

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

LUCIMAR SALES DIAS

**O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ALTO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO GORUTUBA E IMPACTOS NA
BARRAGEM BICO DA PEDRA E NO PROJETO DE
IRRIGAÇÃO DO GORUTUBA**

Montes Claros - MG

2016

LUCIMAR SALES DIAS

**O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ALTO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO GORUTUBA E IMPACTOS NA
BARRAGEM BICO DA PEDRA E NO PROJETO DE
IRRIGAÇÃO DO GORUTUBA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Estadual de Montes Claros, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Dinâmica e Análise Espacial

Linha de pesquisa: Território, Cultura e Meio Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Marcos Esdras Leite

Montes Claros

2016

LUCIMAR SALES DIAS

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Estadual de Montes Claros, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Dinâmica e Análise Espacial

Linha de pesquisa: Território, Cultura e Meio Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Marcos Esdras Leite

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Esdras Leite - Orientador
Universidade Estadual de Montes Claros

Prof.^a. Dr.^a. Leidivan Almeida Frazão
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Prof.^a. Dr.^a. Anete Marília Pereira
Universidade Estadual de Montes Claros

MONTES CLAROS/MG
JULHO/2016

Dias, Lucimar Sales.

D541u O uso e ocupação do solo no Alto da Bacia Hidrográfica do Rio Gorutuba e impactos na barragem Bico da Pedra e no Projeto de Irrigação do Gorutuba [manuscrito] / Lucimar Sales Dias. – Montes Claros, 2016.

96 f. : il.

Bibliografia: f. 87-94.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Montes Claros -Unimontes, Programa de Pós-Graduação em Geografia/PPGEO, 2016.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Esdras Leite.

1. Recursos hídricos. 2. Reservatório. 3. Agricultura e sensoriamento remoto. I. Leite, Marcos Esdras. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

Catálogo: Biblioteca Central Professor Antônio Jorge

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a minha mãe Cida que, de forma
brilhante, me deu condições para vencer!*

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, por seu incomparável amor, e no qual posso todas as coisas.

Aos meus amados pais, Cosme e Cida, pelos ensinamentos e cuidados que levarei por toda minha vida.

Aos meus irmãos, Luciene e Luciano, por serem suportes em todo o tempo. Meus sobrinhos, Tony Elton e Pedro Lucas, motivos de alegria em nossa família e meu cunha Elton, pela parceria de sempre.

A minha esposa Érica, por sua paciência e sabedoria ao longo dessa caminhada.

Ao meu amigo/irmão/pai Fredão pelos conselhos e parceira, especialmente na hospedagem de luxo.

À Universidade Estadual de Montes Claros, por todo suporte em minha formação.

Ao meu guerreiro orientador, Dr. Marcos Esdras Leite, pelas orientações e pelo exemplo de vida.

À professora Dr^a Anete, que foi de fundamental importância para conclusão desta etapa através dos conselhos e apontamentos.

Ao professor Dr. Expedito, pela disponibilidade de orientação desde as primeiras pesquisas durante a graduação.

Aos demais professores do PPGEIO, que contribuíram para a fundamentação desta pesquisa através de materiais e ofertas de disciplinas.

Ao amigo Gabriel, por sempre motivar e auxiliar na pesquisa geográfica.

Aos amigos/alunos André Bahia, Marina Bahia e Pedro Vieira pelo suporte no inglês.

Aos colegas de PPGEIO, especialmente Marcelo e André, pelo suporte na construção deste trabalho através do laboratórios e discussões sobre a temática.

Às instituições, especialmente o DIG e CODEVASF, que disponibilizaram dados para a realização deste trabalho.

À Janaúba, por ser a terra de inspiração para esta produção.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fluxograma metodológico da classificação do Vale do Gorutuba.....	31
Figura 2 - Mapa das Microrregiões do Norte de Minas.....	33
Figura 3 - Mapa de localização de Janaúba e Nova Porteirinha.....	37
Figura 4 – Construção da barragem Bico da Pedra.....	41
Figura 5 - Mapa de localização da Barragem Bico da Pedra.....	42
Figura 6 - Visão panorâmica do Resort Hotel na barragem Bico da Pedra.....	43
Figura 7 – Mapa de uso do solo do alto da bacia do Gorutuba em 1985.....	46
Figura 8 – Mapa de uso do solo do alto da bacia do Gorutuba em 2000.....	48
Figura 9 – Mapa de uso do solo do alto da bacia do Gorutuba em 2015.....	50
Figura 10 – Fachada do frigorífico do grupo Minerva <i>Foods</i> na atualidade.....	52
Figura 11 – Uso do solo do alto da bacia do Gorutuba em 1985, 2000 e 2015.....	56
Figura 12 - Rio Gorutuba perenizado, na área urbana de Janaúba e Nova Porteirinha...59	
Figura 13 - Edificações no entorno da Barragem Bico da Pedra.....	61
Figura 14 - Visão panorâmica do Resort Hotel na barragem Bico da Pedra.....	62
Figura 15 - Edificações no entorno da Barragem Bico da Pedra.....	63
Figura 16 - Abertura de Voçorocas próximos à Barragem Bico da Pedra.....	64
Figura 17 -Mapa de uso do solo no entorno da Barragem Bico da Pedra.....	65
Figura 18 - Canal de drenagem no Projeto de Irrigação do Gorutuba.....	70
Figura 19 - Uso da terra no Vale do Gorutuba.....	73
Figura 120 - Produção de banana no Perímetro Irrigado do Gorutuba.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Etapas e materiais metodológicos.....	26
Tabela 2 - Data das imagens do mapeamento da Bacia Hidrográfica do Gorutuba.....	27
Tabela 3 – Chave de Interpretação da classificação da classificação do uso do solo da Bacia do Gorutuba.....	28
Tabela 4 – Matriz de Confusão -1985.....	29
Tabela 5 - Matriz de Confusão -2000.....	29
Tabela 6 - Matriz de Confusão -2015.....	30
Tabela 7 – Áreas dos municípios dentro da bacia do Gorutuba.....	34
Tabela 8 – Uso do solo na Bacia do Gorutuba em 1985.....	47
Tabela 9 – Uso do solo na Bacia do Gorutuba em 2000.....	49
Tabela 10 – Uso do solo na Bacia do Gorutuba em 2015.....	53
Tabela 11 – Uso do solo na Bacia do Gorutuba em 1985, 200 e 2015.....	55
Tabela 12 Classe do uso do solo no entorno da barragem Bico da Pedra.....	64
Tabela 13 - Métodos de irrigação utilizados no Projeto de Irrigação do Gorutuba.....	71
Tabela 14- Classes de uso do Solo no Vale do Gorutuba.....	71
Tabela 15 - Dados socioeconômicos de Janaúba e Nova Porteirinha.....	74
Tabela 16- Produção Agrícola no Perímetro de Irrigação do Gorutuba/ Familiar 2012.....	79
Tabela 17- Produção Agrícola no Perímetro de Irrigação do Gorutuba/ Familiar 2013.....	80
Tabela 18 - Produção Agrícola no Perímetro de Irrigação do Gorutuba/ Familiar 2014.....	80
Tabela 19 - Produção Agrícola no Perímetro de Irrigação do Gorutuba/Empresarial 2012.....	82
Tabela 20 - Produção Agrícola no Perímetro de Irrigação do Gorutuba/ Empresarial 2013.....	82

Tabela 21 - Produção Agrícola no Perímetro de Irrigação do Gorutuba/Empresarial 2014	83
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Classes de usos de solo da bacia do Gorutuba nos anos de 1985, 2000 e 2015.....	54
Gráfico 2 - Precipitação por ano hidrológico.....	76
Gráfico 3 - Comportamento da barragem Bico da Pedra.....	77
Gráfico 4 - Comportamento da Barragem Bico da Pedra a partir de 2007.....	77
Gráfico 5 - Saldo de recarga da Barragem Bico da Pedra.....	78

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACIJAN – Associação Comercial e Industrial de Janaúba

APP – Área de Preservação Permanente

ASSIEG – Associação dos Proprietários Irrigantes da Margem Esquerda do Rio Gortuba

CBF – Código Florestal Brasileiro

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COVAG – Cooperativa Agrícola de Irrigação do Gortuba

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

DIG – Distrito de Irrigação do Gortuba

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra a Seca

EIA – Estudos de Impactos Ambientais

EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

FAVAG – Faculdade do Vale do Gortuba

GIS – Sistema de Informação Geográfica

GPS – Sistema de Posicionamento Global

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

MIN – Ministério da Integração Nacional

OLI – Operacional Terra Imager

PGO – Perímetro do Gortuba

PGL – Perímetro Lagoa Grande

PMDI – Plano Mineiro de Irrigação

PRONI – Programa Nacional de Irrigação

SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas

UNIMONTES – Universidade Estadual de Montes Claros

RESUMO

O presente trabalho consiste na análise do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Gorutuba, no norte de Minas em três períodos distintos. Foram diferentes imagens de satélites, sendo: Em 1985, imagens do Satélite Landsat 5 (Sensor TM), e dos anos de 2000 e 2015, através do Landsat 8 (Sensor OLI). Para a realização da pesquisa que trata dos impactos oriundos do uso e ocupação do solo no entorno da Barragem Bico da Pedra, foram utilizadas imagens de satélites de alta resolução do satélite Landsat 8 - sensor OLI, além de incursões em campo e levantamento bibliográfico sobre o tema estudado. As análises e avaliações realizadas indicam a presença do número de edificações no entorno da barragem do Bico da Pedra. A partir de levantamento de dados históricos foi possível detectar um aumento nos números de edificações motivado por diversos fatores, como a ausência de fiscalização e a prática do turismo. As consequências dessa ocupação podem gerar impactos ambientais negativos, como: desmatamento da Área de Preservação Permanente - APP, redução da biodiversidade, erosão do solo e poluição do corpo hídrico. A partir dos resultados encontrados nas etapas citadas anteriormente, a terceira objetiva identificar as principais alterações no Projeto de Irrigação do Gorutuba. Para alcançar o objetivo, foi empregada uma metodologia que consiste na pesquisa bibliográfica em obras de autores que tratam com fidedignidade sobre a temática. Além disso, foram utilizadas ferramentas da geotecnologia, como imagens de satélites de alta resolução do Landsat 8, que permitiram visualizar a ocupação do solo no Vale do Gorutuba. Para validação das informações prévias, foi necessária a realização de incursões de campo em áreas agrícolas e instituições públicas como a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba - CODEVASF e o Distrito de Irrigação do Gorutuba - DIG. A partir dos dados de produção, foi possível concluir que o comportamento da bacia hidrográfica do Gorutuba, desde a segunda metade da década de 1980 até 2015, bem como os impactos advindos da ocupação no entorno da Barragem Bico da Pedra provocam significativas alterações socioeconômicas no Projeto de Irrigação do Gorutuba, sobretudo nos municípios de Janaúba e Nova Porteirinha.

Palavras - chave: Recursos Hídricos, Reservatório, Agricultura e Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

This work consists in the of the use and occupation of land in Gorutuba watershed, located in the north of Minas Gerais. Were different satellite images, as follows: In 1985, Landsat 5 satellite images (TM sensor), and the years 2000 and 2015, using Landsat 8 (OLI Sensor). The results considered three stages of research: usage and occupation of soil in the Gorutuba watershed in 1985, 2000 and 2015. After, are described the main environmental impacts checked in the barrage Bico da Pedra, by virtue of watershed behavior and anthropic occupation around the dam. Lastly, were considered the main productive changes caused by the examined impacts in barrage of Bico da Pedra and the environmental behavior of watershed of alto Gorutuba in the years above mentioned. To do the survey of Gorutuba's watershed in three different period was necessary different satellite images, in 1985 was used the Landsat 5, in 2000 and 2015 was used the Landsat 8. From the images was possible to create eight classes of different soil usages in Gorutuba's watershed that allowed comparisons in different time scales. To realize the search that is about impacts from the soil usage and occupation around the watershed, was utilized high resolution images from the satellite Landsat 8, besides camp incursions and bibliographic surveys about the studied subject. The analyzes and reviews performed indicates the presence of edifications around the barrage Bico da Pedra. From the survey of historical data it was possible to detect an increase in the number of buildings caused by many factors, like the default of inspection and the tourism. The consequences caused by this occupation can bring negatives environmental impacts, such as: deforestation of the Permanent Preservation Area, reduction of biodiversity, soil erosion and pollution of water. From the results found in the two steps mentioned above, the third step intends identify the main productive alterations Gorutuba's irrigation project. To achieve the proposed objective, was used a methodology that consists in bibliographic surveys of authors who deal with credence about the subject, especially about the area of research. Also was used geotechnology tools, like images of high resolution satellite Landsat 8, that allowed to visualize the soil occupation in Valley of Gorutuba. And for validation of prior information it was necessary camp incursions into agricultural areas and public institutions, like the Development Company of São Francisco and Parnaíba valleys – CODEVASF and the District of Irrigation of Gorutuba – DIG. From the production datas, was possible to complete that the behavior of Gorutuba's watershed, since the second half of 1980 decade to 2015, as well as the impacts from the occupation around the Barrage Bico da Pedra cause significant socioeconomic alterations in the Irrigation Project of Gorutuba, especially in the municipalities of Janaúba and Nova Porteirinha

Keywords: Water Resources, Reservoirs, Agriculture and Remote Sensing.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
1 – REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
1.1– BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	4
1.2– A ÁGUA E BARRAGENS ARTIFICIAIS.....	7
1.3– A AGRICULTURA IRRIGADA.....	12
1.4 – IMPACTOS AMBIENTAIS	18
1.5 AS GEOTECNOLOGIAS.....	22
2 – METODOLOGIA.....	25
2.2 - PROJETO GORUTUBA	30
2.3 USO DO SOLO NO ENTORNO DA BARRAGEM BICO DA PEDRA.....	32
2.4–CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	33
3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	45
3.1 O USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO GORUTUBA.....	45
4.2 – USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ENTORNO DA BARRAGEM BICO DA PEDRA.....	60
4.3 – IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NO PROJETO DE IRRIGAÇÃO DO GORUTUBA.....	70
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
6 - REFERÊNCIAS	89
6 - ANEXOS.....	97

INTRODUÇÃO

Historicamente, o estado de Minas Gerais se destaca por sua localização geográfica, as riquezas naturais, em especial os minerais e hídricos, que motivaram a ocupação dos primeiros imigrantes no século XVI. Além disso, o estado exerce um importante papel no território nacional. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Minas Gerais é o quarto maior estado em extensão territorial com 586.528 km², o que representa 7% da área total do país. Atualmente são 853 municípios e dez regiões de planejamento: Alto Paraíba, Central, Jequitinhonha/Mucuri, Mata, Noroeste de Minas, Norte de Minas, Rio Doce, Sul de Minas e Triângulo.

Porém, são impostos grandes desafios ao governo estadual para implementação de políticas públicas e de seu gerenciamento, devido às características geográficas e físicas e por coexistirem no estado sérias desigualdades econômicas e sociais, entre regiões e municípios (CARNEIRO; FONTES, 2005). Por ser assim, considera-se que grande parte dos investimentos governamentais está voltada para o atendimento da demanda dos atores sociais que vivem suas respectivas realidades.

Além de garantir suporte aos governos estaduais, compete à União a promoção do desenvolvimento do país e minimização das diferenças sociais entre indivíduos, regiões e municípios através de políticas públicas. Foi a partir desse contexto de heterogeneidade social que a região norte do estado de Minas Gerais passou a receber atenção especial tanto do governo estadual quanto do governo Federal, objetivando proporcionar o desenvolvimento econômico.

O Norte de Minas Gerais é considerado como o início do semiárido brasileiro composto por sete microrregiões: Bocaiúva, Grão-Mogol, Janaúba, Januária, Montes Claros, Pirapora e Salinas (REIS *et. al.*, 2012), que tendem a sofrer com os períodos prolongados de estiagem. Santos *et. al.* (2012, p.821) afirmam que mediante a estes problemas, “é necessário que se adotem medidas eficientes para que a população não sofra ainda mais com os efeitos devastadores da condição de sua região”.

Ainda na década de 1970 a região era marcada por poucas oportunidades e significativo desemprego, o que obrigava os norte mineiros a praticarem um processo de migração para os grandes centros urbanos, a fim de obterem melhores condições de vida. No entanto, os grandes centros, como Belo Horizonte e São Paulo começaram a

vivenciar os grandes problemas urbanos, inclusive aqueles motivados pela migração forçada.

Com isso, no mesmo período da década de 1970, o governo federal, com apoio do governo estadual, iniciou o ciclo político da Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, no propósito de aproveitar o potencial hídrico das microrregiões para a execução de projetos de irrigação que tornariam um intermédio para a promoção do desenvolvimento econômico regional através da geração de empregos, distribuição de renda, aumento da fixação do homem do campo, maximização da produção e produtividade agrícolas. Conseqüentemente visava o abastecimento interno e a exportação de excedentes, conforme o Plano Mineiro de Irrigação e Drenagem (PMID) que tinha como premissas básicas aumentar a oferta de alimentos para o abastecimento interno, elevar os níveis de produção e produtividade, visando a redução dos preços dos alimentos, contribuir para a melhoria do abastecimento para o controle da inflação e gerar um desenvolvimento equilibrado da economia, privilegiando as classes menos favorecidas (PRONI, 1986).

Entre as execuções dos governos Estadual e Federal, o Projeto Gorutuba teve sua implantação ainda no final da década de 1970, em Nova Porteirinha, município que foi emancipado¹ de Porteirinha em 1995.

Para a implantação deste projeto foi necessário considerar as características hídricas da Bacia do Gorutuba, marcada pela presença de pequenos rios intermitentes, em especial o rio Gorutuba, que permitiu o represamento de águas e construção da Barragem Bico da Pedra. A barragem teve sua construção iniciada em 1976 e finalizada em 1979, com a finalidade de abastecer a população dos municípios de Janaúba e Nova Porteirinha e, através de canais de drenagem, manter o Projeto de Irrigação do Gorutuba.

Com o crescimento urbano dos municípios citados, a barragem Bico da Pedra ganha novas funcionalidades, como o turismo, que comprometem a quantidade e qualidade de sua água. Conforme Bernardes e Ferreira (2005) os rios e lagos brasileiros vêm sendo comprometidos pela queda de qualidade da água disponível para captação e

¹ Distrito criado com a denominação de Nova Porteirinha, com terras desmembradas do distrito de Gorutuba, pela lei estadual nº 8285, de 08-10-1982, subordinado ao município de Porteirinha. Em divisão territorial datada de 1-VII-1983, o distrito de Nova Porteirinha, figura no município de Porteirinha. Assim permanecendo em divisão territorial datada de 1993. Elevado à categoria de município com denominação de Nova Porteirinha, pela lei estadual nº 12030, de 21-12-1995, desmembrado de Porteirinha. Sede no antigo distrito de Nova Porteirinha. Constituído do distrito sede. Instalado em 01-01-1997. Em divisão territorial datada de 2001, o município é constituído. (HISTÓRICO, PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVA PORTEIRINHA-MG)

tratamento, retratando que a vivência do homem na natureza tem um sentido biológico, mas principalmente, social.

É nesta perspectiva que este trabalho tem como objetivo analisar os impactos socioambientais na bacia hidrográfica do Gorutuba, no Norte de Minas Gerais. De forma mais específica, o trabalho objetivou identificar o uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do alto Gorutuba, sobretudo nas proximidades dos municípios de Janaúba e Nova Porteirinha; identificar as edificações no entorno da Barragem do Bico da Pedra e os impactos advindos dessa ocupação, e por fim, verificar como os impactos afetam tanto a produção agrícola do Projeto de Irrigação do Gorutuba, quanto a economia dos municípios de Nova Porteirinha e Janaúba.

A estrutura da redação deste texto está organizada em três capítulos, que se apresentam interligados para garantir a sustentação do objetivo. No primeiro capítulo, denominado de referencial teórico, foi feito o levantamento bibliográfico sobre as abordagens que envolvem o assunto proposto na dissertação. Entre essas abordagens estão: uso do solo em bacia hidrográfica, agricultura irrigada, impactos ambientais e sensoriamento remoto.

No segundo capítulo, há a exposição de materiais e métodos, entendidos como caminhos para atingir os objetivos deste texto e a caracterização da área de estudo.

O terceiro capítulo é a exposição dos resultados e discussões que estão divididos em três etapas, sendo: análise multitemporal do comportamento do uso do solo na bacia hidrográfica nos anos de 1985, 2000 e 2015; a segunda etapa consiste no estudo dos principais impactos ambientais oriundos da ocupação no entorno da barragem Bico da Pedra; na última etapa são descritas as principais alterações sociais e econômicas oriundas do comportamento da bacia do Gorutuba, sobretudo aquelas verificadas no reservatório artificial do Bico da Pedra.

1 – REFERENCIAL TEÓRICO

Para garantir embasamento à pesquisa, serão expostas temáticas resultantes de uma vasta pesquisa bibliográfica relacionada ao uso da terra em bacias hidrográficas, agricultura irrigada, impactos ambientais e Geotecnologias (sensoriamento remoto).

1.1– Bacias hidrográficas

Sobre bacia hidrográfica, Santos (2004) diz que a mesma circunscreve um território drenado por um rio principal, seus afluentes permanentes ou intermitentes. Todo evento decorrente do meio antrópico ou natural interfere na dinâmica desse sistema e, conseqüentemente, na quantidade dos cursos d'água. Essas interferências antrópicas e naturais ocorrem em áreas de drenagem que são delimitadas por estruturas naturais da superfície.

Nas palavras de Silveira (1993), a bacia hidrográfica é composta por um conjunto de áreas com vertentes e de uma rede de drenagem composta por cursos d'água que confluem até atingir o canal principal, localizado em superfícies mais rebaixadas.

Para as ciências naturais, a bacia hidrográfica é uma unidade natural de análise de superfície terrestre, onde se pode reconhecer e estudar inter-relações da paisagem (BOTELHO, 1999).

Além disso, a bacia hidrográfica é definida como um meio físico no qual ocorre os processos do ciclo hidrológico, uma vez que tal sistema funciona a partir da entrada e saída de água em seu estado líquido e gasoso, através da evapotranspiração. Posteriormente por meio da condensação que resulta na precipitação, escoamento superficial, respectivamente até o seu exutório (LIMA, 2008).

Sendo um meio físico, a bacia hidrográfica é composta por características definidas, tais como área, forma, tipo de drenagem, tipos de solo e rocha, formas e extensões de relevo, variação e dimensão das classes de declividade, uso e ocupação do solo com diversas finalidades. O conhecimento e análise dessas características são de fundamental importância para o agente que a estudará, bem como para o

desenvolvimento de projetos ou empreendimentos, conforme o interesse (MONTEIRO, 2008).

Devido apresentar as características anteriores no espaço geográfico, a bacia hidrográfica tem sido utilizada com frequência como unidade de planejamento e gestão de território, especialmente no zoneamento ambiental(LANNA, 1995).

No que diz respeito aos aspectos de planejamento, a bacia hidrográfica é legalmente estabelecida como unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Segundo Souza e Fernandes (2000), a utilização da bacia hidrográfica como unidade principal de trabalho permite a análise conjunta entre os processos produtivos e sua preservação ambiental, em detrimento da adequada delimitação natural através dos divisores de água ou divisores topográficos.

Porém, mesmo com todas as definições estabelecidas de forma natural, o homem tem apropriado das bacias hidrográficas para a execução de projetos.

Em seus estudos, Santos (2004) diz que os limites pedológicos, geológicos e hidrológicos da bacia hidrográfica não são considerados pelas atividades antrópicas, e isso acaba prejudicando a melhor definição da mesma como uma área de planejamento, seja em escala municipal, estadual ou até mesmo nacional.

Essas ações, bem como as suas consequências observadas na área de determinada bacia podem ser avaliadas de forma indissociável (VITTE e GUERRA, 2004).

Nesse mesmo sentido,Christofolletti (1980) afirma que as ações antrópicas são responsáveis por degradar a bacia hidrográfica, bem como o ambiente em virtude do atendimento às necessidades socioeconômicas, e deixando assim a preocupação pelas práticas de preservação em segundo plano.

É preciso considerar que a bacia hidrográfica não deve ser intocável, porém deve-se utilizá-la de forma sustentável, de forma que suas características físicas sejam consideradas.

Para Hammes (2002), o estudo de uma bacia hidrográfica dentro de uma visão ambiental deve considerar, além dos fatores físicos/naturais, os outros aspectos de sustentabilidade, tais como o econômico, o social, o cultural e político, de forma que considere as características de cada localidade. Além disso, os estudos territoriais da

bacia podem ser delimitados em áreas menores, como rios, ribeirões ou córregos, que são considerados micro-bacias.

Considerar essas ações sustentáveis significa garantir uma maior durabilidade de uso, bem como a dinâmica entre os elementos da bacia. Um destes mecanismos, por exemplo, é a relação entre a vazão e o comportamento das nascentes, sobretudo da cobertura vegetal, que pode estar ou não em estado de degradação. Para Rodrigues e Carvalho (2004) as nascentes ou cabeceiras das bacias hidrográficas, responsáveis pela disponibilidade de água para os rios, devem ser preservadas, objetivando sua utilização com racionalidade como um princípio maior da sustentabilidade ambiental.

A condição natural de equilíbrio dinâmico vem sendo constantemente alterada pelo homem através do desmatamento, expansão da agricultura, abertura de estradas, urbanização e várias outras atividades que visam o sustento e acúmulo de capital.

Para a elaboração de programas de planejamento e estudos de bacias hidrográficas, são úteis e indispensáveis estudos da evolução do uso do solo (SANTOS; CARDOSO, 2007).

O estudo de uso e ocupação do solo é crucial para o entendimento da bacia, uma vez que o mesmo é o recurso que suporta toda bacia e os seres vivos que nele habitam. A maior e melhor variedade dos solos e a qualidade de vida de um povo estão intimamente relacionados, uma vez que aí se torna possível desenvolver atividades, tais como: produção alimentícia e matérias-primas fundamentais à habitação, vestimentas, transporte, indústria e outras formas de uso que visem o bem estar físico e mental do referido povo (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

O uso demasiado do solo, bem como a sua exploração desenfreada através de atividades antrópicas como a retirada de vegetação nativa para implantação de pastagens, plantação de culturas diversas, extração minerárias e várias outras atividades têm sido fatores de preocupação para as políticas públicas em todos os níveis, sobretudo de controle ambiental (ARAÚJO et al., 2009).

Por tal motivo, o uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas têm se tornado um tema de muita relevância em diversas áreas da ciência que atuam no sentido de minimizar e garantir uma maior durabilidade dos recursos existentes.

Isso pode ser entendido na leitura de Lima (2000), quando o mesmo afirma sobre a importância do monitoramento da bacia hidrográfica afim de garantir informações sobre as alterações que ocorrem no corpo hídrico, sejam elas desejáveis ou indesejáveis do ponto de vista sustentável.

Para o mesmo autor, as práticas verificadas na bacia podem ocorrer em diferentes escalas: micro, meso e macro. Na microescala pode-se considerar os motivos que comprometem a infiltração de água, como a compactação do solo através do uso de maquinários e pisoteamento de animais, destruição da matéria orgânica e dos microrganismos. Na mesoescla são considerados os empreendimentos, como pontes e estradas, que não consideram as características físicas da bacia e provocam processos erosivos, altamente nocivos à qualidade da água presente nos rios e córregos.

Por fim, na macroescala, de abrangência regional, o indicador de sustentabilidade é a própria disponibilidade de água na bacia, através da entrada e saída de matéria e energia, que influenciam no balanço hídrico.

1.2– A água e barragens artificiais

É inevitável que a partir do momento em que existe a interação entre o homem e a natureza, o sistema natural perca seu equilíbrio, considerando a interdependência dos agentes envolvidos. Neste contexto, as interferências humanas sobre os sistemas naturais têm sido cada vez mais discutidas no mundo globalizado, o que gera preocupações por parte de toda sociedade. Essas interferências podem acarretar em consequências benéficas ou maléficas do ponto de vista político, econômico, social e cultural, sendo que o estudo dessas consequências deve ser analisado de forma que sejam considerados os fatores históricos e culturais da sociedade envolvida, bem como a maneira que essa sociedade se apropria dos recursos naturais da região.

A implantação de empreendimentos agrícolas, canalização artificial de cursos d'água, construção de cidades e reservatórios, são exemplos de como o homem controla o que antes funcionava de forma natural. No entanto, esses empreendimentos são instalados de acordo com a necessidade e viabilidade, considerando as condições de natureza geomorfológica e econômica da região, em que o mesmo será implantado (LEITE; DIAS; ROCHA, 2015).²

² Trecho de trabalho realizado em coautoria com o orientador Marcos Esdras Leite e o mestrando André Medeiros Rocha. Aceito para publicação na Revista Caderno de Geografia, da PUC – MG em 05/07/2015.

