimento econômico fazem com que a demanda de água no mundo cresça, preocupando as autoridades e a sociedade. A preocupação ambiental cresceu desde os anos 70. O problema de Gestão dos Recursos Hídricos, como se pode concluir, não é de fácil equacionamento. Usos conflitantes e uma legislação que deixa brechas para serem burladas, tornando-se incapaz de garantir proteção aos cursos d'água, são alguns dos problemas que necessitam de soluções.

Particularmente importantes no caso de Minas Gerais, de cuja montanhas surgem as nascentes das principais Bacia Hidrográficas do país, a exceção da Bacia Amazônica, necessitam de uma atenção especial, como ocorrem no nosso estudo de caso (Bacia Hidrográfica do Ribeirão Laje), onde a mesma é de suma importância quando se trata de questões ambientais (sustentabilidade) e sócio econômicas. O que torna imprescindível a discussão da melhor forma de se proteger e utilizar racionalmente o precioso líquido seja feita de modo integrado, impedindo que a propriedade individual seja utilizada exclusivamente de maneira desejada pelo proprietário, garantindo a obediência às determinações dos órgãos competentes. Estes deverão discernir entre os tipos de usos dos recursos permissíveis para cada área de seu território conforme os critérios de manejo de Gestão de Bacia Hidrográfica.

Devido às preocupações com os recursos hídricos e a influência externa, como a exigência do Banco Mundial para realização EIA nos programas de cooperação econômica, trabalhou-se com a criação de leis que obriguem a realização dos impactos ambientais avaliando diferentes aspectos que possam influenciar no meio ambiental através da ação do homem.

No Estudo de Impacto Ambiental da construção da barragem de Caratinga, foi realizado um trabalho detalhado com a identificação dos componentes passíveis de impactação divididos em Recursos Hídricos, Clima e Geologia, relacionando-os com as ações impactante. Analisaram os impactos positivos e negativos que o empreendimento pode causar. Entre os aspectos positivos estão a população beneficiada de 85.239 habitantes como também irrigação e abastecimento público e industrial. Entre os impactos negativos maiores estão a erosão e assoreamento em diferentes pontos do reservatório e cursos d'água, como também a retirada de vegetal.

Enfim, somente através de um planejamento e Gestão de Recursos Hídricos, pautada na sustentabilidade seremos capazes de permitir a utilização racional, impedindo os efeitos de ordem negativas do desenvolvimento desordenado. Consequentemente suprir as atuais e as futuras gerações com a principal fonte de vida, a água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária. **Curso Estudos de Impacto Ambiental e Relatórios de Impacto Ambiental**. Rio de Janeiro, 1987. 300p

Azambuja, C. et al. **Barragem e Meio Ambiente**: São Paulo, 2000.

Câmara Municipal de Gôndola. Arqueologia. Disponível em Marisol Ferreira. Acesso em 04 de junho de 2004.

CAMPOS, J.C.F. et al. *Diagnostico Preliminar da Bacia Hidrografica do Rio Caratinga*. Caratinga: Ed. Departamento de Geografia da FUNEC, 2000.

Caracterização das áreas de risco para a esquistossomose xx mansônica no município de Lauro de Freitas, Bahia / xxxxLuciana Lobato Cardim – Salvador: UFBA, Escola de xxxxMedicina Veterinária, 2010. Acessado em 21 de abril de 2016

CARDIM FILHO, A., JOSA, A., AGUADO, A., GETTU, R. **Avaliação do impacto ao meio ambiente causados pelos produtos e materiais da construção civil**. Anais do IV

Carvalho, L. H., **Curso de Barragens de Terra**, Fortaleza: Ministério do Interior – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, 1984.

CBDB – Comitê Brasileiro de Barragens. **Cadastro de Barragens**, 2004. Disponível em: www.cbdb.org.br. Acesso em 04 de junho de 2004.

CBGB, Comitê Brasileiro de Grandes Barragens. **Barragens, Reservatórios e o Meio Ambiente**, 1979.

Congresso de Controle de Qualidade - Porto Alegre, RS, 1997 - CPGEC/UFRGS

[Companhia-de-tecnologia-de-saneamento-ambiental-cesteb](#). Acessado em 21 de abril de 2016.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Projeto Leste. Província Pegmatítica Oriental. Mapeamento geológico e cadastramento de recursos minerais. Belo Horizonte: CPRM, 2001.

DAEE – Departamento de Água e Energia Elétrica, 2004. Disponível em site www.dae.gov.br. Acesso em 25 de setembro de 2004.