LEITE, M. E.; DIAS, L.S.; ROCHA, A.M. Análise da ocupação no entorno da Barragem Bico da Pedra, no Município de Janaúba/MG. Revista eletrônica: Caderno de Geografia. PUC. Belo Horizonte, MG. 2015

Neste sentido, é importante salientar a importância da água, através desses empreendimentos, como fator de sobrevivência para o homem em determinada região. Nos tempos passados as populações viviam em torno dos rios e cursos de água, uma vez que estes eram sinônimos de poder e domínio (REBOUÇAS, 2006).

A água encontra-se distribuída nas mais diversas regiões do planeta Terra, no entanto, somente parte dela é acessível e adequada para as atividades humanas. Como informou Guerra e Cunha (2002) há abundância de água na superfície terrestre, o problema está na sua disponibilidade no lugar e na hora certos. Ainda de acordo com esses autores (2002, 229) “O volume total de água é algo colossal: aproximadamente 1,4 bilhão km³”, mas a distribuição é muito desigual, pois 97% dessas águas são salgadas e a água doce representa apenas 3% do total, e não está disponível, uma vez que 80% dela encontram-se presos nas calotas polares, geleiras e lençóis freáticos. Portanto, resta de fato menos de 1% disponível para o consumo da população mundial, através dos rios, lagos, nascentes e águas subterrâneas.

De acordo com Branco (1998) dos 2,3% de água doce, a maior parte, ou seja, 31 trilhões de toneladas encontra-se retida no solo e no subsolo; cerca de 130 milhões de toneladas constituem os lagos e pântanos e o restante acha-se distribuída na atmosfera e nos rios.

A presença da água na superfície foi imprescindível para organização das pessoas em comunidades, pois foi às margens dos rios que surgiram as primeiras civilizações. Silva (2008, p.06) afirma que “o desenvolvimento da agricultura assim como da sociedade está intimamente relacionada ao controle da água em especial para a prática da irrigação”.

Os rios são recursos indispensáveis para o sucesso econômico, social e ambiental, tendo em vista que as sociedades antigas como os egípcios e os mesopotâmios se formaram ao lado de grandes rios, como o Rio Nilo, fonte de vida para aqueles povos, que viviam da agricultura. Nos períodos de enchentes, esses povos aproveitavam para desenvolver a agricultura nos solos férteis as margens do Nilo.

A partir do momento em que existe a relação ³do homem com os recursos naturais, observa-se a alteração do sistema. Com os recursos hídricos não é diferente. O

³ Para Tres, Reis e Schindwein (2011) “essa relação presente entre o homem e a natureza caracteriza-se como dialética. O homem como ser vivo é gerador e sujeito de uma história, autor e destinatário de regras. Homem e natureza têm um vínculo, sem que, no entanto, se possam reduzir um ao outro.”

homem, de acordo com a sua necessidade, é responsável por diversas alterações no que diz respeito ao funcionamento do meio natural.

Uma dessas alterações é a construção de reservatórios com a finalidade de possibilitar o aproveitamento dos cursos da água. Os reservatórios apresentam formas de contenções diversas e podem ser diques, muros ou barragens, as quais alteram os fluxos de água com os mais diversos fins, dentre eles: irrigação, navegação, abastecimento de água para uma região, geração de energia elétrica, regularização de vazões, controle de enchentes, piscicultura, entre outros. As principais bacias hidrográficas no Brasil foram reguladas pelas construções de reservatórios, os quais isoladamente ou em cascata constituem um importante impacto qualitativo e quantitativo nos principais ecossistemas⁴ de águas interiores (TUNDISI, 2006).

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), através da resolução nº 302/2002, no artigo 2º definiu o reservatório artificial como sendo a “acumulação não natural de água destinada a quaisquer de seus múltiplos usos”.

Para Dias (1999, p.281) as barragens têm como principal finalidade garantir um determinado nível regulado de água. Dessa maneira, pode-se assegurar a navegação e o fluxo necessário para a geração de energia elétrica. Além disso, pode-se garantir o abastecimento público e a irrigação.

Vale ressaltar a importância da construção de reservatórios, nas diversas regiões do Brasil, especialmente no semiárido brasileiro, uma vez que as barragens regulam, armazenam e derivam a água dos rios principalmente para usos domésticos, agrícola, industrial, geração de energia elétrica e controle de cheias, além de uso para recreação, turismo e aquicultura. Sendo assim, grandes barragens atendem a usos múltiplos, uma vez que o uso predominante caracteriza a estrutura e operação do reservatório (BARBOSA; MATTOS, 2006).

Com as construções de barragens, há contenção do excesso de água que poderia provocar enchentes a jusante, podendo alterar as paisagens estabelecidas pelo homem ou pela própria natureza.

⁴De acordo com De acordo com Aquino (2005), ecossistema é um sistema funcional, delimitado arbitrariamente, onde se dão relações complementares entre os organismos vivos e seu ambiente. É constituído de organismos vivos, que interagem no ambiente, de fatores bióticos, e de componentes físicos e químicos não-vivos do ambiente, como solo, luz, umidade, temperatura, etc., que constituem os fatores abióticos. As relações entre ambos formam a estrutura do sistema, e os processos dinâmicos de que participam constituem a função do sistema.

No processo de construção de um reservatório é necessário o barramento artificial de um vale natural, formando um lago com a finalidade de suprir a demanda de água de determinada região, sendo essencial para garantir abastecimento, principalmente em regiões áridas e semiáridas que apresentam escassez hídrica.

Ao falar sobre impactos causados pela construção de barragens, é importante salientar que estes podem ser de caráter positivo ou negativo. Ao analisar a construção de uma barragem é necessário levar em consideração a compensação de sua instalação, considerando os benefícios e malefícios provocados por ela.

De acordo com Tundisi (2006) os efeitos positivos oriundos da construção de uma barragem em determinada região são: retenção de água regionalmente, aumento do potencial de água potável para o abastecimento humano e de reservas de recursos hídricos, possibilidade de criação de paisagens turísticas e de recreação, aumento da capacidade e potencial de irrigação, controle das vazões anuais e aumento de trabalho para a população local, conseqüentemente, a maior circulação econômica.

Com a oferta de água nas barragens ocorre a concentração de pessoas no seu entorno, por isso, Taoli (2000) disse que, normalmente, com a implantação de uma barragem há o desenvolvimento populacional nas margens do lago e o conseqüente incremento na taxa de urbanização.

Entretanto, Martine (1996) aponta que a partir do processo de construção de barragens ocorrem rápidas e profundas transformações nos meios e modos de vida. Como exemplo esse autor cita o deslocamento compulsório de comunidades, a desestruturação das atividades econômicas e dos mercados de trabalho e de terras. Dessa forma, geram-se a ruptura de teias de relações sociais e conseqüências sobre a qualidade de vida, como o impacto ambiental.

A Lei Nº 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, no Artigo 3º, no inciso III, considera impacto ambiental como resultante de atividades que direta ou indiretamente alteram a qualidade de vida, a citar:

- I – prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II – criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- III – afetem desfavoravelmente a biota;
- IV – afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- V – lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Segundo o Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA, em sua Resolução número 01/86, impacto ambiental é 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 e a qualidade dos recursos ambientais.

Fenker (2007) conceitua dano como sendo prejuízo. Prejuízo corresponde a um desequilíbrio. Diante disso, o impacto ambiental é uma poderosa influência exercida sobre o meio ambiente, provocando o desequilíbrio do ecossistema natural.

Porém, a caracterização do impacto ambiental não se dá apenas por qualquer modificação nas propriedades ambientais e sim as alterações que resultem na perda da capacidade de absorção pelo próprio ambiente, onde são realizados os impactos.

É evidente que os principais impactos ambientais provocados por uma atividade de aproveitamento hídrico estão ligados à construção e operação de estruturas permanentes, como barragens. Entretanto, essas obras também causam impactos ambientais que, apesar de serem de menor magnitude, importância e duração que outros, não são desprezíveis e devem ser levados em consideração (ROCHA; TAMADA, 2006).

Assim, as atividades que causam impactos ambientais no entorno de reservatórios são, segundo o Ministério da Integração Nacional – MIN (2005), início e/ou aceleração de processos erosivos; instabilidade de encostas; mudanças hidrológicas; transporte de sedimentos e assoreamento de cursos d'água; alteração ou eliminação da vegetação existente; aumento da caça predatória; mudanças nos habitats e hábitos da fauna; migração de animais; impactos na fauna aquática; mudanças na vida diária da população residente próximo da obra; exposição da população aos riscos de acidentes; perdas de agricultura, silvicultura e pastagens; aumento no tráfego de veículos, que intensificam a de poluições, dentre outros.

Tanto as condições quanto a qualidade ambiental, segundo Silva (2008), são indispensáveis para a qualidade de vida e satisfação social da comunidade local. Os ganhos econômicos e a melhor produtividade são resultados do uso adequado da água acumulada pelas barragens, principalmente em regiões que se caracterizam pela escassez de água.

A construção de um reservatório é responsável por produzir alterações no que refere ao funcionamento da dinâmica hídrica de uma determinada região, uma vez que o regime lóxico⁵ é substituído pelo regime lêntico⁶, sendo que neste há impactos negativos na qualidade de vida da água (REBOUÇAS, 2006).

Guerra e Cunha (1988) afirmam que a construção de barragens em vales fluviais rompe a sequência natural do rio. Esses autores argumentam que os impactos ambientais registrados nos locais não se limitam às regiões próximas do reservatório e a faixa de inundação, mas também se estende à montante do curso de água.

Conforme Tundisi (2006) as barragens alteram completamente a sustentabilidade do sistema aquático existente e gera um novo sistema com o represamento da água. Dessa maneira, as modificações periódicas provocadas artificialmente por meio de controle mecânico no controle dos níveis de água provocam a instabilidade do sistema, uma vez que o nível de água será modificado, o índice de oxigenação elevará e a matéria orgânica a jusante do curso de água será afetada.

Além das alterações já citadas, a construção de reservatórios acarreta a supressão da vegetação e, conseqüentemente, provoca redução da biodiversidade. Existe, também, a possibilidade de ocorrer a salinização do corpo hídrico devido ao aumento do índice de evaporação. As ocupações desordenadas em torno dos reservatórios, também, podem provocar impactos ambientais, considerando a construção de edificações e o desenvolvimento de atividades secundárias.

No entanto, esses reservatórios podem contribuir para atender à necessidade das populações que vivem em seu entorno, seja para abastecimento humano, dessedentação de animais, e para a prática da agricultura irrigada.

1.3– A agricultura irrigada

O desenvolvimento da agricultura está intimamente relacionado à forma de ocupação do homem no espaço terrestre, a modificação do mesmo para apropriação e, conseqüentemente, para a sua sobrevivência. No entanto, desde os povos primitivos, há levantamentos dos elementos da natureza para avaliar a rentabilidade de funcionamento da agricultura e os seus diversos fins: desde a subsistência até a comercialização de

⁵ Considerado como ecossistemas de águas correntes, como rios, córregos e riachos (REBOUÇAS, 2006)

⁶ Considerado como ecossistemas de águas paradas, como lagos, lagoas e represas (REBOUÇAS, 2006)

culturas. A partir daí é necessário o entendimento da definição de agroecossistemas⁷ para facilitar a compreensão da dinâmica e as inter-relações dos elementos que compõem a agricultura, sobretudo a irrigada.

Definido como “local de produção” – uma propriedade agrícola, por exemplo – o agroecossistema pode ter um tamanho específico, pode ser um campo, uma fazenda, uma vila, uma região ou nação. O conceito de agroecossistema proporciona uma estrutura com a qual se pode analisar os sistemas de produção de alimentos como um todo, incluindo seus conjuntos complexos de insumos, produção e conexões entre as partes que o compõem (CUNHA; HOLANDA, 2006, p.02).

Um agroecossistema apresenta-se com características próprias de cada região, sendo um resultado das variações locais de clima, solos, relações econômicas, da estrutura social e da história.

Dessa forma, Cunha e Holanda (2006, p. 3), afirmam que

Agroecossistemas podem ser definidos como entidades regionais manejadas com o objetivo de produzir alimentos e outros produtos agropecuários, compreendendo as plantas e os animais domesticados, elementos bióticos e abióticos do solo, rede de drenagem e de áreas que suportam vegetação e vida silvestre. Os agroecossistemas incluem, de maneira explícita o homem, tanto como produtor como consumidor, tendo, pois, dimensões socioeconômicas, de saúde pública e ambiental.

Nesse mesmo raciocínio, “o agroecossistema é uma denominação dada aos sistemas rurais, referindo-se agroecossistemas “semi-domesticados” que se situam num gradiente entre uma série de ecossistemas que sofreram um mínimo de impacto humano” (PASSOS; PIRES, 2008, p. 3). Para Holanda (2003) um agrossistema é um sistema aberto, interagindo com a natureza e com a sociedade.

Essa relação é bastante pertinente aos estudos da Geografia, se considerar a mesma como sendo a ciência que estuda o espaço em sua totalidade. Para Santos (1979, p.10) o espaço reproduz a totalidade através das transformações determinadas pela sociedade, modos de produção, distribuição da população, entre outras necessidades e desempenham funções evolutivas na formação econômica e social.

Para Conway, citado por Cunha e Holanda(2006), os sistemas ecológicos alterados pelo homem com finalidade de produção de alimentos para a manutenção da vida e de garantias econômicas são considerados como agroecossistemas, os quais

⁷É um ecossistema preparado para receber atividades agrícolas – sendo portanto um ecossistema domesticado, no qual há a preocupação em converter energia e matéria visando a produção de culturas alimentícias que servirão para manutenção e prosperidade dos grupos humanos (WORSTER, 1990).

apresentam elevadas complexidades, especialmente na interação que envolve os processos naturais e socioeconômicos.

Nesse ponto de vista, é válido analisar os agroecossistemas, dentro de geossistemas⁸, que de acordo com Sotchava (1977), podem ser definidos como sistemas territoriais naturais, conforme a abrangência geográfica. Podendo ser um subsistema local, de menor abrangência, pertencente a um geossistema de escala planetária.

Nessa visão, em termos de sistema, os agroecossistemas, se posicionam na interface entre os sistemas naturais e sociais, sendo que não somente agem como fonte de *inputs* (entrada), mas também como dreno de *outputs* (saída).

Sotchava (1977) afirma que o sistema buscará o equilíbrio de sua estrutura, uma vez que este se encontra em constante movimento, com entradas e saídas de matéria e energia. As modificações nos elementos ou unidades do sistema interferem no seu equilíbrio natural, podendo ser causadas por fatores naturais, ações ou interferências antrópicas. As interferências nos sistemas, segundo Guerra e Cunha (2002), provocam internamente constantes ajustes nos elementos das formas e processos associados, em função das mudanças de entrada e saída de energia, uma vez que a ruptura desse equilíbrio ocorre quando o estímulo exterior apresenta magnitude suficiente, ultrapassando a capacidade de absorção e dessa forma o sistema se modifica de forma espontânea para alcançar o novo equilíbrio.

Nesta perspectiva, é possível considerar um projeto de irrigação como um agroecossistema que possui suas particularidades e funciona de acordo com a quantidade de matéria e energia movimentadas no seu interior. Sendo assim, um projeto de irrigação é um sistema aberto que apresenta entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) de matéria com o objetivo de manter a funcionalidade do mesmo.

Nessa mesma visão, Mazoyer e Roudart (2008) dizem que um agroecossistema possui uma organização entendida a partir da composição de vários subsistemas, como a horta, as áreas cultiváveis, as pastagens e as florestas. Por ser assim, cada um funcionará de acordo com suas características específicas e, conforme a sua finalidade, tanto para os homens quanto para os animais.

Já a Política Nacional de Irrigação, através da Lei nº 6.662, de 25 de junho de 1979, define um projeto de irrigação como “o conjunto de atividades de

⁸Para Christofolletti (1995), geossistema pode ser qualquer unidade que inclui a totalidade de organismos em uma área interagindo com o meio ambiente físico, de modo que o fluxo de energia promove a permuta de materiais entre os componentes vivos a abióticos.

planejamento, execução, administração, operação e manutenção, visando ao aproveitamento agrícola dos recursos de água e solo em determinada área”.

Além de garantir a sobrevivência dos animais e dos homens, desde os tempos passados até os dias atuais a agricultura exerce fundamental importância no desenvolvimento econômico e social das nações. No passado contribuiu de forma decisiva através de suas funções clássicas, abastecendo as populações urbanas com alimentos baratos, liberando mão-de-obra para o processo de industrialização, gerando divisas e contribuindo para a movimentação de capital (SILVA, 2008).

De acordo com Mello e Silva(2009), a irrigação é uma das mais antigas ciências aplicadas praticadas pelo homem e foi responsável pelo desenvolvimento de várias civilizações, uma vez que o controle sobre os recursos hídricos e a condução de água para as áreas de produção de alimento representou o pilar para a sustentação econômica de algumas sociedades.

Para Mafra (2003), o desenvolvimento da agricultura e a domesticação de animais foram as duas principais forças que permitiram que a humanidade passasse de seu estágio nômade e primitivo para seu estágio moderno. O destino de qualquer projeto agrícola para as sociedades primitivas estaria fundamentalmente ligado à disponibilidade de água. Muitas sociedades que foram se desenvolvendo tiveram na irrigação um instrumento fundamental para viabilizar os seus projetos agrícolas.

A aplicação da água de forma artificial tem como objetivo suprir a necessidade hídrica por parte das espécies vegetais que apresentam como tendência o crescimento e a produção de frutos.

O desenvolvimento da prática de irrigação, feito sob controle do capital remonta às mais antigas civilizações e continua sendo utilizado, estudado e aperfeiçoado ainda hoje por várias nações do mundo, notadamente pelas economias desenvolvidas, pertencentes ou não ao mundo capitalista (CARVALHO, 1988).

De acordo com Mello e Silva (2009) os homens primitivos que viveram antes de Cristo já dependiam da técnica de irrigação em áreas áridas como no deserto Saara, através do Rio Nilo, no Egito; na Mesopotâmia, através das águas dos rios Tigres e Eufrates; na China, por meio do rio Amarelo e na Índia, onde os rios Ganges e Indu desempenhavam importante papel de irrigar as áreas de produção de alimentos. Nessas civilizações, era comum o represamento de água em diques, porém, com o desenrolar dos tempos e como o avanço tecnológico, novas práticas de irrigação surgiram e foram espalhadas por todas as partes do mundo.

A irrigação desenvolvida nas mais diversas regiões estaria ligada a atuação do homem que começou a manipular e ao mesmo tempo alterar a natureza para satisfazer seus próprios interesses, mesmo não tendo consciência dos impactos provocados pelos seus próprios atos. O surgimento dessa ciência está relacionado às necessidades que foram surgindo quando o homem que havia se fixado a terra necessitou de uma disponibilidade de recursos hídricos maior do que aquela que ele poderia obter prontamente da natureza (NOGUEIRA, 1996).

Ainda conforme Nogueira (1996), a partir do momento em que o homem transitava por regiões com escassez de recursos hídricos surgiu a necessidade do desenvolvimento de uma agricultura através da aplicação de água de forma artificial, com maior eficiência.

A partir do crescimento populacional e conseqüentemente, o aumento da demanda por alimentos, o homem começou a especular sobre as possibilidades agrícolas de áreas secas, entretanto, nas áreas que poderia ter acesso a outras fontes de água além da chuva, e que pudessem ser utilizadas para sustentar a atividade agrícola. Dessa forma a irrigação foi a descoberta que permitiu o aproveitamento daquelas áreas impróprias para a agricultura, em função de seus baixos índices de pluviosidade anual.

Atualmente, a prática da agricultura irrigada tem sido importante para o abastecimento de produtos agrícolas nas áreas urbanas, considerando o rápido crescimento demográfico pelo qual a sociedade passou. A agricultura irrigada tem trazido também um dinamismo ao entorno dos projetos de irrigação. A irrigação permite contornar os problemas das secas, diminuir as incertezas em relação à agricultura, o que permite maior estabilidade financeira aos irrigantes e a região em que esta se desenvolve. O processo de irrigação permite também um aumento da disponibilidade de terras agricultáveis e da diversidade de vegetais.

Para o desenvolvimento de uma agricultura irrigada é necessário levar em consideração as características edafoclimáticas da região, especialmente as climáticas e do solo.

A dependência de água para as práticas agrícolas irrigadas é mais sensível às variações climáticas do que as necessidades industriais e estruturais, uma vez que a alteração climática de determinado local pode provocar conseqüências irreparáveis para a produtividade. Os longos períodos de estiagem reduzem a quantidade de água disponível para as culturas plantadas e favorecem para a diminuição da umidade do

solo. O contrário acontecerá se o índice de precipitação (importante elemento do clima) for considerado satisfatório para o atendimento das culturas irrigadas (IPCC, 2001).

A atividade é um viés que possibilita esse desenvolvimento e qualidade social da população local ou regional, uma vez que a mesma contribui de forma significativa, direta e indiretamente, gerando emprego e renda em função da mão de obra empregada na implantação e funcionamento dos projetos de irrigação. Além da economia dinamizada através da agricultura, a construção de barragens também garante como fator positivo a possibilidade de lazer e turismo.

A interação homem-meio ambiente nos agroecossistemas irrigados, considerando a utilização dos recursos naturais, é a base essencial para o processo de desenvolvimento regional. Portanto, é de substancial importância compreender a relação da sociedade local com a apropriação dos citados recursos.

Conforme Costa e Cavalcanti (1998, p. 19),

O desenvolvimento regional é resultado da interação entre três tipos de processos: o primeiro refere-se à adoção territorial de recursos como um elemento motor de desenvolvimento. O desenvolvimento de uma região depende de sua participação relativa no uso desses recursos nacionais, pelos quais as regiões competem, explícita ou implicitamente. Outro aspecto considera relevantes os efeitos implícitos ou indiretos das políticas macroeconômicas e setoriais. Em terceiro lugar o desenvolvimento de uma região depende de sua organização social, o que implica a capacidade de internalizar regionalmente o próprio crescimento, isto é, de reter uma proporção significativa do crescimento gerado pelo crescimento econômico e de reinvesti-lo na região.

Mello e Silva (2009) reforçam que a agricultura irrigada é capaz de proporcionar boa qualidade de vida para população onde a mesma é implantada, principalmente em regiões carentes, através da melhoria em emprego e renda, ou seja, através dos impactos socioeconômicos.

Cavalcanti e Costa (1998) afirmam que um projeto de irrigação resulta em diversos benefícios para a região em que o mesmo será instalado, tais como: aumento de emprego e renda, dinamização da economia e aumento da competitividade em virtude da maior diversificação na produção. Todos esses benefícios, sem dúvidas, cooperam para a manutenção do Produto Interno Bruto local, ou seja, essas forças geradas pela agricultura irrigada agem no mesmo sentido de acelerar os efeitos multiplicadores sobre a economia regional. Outro aspecto importante no processo desenvolvimentista é o fato de que a irrigação favorece a implantação de políticas de desenvolvimento regional,

uma vez que as altas produtividades permitem a produção de alimentos e matérias primas em áreas menores e em condições que favorecem uma renda estável.

Portanto, é importante salientar que a agricultura irrigada enquanto estratégia para o desenvolvimento regional deve ter os objetivos bem definidos, com vistas à criação de mecanismos que propiciem a consolidação do processo de crescimento para as regiões que apresentem condições favoráveis para investimentos. Nesse processo, é importante observar a capacidade de internalizar os benefícios gerados pela agricultura, ou seja, em reter os excedentes gerados e transformá-los em acumulação do capital, o que garante uma rentabilidade regional.

A partir do momento em que os investimentos na agricultura irrigada se tornam significantes para a região, as vantagens locais para novos investimentos vão se intensificando, atraindo outras atividades relacionadas aos demais setores da economia. Entre os investimentos que surgem a partir da agricultura, é importante citar a infraestrutura do sistema, tais como: energia, vias de ligação (estradas e rodovias), saneamento, serviços de habitação, lazer, educação e saúde. Por esses resultados, a agricultura irrigada promove impactos positivos no que diz respeito aos aspectos socioeconômicos que devem ser estudados com o propósito de manter a harmonia do sistema.

Entretanto, deve-se considerar que a agricultura, como qualquer outro empreendimento, possibilita a geração de impactos ambientais.

1.4 – Impactos ambientais

Além de se considerar todas as condições físicas e químicas que constituem o meio ambiente, bem como os ecossistemas que garantem a vida ao homem, é preciso considerar na análise ambiental as realidades espaciais e temporais. Tais realidades podem ser históricas, quando relacionadas ao processo de formação cultural e natural do meio em virtude das atividades impostas pelos interesses humanos e podem ser sociais, na medida em que o homem se organiza em grupos sociais, produzindo bens e serviços voltados para o atendimento da “necessidade e sobrevivência de sua própria espécie” (EMIDIO, 2006,p. 127).

O espaço geográfico está a todo o momento em processo de transformações relacionadas ou impostas por ações antrópicas que podem ser danosas quando não

administradas corretamente. Tais danos podem ser encarados como impactos ambientais, que de acordo com Custódio (1995, p.47)

O termo impacto ambiental ou impacte, do latim *impactus* (do verbo *impingere* - atirar, lançar, quebrar uma coisa na outra, com a noção de impelindo contra, arremessando com ímpeto para o outro) tanto em seu sentido próprio como no figurativo significa choque de um corpo com outro, algo que se quebra de forma violenta em decorrência de uma “colisão”, com quebras evidentemente danosas.

Os impactos ambientais, nesse sentido, podem ser definidos como os resultados da ação antrópica sobre a natureza a partir da necessidade de atender aos seus diversos interesses.

Guerra e Cunha (2002, p.219) afirmam que “aprimípio, qualquer atividade humana causa impactos ambientais. Por conseguinte, a exploração de recursos naturais tem causado uma gama variada de danos ambientais.”

Guerra (2003, p.350), define os impactos ambientais como uma série de modificações causadas ao meio ambiente, influenciando na estabilidade dos ecossistemas. Os impactos ambientais podem ser negativos ou positivos, mas nos dias de hoje, quando a expressão é empregada, já está mais ou menos implícito que os impactos são negativos. Os impactos podem comprometer rios, lagos e a própria qualidade de vida do ser humano.

De acordo com Guerra e Cunha (2002, p.17) a interação do homem com o meio ambiente, quer seja ela de forma harmônica ou não, provocará serias mudanças a nível global. Essas mudanças decorrentes da relação histórica sociedade-natureza, tem gerado grandes profundas discussões sobre as questões ambientais em todos os segmentos da sociedade.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), em sua Resolução 01/86 de 23/01/89, define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causado por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetam a saúde, segurança, 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. Portanto, os impactos ambientais estão relacionados à alteração do equilíbrio natural de um determinado sistema.

Dessa forma pode-se afirmar também, que os impactos ambientais ocorrem quando as características e a evolução natural de um ambiente sofrem alterações, em

decorrência de uma intervenção humana. Em outras palavras, fica implícito no conceito de impactos, que devem ser observadas as diferenças entre a situação atual resultante da evolução de um ambiente após a realização de uma intervenção antrópica, e aquela que seria esperada, se a intervenção não tivesse ocorrido, levando em consideração o conhecimento prévio da situação inicial.

As atividades antrópicas sobre o meio modificam os aspectos naturais, alterando o equilíbrio dos elementos do sistema, uma vez que instalando em determinado lugar, inevitavelmente o homem provocará alterações através de construções ou de implantação de empreendimentos que tenham como objetivo o desenvolvimento local ou regional.

Para Tauk (1995, p.35) “todo e qualquer empreendimento constitui-se em uma atividade transformadora do meio ambiente”. Quando instaladas as atividades transformadoras, podem-se prever algumas modificações dentro do ecossistema, considerando que os recursos naturais serão transformados pela ocupação territorial, ou seja, pela intervenção antrópica e novos elementos próprios das atividades produzidas pelo homem também farão parte dos sistemas, assim construindo novas relações no geossistema.

A variedade de sistemas produtivos utilizadas por muito tempo tem sido substituída pela especialização, preferencialmente com a adoção de produção por escala, defendida por agrônomos e economistas, que argumentam que esse processo pode ter o mesmo sucesso alcançado nos processos industriais. A elevada produção nas áreas de monoculturas que utilizam um aparato de insumos poderia ser comparada a fábricas funcionando a céu aberto, com a produção a todo vapor. No entanto, logo perceberam que a agricultura, diferentemente da indústria, depende diretamente dos limites naturais, e por ser assim, não pode ser facilmente controlada. (LUSTOSA, 2003)

Ainda segundo Lustosa (2003, p. 282), a substituição de ecossistemas complexos e diversificados, particularmente nas regiões tropicais, por sistemas produtivos extremamente simplificados, como são as monoculturas, provocou uma série de impactos econômicos e ambientais.

Os solos são fundamentais para o desenvolvimento da agricultura irrigada e, por sua vez, vão apresentar suas características de acordo com as definições do sistema em que estão inseridos, considerando até mesmo a ação antrópica.

As características dos solos variam muito em vários aspectos. Algumas delas se modificam rapidamente sob qualquer interferência, enquanto que outras se mantêm

inalteradas, mesmo em condições adversas. A textura de um solo, por exemplo, não sofre alterações, entretanto a sua composição química e biológica varia com uma facilidade muito maior, provocando subsequentes efeitos em sua estrutura e drenagem (GUERRA; CUNHA, 2003).

Alguns dos problemas gerados a partir da implantação de grandes empreendimentos agrícolas estão relacionados ao comportamento dos solos, tais como a compactação do solo em função da utilização de equipamentos e maquinários pesados; desequilíbrio dos nutrientes do solo decorrentes de adubações realizadas sem levar em consideração a necessidade da relação planta – solo; esgotamento do solo decorrente de plantios sucessivos sem reposição de nutrientes químicos e/ou orgânicos; a perda dos e/ou erosão do solo devido à atuação de fatores naturais e antrópicos.

O ser humano, ao utilizar todos esses mecanismos em prol de seus benefícios poderá provocar inúmeras alterações, como a erosão, que por sua vez interfere na duração geomorfológica, encurtando-a e acelerando em muito um processo natural (GUERRA; CUNHA, 2003).

As propriedades de solo que influenciam a erodibilidade são aquelas que afetam a infiltração, permeabilidade, a capacidade às forças de dispersão, salpico, abrasão e transporte pelo escoamento. A redução da erosão vai depender do tipo de cultura de cultura e manejo adotado, quantidade de chuvas, fase do ciclo vegetativo, entre outras variáveis. O processo erosivo leva a perda de nutrientes e matéria orgânica, alteração na textura, estrutura e queda nas taxas de infiltração e retenção de água, que como consequência reduz a produtividade das culturas e ainda contribui para a poluição de fontes hídricas (BERTONI; LOMBARDI, 1993).

O sistema hídrico é outro geotopo que sofre interferência dentro do agroecossistema. Nos últimos três séculos, as atividades humanas têm aumentado a sua influência sobre as bacias de drenagem e, por conseguinte, sobre a rede de drenagem (GUERRA; CUNHA, 1998).

A degradação dos recursos hídricos traz consequências sociais, econômicas e ambientais, uma vez que interfere no equilíbrio dinâmico natural, altera as espécies da fauna e flora. Essa degradação provoca modificações na qualidade de vida ao contribuir para o surgimento de doenças oriundas da má qualidade da água ou por sua falta, além disso, o desenvolvimento regional pode ser enfraquecido ao prejudicar a implantação de indústrias, agricultura irrigada e atividades como a pesca e o turismo (GUERRA; CUNHA, 1998).

A destinação de substâncias químicas e poluentes nas águas superficiais ou subterrâneas pode resultar na má qualidade da água e morte de espécies aquáticas e até mesmo humanos devido à presença de substâncias tóxicas. Esses tóxicos ambientais podem ser os resíduos sólidos e líquidos, hidrocarbonetos, entre outros. Além da poluição através dos tóxicos ambientais, o desmatamento é outro tipo de situação que acarreta em sérios danos para os corpos hídricos. A degradação da mata ciliar deixa as encostas de rios e córregos desprotegidos, facilitando a erosão e,consequentemente, o assoreamento. É importante destacar que a ausência de vegetação em virtude do desmatamento também diminui a absorção de água para o lençol subterrâneo ou freático.

A identificação de todos os impactos citados neste tópico pode contribuir para a minimização das consequências futuras em diversas áreas. Os estudos podem ser feitos a partir de trabalhos de campo ou através das geotecnologias, que permitem a visualização de impactos em diferentes superfícies, inclusive aquelas de difícil acesso.

1.5 As Geotecnologias

O conjunto de tecnologias utilizadas nos estudos geográficos através da coleta, processamento, análise e oferta de informações com referencial é denominado geotecnologias ou geoprocessamento. A sua utilização visa a melhoria nos estudos ambientais que podem resultar em tomadas de decisão nas suas mais diversas finalidades.

Para o funcionamento das geotecnologias é necessário a combinação entre *hardware*, *software* e *peopleware*, os quais são poderosas ferramentas para se chegar aos objetivos envolvidos nos estudos. Entre as geotecnologias pode-se considerar: sistemas de informação geográfica, cartografia digital, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global e a topografia (ROSA, 2005).

Ainda sobre a utilidade das geotecnologias, Flitz (2008) diz que as mesmas são tecnologias modernas que estão relacionadas à geociência e áreas afins, que contribuem para a descoberta e organização do espaço geográfico, através de ações de planejamento, pesquisas científicas, processos de gestão e outros mais.

Dentre as geotecnologias pode-se destacar: sistemas de informação geográfica, cartografia digital, sistema de posicionamento global, aerofotogrametria, topografia clássica e o sensoriamento remoto. Este último é a técnica de obtenção de informações

sobre um corpo, espaço ou fenômeno, através da análise de dados coletados por aparelhos chamados de sensores, que não entram em contato físico com os alvos em estudo (VETTORAZZI, 1992).

Em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas - SIG as operações de geoprocessamento visam a maior facilidade, segurança e agilidade referentes ao monitoramento, planejamento e tomada de decisão relativos ao espaço geográfico (ROSA, 2005). Diferentemente das atividades desenvolvidas pelo homem desde os primórdios, como a agricultura e armazenamento de água, as geotecnologias são consideradas técnicas modernas por apropriarem de elementos da informática.

A utilização da informática no auxílio do estudo geográfico ocorreu no final da Segunda Guerra Mundial, quando aconteceu uma verdadeira revolução na Geografia (LEITE, 2006). A partir daí, os pesquisadores da Geografia e demais áreas ganharam uma nova metodologia que permite uma maior aplicabilidade de seus estudos através da obtenção de dados georreferenciados.

Liu (2006) afirmou que a construção de um banco de dados digitais georreferenciados é crucial para que um SIG alcance seu objetivo nas diversas aplicações. A escolha, obtenção e armazenamento de dados padronizados em escalas compatíveis facilitam aos usuários sua utilização.

Rossetti (2007) afirma que a utilização combinada das tecnologias de Sensoriamento Remoto e dos Sistemas de Informações Geográficas permite uma abordagem analítica e de integração de dados em estudos diagnósticos de interesse geográfico.

Na concepção de Leite (2011), o sensoriamento remoto trata do processo de aquisição de imagens de um determinado espaço, através da radiação eletromagnética gerada pelo sol, pela Terra ou por fontes artificiais que é emitida por determinados objetos que compõem este território (solo, vegetação, hidrografia, edificações, e outros) e captada por sensores instalados em aviões ou satélites.

Assim, o sensoriamento remoto é de crucial importância para a análise do uso e ocupação do solo, como demonstrado nesta dissertação, uma vez que, na concepção de Veloso (2014) é uma técnica de grande aplicabilidade e potencialidade nas análises espaciais, possibilitando mensurar, medir e estudar os elementos do meio ambiente em diferentes escalas espaciais e temporais.

Para Rodrigues (2000), o estudo do uso e ocupação do solo a partir do uso do sensoriamento remoto é de fundamental importância para a sociedade, governamental

ou não. O planejamento, administração, monitoramento e preservação de áreas ambientais, por exemplo, apresentam grande complexidade, e por isso se faz necessário o uso dessa tecnologia. Evidentemente que são necessários agentes capacitados para complementar as funções exercidas pelo software, que sozinho não pode realizar estudos e muito menos tomar decisões.

No mesmo sentido, Demarchi(2010) destaca quanto à produção de mapas de uso do solo, a classificação digital de imagens de sensoriamento remoto tem sido uma metodologia amplamente adotada, de modo a contribuir com os estudos e análises ambientais.

Um desses estudos é o comportamento de bacias hidrográficas, mencionada nos tópicos anteriores.

Para Chuerubim e Pavanin (2013, pág. 238),

A utilização de Geotecnologias como o Sensoriamento Remoto contribui para que seja possível identificar, caracterizar e mapear diferentes tipos de uso e ocupação do solo. Nesta perspectiva, a adoção de uma bacia hidrográfica como objeto de estudos, permite correlacionar diferentes variáveis ambientais e antrópicas que possibilita avaliar de forma qualitativa e quantitativa áreas destinadas a preservação ambiental, bem como seu atual estágio de degradação, além de zonas de expansão urbana, que nos permite conhecer mais detalhadamente o espaço em que estamos inseridos.

Para as mesmas autoras, que contribuem com a fala anterior de Rodrigues (2000), o mapeamento e análise do solo em bacias hidrográficas não podem ser fundamentados apenas a partir da utilização de imagens de satélites artificiais. O pesquisador deve, com muito cuidado, estudar e, se possível, realizar um trabalho de campo para conhecer suas características e a partir daí conhecer os processos que ocorrem na mesma e até mesmo os que poderão existir no futuro, conforme o contexto.

2 – METODOLOGIA

Para atingir os objetivos propostos neste trabalho foi definida uma metodologia de trabalho dividida em três etapas. A primeira delas consistiu na elaboração de um mapeamento da bacia hidrográfica do Gorutuba em escala multitemporal, através de imagens obtidas por satélites, que permitiu a análise comparativa do uso do solo, como já mencionado na introdução; a segunda etapa é o mapeamento do uso do solo no entorno da barragem do Bico da Pedra, considerando a área correspondente ao raio de 1km a partir do corpo hídrico. A última etapa refere-se ao mapeamento e levantamento de dados socioeconômicos do projeto de Irrigação do Gorutuba, e dos municípios de Janaúba e Nova Porteirinha.

A metodologia para a caracterização e mapeamento de categorias de uso do solo baseou-se em Rosa (2003), que define as seguintes etapas: elaboração de um mapa base que contenha os limites da área de estudo, drenagem, coordenadas, rodovias, etc; elaboração de uma chave de fotointerpretação; interpretação visual preliminar das imagens; podendo assim estabelecer uma associação entre o que se identificou nas imagens, com as correspondentes unidades existentes no terreno.

Além dos processos de mapeamento de uso e ocupação do solo nas referidas áreas, foi necessário o levantamento bibliográfico a partir de autores de obras que tratam sobre as temáticas mencionadas no referencial teórico. Posteriormente foram realizadas incursões de campo em áreas de interesse da pesquisa. Concomitantemente, aconteceram entrevistas em órgãos públicos e privados que disponibilizaram dados que foram analisados, tabulados e descritos no presente estudo.

2.1 Mapeamento da bacia hidrográfica do Gorutuba

Para o mapeamento do uso e ocupação do solo foram escolhidos os anos de 1985, 2000 e 2015. O ano-referência de 1985 foi escolhido por ser a década subsequente à construção da Barragem Bico da Pedra de implantação do Perímetro de Irrigação do Gorutuba. Os demais anos obedecem aos intervalos de 15 anos, sendo 2015 o ano-referência de início da pesquisa de campo.

No mapeamento e classificação do uso do solo na bacia do Gorutuba nos anos de 1985, 2000 e 2015, foram realizadas várias etapas e materiais relacionados às geotecnologias, conforme representado na Tabela 1.

Tabela 01: Etapas metodológicas e materiais para mapeamento da bacia do Gorutuba

Nº	ETAPAS	Software	Referências
1	Aquisição das Imagens	-	INPE/ USGS
2	Pré-Processamento: Composição de Bandas, Correção Geométrica ou Georreferenciamento, Mosaico e Reamostragem	ArcGIS 10.2.1	
3	Fotointerpretação, Definição das Classes de Uso e Definição da Chave de Interpretação	-	
4	Extração da bacia de Estudo (Alto Gorutuba)	ArcGIS 10.2.1	Conforme metodologia de Jenson e Domingue (1988). A saber: Correção Hidrológica, Fluxo de Direção, Fluxo de Acumulação, Identificação do Pour Point e Extração da Bacia
5	Recorte da Área de Estudo	ArcGIS 10.2.2	
6	Geração dos Subprodutos: Índices de Vegetação (LAI e LAI) e Hipsometria	ArcGIS 10.2.3	Huete (1988) e Allen, Tasumi e Trezza, (2002)
7	Coleta de Amostras e Análise Espectral	ENVI 5.0	
8	Aplicação da Classificação Supervisionada Árvore de Decisão	ENVI 5.0	ENVI (2014)
9	Geração da Matriz de Confusão e Coeficiente KAPPA	ENVI 5.0	

No mapeamento foram utilizados os seguintes *softwares*:

- ✓ ArcGIS 10.2.1, no qual foi feito o processamento das imagens; extração e recorte da bacia, mais precisamente a porção do alto rio Gorutuba, à montante da barragem Bico da Pedra, onde foram identificados os diferentes usos; e geração de outros produtos, como Índices de Vegetação (LAI e LAI) e Hipsometria.
- ✓ ENVI 5.0, licenciado para uso na Universidade Estadual de Montes Claros para coleta e amostra espectral; aplicação da Classificação Supervisionada Área de Decisão e Geração da matriz de Confusão e Coeficiente Kappa.

- ✓ Microsoft Office Excel 2016, utilizado para a elaboração e organização dos dados gerados.

Optou-se pela aquisição de imagens com alta resolução espectral que permitisse a escolha das classes de uso do solo. A aquisição das mesmas se deu através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e do *site* do *United States Geological Survey* (USGS), como descrito na Tabela 2.

Foram utilizadas as imagens dos Satélites Landsat 5 (Sensor TM) e Landsat 8 (Sensor OLI) da Órbita/Ponto 218/71 dos períodos de Inverno/Outono e Verão dos anos referência 1985, 2000 e 2015. Além disso, usou-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) oriundo da missão SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) disponibilizados pela Empresa Brasileira de Agropecuária - EMBRAPA relevo.

Tabela 02: Data das Imagens (Órbita-Ponto) empregadas no Mapeamento

Órbita/Ponto	218/71	
Ano Referência	Período 1	Período 2
1985 (Landsat 5, Sensor TM)	08/05/1985	16/09/1986
2000 (Landsat 5, Sensor TM)	02/04/2001	03/08/1999
2015 (Landsat 8, Sensor OLI)	03/01/2015	12/06/2015

Fonte: INPE e USGS

Com a intenção de facilitar a identificação das classes de uso de solo na Bacia do Gorutuba foi desenvolvida uma chave de interpretação, como exposto na Tabela 3, na qual são considerados os padrões, textura e forma geométrica das imagens para a obtenção dos padrões característicos de interpretação de cada classe considerada:

Classe 1 – Vegetação natural: Cerrado com padrão de cor verde médio a escuro e textura lisa a rugosa; Floresta Estacional Decidua com cor umbrado escuro, textura lisa a rugosa e forma regular a irregular, a exemplo do cerrado; e Floresta semidecidual com tom de verde claro, textura lisa a intermediária e forma irregular;

Classe 2 – Projeto de irrigação: Apresenta padrão de cor verde claro brilhante, de textura lisa e forma regular;

Classe 3 – Eucalipto: Padrão de cor verde claro, textura lisa e forma regular;







Classe 4 – Corpos hídricos: Cor preta, textura lisa e uniforme, e forma irregular e curvilínea;

Classe 5 – Pastagem: Padrão de cor rosa claro a escuro, textura lisa e forma regular a irregular;

Classe 6 – Mineração: Roxo claro a escuro, textura irregular a rugosa e forma irregular;

Classe 7 – Área urbana: Apresenta padrão de cor roxo claro a escuro, de textura irregular e forma irregular.

Tabela 3 – Chave de interpretação

Classes de Cobertura	GERRADO	FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL	FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL
Padrões Característicos de Interpretação	Padrão de Cor: Verde Médio a Escuro Textura: Lisa a Rugosa Forma Geométrica: Regular a Irregular	Padrão de Cor: Umbró Escuro Textura: Lisa a Rugosa Forma Geométrica: Regular a Irregular	Padrão de Cor: Verde Claro Textura: Lisa a Intermediário Forma Geométrica: Irregular e Curvilíneo
Exemplo: Composição Colorida RGB 543			
Classes de Cobertura	PROJETO DE IRRIGAÇÃO	EUCALIPTO	CORPOS HÍDRICOS
Padrões Característicos de Interpretação	Padrão de Cor: Verde Claro Brilhante Textura: Lisa e Uniforme Forma Geométrica: Regular	Padrão de Cor: Verde Claro Textura: Lisa e Uniforme Forma Geométrica: Regular	Padrão de Cor: Preto Textura: Lisa e Uniforme Forma Geométrica: Irregular e Curvilíneo
Exemplo: Composição Colorida RGB 543			
Classes de Cobertura	PASTAGEM	MINERAÇÃO	ÁREA URBANA
Padrões Característicos de Interpretação	Padrão de Cor: Rosa Claro a Escuro Textura: Lisa/Uniforme a Intermediária Forma Geométrica: Regular a Irregular	Padrão de Cor: Roxo Claro a Escuro Textura: Intermediária a Rugosa Forma Geométrica: Irregular	Padrão de Cor: Roxo Claro a Escuro Textura: Intermediária a Rugosa Forma Geométrica: Irregular



Para conferência da qualidade da classificação das imagens de satélite foram elaboradas matrizes de confusões para cada ano (1985, 200 e 2015), como representado nas Tabelas 4, 5 e 6. Prina e Tratin (2015) afirmam que a matriz de confusão é o meio de analisar a qualidade obtida em uma classificação digital de imagem a partir da relação existente entre as informações dos dados de referência, que são entendidos como reais, com os dados que foram classificados. É válido ressaltar que essa representação pode ser obtida a partir de amostras de treinamento com os dados classificados, como tem sido utilizado em muitos trabalhos científicos, em virtude da inexistência de dados de referências, e por isso, difícil de se proceder conforme a primeira situação.

Após a construção da matriz de confusão, é possível gerar o coeficiente de Kappa. É uma variável que retrata o índice ou grau de concordância dos dados obtidos, o que gera, assim, um comportamento de confiabilidade e precisão dos dados que foram digitalmente classificados (PERROCA; GAIDZINSKI, 2003). O resultado obtido pelo coeficiente Kappa, varia no intervalo de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo a 1, melhor a qualidade dos dados classificados.

Nas tabelas 4, 5 e 6 estão expressos os valores da matriz de confusão e os coeficientes de Kappa obtidos nas classificações da bacia do Gortuba, nos anos de 1985, 2000 e 2015, respectivamente.

Tabela 4 - Matriz de Confusão – 1985

Classes	Vegetação	Urbano	Pastagem	Irrigação	Eucalipto	Água	Outros	Total
Vegetação	110							110
Urbano		47	1					48
Pastagem	22	4	102			2		130
Irrigação				52				52
Eucalipto					105			105
Água	1					142		143
Outros	17	5	14	1		2	50	89
Total	150	56	117	53	105	146	50	677

Acurácia Geral 89,81% (608/677) e Coeficiente *Kappa* 88,48%

Tabela 5 -Matriz de Confusão – Ano 2000

Classes	Vegetação	Urbano	Pastagem	Irrigação	Eucalipto	Água	Outros	Total
Vegetação	115							115
Urbano		48	1					49
Pastagem	23	2	62					87
Irrigação	1			74				75
Eucalipto					71			71
Água						91		91
Outros	11	3	13	2		1	50	80
Total	150	53	76	76	71	92	50	568

Acurácia Geral 89,96% (511/568) e Coeficiente *Kappa* 88,49%

Tabela 6: Matriz de Confusão – Ano 2015

Classes	Vegetação	Urbano	Pastagem	Irrigação	Eucalipto	Água	Mineração	Outros	Total
Vegetação	143		4			2	2		151
Urbano		70	4						74
Pastagem	15		71						86
Irrigação	3			90					93
Eucalipto					100				100
Água						95			95
Mineração							38		38
Outros	12	4	13	2		4		50	85
Total	173	74	92	92	100	101	40	50	722

Acurácia Geral 91,00% (657/722) e Coeficiente *Kappa* 89,77%

Nota-se que, nas três classificações os índices de Acurácia Geral e Coeficientes de Kappa apresentaram valores acima de 88%, o que expressa a grande confiabilidade e concordância nos dados gerados para análises da bacia, como será feito nos resultados e discussões.

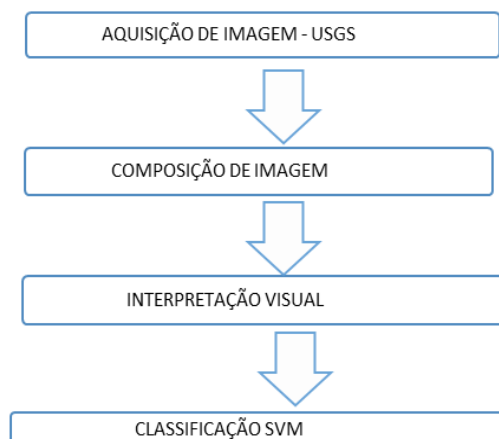
2.2 - Projeto Gorutuba

Para elaboração dos mapas de uso do solo do Projeto de Irrigação do Gorutuba foi utilizado imagem de satélite Landsat8 de Setembro de 2014 – órbita218/72, adquirida no site do *United States Geological Survey (USGS)* no qual utilizou o método

de classificação supervisionada, como demonstrado através do fluxograma, na Figura 1. Para tanto, utilizou-se nesse trabalho o classificador Support Vector Machine – SVM.). Os algoritmos de aprendizagem de máquina (SVM) têm por finalidade determinar os limites de decisão que resultam em separação ótima entre as classes definidas a partir da minimização dos erros. Os citados algoritmos são técnicas computacionais de aprendizado para o reconhecimento de padrão durante a classificação, na qual o máximo de classes pode ser separado em sua forma máxima. Os últimos estudos têm considerado o SVM como um grande aliado para as classificações supervisionadas a partir de dados de sensoriamento remoto (PEREIRA;CENTENO, 2013).

Nesse contexto de extração dos dados de uso e ocupação da terra, o Sensoriamento Remoto destacou-se como ferramenta que permite a identificação de diferentes classes. Para o procedimento de classificação, inicialmente foi realizada uma interpretação visual da imagem sendo escolhidas as classes de uso do solo predominantes, como água, pastagem, área urbana, solo exposto e o principal interesse que é a área agrícola do Vale do Gortuba, especialmente a bananicultura. Os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), por sua vez, foram utilizados para manipulação de bases cartográficas, análise espacial do perímetro e confecção de mapas e funções de análise. Por isso, os *softwares* empregados no decorrer da pesquisa possuem algoritmos para manipulação de imagens de satélites através de programas computacionais como o ArcGIS 9.3.

Figura 01 - Fluxograma de classificação de imagem do Vale do Gortuba



Fonte: DIAS, 2015

Para complementar as etapas anteriores foi necessário validar os dados em campo. Por isso, a terceira etapa foi composta pela visita *in loco* em algumas áreas do perímetro Irrigado do Gorutuba, onde foram feitas análises de distribuição espacial das áreas agrícolas e todas as infraestruturas (agrovilas, canais de irrigação e estradas), bem como registro fotográfico da área de estudo.

2.3 Uso do solo no entorno da barragem Bico da Pedra

Para confeccionar os mapas de uso do solo e das edificações no entorno da represa a ideia era comparar a ocupação em distâncias sequenciais de 1 km, entretanto, ao gerar os dados notou-se que há presença de construções apenas na área com até 1 km de distância da represa. Portanto, neste trabalho foi definido como área de interesse o espaço com raio de 1 km do corpo d'água da barragem.

Nesse contexto de extração dos dados de uso e ocupação da terra, o Sensoriamento Remoto destacou-se como ferramenta que permitiu a detecção das edificações de forma ágil e com precisão compatível com a escala de trabalho. Os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), por sua vez, foram utilizados para manipulação de bases cartográficas, análise espacial da distribuição das edificações e confecção de mapas e funções de análise. Por isso, os *softwares* empregados no decorrer da pesquisa possuem algoritmos para manipulação de imagens de satélites, quanto dados vetoriais e alfanuméricos, sendo esses programas computacionais o ArcGIS 10.1, o SPRING 4.3.3 e o Google Earth PRO.

Com relação às imagens utilizadas no trabalho, embora produtos orbitais da série temporal Landsat se destaquem no âmbito de estudos espaciais, os alvos de estudo da presente pesquisa, as edificações no entorno da represa do Bico da Pedra, estão em escala grande e, por essa razão, requer imagens de alta resolução espacial para sua identificação. Assim, optou-se pelo uso do *software Google Earth PRO*, que preenche tal requisito ao disponibilizar imagens de alta resolução na área de estudo, além de ser gratuito.

O mosaico de imagens utilizadas na interface do Google Earth PRO para identificação das edificações é datado de setembro de 2013, observando que a análise multitemporal das ocupações do entorno da represa não pôde ser efetuada devido o mosaico de imagens dos anos anteriores para a área de estudo serem de períodos diferentes. A lâmina d'água da represa, utilizada como parâmetro para definição da área

de interesse, foi extraído por meio de técnica de vetorização realizada no ArcGIS, sendo utilizado nesse caso específico imagens do sensor Operacional Terra Imager (OLI) do satélite Landsat 8 (órbita-ponto 281-071) do mês de maio de 2013. Esse sensor fornece uma banda com resolução espacial de 15 metros, no modo pancromático, além disso, há registro de outras oito imagens em diferentes intervalos espectrais, sendo a resolução geométrica dessa de 30 metros.

O mapeamento do uso do solo empreendido posteriormente foi realizado a partir do uso do *software* SPRING, por dispor especificamente da ferramenta de segmentação da imagem. A segmentação da imagem constituiu etapa que antecedeu o processo de classificação supervisionada, na qual os pixels são agrupados de forma automática, em regiões, levando em consideração os critérios similaridade e descontinuidade dos tons de cinza da imagem (SANTOS, PELUZIO e SAITO, 2010). Em seguida, dispendo das regiões, as amostras das quatro classes identificadas (Solo Exposto/Pastagem, Água, Vegetação e Cultivo) foram coletadas e, posteriormente, aplicou-se o classificador por região Bhattacharya. Considerado os resultados obtidos, o uso conjugado dos métodos apresentados mostrou-se mais eficiente e, por isso, optado em relação aos outros classificadores disponíveis no *software* ArcGIS.

Em vista do suporte teórico e técnico fornecido pelas duas etapas anteriores, a terceira etapa constituiu a análise espacial da distribuição das edificações no entorno da represa, podendo ser avaliadas as possíveis razões do adensamento e suas consequências, sobretudo ambientais. Ao final, para validação do levantamento de edificações e classificação do uso do solo, foi realizada a visita *in loco* e registro fotográfico da área de estudo.

2.4–Caracterização da área

A bacia hidrográfica do Gorutuba, área principal deste estudo, está inserida na bacia hidrográfica do rio Verde Grande, na mesorregião Norte de Minas Gerais. A bacia do rio Verde Grande, por sua vez, encontra-se inserida na bacia principal do rio São Francisco.