Departamento de Águas e energia Elétrica – DAEE. **Estudo de Impacto Ambiental– EIA, Sistema Produtor Alto Tietê: Barragens de Biritiba Mirim, Paraitinga e Complementação Taiacupeba**, São Paulo, 1997.vol I, II e III.

DNOCS – Departamento Nacional de Obras contra as Secas – **Barragens no nordeste do Brasil – Experiência do DNOCS em barragens na região semi-árida– Fortaleza**, 1982.

EMAE. Empresa Metropolitana de Água e Energia Elétrica. Disponível www.emae.sp.gov.br. Acesso em 25 de setembro de 2004.

Estudo de Impacto Ambiental. Acessado em 21 de abril de 2016.

F Simonetti, *The Journal of the Acoustical Society of America* 115 (5), 2041-2053

IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Alterações no Meio Físico, Decorrentes de Obras de Engenharia**, São Paulo, 1992

Itaipu Binacional. Disponível em www.itaipu.gov.br. Acesso 04 de setembro de 2004.

Lazzari, N. **Instrumentos de Avaliação de Impactos Ambientais**. CECAP/Grupo Sedes Sapientiae, 2002.

LEAL, F.R. BARROSO, M.L. de C. Influencia do transplante de mudas em diferentes estágios de desenvolvimento na produção de alface cv. Grand Rapids

Luis Enrique Sánchez (2008). Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. Editora Oficina de textos.

MAIMON, D. Passaporte Verde Gestão ambiental e competitividade. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.

MASSAD, Façal – Obras de Terra: curso básico de geotecnia. São Paulo: Oficina de Textos. 61 - 81 pp. 2003.

Menescal et al. Acidentes e Incidentes em Barragem no Estado do Ceará. Disponível em www.cogerh.com.br/versao3/pdf_zip_docs/acidentes%20e%20incidentes.pdf.

Acesso 04 de junho de 2004.

MEHTA, p. k., “durability - critical issues for the future,” *concrete international*, v. 19, no. 7, july 1995, pp. 69-76. 7. BURROWS, r. w., “the visible and invisible cracking of concrete,” aci monograph no. 11, 1998, american concrete institute, farmington hills, mich., 78 pp.

MIRRA, ÁLVARO LUIZ VALERY. 1998. *Impacto ambiental. Aspectos da legislação brasileira*. Ed. Oliveira Mendes. São Paulo.

NBR ISO 14001:1996, Sistemas de gestão ambiental Especificação e diretrizes para uso. Acessado em 21/04/2016.

Nichols, B. (2010), *Introduction to Documentary*, 2nd ed., Indiana University Press, Bloomington.(1975) *Style, Grammar and the Movies*, *Film Quarterly*, vol. 28, no. 3, pp. 33-49.

Onda Azul. Disponível em: www.ondazul.org.br/downloads/arquivos/11.pdf. Acesso em 04 de junho de 2004.

ONU.ORG.br/rio20/1992-2012, Acessado em 21 de abril de 2016

PIMENTEL, V. C. R. **Alternativas de Soluções para os Impactos Físicos de Barragens**, 2004.

RIOS, J. Disponível em: <http://www.profrios.hpg.ig.com.br>. Acesso em 04 de junho de 2004

São Paulo (Estado). SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS, Saneamento e Obras.

Departamento de Águas e energia Elétrica – DAEE. **Relatório de Impacto**

Ambiental – RIMA, Sistema Produtor Alto Tietê: **Barragens de Biritiba Mirim, Paraitinga e Complementação Taiaçupeba**, São Paulo, 1997. 90p.

SALOMÃO, Fernando Ximenes T; IWASA, Oswaldo Yujiro. **Curso de geologia aplicada ao meio ambiente**. São Paulo: ABGE E IPT, 1995. 247p.

TACHIZAWA, Takeshy. **Gestão Ambiental e Responsabilidade Social Corporativa: Estratégias de negócios focadas na realidade brasileira**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

TAUK-TORNISIELO, S.M. *et al.*(organizadores). Análise ambiental: estratégias e ações. São Paulo: T.A. Queiroz; Fundação Salim Farah Maluf, 1995, 381p.