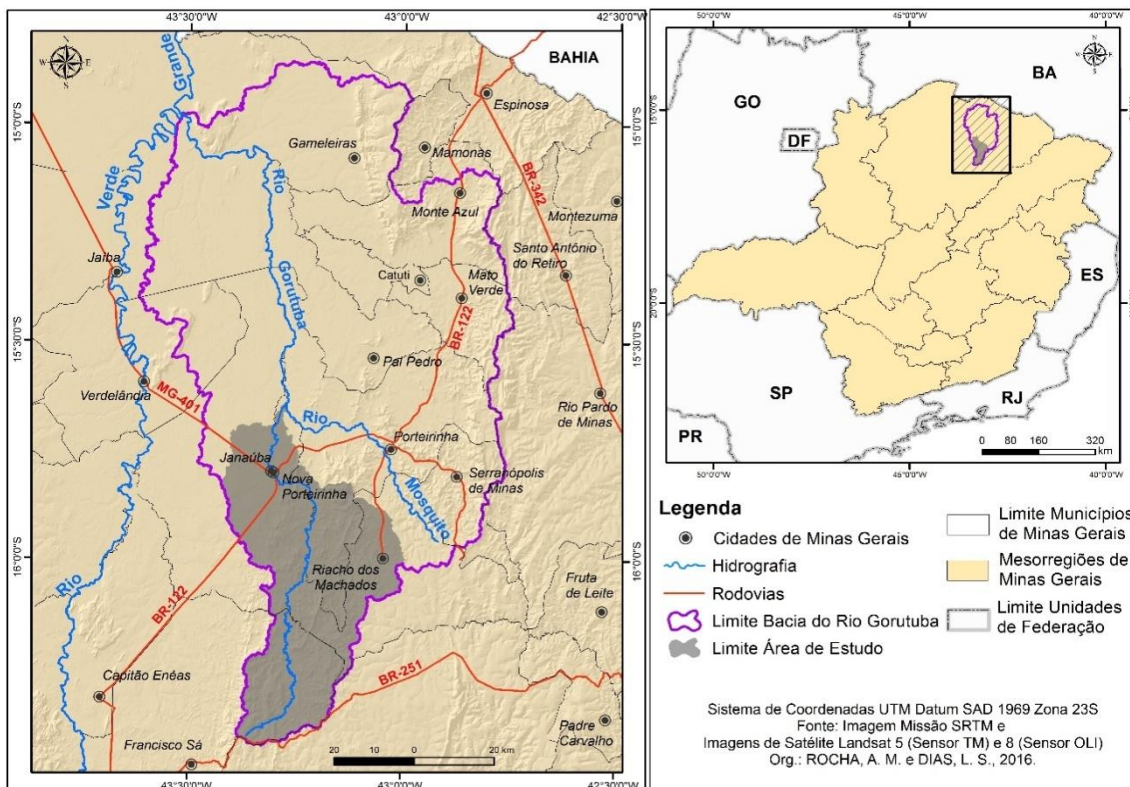
Segundo o IBGE (2015) a bacia hidrográfica possui uma área de 9.862,7 km² e abrange quatorze municípios, a saber: Francisco Sá, Janaúba, Riacho dos Machados, Serranópolis de Minas, Nova Porteirinha, Porteirinha, Pai Pedro, Mato Verde, Catuti, Monte Azul, Jaíba, Verdelândia, Gameleiras e Mamonas. O principal corpo d'água que

drena as águas que afluem na bacia é o Rio Gorutuba, que tem a sua nascente no município de Francisco Sá – MG, especificamente nas coordenadas geodésicas à 16° 24. 999' sul do Equador e 043° 21. 938' Oeste de Greenwich.

Com altitude máxima é de 1.090 m, a bacia sedistancia aproximadamente 1 Km da BR 251, à 29 km do Distrito de Catuni, e aproximadamente a 24 km de Francisco Sá, sede do município.

O rio Gorutuba percorre 245 km desde a sua nascente até a foz, passando pelos municípios de Francisco Sá, Janaúba, Porteirinha, Nova Porteirinha, Gameleiras e Jaíba, onde deságua no rio Verde Grande, como mostrado na Figura 2.

Figura 2: Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Gorutuba



No mapa de localização estão evidenciados os limites municipais que abrangem toda a bacia hidrográfica do Gorutuba, porém a área de análise desenvolvida neste trabalho é a área do médio e alto curso da bacia, sobretudo a porção localizada à montante da barragem Bico da Pedra, uma vez que o interesse é observar as mudanças verificadas nesta área da bacia e os impactos presentes na barragem Bico da Pedra Projeto de Irrigação do Gorutuba.

A Tabela 7 corresponde às áreas municipais inseridas na bacia hidrográfica do Gorutuba.

Tabela 7 – Área dos municípios na bacia hidrográfica do Gorutuba

Nomes Municípios	Área(km²)
Francisco Sá	2.751,17
Grão Mogol	3.891,25
Janaúba	2.179,90
Nova Porteirinha	121,08
Porteirinha	1.781,50
Riacho dos Machados	1.313,76

Através da análise da Tabela 7 é possível notar a maior participação do município de Grão Mogol na Bacia do Gorutuba com uma área de 3.891, 25 km², enquanto que o município de Nova Porteirinha apresenta 121,08 km² de extensão dentro da área de estudo. No entanto, o rio Gorutuba corta a sede dos municípios de Nova Porteirinha e Janaúba, e é responsável por abastecer a população, os projetos de irrigação, além de ser símbolo cultural e turístico para ambos. Daí a maior importância do rio para estes municípios em relação aos demais inseridos na bacia.

Quanto às características físicas da área de estudo, pode-se dizer que a bacia do rio Gorutuba encontra-se inserida entre os paralelos 14° 50' e 16° 10' de latitude Sul e os meridianos 43° 05' e 43° 40' de longitude oeste. Localizando-se numa área de regime hidroclimatológico irregular, com períodos de estiagem prolongados, com inverno seco e verão chuvoso, sendo que esse período chuvoso concentra-se basicamente entre os meses de novembro a abril, o que caracteriza a tipo climático Aw de Köppen (NUNES, 2003).

A bacia hidrográfica do Gorutuba faz parte da região do semiárido brasileiro, com clima predominante Aw nas nascentes e BSw do médio até a foz, segundo a classificação de Köppen. Essa característica apresentada pela bacia se traduz em pluviosidade baixa e altas temperaturas médias anuais.

Conforme a classificação climática de Thornthwaite, observada em mapa organizado pelo Centro de Estudos e Convivência com o Semiárido – CECS, (ANEXO A), existem dois tipos climáticos que predominam na bacia do Gorutuba, a saber, o Subúmido Seco e Semiárido.

De acordo com Nunes (2003, p. 20), a região na qual está inserida a bacia do Gorutuba apresenta os maiores valores de evapotranspiração, além da baixa capacidade pluviométrica, que se concentra especialmente entre os meses de novembro a abril. Ao relacionar essas características naturais, percebe-se que os valores médios anuais de deficiência de água no solo aproxima-se de 430 mm.

No que se refere à geomorfologia, a região de nascentes do Gorutuba, está localizada em área de relevo acidentado, tendo dezenove vertentes que contribuem para formar o corpo d'água do curso principal da bacia (MMA/GESCOM, 2008, p. 10 e 11). De acordo com as informações inseridas no mapa de padrões e forma de relevo do norte de Minas Gerais, organizado pelo Centro de Estudos e Convivência com o Semiárido – CECS, (ANEXO B), percebe-se que a geomorfologia da área é bastante variada, sendo

quena área da nascente encontramos os Degraus Estruturais, Domínios de Colinas, Domínios de Morros e Serras Baixas e pouca presença de chapadas e Platôs. No entanto, no restante da bacia pode-se observar a existência de Tabuleiros em evidência, Planícies Fluviais, Superfícies Aplainadas, Planaltos e Baixos Platôs.

Referindo-se a pedologia da área da bacia do Gorutba, segundo mapa organizado pelo Centro de Estudos e Convivência com o Semiárido – CECS, (ANEXO C), observa-se que existe uma variação quanto à ocorrência de solos como Afloramento rochosos, Neossolos Litolólicos e Flúvico, Latossolos Vermelho e Vermelho-Amarelo, Cambissolo Háptico e Argissolo Vermelho-Amarelo. Especificamente na área da nascente, há predomínio de Afloramentos rochosos e uma pequena porção de Latossolo Vermelho.

Nas porções elevadas do relevo localiza-se o primeiro complexo, com o predomínio de Latossolos Vermelho-Amarelo álico e distrófico, com horizonte A de fraco a moderado (LVa 34), cuja vegetação primária dominante é a caatinga hipoxerófila arbustivo-arbórea pouco densa, com trechos nos quais apresenta-se mais aberta em transição com o cerrado. No entanto, encontram-se inclusões de outros solos como o Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e eutrófico; Areias Quartzosas Álicas e distróficas, Cambissolo eutrófico, Solos Litólicos distróficos e Podzólicos Vermelho-Amarelo eutrófico.

A observação do mapa de vegetação, organizado pelo Centro de Estudos e Convivência com o Semiárido – CECS (ANEXO D), permite notar que a vegetação presente na bacia do Gorutuba é o Cerrado, com variações vegetacionais de Caatinga, Campo Cerrado, Campo, Cerrado e a Floresta Estacional Decidual. Na região da nascente observa-se o predomínio principalmente do Campo Cerrado e Cerrado.

A região compreendida pelo Vale do Rio Gorutuba, que abrange as cidades de Janaúba, Nova Porteirinha, está inserida na Mesorregião Norte de Minas

De acordo com a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba - CODEVASF (2006), as condições climáticas da mesorregião norte de Minas (Figura 2) limitam o desenvolvimento de uma agricultura de sequeiro forte e sustentável. Por esse motivo, não apresenta restrições para a produção de culturas tropicais. A principal limitação é a deficiência em recursos hídricos, principalmente nos meses de seca que impossibilita a prática agrícola. Entretanto, a estrutura química e física do solo e a inserção de projetos de irrigação transformaram a região no mais

importante pólo de produção de fruticultura do Estado de Minas Gerais, o que contribui para a atração de recursos fundamentais para a economia local.

Alguns dos municípios, como Pirapora, Jaíba, Janaúba e Nova Porteirinha se destacam pela concentração de perímetros públicos de irrigação, tais como o Perímetro Pirapora, Jaíba, Lagoa Grande e Pirapora(NUNES *et. al.*, 2005). Reis *et. al.* (2012, p.1106) mencionam que “a irrigação é uma prática agrícola com uso intensivo de tecnologia, que coloca o recurso produtivo da água sob controle do agricultor, eliminando riscos de perdas ocasionadas por estiagens e secas”.

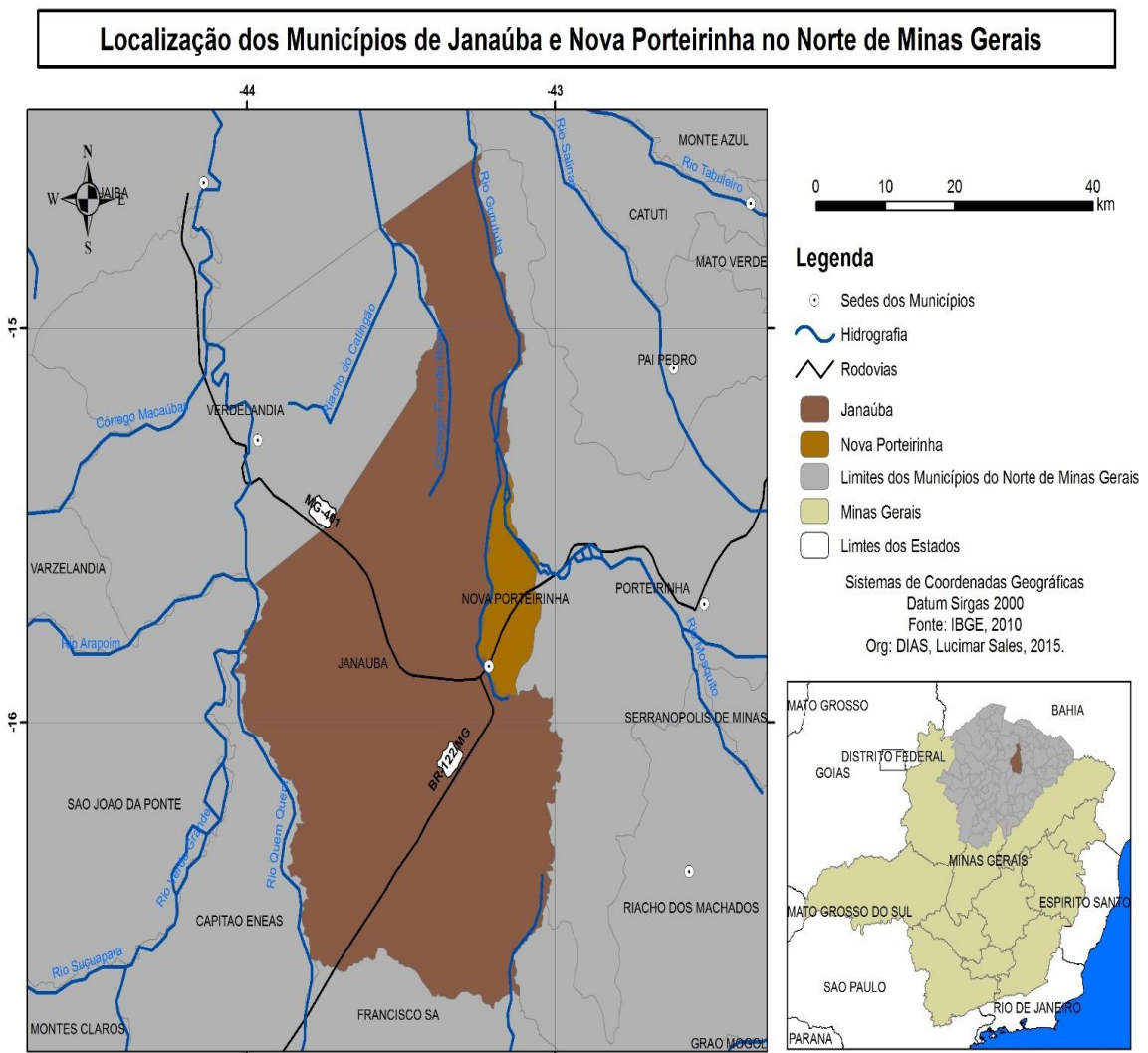


Figura 3: Mapa de localização dos municípios de Janaúba e Nova Porteirinha

Fonte: IBGE, 2010. Org. DIAS, 2015

Conforme dados da CODEVASF (2006), os municípios de Janaúba e de Nova Porteirinha, como demonstrados na figura 3, estão localizados em uma região historicamente carente de fontes alternativas de investimentos, foram caracterizados por uma economia sustentada num setor pecuário de alta concentração na estrutura de posse da terra e por uma produção agrícola reservada à agricultura familiar, com ou sem posse da terra, com baixo excedentes de produtos comercializáveis.

Ainda, de acordo com a CODEVASF (2006), o algodão era uma das principais culturas na região. No entanto, com a crise provocada pela disseminação da praga do “Bicudo”, este tipo de produção foi drasticamente reduzido na região. E as tentativas de se introduzir a cultura comercial da mamona, mesmo com incentivo governamental não foram adiante em função da rentabilidade de exploração. Restou, então, ao produtor, notadamente ao pequeno produtor, a produção de culturas de subsistência, que também pela escala de produção e riscos de estiagem, mostrou-se insuficiente para manter a qualidade de vida das famílias no campo, restando como única opção o êxodo rural para regiões mais desenvolvidas.

O Município de Janaúba

A região onde hoje é o município de Janaúba foi habitada em 1.872 pela família de Francisco Barbosa. Foi fundada uma fazenda e ao lado foi construída uma casa embaixo de uma frondosa gameleira, que o deu nome à comunidade que ali se formou. Mais tarde, chegaram a região Antônio Catulé, Américo Soares de Oliveira e Mozart Mendes. Com a chegada da estrada de ferro, Gameleira eleva-se para distrito e passa a chamar Janaúba. Em 1948 torna-se município, desmembrando de Francisco Sá.

Conforme a CODEVASF (2007), os primeiros habitantes de Janaúba foram um povo cafuzos ou “caboré”, mescla de índios tapuias, quilombolas e de negros fugidos do cativeiro, que se estabeleceram na região do vale do Gorutuba, tornando-se gorutubanos.

O município de Janaúba acha-se localizado na mesorregião do Norte de Minas Gerais, entre as coordenadas geográficas: 15°47'50” latitude Sul e 43°18'31” longitude Oeste e limita-se ao norte com o município de Jaíba, a noroeste com Varzelândia, a oeste com Capitão Enéas e São João da Ponte e ao Sul com Francisco Sá., a sudeste com Riacho dos Machados e a leste e nordeste com Porteirinha e Nova Porteirinha. A área de abrangência do município é de 2.181,32 km². Compõe-se, atualmente, de quatro

distritos, oito povoados e 25 bairros e sua população, segundo dados do IBGE, em 2015 é de 70.886 habitantes.

A economia de Janaúba é essencialmente baseada no setor de serviços que responde por 66% do PIB municipal, seguido pelo setor industrial com 18,83% e pelo setor agropecuário 18,55%. Conforme o IBGE (2015), o setor industrial, ainda, incipiente, mas com potencial de crescimento significativo, apresenta pequenas empresas com destaque para as cerâmicas na produção de tijolos e telhas, além da pequena indústria madeireira, produzindo caibros, ripas, portas e janelas. No setor alimentício destaca a torrefação de café, laticínios, padarias e confeitarias, o setor químico com a fabricação de produtos de limpeza e o setor têxtil, por sua vez, com a confecção de roupas e moda íntima.

No que diz respeito à infraestrutura, o município apresenta redes hoteleiras, hospitais para atendimento à população, corpo de bombeiros, polícia militar e civil, além de contar com as rodovias MG – 122 e MG – 401 que dão acesso aos municípios vizinhos.

O município se destaca por suas tradicionais festas como o São João Gorutubano e a Exposição Agropecuária, além da motivação turística atraída pelo lago da barragem do “Bico da Pedra”.

O município de Nova Porteirinha

Em dezembro de 1968, o Senhor Bertolino José Serafim reuniu com a família para debaterem e elaborarem o loteamento da fazenda mais próxima de Janaúba e também do rio Gorutuba. Com a construção da ponte sobre o rio e a construção da estrada de rodagem o loteamento tornou-se concretizado.

Em outubro de 1982, Nova Porteirinha passou a categoria de distrito e em 21 de dezembro de 1995, a cidade foi emancipada e desvinculada do município de Porteirinha. Segundo dados do IBGE (2015), a área do município corresponde a 120.943 km², e nos dados disponíveis pelo citado instituto, a população registrada é de 7.632 habitantes.

A área urbana do município faz divisa com o município de Janaúba, limitado pelo Rio Gorutuba e essa proximidade geográfica entre os dois municípios permite as relações e dependências econômicas, além dos serviços como atendimento médico e educação em rede privada de ensino.

De acordo com IBGE (2015), as principais atividades econômicas exercidas no município estão relacionadas ao setor primário, com destaque para a agropecuária, extração vegetal e pesca, advindos da ocupação e exploração do Perímetro de Irrigação do Gorutuba.

Acham-se presentes no município o Distrito de Irrigação do Gorutuba - DIG, a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do Parnaíba e do São Francisco – CODEVASF e, ainda, a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG e a Faculdade do Vale do Gorutuba – FAVAG. A cidade conta também com serviços da Companhia Energética do Estado de Minas Gerais - CEMIG e da Companhia de saneamento de Minas Gerais – COPASA, além dos serviços de limpeza pública e educação, que são de responsabilidade da prefeitura Municipal.

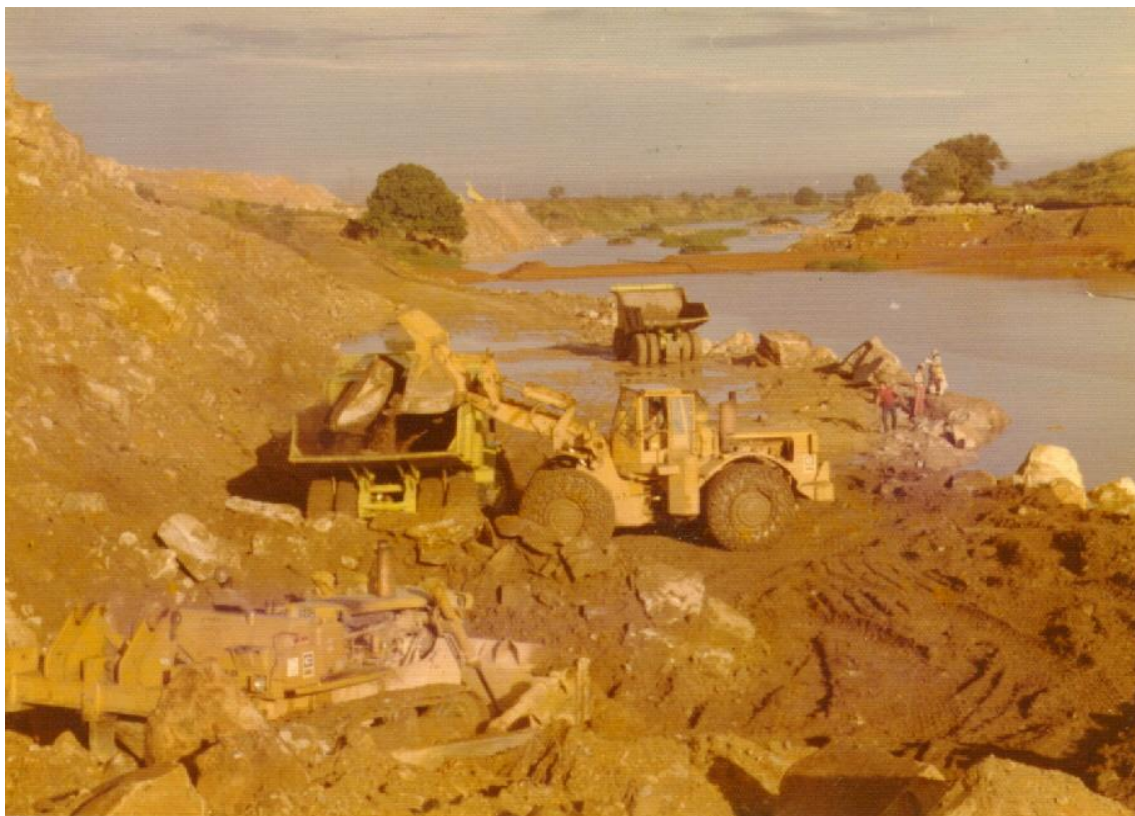
A Barragem Bico da Pedra

Em 1969, após estudos aerofotogramétricos na bacia hidrográfica do Rio Gorutuba, o Departamento Nacional de Obras Contra a Seca - DNOCS e a Secretaria de Estado da Agricultura de Minas Gerais realizaram vários estudos socioeconômicos e planejamentos para a região do Vale do Gorutuba, objetivando o acúmulo de água através do reservatório e, conseqüentemente, a implantação de um perímetro de irrigação que trouxesse desenvolvimento para a região.

Em 1972, foi feita a desapropriação de uma área de 740 hectares, mediante Decreto nº 71.179/72, onde se implantou durante o período de 1975 a 1977, um projeto experimental, conhecido como “Área dos 740 ha”, com assentamento de 15 irrigantes, selecionados pelo DNOCS, para o plantio de algodão.

Posteriormente, mediante o Decreto de desapropriação nº 83.187/79, foram desapropriados 10.700 ha para ceder espaço para a implantação do reservatório de água e o Perímetro de Irrigação na margem direita do rio Gorutuba.

Figura 04: Construção da Barragem Bico da Pedra, no vale do Rio Gorutuba em 1977



Fonte: Arquivos da CODEVASF.

A barragem do “Bico da Pedra” (Figura 4), construída sob a responsabilidade da CODEVASF, através da empresa de engenharia - Construtora Gutierrez S.A, encontra-se localizada no vale do Rio Gorutuba, nos municípios de Janaúba, Porteirinha e Nova Porteirinha, entre as coordenadas de $15^{\circ} 48'8''$ e $15^{\circ}54'53''$ de Latitude Sul e Longitude $43^{\circ} 10'19''$ e $43^{\circ}15'45''$ Oeste de Grennwich, como demonstra a figura 05. A construção da barragem, se iniciou em agosto de 1976, sendo concluída três anos depois, em dezembro de 1979.

Figura 05: Mapa de localização da barragem Bico da Pedra, no Norte de Minas Gerais



Fonte IBGE, 2010. Org Rocha e Dias, 2015

Conforme registros e documentos consultados na CODEVASF, trata-se de uma barragem construída em terra (Figura 6), com uma bacia hidráulica de 10.000 hectares, altura de 43,0 metros, e 275,0 metros de comprimento. A vazão média regularizada é de 8,0 m³/s e o volume de água acumulado em sua cota máxima é de 705,6 milhões de

metros cúbicos. A descarga projetada para o sangradouro é de 500 m³/s, com vazão de restituição ao rio de 01 m³/s e vazão disponibilizada para irrigação na ordem de 06 m³/s.

Figura 06: Vista da Barragem Bico da Pedra.



Fonte: CODEVASF, 2007.

Localizada a seis quilômetros de Janaúba, a barragem Bico da Pedra possibilitou a criação do Projeto de Irrigação do Gorutuba, um dos bem mais estruturados projetos de irrigação do país, ocupado, principalmente por grãos e frutas, especialmente a bananicultura. Desde 1993 a barragem é administrada pelo Distrito de Irrigação do Gorutuba – DIG, responsável pela fiscalização, manutenção e segurança no empreendimento.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 O uso do solo na Bacia Hidrográfica do Gorutuba

Através do uso das geotecnologias foi possível fazer um estudo da bacia hidrográfica do Gorutuba em três períodos diferentes, com intervalo de 15 anos, sendo 1985, 2000 e 2015. A escolha desses anos se dá pelos intervalos que garantem observar alterações consideráveis no uso e ocupação do solo e, ao mesmo tempo, por haver disponibilidade de imagens de satélites de alta resolução que permitiram análises e inferências mais precisas.

Assim, após as análises por meio das geotecnologias e realização de campo na bacia do Gorutuba, foram selecionadas oito classes, conforme o quadro 1, que representam o uso do solo na bacia, a citar:

- 1- **Vegetação natural:** toda a vegetação nativa e sem reflorestamento, como cerrado, floresta estacional decidual e semidecidual;
- 2- **Projeto de Irrigação:** área de produção agrícola que faz uso de técnicas de irrigação a partir do recurso hídrico proveniente da bacia do Gorutuba, como Projeto de irrigação do Gorutuba (PIG) e o Projeto Lagoa Grande (PLG), nos municípios de Nova Porteira e Janaúba, respectivamente;
- 3- **Eucalipto:** monocultura para fins econômicos;
- 4- **Corpos hídricos:** representado pelo rio Gorutuba e os seus afluentes, além da barragem Bico da Pedra e demais lagos verificados;
- 5- **Área Urbana:** áreas sedes dos municípios de Janaúba, Nova Porteira e Riacho dos Machados;
- 6- **Mineração:** área de exploração minerária no município de Riacho dos Machados;
- 7- **Pastagem:** áreas preparadas para a prática da pecuária;

8- **Outros:** áreas que são difíceis de ser interpretadas e por não apresentarem grande importância na pesquisa. Um exemplo é o afloramento rochoso.

Quadro1 - Classes identificadas na bacia do Gorutuba

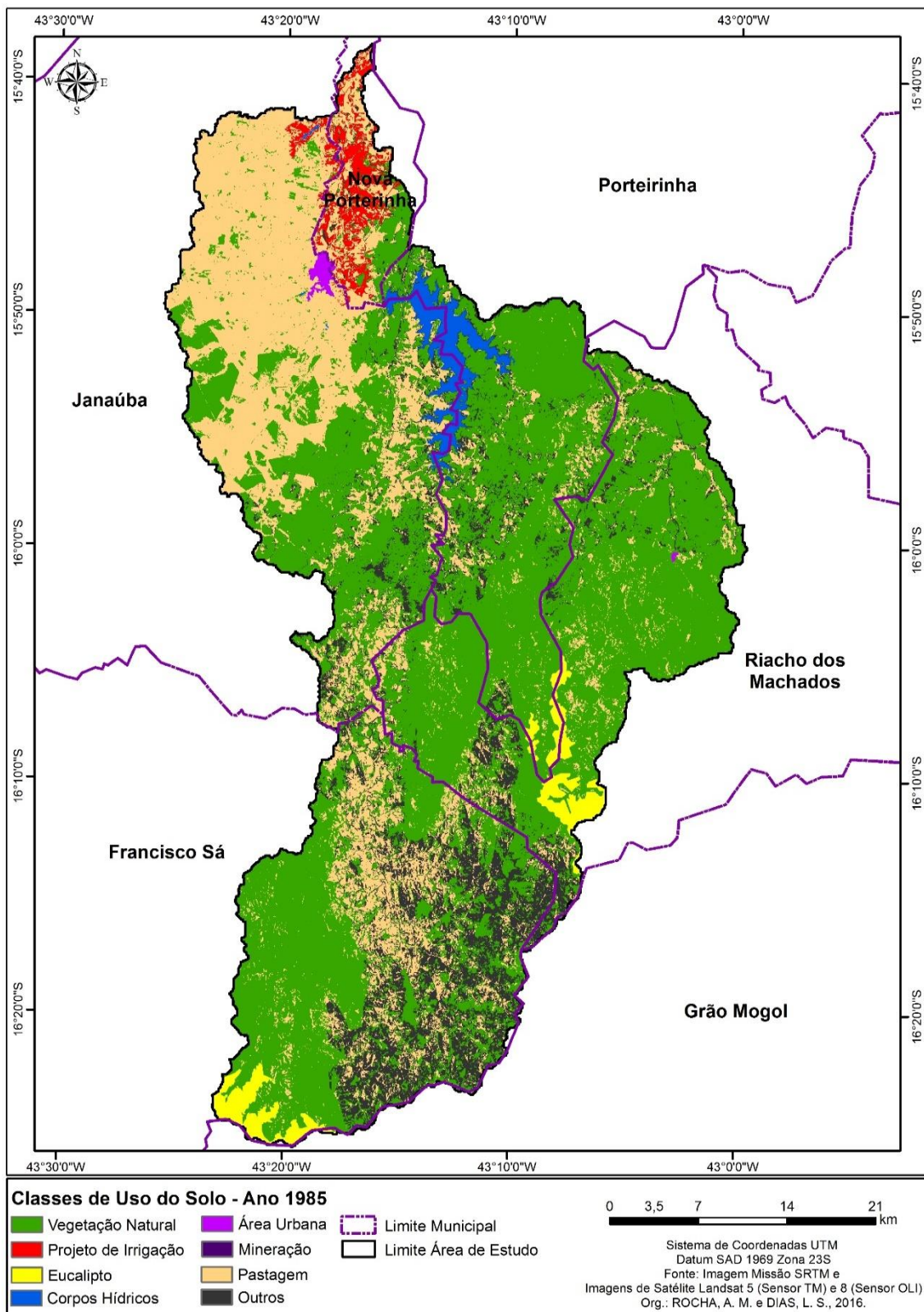
Vegetação Natural	Pastagem
	
Mineração	Corpo Hídrico
	
Eucalipto	Área Urbana
	
Projeto de Irrigação – I	Projeto de Irrigação - II
	

AUTOR: DIAS, 2016

Mesmo com o conhecimento de campo da área de pesquisa, o uso de imagens de satélites permitiu a análise das alterações ocorridas nos três períodos distintos: 1985, 2000 e 2015.

É importante ressaltar que a classe referente à mineração aparecerá apenas na classificação de 2015, uma vez que a atividade minerária tornou-se ativa no município de Riacho dos Machados a partir de março de 2014. A Figura 7 representa a classificação de uso do solo da bacia do Gorutuba no ano de 1985 e a mesma permite a análise de distribuição geográfica dos municípios e seus respectivos usos.

Figura 7 – Mapa de uso do solo da bacia do Gorutuba em 1985



No mapade uso do solo em 1985 é visívela predominância de vegetação nativa,com área de 1.204,15 km² (Tabela 8), que corresponde a 56,7 % de toda bacia, enquanto que a menor classe é de 4,56 km², que representa a área urbana do município de Janaúba, que segundo o IBGE, apresentava no referido ano uma população total de

43.031 habitantes. O uso correspondente ao Projeto de Irrigação equivale a 35,91 km², considerando que o início da instalação das estruturas agrícolas no projeto aconteceu no final da década de 1970 e início de 1980.

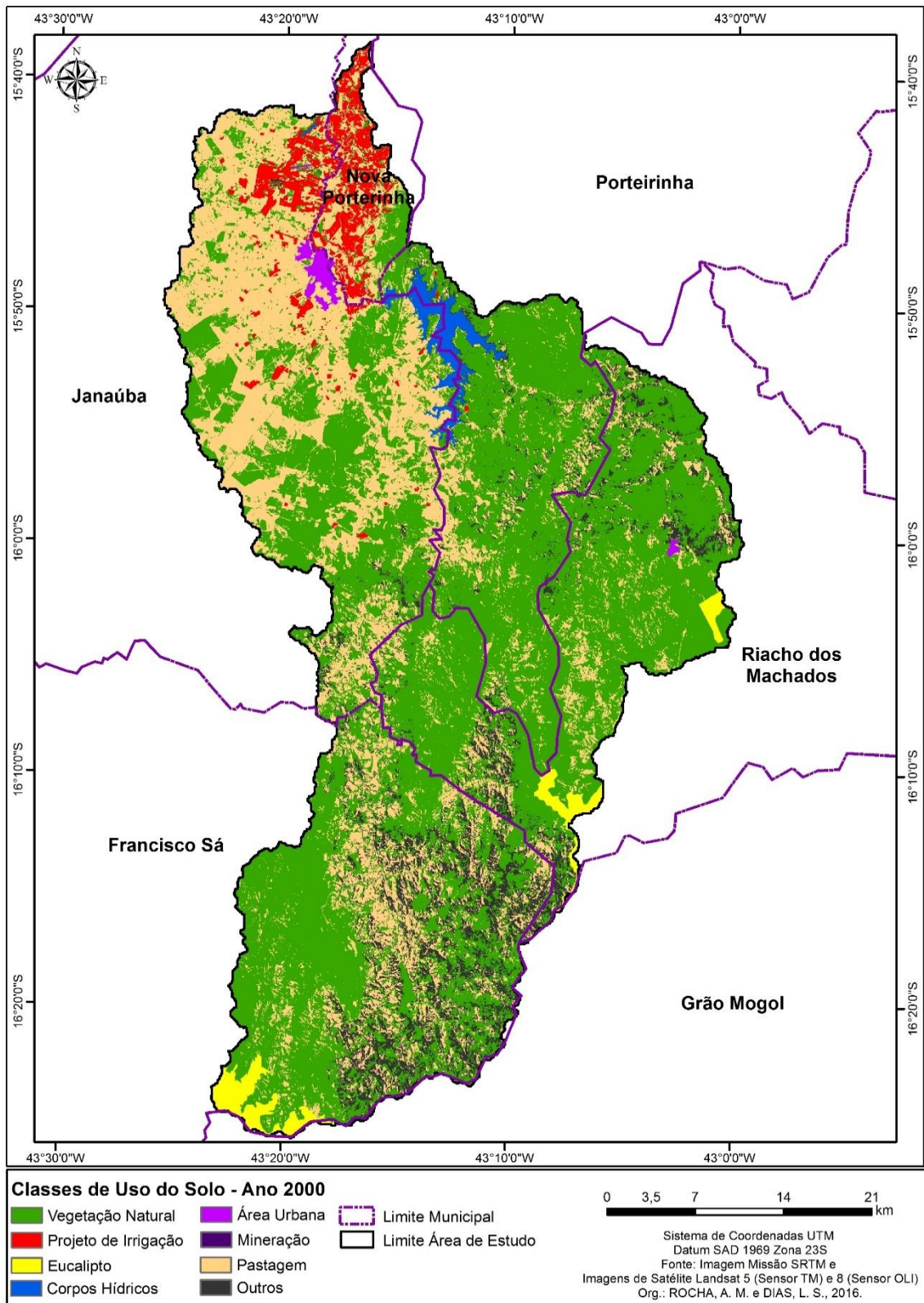
Tabela 8 – Uso do solo da bacia do Gorutuba em 1985

Ano 1985 - Área (km ²) da Bacia de Estudo por Município							
Classes	Francisco Sá	Grão Mogol	Janaúba	Nova Porteirinha	Porteirinha	Riacho dos Machados	Total
Eucalipto	18,34	0,72	0,00	0,00	5,79	18,68	43,53
Outros	146,12	0,64	31,72	3,96	30,07	35,29	247,80
Pastagem	111,79	0,37	336,26	34,14	26,71	42,80	552,07
Vegetação Natural	300,11	1,69	238,14	17,26	264,93	382,02	1.204,15
Área Urbana	0,00	0,00	4,04	0,26	0,00	0,26	4,56
Corpos Hídricos	0,00	0,00	15,21	0,00	20,29	0,00	35,50
Projeto de Irrigação	0,00	0,00	5,45	30,42	0,04	0,00	35,91
km² Município Ocupado	576,36	3,42	630,82	86,04	347,83	479,05	
% Município Ocupado	20,9%	0,1%	28,9%	71,1%	19,5%	36,5%	

Na classificação referente ao ano de 2000, representada na Figura 8, a vegetação natural continuou ocupando a maior parte da bacia do Gorutuba com uma área equivalente a 1.225,22 km² (Tabela 10), inclusive com expansão se comparado à classificação de 1985. O uso referente a pastagem (596,8 km²) também apresentou uma evolução nos municípios envolvidos, exceto em Janaúba e Nova Porteirinha, onde é possível perceber redução deste uso. Em contrapartida, nos citados municípios houve um considerável crescimento das classes Projeto de Irrigação, que correspondia a uma área de 35,91 km² (1,7%) e passou a ocupar 67,80 km² (3,2%) da bacia hidrográfica em análise.

É importante salientar que nesse intervalo de 15 anos, as áreas de pastagem nos municípios de Janaúba e Nova Porteirinha passaram a ser destinadas ao uso da fruticultura irrigada, especialmente a bananicultura e, conseqüentemente, houve a necessidade de um maior investimento em insumos agrícolas e dinamização do comércio. Tal processo provocou a atração de investidores e trabalhadores que migraram de outras áreas para atuarem nesses municípios e, com isso, contribuíram para o crescimento urbano dos mesmos. Na classificação referente ao ano 2.000, as áreas urbanas identificadas (Janaúba e Riacho dos Machados) apresentaram um ganho de mais de 100% em comparação à área de 1985.

Figura 8 – Mapa de uso do solo da bacia do Gorutuba em 2000



A leitura do mapa de classes de uso do solo em 2000 e da Tabela 9 possibilita analisar que houve redução na classe corresponde ao plantio de eucalipto, de 43,53 km²

(2,1%) em 1985 para 33,77 km² (1,6%) em 2000. Porém, verifica-se uma maior diversidade de áreas para esse uso. Enquanto que em 1985 havia uma concentração próxima às nascentes do rio Gortutuba, no município de Francisco Sá, em 2000 a porção leste da bacia, especialmente no município de Riacho dos Machados, passou a ser utilizada por essa cultura praticada pela empresa RIMA Florestal S/A. Tal alteração se deu em virtude da perda de fertilidade do solo próximo à área anteriormente utilizada.

Tabela 9 – Uso do solo da bacia do Gortutuba em 2000.

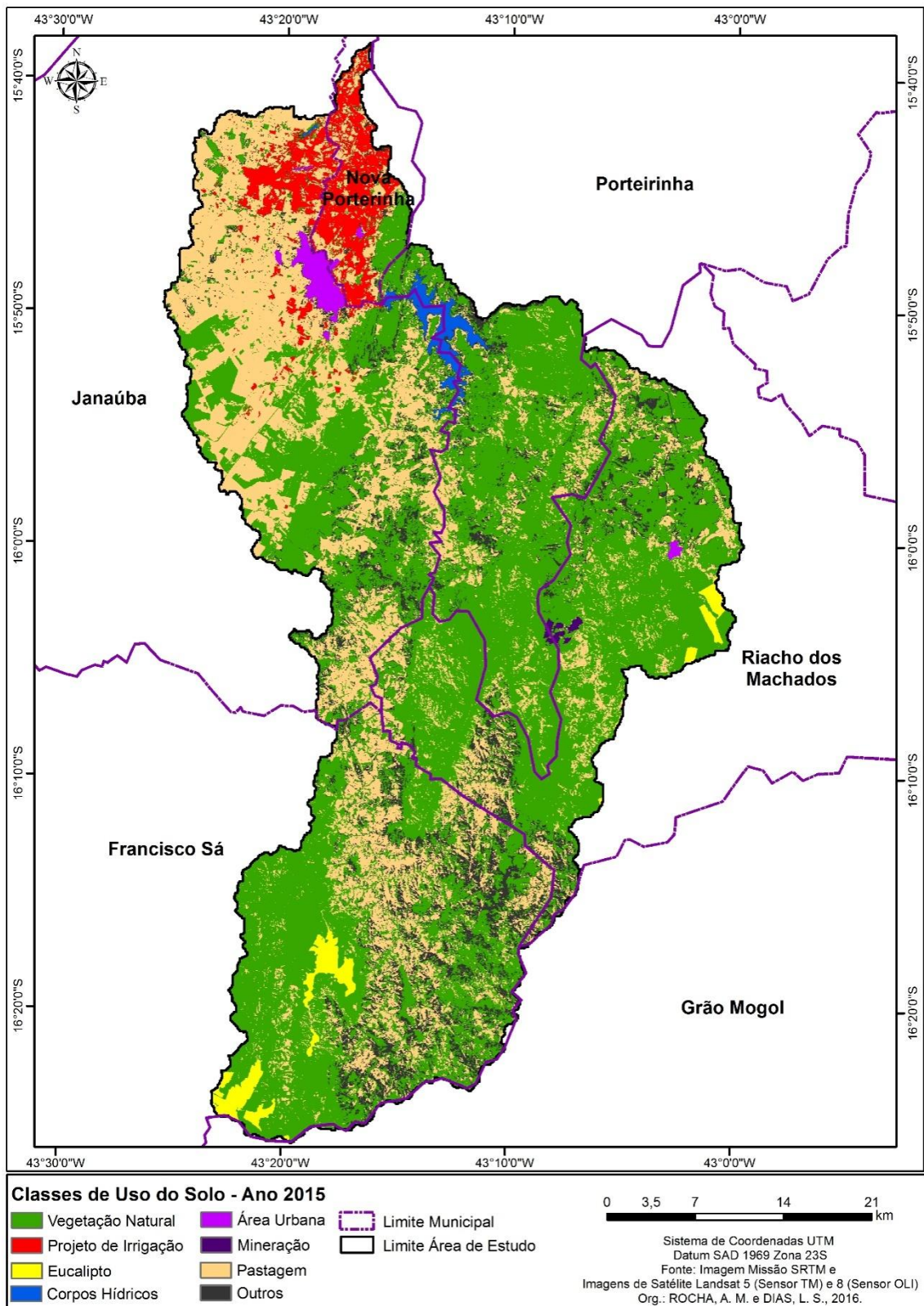
Ano 2000 - Área (km ²) da Bacia de Estudo por Município							
Classes	Francisco Sá	Grão Mogol	Janaúba	Nova Porteirinha	Porteirinha	Riacho dos Machados	Total
Eucalipto	18,01	0,90	0,00	0,00	0,06	14,80	33,77
Outros	101,76	0,39	7,57	0,70	15,08	38,92	164,42
Pastagem	125,59	0,36	327,50	30,54	49,50	63,37	596,86
Vegetação Natural	330,72	1,63	247,79	16,31	267,78	360,99	1.225,22
Área Urbana	0,00	0,00	7,99	0,34	0,00	0,82	9,15
Corpos Hídricos	0,00	0,00	10,82	0,02	15,05	0,00	25,89
Projeto de Irrigação	0,00	0,00	29,27	38,18	0,35	0,00	67,80
km² Município Ocupado	576,08	3,28	630,94	86,09	347,82	478,90	
% Município Ocupado	20,9%	0,1%	28,9%	71,1%	19,5%	36,5%	

Ainda na análise comparativa entre os anos de 1985 e 2000, é possível observar a diminuição de 27% da classe corpos hídricos, sendo que em 1985 a área correspondente era de 35,50 km² e em 2000 passa para 25,89 km².

A última classificação da área de estudo da bacia, referente ao ano de 2015, expressa na Figura 9, permite observar que as três classes predominantes são, respectivamente: Vegetação natural com área de 1.173,57 km²; Pastagem com 604 km²; e Projeto de Irrigação com 83,50 km².

Dentre as classes identificadas, todas foram verificadas nas classificações anteriores, porém em 2015, nota-se o surgimento da classe mineração no município de Riacho dos Machados, através da empresa Carpathian Gold, que em 2009 recebeu autorização do Departamento Nacional de Produção de Mineral (DNPM) para exploração de ouro.

Figura 9 – Mapa de uso do solo da bacia do Gorutuba em 2015



Ainda sobre a atividade minerária observada na classificação, verifica-se que a região norte de Minas, especialmente o município de Riacho dos Machados, apresenta um elevado potencial de exploração minerária, no caso específico de ouro.

Através de estudos realizados pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, houve a descoberta do depósito mineral de ouro e arsênio. Durante os anos de 1982 a 1987, conforme o Estudo de Impacto Ambiental - EIA (2009, pág. 9), foram realizados trabalhos focados do depósito de Ouro Fino, uma importante jazida de ouro. Além disso foram levantados estudos de amostragem geoquímica de minerais pesados das drenagens, sondagens e mapeamentos afim de avaliar a viabilidade de projetos como.

Depois de todos esses estudos, em 1987 a Vale dá início à exploração de ouro por oito anos, ou seja até 1997. Neste período a empresa produziu 4.825 kg de ouro (EIA vol.1 2009; SANTANA FILHO, 2005). Em 2009, a empresa canadense Carpathian Gold recebe autorização para reativar a antiga mina de Ouro, porém apenas em 2014 as atividades de exploração efetivamente são reiniciadas.

Apesar de sua importância econômica para a região através da geração de emprego e renda, a presença da mineradora na bacia do Gorutuba, como verificado nos mapas de classificação, é uma ameaça ambiental para a barragem Bico da Pedra, uma vez que o córrego Ribeirão, que deságua no rio Gorutuba, está próximo à barragem de rejeito da mineradora.

Portanto, a atividade minerária, verificada na classificação do ano de 2015, apesar de ser novidade em relação aos demais anos (1985 e 200), apresenta-se como mais um importante uso do solo da bacia do Gorutuba, como expresso na Tabela 10.

A mesma tabelademonstra a relação entre municípios e os respectivos usos predominantes em cada um, no ano de 2015, a citar: o eucalipto concentra-se predominante no município de Francisco, na porção sul da bacia, que corresponde a nascente do Rio Gorutuba. A pastagem está concentrada, em sua maior parte, no município de Janaúba, especificadamente na porção noroeste da área mapeada, próximo à área urbana do referido município. A presença de pastagem nas áreas estudadas se dá ao forte crescimento da pecuária, sobretudo a de corte.

Segundo dados do IBGE (2015) desenvolvimento da pecuária de corte dos municípios estudados se relaciona a existência de uma unidade frigorífica em Janaúba, implantada no final da década de 1970 com nome de Frigodias, apresentando períodos de prosperidade e decadência.

Entre as década de 1980 e 1990, a unidade foi vendida para grupo Kaiowa que, em 1997, decretou falência, e fechou a unidade. No período foram várias as tentativas pela reabertura, mas sem êxito. Nos últimos 10 anos o frigorífico em Janaúba retomou as atividades em duas vezes, via arrendamento. A primeira foi com o grupo Redenção, do Pará, 2003. Depois com o grupo Independência, em 2006, [...] que chegou a abater 248 mil cabeças somente no ano de 2008, encerrando as atividades em Julho de 2010. Agora, o frigorífico foi reaberto pelo grupo Minerva Foods (Figura 10)

Figura 10: Fachada do frigorífico do grupo Minerva Foods na atualidade.



Autor:DIAS, 2016

Comparando os períodos em que o frigorífico esteve ativo ou inativo, com o aumento ou diminuição do rebanho bovino percebe-se que enquanto o abatedouro esteve em funcionamento a quantidade do rebanho se elevou, e no período em que o mesmo esteve em decadência ou fechado consequentemente o rebanho bovino diminuiu. Isso acaba refletindo nas áreas de uso para pastagem.

Além de apresentar a maior área de pastagem presente na bacia do Gorutuba, o município de Janaúba apresenta a maior área urbana da referida bacia, apresentando 12,98 km² do total de 14,98 km².

O município de Riacho dos Machados se destaca por apresentar a maior parte da vegetação natural ainda preservada com área correspondente a 343,68 km². Além disso, o mesmo município apresenta a maior área de mineração, com 2,40 km², em virtude da presença da mineradora Carpathian Gold, citada anteriormente.

Tabela 10 – Uso do solo da bacia do Gorutuba em 2015

Ano 2015 - Área (km ²) da Bacia de Estudo por Município							
Classes	Francisco Sá	Grão Mogol	Janaúba	Nova Porteirinha	Porteirinha	Riacho dos Machados	Total
Eucalipto	21,63	0,04	0,00	0,00	0,00	6,39	28,06
Outros	87,81	0,37	40,56	3,01	26,55	40,41	198,71
Pastagem	138,17	0,28	308,8	19,43	52,40	84,92	604,00
Vegetação Natural	328,72	2,66	226,4	14,07	258,02	343,68	1173,57
Área Urbana	0,00	0,00	12,98	0,89	0,00	1,11	14,98
Corpos Hídricos	0,00	0,00	7,68	0,00	10,25	0,00	17,93
Projeto de Irrigação	0,00	0,00	34,68	48,73	0,09	0,00	83,50
Mineração	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	2,40	2,94
km² Município Ocupado	576,33	3,35	631,12	86,13	347,85	478,91	
% Município Ocupado	20,9%	0,1%	29,0%	71,1%	19,5%	36,5%	

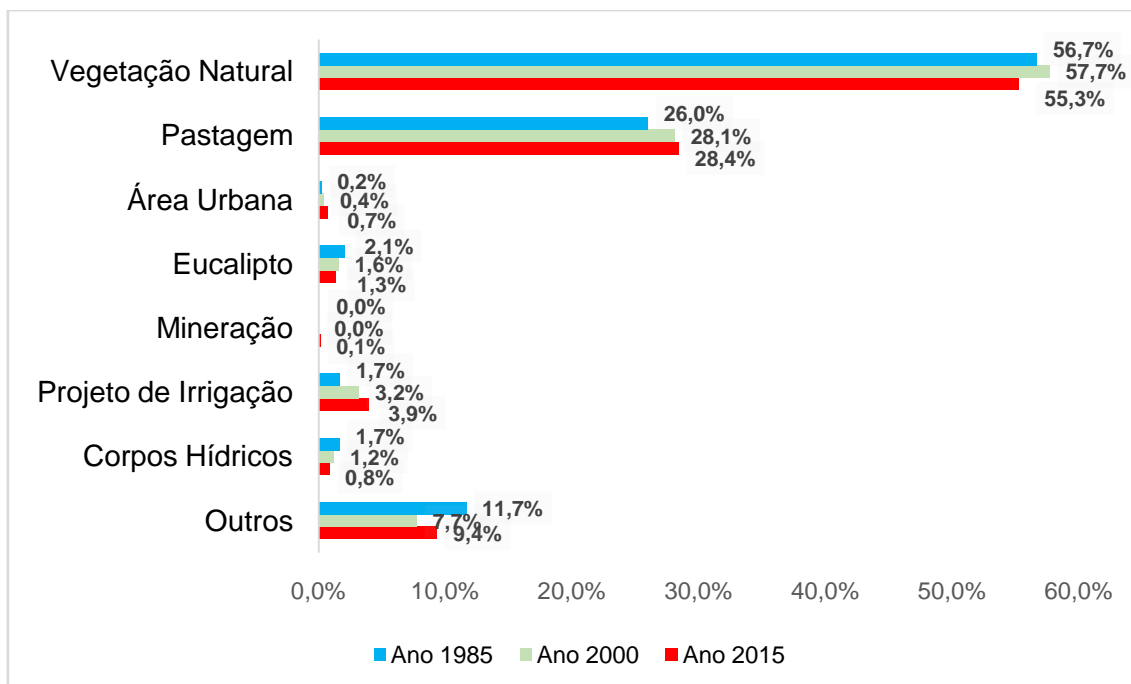
Ainda, segundo a Tabela 10, o município de Nova Porteirinha lidera a ocupação de área por projeto de irrigação com 48,73 km², enquanto em Janaúba fica a segunda maior área, 34,68 km² do total de 83,50 km² na bacia. Tal fato se justifica pelos municípios sediarem os projetos de irrigação do Gorutuba e Lagoa Grande, respectivamente.

O município de Porteirinha, por sua vez, apresenta a maior área ocupada por corpos hídricos com 10,25 km², o que se justifica pela localização da margem direita da Barragem Bico da Pedra dentro do município. Já a margem esquerda está inserida no município de Janaúba, que apresenta 3,43 km² de área menor em relação à Nova Porteirinha. Mesmo assim, Janaúba ainda recebe a fama de sediar toda a localização da barragem, o que não é verdade, conforme figura 9.

Após a análise do uso do solo da bacia em cada ano de interesse deste trabalho é possível inferir sobre a evolução dos impactos presentes na bacia que podem comprometer o seu futuro funcionamento.

O Gráfico 1 e a Tabela 11 demonstram a comparação entre as classes nos três períodos distintos, o que possibilita concluir que a classe de maior ocupação na bacia é a vegetação natural, enquanto a mineração ocupa a menor parcela de solo.

Gráfico 1: Comparação de classes da bacia do Gorutuba em 1985, 2000 e 2015.



A observação concomitante do Gráfico 1 e da tabela permite concluir que a classe de vegetação apresentou ganho de 21,08 km² no intervalo de 1985 à 2000, porém teve uma perda de 30,57 km² no intervalo de 1985/2015. Os fatores que contribuíram para a perda de vegetação neste último período estão intimamente relacionados ao crescimento das demais classes, especialmente aos usos antrópicos como a pastagem, área urbana e agricultura irrigada.

A pastagem teve um ganho de 51,91 km² no período de 1985/2015. Assim como a pastagem, a área urbana apresentou um aumento de 10,42 km² em área de ocupação na bacia do Gorutuba na comparação de 2015 em relação a 1985.

A área correspondente à classe de eucalipto apresentou perda de 15,47 km² de 1985 a 2015. Por outro lado, a classe de mineração, localizada no município de Riacho dos Machados, apresentou um ganho de 2,94 km² na bacia hidrográfica do Gorutuba no mesmo período em análise.

A área correspondente ao uso de agricultura irrigada, no ano de 2015, também aumentou quando comparada ao ano de 1985, sendo este de 47,59 km², representando uma expansão dos projetos de Irrigação implantados no Vale do Gorutuba.

É possível notar que a classe de corpos hídricos representada principalmente pela barragem Bico da Pedra, apresentou uma perda 17,53 km² de sua área inicial em

1985 se comparado à área de 2015. Essa alteração está associada ao demasiado uso da água para as atividades antrópicas, como abastecimento da população de Janaúba e Nova Porteirinha, dessedentação de animais e abastecimento das áreas de agricultura irrigada.

Além disso, a redução de água oriunda da bacia (rio Gorutuba) em virtude da degradação de nascentes, os processos de assoreamento e os baixos índices pluviométricos também contribuíram para a consolidação da estatística observada.

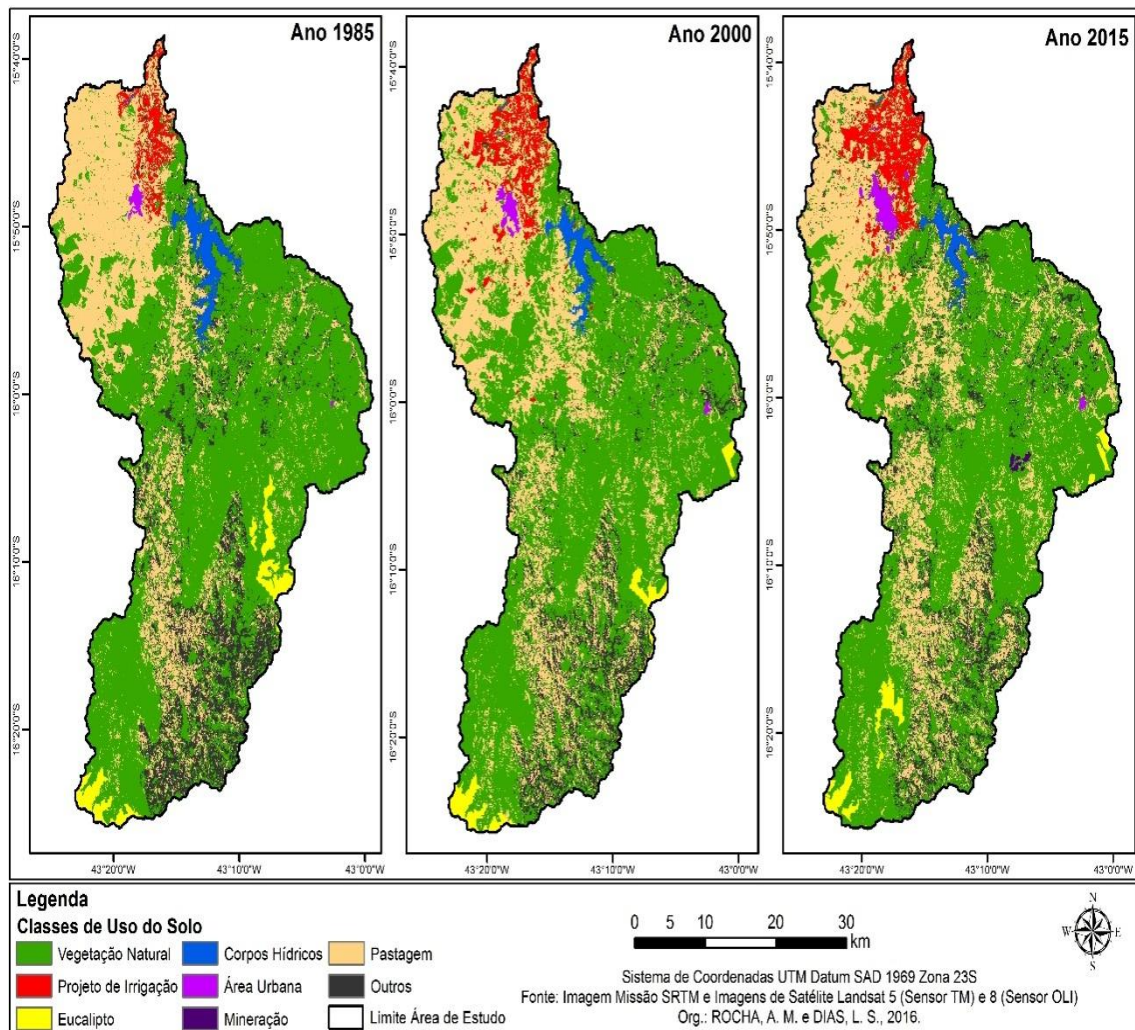
Por fim, a classe outros, que corresponde aos usos não possíveis de serem identificados, teve uma perda considerável de 83 km² de 1985 para 2000, no entanto, na estatística geral de 1985 à 2015, apresentou ganho de 49,09 km².