ANEXOS

ANEXO 1- FOTOS DO ESTUDO DE CASO



Fonte: Acervo do autor



Fonte: Acervo do autor



Fonte: Acervo do autor



Fonte: Acervo do autor

ANEXO 2- MAPA TOPOGRÁFICO DA ÁREA



Fonte: Acervo do autor

ANEXO 3; VISTA AÉREA DA ÁREA



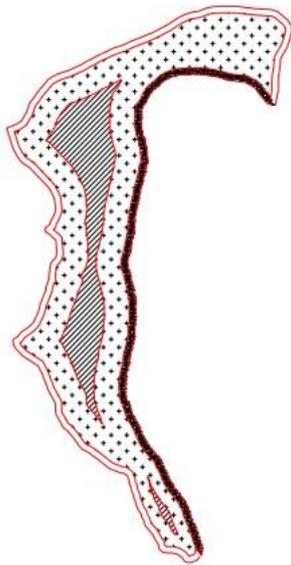
Fonte: Google mapas

ANEXO 4- MAPA TOPOGRÁFICO
ÁREA A SER ALAGADA



ANEXO 5- CROQUI COM ÁREAS DE VEGETAÇÃO A SEREM ALAGADAS

Croqui de Alagamento



área pantanosa 174.393m²



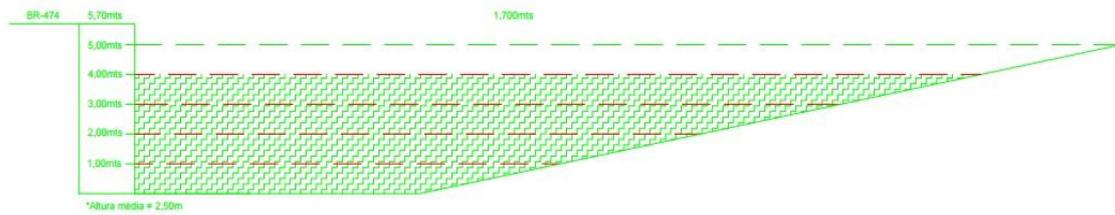
área de grama - capim - braquiária 290.625m²



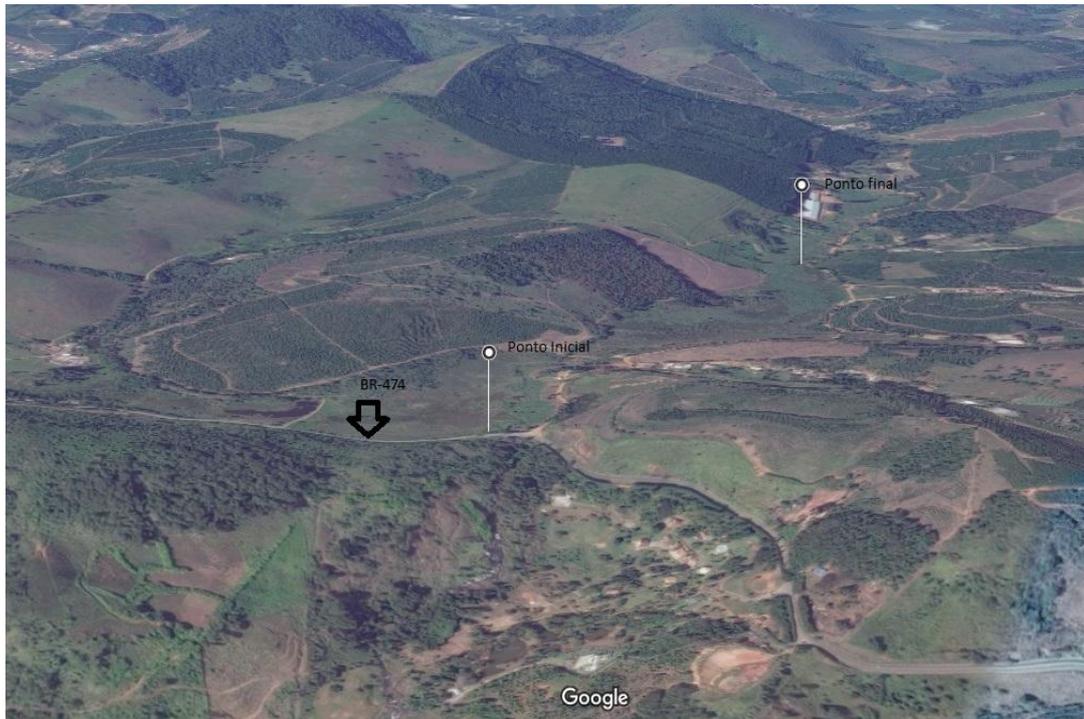
área com arvores - Mata 45.968m²

área total = 510.986m²

ANEXO 6- ALTURA E COMPRIMENTO MEDIO DA REPRESA



ANEXO 7- VISÃO 3D – PONTO INICIAL E FINAL



Fonte Acervo do autor