Tabela 11 – Usos do solo na bacia do Gorutuba nos anos de 1985, 2000 e 2015

Classes	Ano 1985		Ano 2000		Ano 2015	
	Área km ²	Área %	Área km ²	Área %	Área km ²	Área %
Outros	247,79	11,7%	164,42	7,7%	198,70	9,4%
Água	35,49	1,7%	25,89	1,2%	17,93	0,8%
Gorutuba	35,91	1,7%	67,81	3,2%	83,50	3,9%
Mineração	0,00	0,0%	0,00	0,0%	2,94	0,1%
Eucalipto	43,53	2,1%	33,77	1,6%	28,06	1,3%
Área Urbana	4,56	0,2%	9,15	0,4%	14,98	0,7%
Pastagem	552,07	26,0%	596,85	28,1%	603,98	28,4%
Vegetação	1204,14	56,7%	1225,22	57,7%	1173,57	55,3%
TOTAL	2123,50	100,0%	2123,12	100,0%	2123,67	100,0%

As estatísticas apresentadas e a análise da Figura 11 permitem concluir que as classes de mineração, área urbana, projeto de irrigação e pastagem apresentaram aumentos no período de 1985 e 2015. Já as classes de eucalipto, outros, vegetação e água apresentaram perdas.

Figura 11 – Classificação do uso do solo da bacia do Gorutuba nos anos de 1985, 2000 e 2015..



A partir do uso do sensoriamento remoto no mapeamento multitemporal da bacia hidrográfica do Gorutuba, como representado na figura 11, infere-se que, a bacia encontra-se em estado de degradação devido ao avanço das ações antrópicas. Mesmo com a menor intensidade identificada nos últimos 30 anos, o plantio de eucalipto continua sendo intenso nas proximidades da nascente do rio Gorutuba e provocando danos ambientais em toda a bacia, uma vez que a manutenção da cultura requer uma grande quantidade de água do subsolo, e por ser assim, diminui a quantidade de água disponível para as nascentes do citado rio.

No que se refere ao plantio de eucalipto e os danos provocados no lençol freático existem muitos debates e polêmicas sobre sua veracidade. No entanto, Vital (2007) afirma que os estudos apontam que o eucalipto, assim como qualquer outro

empreendimento, provoca impactos positivos e negativos. Porém é necessário analisar o contexto espacial onde o mesmo será plantado.

Segundo o mesmo autor, do ponto de vista hidrológico apenas em regiões de pouca chuva, abaixo de uma faixa de 400 mm/ano, o eucalipto poderia acarretar ressecamento do solo. Ou seja, os impactos sobre lençóis freáticos, pequenos cursos d'água e bacias hidrográficas dependem da região em que se insere a plantação.

Além do uso de plantio de eucalipto, verifica-se na Figura 10, que a pastagem passou a ocupar áreas centrais da bacia e, conseqüentemente, culminou na retirada da vegetação natural.

Tucci;Clarke (1997) afirmam que a vegetação natural tem importante papel no balanço de energia e no fluxo de volume de água presentes numa bacia hidrográfica durante o ciclo hidrológico.

A retirada da vegetação natural, além de diminuir a biodiversidade local, provoca outras alterações para a bacia, tais como: redução da quantidade de água disponível para reposição do lençol freático, perda de fertilidade do solo e aumento dos processos erosivos, que podem provocar, como consequência, o assoreamento e poluição da água. Ainda que estes impactos sejam descritos e estudados nas suas formas individualizadas, nas bacias hidrográficas eles não acontecem isoladamente, mas são resultados da integração de diferentes efeitos (PORTO; TUCCI, 2009).

Outro dado preocupante é a presença de atividade minerária no município de Riacho dos machados, próximo à importante afluentes⁹do Rio Gortuba. Um possível acidente com a barragem de rejeito, a exemplo do que aconteceu com a barragem de Fundão no distrito de Bento Gonçalves, no município de Mariana – MG¹⁰, pode provocar danos irreversíveis, como a poluição da água através de metais pesados e o não aproveitamento da mesma pelas espécies aquáticas e até mesmo para os usos antrópicos. No caso específico da mineradora Carpathian Gold, retratada anteriormente neste estudo, é necessário que a população, o poder público e a própria empresa estejam atentos aos possíveis riscos e prezem pelo desenvolvimento sustentável da região em

⁹Segundo a Superintendência Regional de Regularização Ambiental – Supram/NM a barragem de rejeitos a ser implantada é considerada de grande porte e será construída no córrego Olaria, que é afluente da margem esquerda do ribeirão Curral Novo que, por sua vez, deságua no Rio Gortuba, onde existe a barragem que é utilizada para abastecimento público do município de Janaúba.

¹⁰ O citado acidente aconteceu a partir do rompimento da barragem de rejeitos de minério de ferro denominada Fundão, administrada pela empresa Samarco que pertence à Vale e a BHP Billiton. O evento catastrófico aconteceu no dia 5 de novembro de 2015 na cidade histórica de Mariana. As conseqüências resumem no lançamento de 34 milhões de m³ em rios e vegetações, além de destruir casas e matar 17 pessoas.

que se encontra inserida, considerando a geração de emprego e renda proporcionado pela atividade mineradora.

Na porção norte da bacia em estudo, verifica-se a expansão das áreas urbanas de Janaúba e Nova Porteirinha e o crescimento da área destinada à agricultura irrigada. Por outro lado, nota-se a redução gradativa do corpo hídrico representado pela barragem Bico da Pedra.

Essa redução da lâmina d'água está associada a diversos fatores, entre eles: a redução dos índices de chuva registrada nos últimos 30 anos no Vale do Gortuba a degradação ambiental no alto curso da bacia, que implica menor quantidade de água que chega até o reservatório, e, por fim, ao elevado processo de exploração e uso da água por parte do perímetro irrigado e pela população dos municípios de Janaúba e Nova Porteirinha.

Além de sofrer impactos negativos oriundos dos diversos usos do solo dentro bacia do Gortuba, a barragem Bico da Pedra apresenta problemas relacionados ao processo de ocupação do seu entorno.

4.2 – Uso e ocupação do solo no entorno da barragem Bico da Pedra¹¹

Além de minimizar a pobreza e o êxodo rural na região do Vale do Gortuba, o lago formado pela barragem do “Bico da Pedra” proporcionou a perenização do Rio Gortuba (Figura 12), uma vez que antes da implantação do empreendimento o rio secava durante a estiagem, nos meses das estações de inverno e outono. Com a barragem o rio passou a ter a sua vazão regularizada a fim de garantir os diversos usos da água como: abastecimento animal e humano, recreação e lazer, piscicultura racional e irrigação a jusante do reservatório.

¹¹ Tópico extraído trabalho realizado em coautoria com o orientador Marcos Esdras Leite e o mestrando André Medeiros Rocha. Aceito para publicação na Revista Caderno de Geografia, da PUC – MG em 05/072015.

LEITE, M. E.; DIAS, L.S.; ROCHA, A.M. Análise da ocupação no entorno da Barragem Bico da Pedra, no Município de Janaúba/MG. Revista eletrônica: Caderno de Geografia. PUC. Belo Horizonte, MG. 2015

Figura 12: Rio Gorutuba perenizado na área urbana de Janaúba e Nova Porteirinha



Autor: DIAS, 2015

O aumento considerável de empreendimentos agrícolas no perímetro de irrigação do Gorutuba, além do crescimento populacional dos municípios de Janaúba e Nova Porteirinha, que são abastecidos pela represa têm provocado redução do nível de água no reservatório, notadamente no período de estiagem. Quando a barragem foi construída em 1979, a população de Janaúba era de 30.587 habitantes e, em 2014, essa população chegou a 70.472 habitantes. Já o município de Nova Porteirinha tinha uma população de 6.114 habitantes, em 1979, e 7.398 habitantes, em 2014, conforme estimativas do IBGE.

Outra importante atividade que se manifesta na barragem do Bico da Pedra é o turismo, que no passado se limitava apenas aos proprietários de pequenas áreas rurais que utilizavam as águas do lago para a pesca e lazer. Atualmente, porém, o número de pessoas que usufruem do lago para prática do turismo é considerável, justificando o elevado número de edificações voltadas para este e outros fins, como será demonstrado no decorrer deste estudo.

A partir do uso das geotecnologias, foi possível identificar as edificações no entorno da Barragem Bico da Pedra, como descrito na Figura 12. No raio de um km do reservatório, onde há concentração de povoamento, foram contabilizadas 343

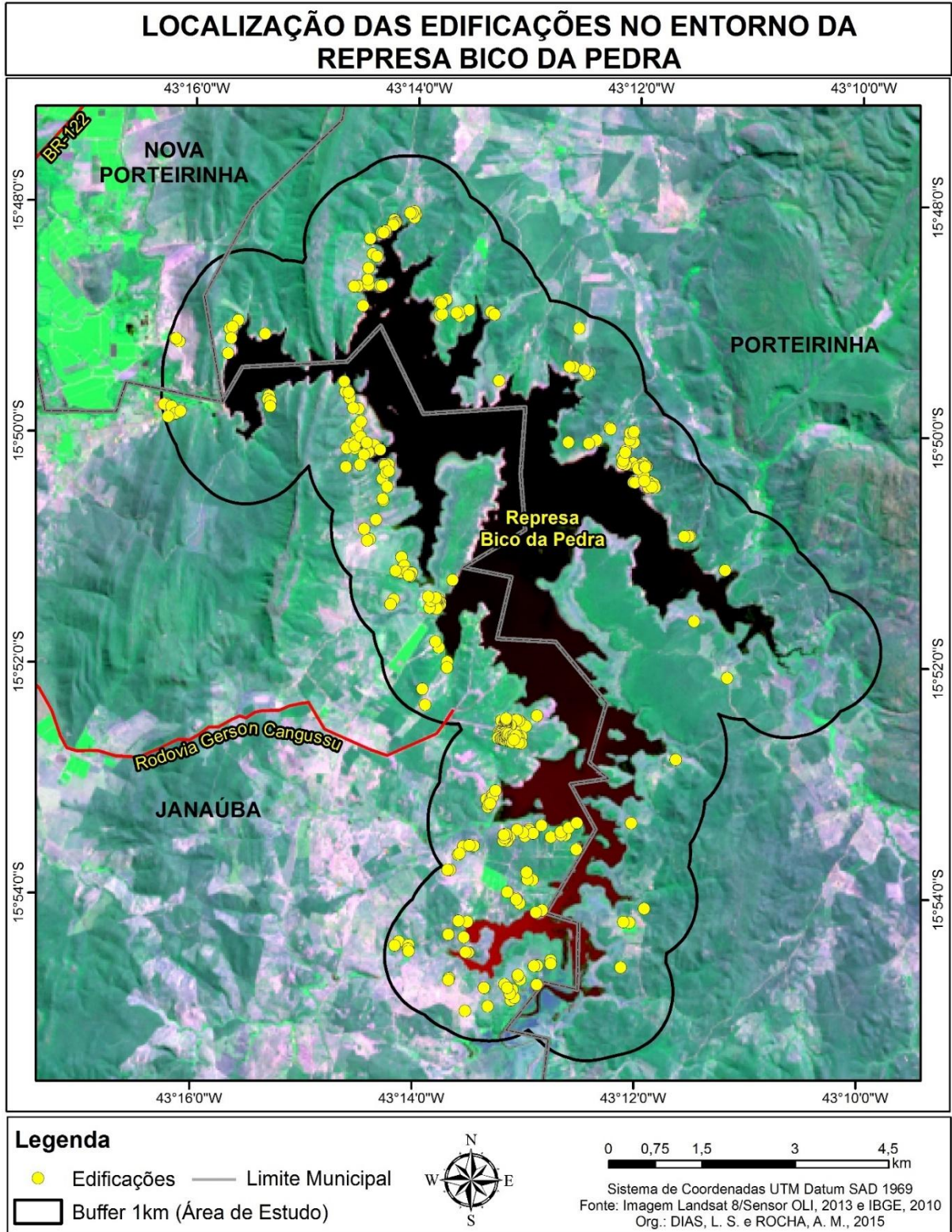
edificações, sendo que 87 delas estão dentro do perímetro de Área de Preservação Permanente (APP), ou seja, a menos de 30 metros da lâmina da água da barragem, como define o novo Código Florestal Brasileiro (CFB). As áreas de Preservação Permanente exercem importante função na manutenção da fauna e flora, no abastecimento hídrico, além de serem fundamentais na melhoria de qualidade do ar, equilíbrio da temperatura, minimização dos processos erosivos e prevenção de enchentes (RICETO, 2010).

A figura 12 mostra a maior concentração de edificações na porção oeste do reservatório do Bico da pedra. Tal fato se justifica por diversos fatores, como a presença da rodovia Gerson Cangussu, uma ligação da MG-122, rodovia que dá acesso aos municípios de Montes Claros, Janaúba e Nova Porteirinha à barragem. Com a pavimentação dessa estrada houve aumento na especulação imobiliária na área da barragem Bico da Pedra e, conseqüentemente, melhorou o acesso da população, considerando que os frequentadores e/ou moradores dependem dos serviços prestados na cidade, como saúde, educação, segurança, transportes, entre outros serviços. Outra consequência da pavimentação do acesso à barragem foi a intensificação das atividades agrícolas, além de bares e restaurantes ao longo da rodovia, visando o atendimento dos turistas e moradores da área.

Na porção norte e nordeste do reservatório nota-se uma quantidade significativa de edificações, porém as estradas de acesso não são pavimentadas e se apresentam em mal estado de conservação. Essas estradas permitem apenas o acesso a sítios e a pequenas propriedades rurais, sendo necessário o uso de veículos adequados as condições das estradas, como caminhonetes e motocicletas.

A estrutura geomorfológica da porção oeste é outro importante fator que possibilita a ocupação. Como demonstrado na figura 13, o relevo suavemente ondulado facilita a construção de edificações para diversos fins, uma vez que, os locais planos oferecem melhores condições para a construção civil, diferentemente das áreas de maior declividade, como observado na porção leste, que apresenta um reduzido número de edificações.

Figura 13: Edificações no entorno da Barragem Bico da Pedra.



Além dos fatores citados, é importante evidenciar que um empreendimento atrai o outro. A presença de clubes, condomínios fechados e *resorts* valorizam a área e, conseqüentemente, atraí novos negócios, como bares e restaurantes.

Durante a realização do trabalho de campo, foi possível verificar que a maior parte das edificações apresenta área construída acima de 300 m², com arquitetura de alto padrão e equipamentos de lazer, como piscinas e quadras poliesportivas, como representado nas figuras 14 e 15. Encontra-se na área de estudo um empreendimento turístico de alto padrão, Pedra do Sonho Resort Hotel. Nesse empreendimento encontra-se local de entretenimento e diversão, como piscinas e quadras, além de outras edificações que servem, tanto como chalés, quanto para realização de eventos.

Figura 14: Visão panorâmica do Resort pedra dos Sonhos.



AUTOR: DIAS, 2015.

Além do turismo, muitos moradores já utilizam as edificações no entorno da barragem como moradias fixas e aí desenvolvem atividades secundárias que os proporcionem renda e, conseqüentemente, manter o comércio com a área urbana de Janaúba.

A partir da análise da figura 14 é possível notar as residências pareadas e divididas por cercas e jardins, além da presença de estradas que possibilitam o acesso às mesmas.

Figura 15: Edificações no entorno do reservatório Bico da Pedra.



AUTOR: DIAS, 2015.

Como registrado na figura 14, o nível de água da barragem encontra-se distante das áreas construídas, o que expressa que houve uma redução, devido ao baixo índice pluviométrico apresentado nos últimos anos no norte de Minas Gerais, como será abordado posteriormente neste trabalho. Além do aumento no consumo de água tanto para abastecimento humano, quanto para irrigação, outros impactos decorrentes do uso intenso no entorno desse reservatório são rapidamente percebidos, como o desmatamento, o despejo de resíduos sólidos e a dispersão da fauna aquática. Além dos impactos citados, a erosão, vista na figura 16, consequência do desmatamento para ocupação humana e da construção de estradas, é encontrada em vários pontos da área da barragem. Algumas dessas erosões encontram-se em estágio avançado, como as voçorocas.

Figura 16: Abertura de voçoroca próxima à barragem Bico da Pedra



AUTOR: DIAS, 2015.

A voçoroca é resultado da combinação do desmatamento para abertura de estradas que garantem acesso às residências situadas no entorno da barragem. Com essa erosão há o aumento da deposição de sedimentos no leito do reservatório, reduzindo assim sua capacidade de armazenamento de água.

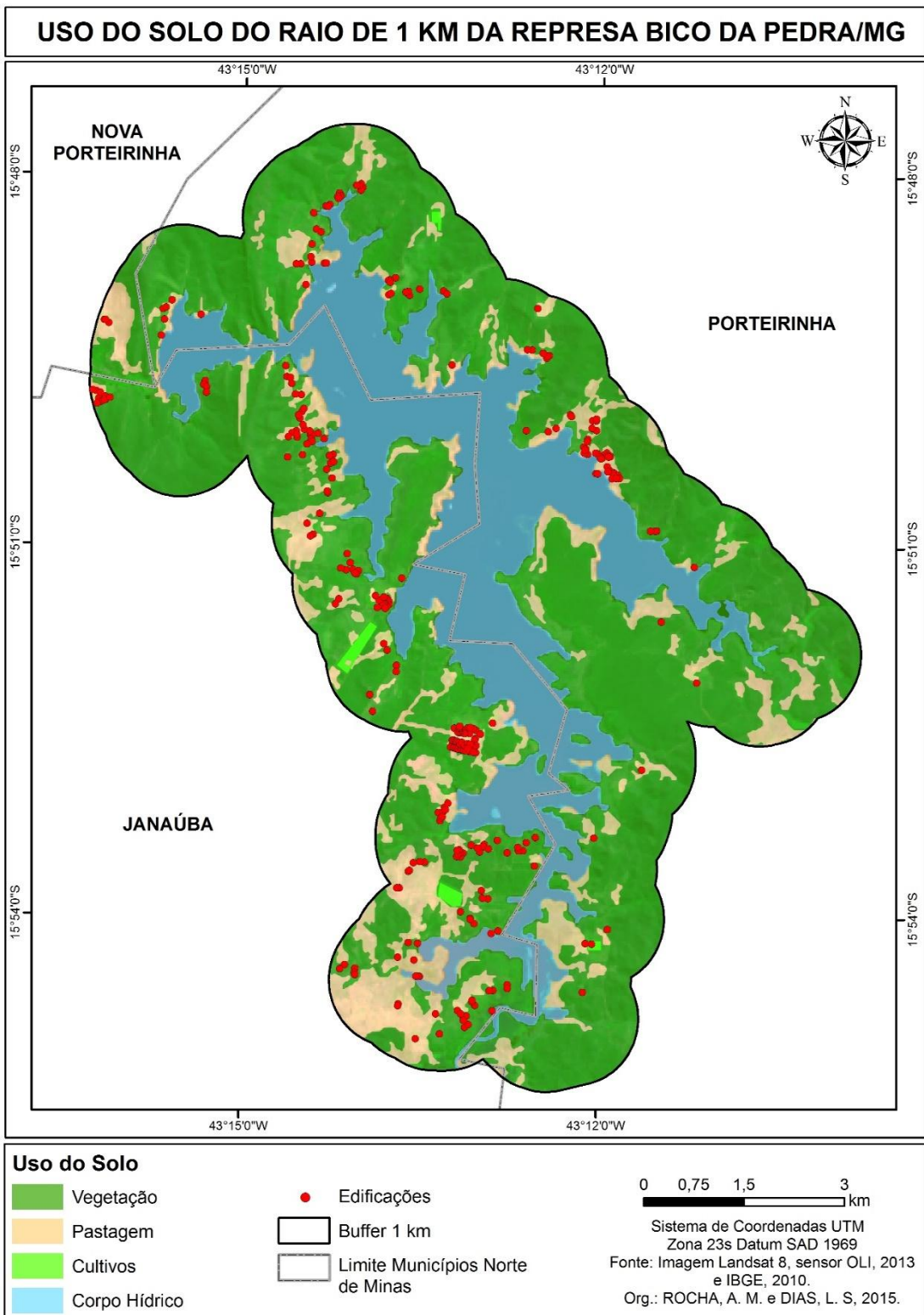
A situação topográfica influencia na escolha dos terrenos a serem usados para construção, sendo que os com menor irregularidade são os mais utilizados, inclusive para outros usos econômicos da terra, como cultivos e pastagem, conforme tabela 12. Essas atividades estão relacionadas à presença de moradores no entorno do reservatório que usam o seu próprio terreno para desenvolver o cultivo, principalmente de frutas, destacando a banana, e a pastagem para criação de animais. A água da barragem é usada para irrigar as áreas de cultivo, por isso, a proximidade com o reservatório.

Tabela 12: Classes de uso do solo no entorno da barragem Bico da Pedra

CLASSES	ÁREA KM ²	ÁREA %
Corpo hídrico	21,32	16,90%
Pastagem	22,63	18,00%
Vegetação	81,3	64,50%
Cultivos	0,79	0,60%
SOMA	126,03	100%

Apesar do intenso uso da terra no entorno da barragem e da água desse reservatório, há predomínio da vegetação natural, como mostra a figura 17, sendo essa composta pelo Cerrado e pela Floresta Estacional Decidual, conhecida regionalmente como Mata Seca. As áreas com maior preservação da vegetação natural são as que apresentam as maiores declividades, o que dificulta o acesso, inclusive são áreas com menor presença de estradas.

Figura 17: Mapa de uso do solo do raio de um km da represa Bico da Pedra, no município de Janaúba-MG



Fonte: Imagem LandSat e IBGE, 2010.

Apesar dos resultados apresentarem o predomínio da vegetação natural no entorno da barragem do Pico da Pedra, é importante destacar que esse uso se intensifica com o crescimento das cidades próximas da barragem, notadamente Janaúba que se destaca como um centro regional do norte de Minas Gerais. Essa ocupação para fins de

moradia e lazer traz desdobramentos com outros usos associados a essa ocupação, como estradas, pastagem e determinados cultivos agrícolas.

Concomitantemente ao mapeamento da barragem Bico da Pedra foram realizadas entrevistas no distrito de Irrigação do Gorutuba - DIG e Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA para a avaliação do uso da barragem e o posicionamento dos mesmos sobre a ocupação.

Durante a entrevista na sede do DIG, localizada no município de Nova Porteira, o gerente informou que a água é distribuída para diversos usuários, tais como: Perímetros de irrigação do Gorutuba, em Nova Porteira, e o projeto de irrigação Lagoa Grande em Janaúba. Além disso abastece as populações dos citados municípios, bem como serve para a perenização do rio Gorutuba.

Questionado sobre os principais problemas atuantes na barragem Bico da Pedra, ele informou que a falta de Área de Preservação Permanente, que resulta na erosão e assoreamento; construção ilegal de casas, presença de fossas sépticas, plantações agrícolas e criação de animais, que juntos contribuem para a degradação do corpo hídrico.

Para o funcionário, as consequências dessa degradação são: a perda do potencial da água devido ao longo período de chuvas escassas e irregulares; alterações físico-químicas; com a retirada da mata nativa foi eliminada também a permeabilidade natural da água da chuva, ocasionando assoreamento das nascentes e a extração de areia; a retirada da vegetação nativa para plantio de eucalipto para a produção de carvão vegetal, que acabou com as nascentes dos rios.

No final da entrevista, o gerente administrativo disse que é necessário a tomada de algumas atitudes para a manutenção da barragem, tais como: fiscalização permanente em seu entorno para a preservação das APPs, desapropriação das casas que estão fora do que foi permitido; proibir a criação de animais, plantações agrícolas, retirada de matas ciliares, e outros.

A outra entrevista aconteceu na COPASA, localizada no centro da cidade Janaúba, com o responsável por atender temas relacionados à pesquisas. Quando questionado como se dá o processo de captação da água para uso doméstico, o gerente da COPASA disse que existe contrato com o DIG para o fornecimento de água bruta através de canais superficiais. Ao chegar na COPASA, a água é tratada e disponibilizada aos municípios de Janaúba e Nova Porteira. No que se refere à qualidade da água, o funcionário disse que a empresa atende à Portaria do Ministério da

Saúde nº 2914 de 12/12/2004 (Federal) sobre os procedimentos de controles e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Relatou que a COPASA dispõe de técnicas e laboratórios regionais localizados na Estação de Tratamento de Água - ETA. Um laboratório no departamento de Montes Claros, onde são realizadas análises que estão registradas na conta de água para a orientação da população. Há ainda o mapeamento da qualidade na rede de distribuição e nas residências dos clientes, bem como todos os reservatórios da cidade. Para ele, a COPASA é acreditada no ISO17025 em 21 parâmetros pelo IMETRO.

Dessa maneira, nota-se que os relatos dos técnicos quando relacionados com os dados apresentados até aqui através desta pesquisa apontam para uma redução na capacidade de armazenamento de água, podendo prejudicar o sistema ambiental do entorno da barragem e comprometendo a finalidade maior da represa que é fornecer água para o consumo humano e a para as atividades econômicas, sobretudo para a agricultura irrigada.

4.3 – Impactos socioambientais no Projeto de irrigação do Gorutuba

O Governo Federal, por meio da CODEVASF, implantou o Projeto de Irrigação do Gorutuba com o objetivo de alterar a situação socioeconômica do Vale do Gorutuba, de forma que o desenvolvimento fosse promovido através da agricultura irrigada e, ao mesmo tempo, do processo de modernização agrícola na região.

A CODEVASF, além de atuar nesse projeto de irrigação, atua também em outros ao longo do Vale do São Francisco. No caso específico do Norte de Minas, a intervenção acontece no projeto Pirapora, no município de Pirapora, e o projeto Jaíba, com instalações nos municípios de Jaíba e Matias Cardoso (COSTA; DIAS; PEREIRA, 2015)¹²

O Perímetro de Irrigação do Gorutuba localiza-se ao norte de Minas Gerais, no município de Nova Porteirinha, na margem direita do Rio Gorutuba. Este empreendimento foi projetado pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca – DNOCS, que iniciou a sua implantação na área do Paraguaçu, mediante a construção

¹² Trabalho publicado em coautoria na XI Encontro Nacional da ANPEGE. COSTA; D, S. M; DIAS, L. S; PEREIRA, A. M. Semiárido nortemineiro: A importância do projeto de irrigação como respaldo dos moradores dos municípios de Janaúba e Nova Porteirinha. XI Encontro Nacional da Anpege. Presidente Prudente. SP. 2015

das residências dos colonos e dos canais de distribuição de água suspensos, chamados de acéquiás, transferindo, em seguida, a responsabilidade de implantação do projeto para Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba – CODEVASF. Esta, a partir de 1978, conduziu a implantação de toda a infraestrutura de uso comum, compreendendo a barragem do “Bico da Pedra”, a rede de canais complementares para condução de água e a rede de estradas vicinais. Em 1979, após a implantação da infraestrutura básica e necessária para irrigação, a CODEVASF voltou-se para ocupação da área do projeto, dividida em lotes agrícolas, com pequenos produtores, pequenos e médios empresários, de acordo com a concepção planejada (COSTA; DIAS; PEREIRA, 2015)¹³

Conforme o Distrito de Irrigação do Gorutuba (DIG), os primeiros levantamentos sobre o potencial da região foram feitos pela União, através do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNCOS, ainda nos anos de 1960. Depois de todos os estudos sobre as características físicas e humanas da região foram iniciadas as obras do Perímetro Irrigado. Em 1978 a CODEVASF assume o papel de administração dos empreendimentos com a finalidade de garantir uma infraestrutura que atendesse as necessidades da prática agrícola em seis mil hectares de terras férteis e irrigáveis. Assim, a criação de um pólo agroindustrial que promovesse o desenvolvimento regional em uma região assolada pela seca, má distribuição pluviométrica, a exemplo do que ocorre com o sertão nordestino do Brasil.

Para o governo federal, o perímetro irrigado também serviu de estratégia de paralisar e até inverter o fluxo migratório de trabalhadores e famílias para o centro sul do Brasil e, no lugar de carvão e gente migrante, transportar alimentos para as diferentes partes do território nacional e até para o exterior, atraindo assim mais mão de obra e empreendedores para a região.

Conforme o histórico do DIG, o investimento nessas infraestruturas de permitiu a criação de uma agricultura irrigada consolidada no norte de Minas, com a presença de dois perímetros de irrigação: O Perímetro de Irrigação Gorutuba - PGO e o Perímetro Lagoa Grande – PLG, em Janaúba e Nova Porteirinha, respectivamente. Ambos são empreendimentos públicos de responsabilidade da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba –

¹³ Trabalho publicado em coautoria na XI Encontro Nacional da ANPEGE. COSTA; D, S. M; DIAS, L. S; PEREIRA, A. M. Semiárido nortemineiro: A importância do projeto de irrigação como respaldo dos moradores dos municípios de Janaúba e Nova Porteirinha. XI Encontro Nacional da Anpege. Presidente Prudente. SP. 2015

CODEVASF, sendo que o PGO foi implantado no período de 1974/78 com sua operação iniciando-se em 1976. A administração, operação e manutenção desses perímetros são de responsabilidade de suas associações de irrigantes, sendo o Distrito de Irrigação do Perímetro Gorutuba – DIG pelo PGO e a Associação dos Proprietários Irrigantes da Margem Esquerda do Rio Gorutuba - ASSIEG.

Com base nos documentos da CODEVASF, os lotes destinados para agricultura familiar foram ocupados por pequenos produtores, após serem selecionados mediante critérios estabelecidos pelas normas de colonização da CODEVASF e pelo Estatuto da Terra, Lei nº 4504/64, enquanto os lotes empresariais foram ocupados por empresários, pequenos e médios, mediante processos de licitação das áreas, de acordo com a Lei de Irrigação. Os pequenos produtores e empresários foram assentados com o compromisso de exploração dos seus lotes agrícolas, utilizando-se da técnica de irrigação, sendo, indistintamente, chamados de irrigantes. Em conformidade com artigo 45 da Política Nacional de Irrigação que define o irrigante como sendo a pessoa física ou jurídica que se dedique, em determinado projeto de irrigação, à exploração do lote agrícola, do qual seja proprietária, promitente ou compradora concessionária de uso.

Em maio de 1986 o Perímetro de irrigação do Gorutuba foi emancipado, passando a ser administrado pela COVAG – Cooperativa Agrícola de Irrigação do Vale do Gorutuba até Janeiro de 1992. Em fevereiro de 1992 as atividades de operação e manutenção do projeto retornaram para a CODEVASF, que em 1993, mediante convênio, transferiu a responsabilidade de gerenciamento da infraestrutura de irrigação de uso comum para a Organização de Produtores do Perímetro, o Distrito de Irrigação do Gorutuba – DIG.

Segundo a CODEVASF (2007), o Perímetro é composto de uma área total de 8.902,70 hectares, na qual 4.747,11 são destinadas à irrigação e 3.216,24 utilizadas em forma de sequeiros, basicamente com pastagem. Os demais 939,35 hectares são destinados a outros usos, que não agricultura, como abertura de estradas e edificações. A área total contempla 392 lotes agrícolas para pequenos produtores, que ocupam 3.222,30 hectares, sendo 2.456,22 irrigáveis. Cada lote tem uma área média de 8,37 hectares, sendo 6,27 hectares irrigáveis. Contempla, ainda, 53 lotes agrícolas empresariais, com 3.808,29 hectares, sendo irrigáveis 2.290,29 hectares. Os lotes empresariais têm em média 71,85 hectares e, desta área, 43,21 hectares são irrigáveis. Além dos lotes mencionados, o Perímetro tem ainda 100 lotes considerados pela

CODEVASF como área de sequeiro, não contíguos aos lotes irrigáveis, num total de 872,80 hectares.

A divisão dos lotes agrícolas pertencentes ao projeto de irrigação recebe a denominação de áreas de colonização, por exemplo: Bico da Pedra, Matinha, Colonização I, II e III, Caraíbas, Beira Rio, Mosquito, Algodões, Ceará, Banavit e área empresarial. De acordo com a CODEVASF (2007), uma parcela dos pequenos agricultores foi assentada basicamente nos núcleos habitacionais das colonizações I, II, III e Bico da Pedra. Nas demais colonizações, os produtores residem em casas construídas nos próprios lotes.

A irrigação utilizada nas propriedades de plantio das áreas agrícolas do Perímetro, de acordo com o DIG (2015), é realizada a partir da água armazenada pela barragem “Bico da Pedra” que é conduzida por gravidade aos lotes agrícolas. A composição da infraestrutura hidráulica é através canais de irrigação principal, secundários e terciários. Esses canais servem para distribuir água da barragem até os lotes agrícolas. No geral são 28,52 km de canal principal, como demonstrado na figura 18, 103 km de canais secundários e terciários e 320 km de estradas.

Figura 18: Canal hidráulico no projeto de irrigação.



Autor: DIAS, 2014

No projeto Gorutuba são utilizadas diversas técnicas de irrigação, conforme CODEVASF (2007), podem ser visualizados na tabela 13. O principal método adotado para irrigação é por sulcos que, segundo a EMBRAPA (2015), apresenta as seguintes

vantagens: a) seu custo de implantação geralmente é menor que o dos demais métodos de irrigação; b) pode ser empregado em várias culturas e solos; c) o vento pouco interfere na sua operação; e) podem ser utilizadas águas com quantidades apreciáveis de sólidos em suspensão ou poluídas; f) eventuais interrupções operacionais podem ser superados com maior flexibilidade e sua operação pode ser automatizada.

Tabela 13: Métodos de Irrigação utilizados no Projeto Gorutuba

Arspersão Convencional	12,00%
Gotejamento	0,80%
Microaspersão	37,80%
Sulcos	49,40%

Fonte: CODEVASF, 2007

Mesmo sendo por gravidade (sulcos) o método mais utilizado, a microaspersão também é bastante utilizada na fruticultura, por apresentar facilidade de deslocamento de áreas de plantio, alcançar pontos distantes na irrigação em campo aberto, além de ser facilmente manuseado. Segundo a CODEVASF (2006), os sistemas de gotejamento e aspersão convencional são métodos eficientes, porém pouco utilizados no Projeto de irrigação.

O uso do solo no Vale do Gorutuba, recorte espacial que abrange os municípios de Janaúba e Nova Porteirinha, na margem esquerda e direita do rio Gorutuba, respectivamente, está dividido em 7 classes informadas na tabela 14 e representado na figura 19.

Tabela 14: Uso do solo no Vale do Gorutuba

CLASSES	ÁREA KM ²	ÁREA %
Urbano Janaúba	22,5	1,92%
Urbano Nova Porteirinha	0,85	0,07%
Agricultura	103,5	8,86%
Água	15,8	1,35%
Pastagem	294,2	25,10%
Vegetação natural	513,1	44%
Vegetação secundária	218,2	19%
SOMA	1.168,15	100%

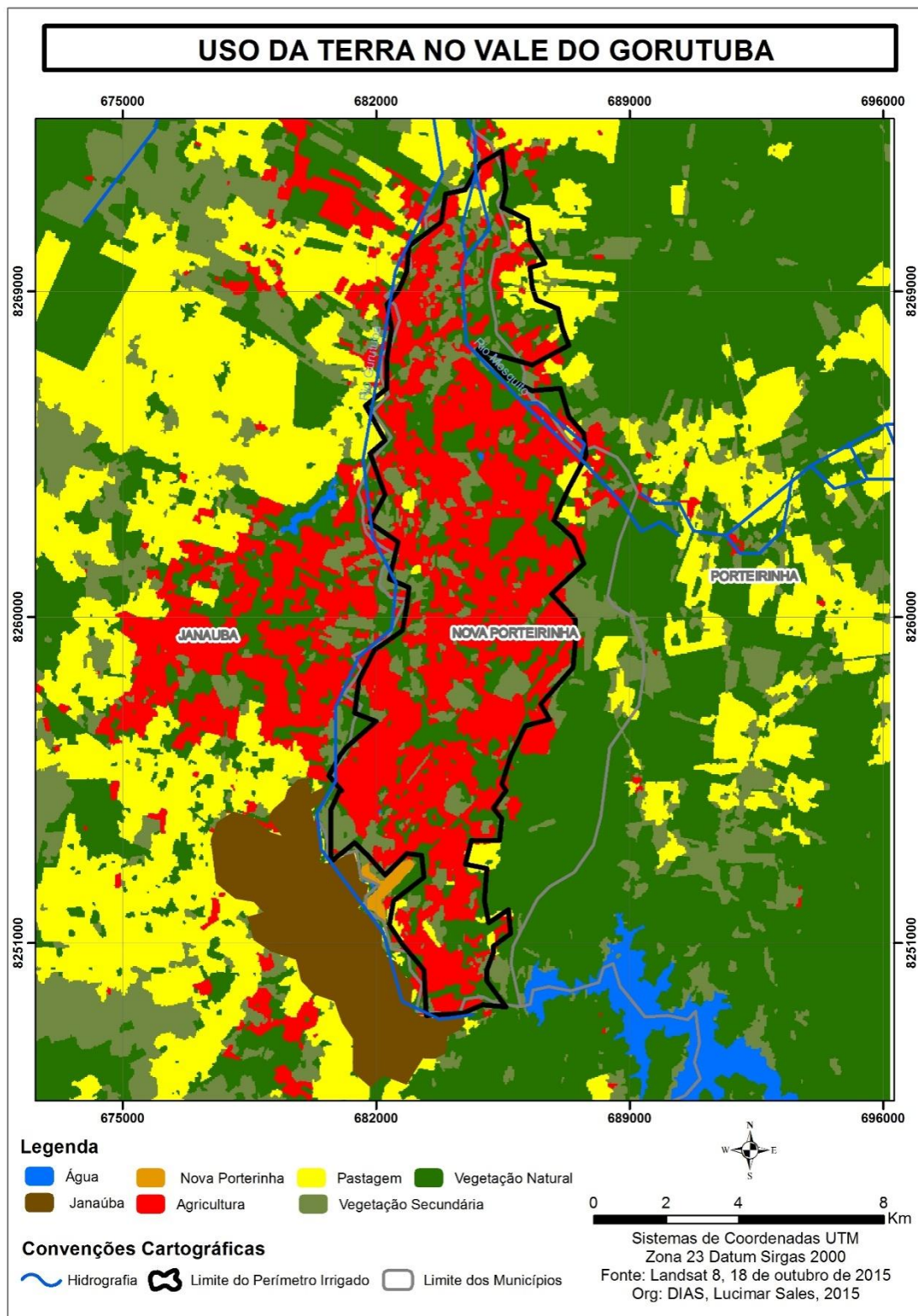
A maior parte do solo no vale do Gorutuba é ocupada pela vegetação natural, porém as demais atividades como pastagem e agricultura, que sustentam a economia dos municípios mencionados, juntas representam a segunda maior ocupação. Posteriormente, a vegetação secundária, que representa a vegetação resultante de processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial de vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais.

As áreas urbanas de Janaúba e Nova Porteirinha, que juntas representam quase 2% do uso solo, são limitadas pelo rio Gorutuba. Após percorrer aproximadamente 263 km, passando pelos municípios de Francisco Sá, Janauba, Nova porteirinha, Verdelândia e Jaíba, deságua no rio Verde Grande, afluente do Rio São Francisco, na altitude de aproximadamente de 450 metros acima do no nível do mar.

O Rio Gorutuba é de considerável importância para a região tanto do ponto de vista econômico, através dos seus projetos de irrigação, como do ponto de vista turístico, pelas suas diversas atrações (praias, lago, cachoeiras e corredeiras, pesca amadora, entre outras), do ponto de vista sentimental ou cultural, pela perfeita identificação da população com o rio, e, principalmente, pelo extraordinário valor ecológico que ele imprime à região, situada dentro do semiárido mineiro.

Com todas essas características, o rio Gorutuba é a fonte para o desenvolvimento socioeconômico do vale do Gorutuba, mas que precisa de alguns cuidados. Mesmo em sua montante é verificado uma maior quantidade de água que escoam dos afluentes, como o rio Quem Quem e o córrego Riachão, mas que apresentam grandes riscos ambientais devido o surgimento de atividades antrópicas, como a extração de areia e plantação de culturas diversas próximo à nascente. Na área urbana, verifica-se o despejo de resíduos sólidos e líquidos, que contribuem para a degradação do corpo hídrico. À jusante, após as áreas urbanas, como destaca o Distrito de Irrigação do Gorutuba, há retirada ilegal de água através de bombeamento direto, o que prejudica o curso natural do rio e os demais elementos que dependem diretamente e indiretamente do rio Gorutuba.

Figura 19: Mapa de uso do solo no Vale do Gorutuba



É importante ressaltar que no Vale do Gortuba estão presentes dois projetos de irrigação: o Lagoa Grande, à margem esquerda do rio Gortuba, e o Projeto do Gortuba, à margem direita.

Mesmo dentro dos limites territoriais de Nova Porteirinha, o Projeto Gortuba exerce maior influência no município de Janaúba através da geração de emprego e renda. Além disso, é importante considerar que a produção oriunda do Projeto de irrigação é comercializada nos principais estabelecimentos de produtos primários de Janaúba, como o Mercado Central, sacolões e supermercados. É também em Janaúba que os produtores estabelecem redes para aquisição de insumos agrícolas, desde maquinários até agrotóxicos. Segundo o DIG (2015), 78% do pessoal assentado no Perímetro tem origem no município de Janaúba.

Tabela 15: Dados dos municípios de Janaúba e Nova Porteirinha, 2016

MUNICÍPIO	ÁREA (KM²)	POPULAÇÃO	PIB	PIB <i>per capita</i>
Janaúba	2.181,32	70.886	565.528,00	9.714,68
Nova Porteirinha	120,943	7.632	93.660,00	12.656,80

Fonte: IBGE, em parcerias com órgãos e secretarias Estaduais.

No que se refere ao PIB bruto (Tabela 15), o município de Janaúba se destaca em relação à Nova Porteirinha. Tal fato se justifica devido à diversidade de setores da economia, que emprega uma quantidade maior de pessoas. Por outro lado, o PIB *per capita* (relação do montante produzido com o contingente populacional) de Nova Porteirinha é maior que o de Janaúba, justamente por apresentar um número populacional consideravelmente reduzido em relação à Janaúba.

A análise do mapa de uso do solo e a comparação demográfica expressa na tabela permitem inferir que a mancha urbana de Janaúba encontra-se bem ampliada no processo de espraiamento, sobretudo para as direções sul e noroeste, acompanhando assim, as rodovias MG-122 e MG-401 que servem de acesso aos municípios de Montes Claros e Jaíba, respectivamente. Assim como a população, a mancha urbana de Nova Porteirinha é menor e concentrada próximo ao rio Gortuba, e assim limitando com Janaúba.

Por ser sede do Perímetro Irrigado, Nova Porteirinha passa a exercer um importante papel entre os municípios da Serra Geral, inclusive sediando instituições como EMBRAPA, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais -

EMATER, Faculdade do vale do Gorutuba - FAVAG, entre outros. A MG 122, que dá acesso ao município de Porteirinha, é outro fator que contribui para o atual crescimento da área urbana de Nova Porteirinha. Tal situação pode ser comprovada pela criação de novos loteamentos, como o Califórnia, localizado na margem direita da rodovia MG-122 e como infraestrutura para edificações.

Do ponto de vista ambiental, nota-se que a boa parte da vegetação natural, nos dois municípios, foi substituída pela agricultura e pastagem. Esta última apresenta uma maior representatividade na porção leste do município de Janaúba. Além disso, o crescimento de urbano de Janaúba e Nova Porteirinha é outro fator que contribui para a redução da vegetação nativa do vale do Gorutuba.

Como a área de interesse deste estudo é o Projeto de Irrigação do Gorutuba é coerente analisar que sua característica principal de produção é a sustentação econômica através agricultura, especialmente a bananicultura (Figura 20), que segundo dados da CODEVASF, representa mais de 80% da área explorada, representado, ainda, 83% da receita dos lotes de pequenos produtores e 86,8% da receita dos lotes empresariais.

Figura 20: Processo de beneficiamento no transporte da banana no PIG

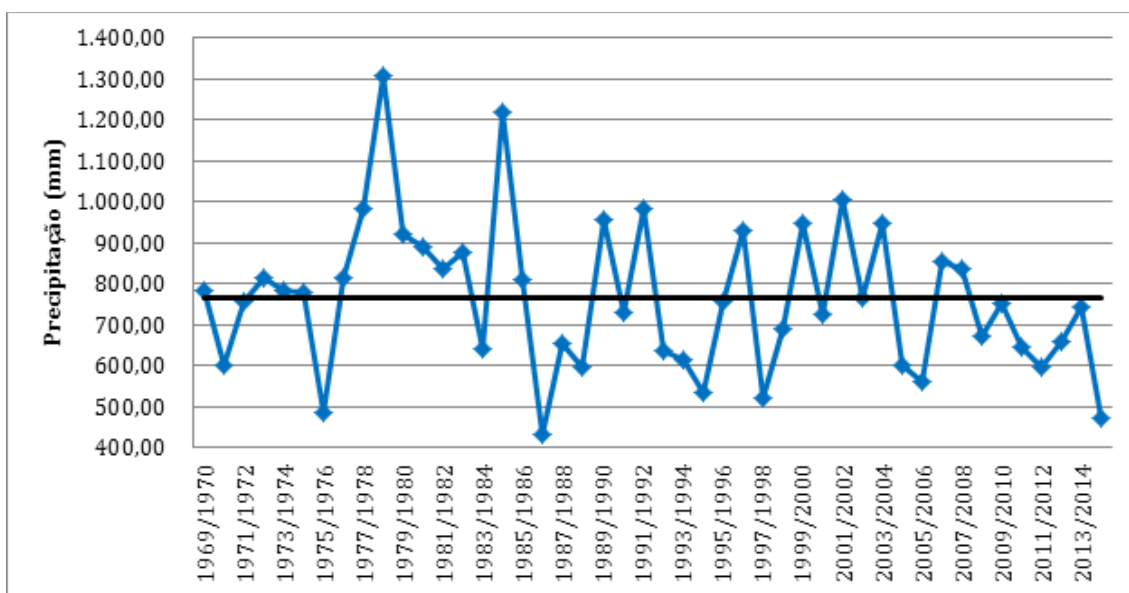


Fonte: DIG, 2015

A existência e funcionamento do Projeto de Irrigação do Gortuba estão diretamente associados ao comportamento da barragem Bico da Pedra, localizada na porção sudeste do projeto. Tanto os impactos ambientais relacionados à ocupação, como a presença de edificações e outras atividades secundárias no seu entorno, quanto as características climáticas da região, especialmente o comportamento das chuvas, foram responsáveis pela diminuição do nível da barragem e, conseqüentemente, redução da quantidade de água disponível para a irrigação, uma vez que a lei nº 9.433, de 08 de Janeiro de 1997, através da Política Nacional de Recursos Hídricos em seu primeiro artigo, do capítulo primeiro, afirma que em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais e, posteriormente, o uso em irrigação de culturas agrícolas.

Sobre o comportamento climático, os dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) coletados na estação localizada em Nova Porteirinha, na sede da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, expressos no gráfico 2, depois de 1985/86, o ano pluviométrico de 2013/2014 apresentou os piores índices de precipitação na região do vale do Gortuba, com um acumulado de 472, 60 milímetros.

Gráfico 2: Precipitação pluviométrica por ano hidrológico

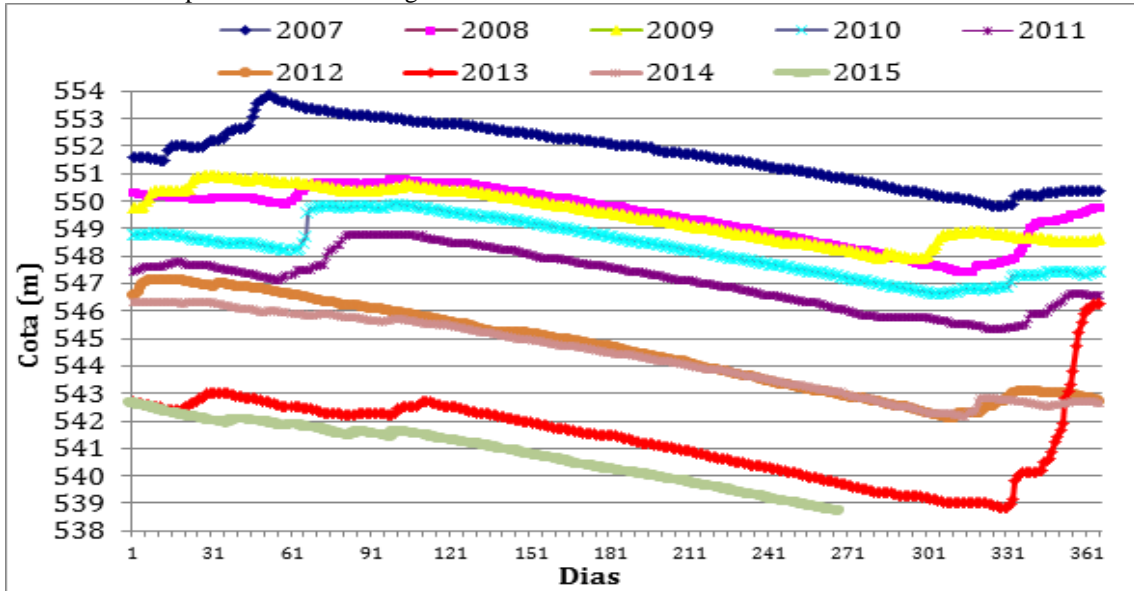


Fonte: INMET, 2014

A situação pluviométrica descrita no gráfico 2, expressa um fenômeno que implica de forma negativa na oferta de água para a viabilidade econômica da região, especialmente à produção agrícola.

Para o DIG (2014) o comportamento da Barragem demonstra a queda constante dos níveis de água a partir do ano de 2007, evidenciando as maiores amplitudes atingida nos anos de 2011 para 2012, de 2012 para 2013 e de 2014 para 2015.

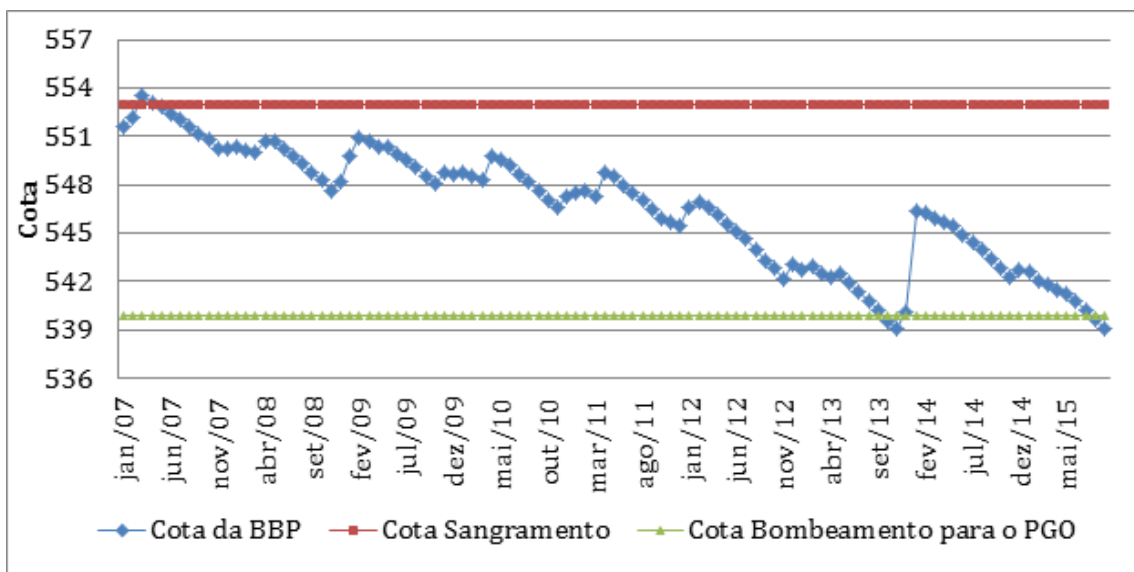
Gráfico 3– Comportamento da Barragem do Bico da Pedra.



FONTE: DIG, 2015

No ano de 2012, não houve recarga considerável na barragem Bico da Pedra devido aos baixos índices pluviométricos e pouca quantidade de água oriunda do rio Gortuba. Esses motivos somados ao intenso uso da água para irrigação acarretou na redução de água na barragem Bico da Pedra.

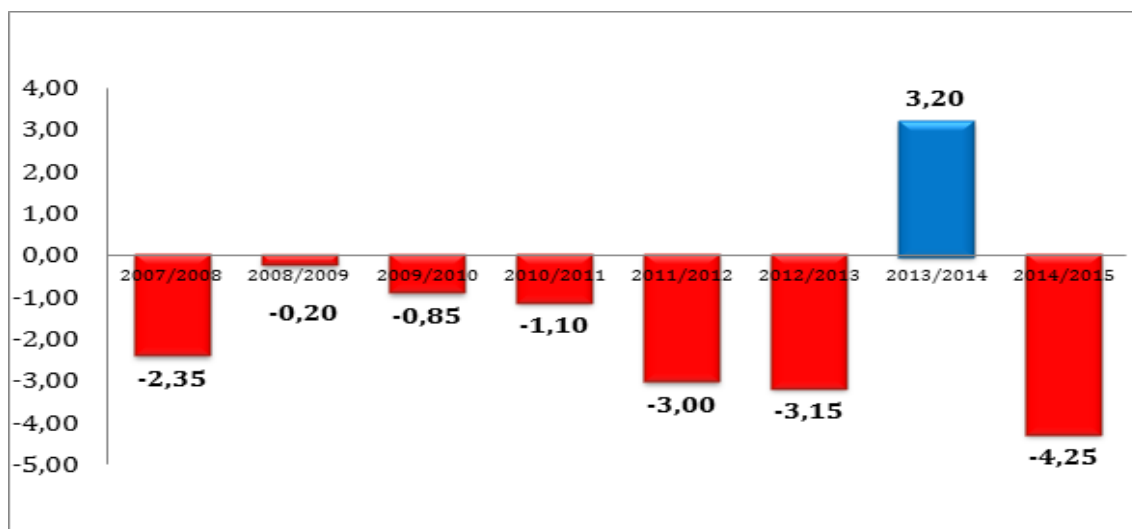
Gráfico 4: Comportamento da Cota da Barragem Bico da Pedra a partir do ano 2007



Fonte: DIG, 2015

O comportamento de baixa recarga apresentado no ano de 2012 se repetiu nos anos de 2013 e 2014, com exceção do mês de dezembro de 2013, no qual ocorreu uma considerável recarga se comparada aos demais anos registrados nos gráficos 04 e 05.

Gráfico 5 – Saldo de Recarga da Barragem do Bico da Pedra.



Fonte: DIG, 2015

A partir da análise do Gráfico 05 é possível concluir que, apesar dos racionamentos implantados, a irrigação de lavouras pode ser comprometida em função de fatores climáticos, uma vez que a redução pluviométrica implica na menor quantidade de água disponível para a manutenção das culturas irrigadas.

Conforme o DIG (2015), os Perímetros de Irrigação Gortuba e Lagoa Grande, localizados na margem direita e esquerda, respectivamente, decidiram iniciar o primeiro racionamento imediatamente após o fim do período chuvoso do ano hidrológico 2011/2012, ou seja, no dia 1º de maio de 2012, com redução no fornecimento de água na ordem de 30%. A decisão foi tomada pelos órgãos responsáveis e pelos próprios produtores visando garantir que o sistema não entre em colapso no intervalo de dois anos e não interfira na produção e produtividade dos perímetros anteriormente mencionados e, conseqüentemente, no desenvolvimento regional.

As atividades de agricultura irrigada dentro desses perímetros geram aproximadamente 10.500 empregos diretos e indiretos, produzem cerca de 84.874,00 toneladas de produtos agrícolas por ano, o que representa uma geração de renda na ordem de R\$ 103 milhões por ano (CODEVASF, 2014).

Conforme dados da CODEVASF (2014) a área total irrigável dos dois perímetros é de 6.545,95 ha, sendo 2.459,54 ha irrigáveis para 380 pequenos produtores e 4.086,41 ha irrigáveis para 113 médios e grandes produtores, tendo como principais culturas a banana, manga, mamão, uva, goiaba e produção de sementes. Desse total de 6.545,95 ha potencialmente irrigáveis, estão sendo utilizados aproximadamente 4.825,00 ha, ou seja, 25% da área não está sendo utilizada em virtude da restrição hídrica, o que representa uma redução de mais de 2.600 empregos diretos e indiretos na região.

Dados cedidos pela CODEVASF demonstram o comportamento da produção agrícola, familiar e empresarial, que nos anos 2012, 2013 e 2013 passaram por significativas alterações em função da baixa disponibilidade hídrica observada na barragem Bico da Pedra.

TABELA 16: PRODUÇÃO AGRÍCOLA DO PERÍMETRO DE IRRIGAÇÃO GORUTUBA – FAMILIAR 2012

CULTURA	ÁREA PLANTADA (ha)	ÁREA CULTIVADA(ha)	ÁREA COLHIDA(há)	PRODUÇÃO(t)	VBP (R\$)
Abóbora	3	3	3	36	21.240,00
Atemóia	1	1	1	8	23.875,56
Banana	1.446	1446	1181	28687	26.641.113,33
Cana de açúcar	33	33	30	2700	146.880,00
Capim (pastagem)	245	245	235	0	0
Coco	4,5	4,5	4	40	16.000,00
Feijão	12,5	12,5	12,5	35,6	53.304,00
Goiaba	18,5	18,5	18,5	370	1.006.400,00
Laranja	7	7	5	100	51.000,00
Limão	7,45	7,45	5,5	110	39.600,00
Mamão	1	1	1	35	23.800
Mandioca	4,7	4,7	4	100	98.000,00
Marcujá	7,2	7,2	6	150	424.500,00
Milho	167	167	167	1042	416.800,00
Melancia	1,5	1,5	1,5	45	13.050,00
Morango	0,2	0,2	0,2	2	3.620,00
Mogno	57,5	57,5	0	0	0
Pepino	0,5	0,5	0,5	0,5	360
Pinha	1	1	1	7	18.060,00
Quiabo	3,2	3,2	3,2	48	67.200,00
Uva	27	27	27	540	1.350.000,00
Total	2.048,75	2.048,75	1.706,90	34.056,10	30.414.802,89

Fonte: CODEVASF, 2012

A produção da agricultura familiar nos anos de 2012, 2013 e 2014 representada nas tabelas 16, 17 e 18 apresenta uma grande variedade de culturas pelo fato do custo da produção ser mais baixo em relação à agricultura empresarial e pela facilidade do escoamento de mercadorias.

TABELA 17: PRODUÇÃO AGRÍCOLA DO PERÍMETRO DE IRRIGAÇÃO GORUTUBA – FAMILIAR 2013

CULTURA	ÁREA PLANTADA(ha)	ÁREA CULTIVADA(ha)	ÁREA COLHIDA(ha)	PRODUÇÃO (t)	VBP (R\$)
Acerola	0,5	0,5	0	0	0,00
Banana	1.361	1.361	1.250	25727	30.469.526,50
Cana de açúcar	8,9	8,9	0	0	0,00
Capim/pastagem	192	192	0	0	0,00
Coco	2	2	0	0	0,00
Eucalipto	0,5	0,5	0	0	0,00
Feijão	44,5	44,5	35	70	140.000,00
Goiaba	20,7	20,7	20,7	430	516.000,00
Laranja	1	1	1	30	12.900,00
Limão	3	3	3	54	42.120,00
Mamão	0,5	0,5	0,5	26	20.280,00
Manga	2	2	2	73	9.355,00
Marcujá	15,5	15,5	8	160	136.000,00
Milho	78	78	39	176	70.400,00
Mogno	46,4	46,4	0	0	0,00
Quiabo	1	1	1	25	11.250,00
Uva	22	22	15	320	1.656.480,00
Total	1.799,50	1.799,50	1.375,70	27.091	33.168.543

Fonte: CODEVASF, 2013

TABELA 18: PRODUÇÃO AGRÍCOLA DO PERÍMETRO DE IRRIGAÇÃO GORUTUBA – FAMILIAR 2014

CULTURA	ÁREA PLANTADA(ha)	ÁREA CULTIVADA(ha)	ÁREA COLHIDA(ha)	PRODUÇÃO(t)	VBP (R\$)
Acerola	0,3	0,3	0,15	4	2.700,00
Banana	1.363,51	1.363,51	971,6	24.043	28414004,33
Capim (pastagem)	25,74	25,74	3,5	0	0
Coco	2	2	1	25	30.000,00
Eucalipto	10,5	10,5	0	0	0,00
Feijão	38	9,5	0	870	1.983.600,00
Goiaba	17,9	17,9	16,43	533	0,00
Hortas	4	1	1	13	7.500,00
Mandioca	2	2	0,67	17	16.666,67
Manga	1	1	0	0	0,00
Marcujá	2	2	2	90	270.000,00
Milho	5	2	27	518	227.428,00
Mogno	28	28	0	0	0
Sorgo	44,5	15,5	27	68	33.750,00
Uva	29,5	29,5	29,42	735	844.809,90
Total	1.573,95	1.509,45	1.979,77	26.914	31.830.458,89

FONTE: CODEVAFS, 2014

A análise das três tabelas permite afirmar que houve uma redução na área plantada, de 2.048,75 hectares em 2012 para 1.573,95 em 2014. É importante destacar que houve uma diminuição de variedades produzidas ao longo dos três anos, bem como ocorreu com a produção de banana.

No que se refere às áreas colhidas, nos anos de 2012 e 2013 foram menores do que as áreas plantadas. Tal fato é explicado pela falta de recurso financeiro e hídrico para manutenção das culturas, e a demanda de tempo que algumas culturas necessitam para serem colhidas, como é o caso do mogno. O contrário ocorre no ano de 2014: a área colhida foi maior que a área plantada, em detrimento daquelas culturas que foram plantadas e não colhidas nos anos anteriores.

Mesmo com as reduções em áreas plantadas e colhidas, houve um aumento em Valor Bruto de Produção no período analisado, de 30.414.802,89 em 2012 para 31.830.458,89, em 2014.

A produção agrícola empresarial de 2012, 2013 e 2014, conforme as tabelas 19, 20 e 21, representa os produtos comercializados para outras cidades, e portanto, é de grande importância para o desenvolvimento do Vale do Gortuba. Em relação à produção familiar, há uma menor variedade de culturas e a produção em larga escala e com o emprego de insumos agrícolas, típicos do agronegócio.

Nova Porteirinha se especializou na oferta de serviços ao agronegócio, atuando desde a comercialização de produtos regionais do Projeto Gortuba, como a banana e a manga, com comércio polarizado por empresas como a BRASNICA, que é uma forte atravessadora entre os pequenos e médios produtores e os grandes mercados de São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro (IBGE, 2015)

TABELA 19 : PRODUÇÃO AGRÍCOLA DO PERÍMETRO DE IRRIGAÇÃO GORUTUBA – 2012 (EMPRESARIAL)

CULTURA	ÁREA PLANTADA (ha)	ÁREA CULTIVADA(ha)	ÁREA COLHIDA (ha)	PRODUÇÃO (t)	VBP (R\$)
Banana	1.222,90	1.222,90	1112,9	23.041	21.425.940,00
Capim (pastagem)	99	99	0	0	0
Coco	10	10	2	8,4	10.081,26
Laranja	1	1	0	0	0,00
Limão	3	3	3	60	21.600,00
Mamão	57	57	35	745	789.700
Manga	57	57	54	1620	2.203.200,00
Milho	3	3	3	12	4.800,00
Mogno	412	412	0	0	0
Quiabo	11	11	11	105	147.000,00
Sorgo	17	17	2	12	8.160,00
Uva	13,7	13,7	13,7	286	712.140,00
Total	1.906,6	1.906,6	1.236,60	25.889,40	25.322.621,26

Fonte: CODEVASF, 2012

TABELA 20 : PRODUÇÃO AGRÍCOLA DO PERÍMETRO DE IRRIGAÇÃO GORUTUBA - 2013 (EMPRESARIAL)

CULTURA	AREAPLANTADA (ha)	ÁREA CULTIVADA (ha)	ÁREA COLHIDA (ha)	PRODUÇÃO (t)	VBP (R\$)
Banana	1.239,40	1.239,90	1.209,5	26707	31.485.435,00
Capim (pastagem)	39	39	0	0	0
Manga	85	85	50	1375	1.883.750,00
Milho	2	2	2	4	13.600,00
Mogno	374	374	0	0	0
Sorgo	8	2	4	14	3.290,00
Uva	13,6	13,6	13,6	571	1.656.480,00
Total	1.761	1.755,5	1.281,10	28.671	35.042.555,00

TABELA 21: PRODUÇÃO AGRÍCOLA DO PERÍMETRO DE IRRIGAÇÃO GORUTUBA - 2014 (EMPRESARIAL)

CULTURA	ÁREA PLANTADA (ha)	ÁREA CULTIVADA(ha)	ÁREA COLHIDA(ha)	PRODUÇÃO(t)	VBP (R\$)
Banana	1.133,40	1.133,40	893,14	26.279	32.261.037,50
Capim (pastagem)	52	52	0	0	0
Manga	85	85	92,08	1700	2.720.000,00

Milho	0	0	1,5	6	1.398,44
Mogno	374	374	0	0	0
Sorgo	7	2	7	53	0
Uva	13,6	13,6	27,2	109	76.160,00
Total	1.665	1.660	1.020,92	28.147	35.058.595,94

CODEVASF, 2014

As tabelas de produção permitem concluir que houve uma gradativa redução na área plantada, sendo que em 2012 os empresários plantaram 1906,6 e em 2014 foram quase 300 hectares a menos.

No que diz respeito à área colhida, a redução foi ainda mais considerável, uma vez que o total de área plantada não foi colhida. Mesmo com todas essas reduções em áreas plantadas e colhidas, o valor bruto de produção aumentou, e isso ocorreu por conta do aumento do preço das culturas comercializadas.

Conforme o DIG, em muitas propriedades, os produtores optaram pela abertura de poços artesianos para garantirem a prática da irrigação, e mitigar os efeitos provocados pela atual comportamento da barragem Bico da Pedra.

No entanto, a comparação entre as produções observadas nos gráficos e os relatos de funcionários do Distrito de Irrigação do Gorutuba deixam notório que o pequeno produtor sofre os impactos com maior intensidade do que os empresários produtores, e isso se dá devido a pequena estrutura, tanto em capital quanto em tecnologia, que garante a adoção de alternativas para o suprimento das suas atividades.

Essas alterações na produção agrícola no perímetro irrigado podem provocar graves problemas de ordem socioeconômica para os municípios de Janaúba e Nova Porteirinha, uma vez que, o comércio, altamente dependente da rentabilidade do agronegócio, gera mais de 4.388 empregos diretos, representando uma renda de mais de R\$ 79,8 milhões por ano (ACIJAN, 2014). Porém, segundo o DIG (2015), 25% da área não está sendo utilizada em virtude da restrição hídrica, representa uma redução de mais de 2.600 empregos diretos e indiretos na região.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A manutenção do setor econômico dos municípios inseridos na bacia do Gortutuba, especialmente dos municípios de Janaúba e Nova Porteirinha, está intimamente relacionado ao uso da terra, caracterizado como intenso nas últimas décadas.

A partir da utilização da geotecnologia no estudo multitemporal(1985, 2000 e 2015), do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Gorutuba, nota-se um aumento de áreas destinadas à atividades como a pecuária, agricultura irrigada, mineração e urbanização. Conseqüentemente, houve redução das áreas destinadas aos usos referentes ao eucalipto, à água e à vegetação natural, como foi representado nas tabelas e mapas de uso dos solos no decorrer deste estudo.

Essas alterações verificadas no uso do solo da bacia do Gorutuba, de 1985 à 2015, provocam impactos em toda a bacia, inclusive na área correspondente à barragem Bico da Pedra, fonte hídrica para abastecimento das populações de Janaúba e Nova Porteirinha, para o Projeto de Irrigação e dessedentação de animais. Além disso, a citada barragem enfrenta desafios no que refere à presença de um elevado número de edificações em seu entorno, que resulta em impactos em sua estrutura hídrica.

Assim, a análise dos dados e as projeções dos cenários descritas, permitem considerar que o perímetro irrigado é fundamental para a manutenção desenvolvimento do Vale do Gorutuba, porém a situação é delicada e existem ameaças concretas de diminuição e até mesmo interrupção da disponibilidade de água para a irrigação oriunda da Barragem Bico da Pedra.

Essa interrupção de água no reservatório é explicada pela redução dos índices pluviométricos verificados nos três últimos anos na região. Além disso, o aumento de empreendimentos agrícolas no projeto de irrigação, o mau uso da água que resulta no desperdício, o aumento dos impactos decorrentes da ocupação antrópica verificados na bacia hidrográfica do Gorutubae presença de edificações no entorno da barragem Bico da Pedra.

Diante da situação pesquisada, para a manutenção projeto de irrigação os órgãos competentes adotam um funcionamento através de racionamentos de água, de forma que a água seja distribuída em apenas alguns dias da semana. Tal medida provoca impactos sobre a produção e, conseqüentemente, a descapitalização os produtores, sobretudo os pequenos, que não possuem capital de giro e que utilizam menor estrutura tecnológica no processo de produção e gestão de seu empreendimento.

Nessas condições, os impactos socioeconômicos seriam, nos próximos anos, desastrosos para os municípios que dependem comercialmente da área de serviços do agronegócio do Vale do Gorutuba. Por conseqüência, os avanços conquistados com muito esforço e planejamento por parte do governo e da sociedade civil, desde a década

de 1970, seriam anulados e a região voltaria a apresentar um desempenho inaceitável nos índices de desenvolvimento para o estado de Minas Gerais.

É necessário, portanto, nesse cenário de crise hídrica, a tomada de atitudes que visem a criação de um plano de zoneamento e conservação ambiental da bacia hidrográfica do Gorutuba que respeite as suas características físicas. Além disso, é preciso adotar medidas que visem a melhoriana eficiência do uso da água, aumento da disponibilidade hídrica, preservação da Barragem Bico da Pedrae, conseqüentemente, a manutenção do desenvolvimento dos municípios de Janaúba e Nova Porteirinha através do empreendimentos citados durante este trabalho.

6 - REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. M. . Aplicação dos Sistemas de Sensoriamento Remoto por Imagens e o Planejamento Urbano e Regional. *Arq.Urb*, v. 3, p. 98-123, 2010.

ALMEIDA, M.I. S. Algumas considerações sobre o papel do estado na reorganização do espaço geográfico norte mineiro. *Caderno Geográfico*. Montes Claros: vol. 03. Outubro de 1999. P.9-15

ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; TREZZA, R. SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land) Advanced Training and Users Manual – Idaho Implementation. Version 1.0, 97p. 2002. Disponível em: <ftp://ftp.funceme.br/Cospar_Funceme_2010/CLASS_DAY_04.11.2010/LAB/quixere/quixere/Final%20Sebal%20Manual.pdf>. Acesso em dezembro de 2015.

AMARAL, R. C. *Impacto da implantação de perímetros irrigados na qualidade das águas superficiais da porção mineira do médio São Francisco*, 2012. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Saneamento) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ARAÚJO, E. P.; TELES, M. G. L.; LAGO, W. J. S. Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIV, 2009, Natal. *Anais...* Natal: 2009. p. 4631-4638.

BARBOSA, C.M.S. MATTOS, A. Diretrizes para implantação de barragens e mitigação de impactos ambientais. *XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. São Paulo, 2007. Disponível em <https://www.abrh.org.br> Acesso: jun. 2015.

BERNADES, J. A. e FERREIRA, F. P. de M.. Sociedade e Natureza. In: CUNHA, Sandra Batista e GUERRA, Antônio José Teixeira (Org). *A Questão Ambiental: Diferentes Abordagens*. 2ª ed. Bertrand: Rio de Janeiro. p. 17-41. 2005.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do Solo*. São Paulo: Ícone, 1990. 355 p.

BRANCO, S. M.. *Água: origem, uso e preservação*. 9. Ed. São Paulo: Ed. Moderna, 1998.

BRASIL. *Lei nº 9433 de 8 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990. Presidência da República. Casa Civil. Brasília, DF, 8 de janeiro de 1997.

BOTELHO, R.G.M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A.J.T.; et al. *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Riode Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. Cap. 08, p.269-300.

BUZAI, G. D. *Mapas sociales urbanos*. Buenos Aires: Lugar Editorial. 2003.

CARNEIRO, P.A.S. e FONTES, M.P.F. Aspectos Geográficos e Agrícolas do Estado de Minas Gerais. In: FONTES, R.; FONTES, M. *Crescimento e Desigualdade Regional em Minas Gerais*. Viçosa, 2005. cap. 7, p.249-292.

CASTANHO, R. B. *Uso do Geoprocessamento no estudo da produção agropecuária da microrregião de Carazinho – RS* (2002). 2006. 237 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

CAVALCANTI, J. E. A COSTA, Francisco Armando da Costa. *Impactos Socioeconômicos do perímetro de Irrigação do Gorutuba nos municípios de Janaúba e Porteirinha. Montes Claros. CODEVASF, 1998.*

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco. Internet: <http://www.codevasf.gov.br>, 2014. Acesso em 07 de Setembro de 2014.

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco. Perímetros Irrigados, Lagoa Grande. Janaúba, 15 jul. 2013. Disponível em: <http://www.codevasf.gov.br/principal/perimetros-irrigados/elenco-de-projetos/lagoa-grande>

Acesso em: 03/01/ 2015.

COSTA; D. S. M; DIAS, L. S; PEREIRA, A. M. Semiárido nortemineiro: A importância do projeto de irrigação como respaldo dos moradores dos municípios de Janaúba e Nova Porteirinha. *XI Encontro Nacional da Anpege*. Presidente Prudente. SP. 2015

CHRISTOFOLETTI, A. A Análise de Bacias Hidrográficas. In: CHRISTOFOLETTI *Geomorfologia*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1980. 102-121p.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

_____. A geografia física no estudo das mudanças ambientais. In: BECKER, B. et al (org.) *Geografia e meio ambiente no Brasil*. São Paulo: Hucitec, 1995, p. 334-345.

CHUERUBIM, M.L. e PAVANIN, E. V. A análise do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do córrego Barbosa no ano de 2011. *GEOUSP – espaço e tempo*, São Paulo, N°33, pp. 229- 238, 2013

CUNHA, C. de J. e HOLANDA, Francisco Sandro Rodrigues. Estrutura, função e propriedade de agroecossistemas: um estudo de caso no estuário do Rio São Francisco. Aracajú – Se, 2006.

DEMARCHI, J. C. ; PIROLI, E. L. ; ZIMBACK, C. R. L. . Análise do uso do solo no município de Santa Cruz do Rio Pardo SP, usando imagens Landsat-5 classificadas por máxima verossimilhança, segmentação e índices de vegetação NDVI e SAVI. In: 7° *Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental*. Maringá - PR :UEM/DGE/PGE/DEC/PEU, 2010. v. 1. p. 1-17.

DIAS, M. do C. O.. *Manual de Impactos Ambientais. Orientações Básicas sobre os Aspectos Ambientais de Atividades Produtivas*. Fortaleza. Banco do Nordeste, 1999.

DIG – Distrito de Irrigação do Gorutuba. O Perímetro do Gorutuba. Janaúba, Agosto, 2015.

EMBRAPA relevo. Produto altimétrico Missão SRTM. Disponível em:<<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/>>. Acesso em janeiro de 2016.

Exelis Visual Information Solutions. ENVI Classic Tutorial: DecisionTreeClassification. 2014. Disponível em:<http://www.exelisvis.com/portals/0/pdfs/envi/Decision_Tree.pdf>. Acesso em dezembro de 2015.

FENKER, E. *Impacto ambiental e dano ambiental*. 2007. Disponível em:<<http://www.unifae.br> Acesso: Maio/2015.

FERREIRA, A. B.; SANTOS C. R.; BRITO J. L. S.; ROSA R. *Análise comparativa do uso e ocupação do solo na área de influência da Usina Hidrelétrica Capim Branco I a partir de técnicas de geoprocessamento. Anais...XII Simpósio brasileiro sensoriamento remoto*. Goiânia 2005. P.2997 3004.

FILHO, S. S. Distribuição de arsênio e oxidação de materiais sulfetados de áreas de mineração de ouro no Estado de Minas Gerais. Tese. Viçosa. 2015. Disponível:<<http://alexandria.cpd.ufv.br:8000/teses/solos%20e%20nutricao%20de%20plantas/2005/194494f.pdf>> Acesso: 25/06/2016

FITZ, P. R. Cartografia básica. São Paulo. Oficina de Textos, 2008a.

GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. da (Org.). *Avaliação e Perícia Ambiental*. 4º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

GUERRA, A. J. T. e CUNHA, Sandra Baptista da (Org.). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998, p. 472.

HAMMES, Valéria S. *Percepção do diagnóstico ambiental*. Brasília: Editora Técnica, EMBRAPA Informação Tecnológica, 2002.

HERMANO, V. M. *Desenvolvimento urbano-rural da rede de Janaúba e Nova Porteirinha*. 2006. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Social) – Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, Montes Claros, 2006.

HUETE, A. R. A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*. v. 25. P. 295-309, 1988. Disponível em:<https://www.researchgate.net/profile/Alfredo_Huete/publication/220040775_A_Soil-Adjusted_Vegetation_Index_%28SAVI%29/links/0f31753242c82db9df000000.pdf> Acesso em dezembro de 2015.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) - Catálogo de Imagens. Imagens satélite Landsat 5 (Sensor TM). Disponível em:<<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em janeiro de 2016.

JENSON, S. K.; DOMINGUE, J. O. *Extracting topographic structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis*. *Revista Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. v. 54. n. 11. p. 1593-1600. 1988. Disponível em:<

http://m1.archiveorange.com/m/att/H2CPn/ArchiveOrange_BqIHJa44tNzoGVG7sjCx1900baoa.pdf>. Acesso em dezembro de 2015

LANNA, A. E. *Gerenciamento de Bacia Hidrográfica. Aspectos Conceituais e Metodológicos*. Brasília, IBAMA, 170 p. 1995.

LEITE, M. E. *Geoprocessamento aplicado ao estudo do espaço urbano: o caso da cidade de Montes Claros-MG*. Universidade Federal de Uberlândia. Dissertação de Mestrado. Uberlândia, 2006.

_____. *Geotecnologias Aplicadas ao Mapeamento do Uso do Solo Urbano e da Dinâmica de Favela em Cidade Média: O Caso de Montes Claros*. Uberlândia, 2011. Tese de Doutorado em Geografia – Universidade Federal de Uberlândia-UFU. Instituto de Geografia, 2011.

_____; DIAS, L.S;ROCHA, A.M. *Análise da ocupação no entorno da Barragem Bico da Pedra, no Município de Janaúba/MG*. Revista eletrônica: Caderno de Geografia. PUC. Belo Horizonte, MG. 2015

LIMA, W. P. *Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas*. ESALQ/USP: Piracicaba, 2.ed. 2008, 245p.

LIU, W. T. H. *Aplicações de sensoriamento remoto*. Campo Grande-MS: Universidade Anhanguera.UNIDERP, 2006. 908p.

MAFRA, G. *Aspectos econômicos da agricultura irrigada*. Brasília. UnB, 2003.

MATIAS, L.F. *Por uma economia política das geotecnologias*.*Geo Crítica / Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Barcelona: Universidad de Barcelona, 2004, vol. VIII,núm. 170-52. Disponível em: <<http://www.ub.es/geocrit>>Acessado em outubro de 2014.

MARTINE, G. (Org.). *População, meio ambiente e desenvolvimento: verdades e contradições*. Campinas: UNICAMP, 1996.

MAZOYER, M. e ROUDART, Lourence. *História das agriculturas: Do neolítico à crise contemporânea*. Editora UNESP. São Paulo, SP, 2008.

MENESES, P.R. e ALMEIDA, Tati de. (Org.). *Introdução ao processamento de imagens de satélites*. Universidade de Brasília. Brasília, 2012.

MONTEIRO, R. C. *Estimativa do espaço temporal da superfície potenciométrica do sistema aquífero Guarani na cidade de Ribeirão Preto (SP), Brasil*. 2003. 212 f. Tese (Doutorado em Geociências/ Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

MOREIRA, M. A.; BARROS, M. A.; RUDORFF, B. F. T. *Geotecnologias nomapeamento da cultura do café em escala municipal*.*Sociedade & Natureza*, Uberlândia-MG, 20 (1): p.101-110, jun. 2008.

Disponível:<http://www.dsr.inpe.br/laf/cafesat/artigos/GeotecnologiasCafeEscalaMunicipal.pdf> Acesso em: 29 Fev. 2016. .

NASCIMENTO, R.F.F.; et al. O algoritmo Support Vector Machines (SVM): avaliação da separação ótima de classes em imagens CCD-CBERS-2. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)*, 14, 2009, Natal. Anais...São José dos Campos: INPE, 2009. Artigos, p. 2079-2086. CD-ROM, On-line. ISBN: 978-85-17-00044-7.

Disponível em:

<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/10.20.10.59/doc/2079-2086.pdf>.

Acesso em: 03 de Dez. 2015

NOGUEIRA, O. J. O. Notas sobre a Irrigação no Contexto Histórico. In: *Anais do XXXIV Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural*. Aracaju: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural – SOBER, agosto de 1996.

NUNES, W. A.G. de A.; KEK, João Carlos; NEVES, J. C. L.; RUIZ, H. Al; FREITAS, G. A.; BEIRIGO, R. M., *Qualidade da Água de Irrigação de Poços Tubulares e do Rio Gorutuba na Região de Janaúba-MG*. Irriga, Botucatu, v. 10, n. 4. Viçosa. p. 403-410, 2005.

PASSOS, H. D. B.; PIRES, M. de M.. *Indicadores ambientais para avaliação de agroecossistemas*. UESC, Bahia, 2008.

PEREIRA, G. H. A.; CENTENO, J. A. S. Utilização de Support Vector Machine para classificação multiclases de imagens Landsat TM+. In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 16. (SBSR)., 2013, Foz do Iguaçu. Anais... São José dos Campos: INPE, 2013. p. 2322-2328. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00066-9 (Internet), Access in: 2015, Dezembro. 03.

PORTO, M.& TUCCI, C. E.M. *Planos de recursos hídricos e as avaliações ambientais*. REGA. Porto Alegre: vol. 6, n; 2, jul./dez. 2009.

Disponível:https://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/96f3519259dfdd2522cc5ddfbf5f3f27_93892394123764022c0798ac7cc986ac.pdf

Acesso: 25/06/2016

PRINA, B. Z.; TRENTIN, R. GMC: *Geração de Matriz de Confusão a partir de uma classificação digital de imagem do ArcGIS*.

PRONI – *Programa Nacional de Irrigação*. Governo José Sarney, 1986.

REBOUÇAS, A. C. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3. ed. São Paulo: escrituras, 2006.

REIS, Paulo Ricardo da Costa; et al. Impactos da Política Nacional de Irrigação sobre o desenvolvimento socioeconômico da região Norte de Minas Gerais: uma avaliação do Projeto Gorutuba. *Revista de Administração Pública*. v. 46, n. 4. Rio de Janeiro. p. 1101-1130. jul./ago. 2012.

RICETO, A.. *As Áreas de Preservação Permanente (APP) urbanas: sua importância para a qualidade ambiental nas cidades e suas regulamentações*. Disponível em:

<http://catolicaonline.com.br/revistadacatolica2/artigosn4v2/08-geografia.pdf>>. Acesso em: 06 Out. 2014.

ROCHA, G. S.C.; Tamada, K.. *Desvio de Rios para construção de Barragens*, Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

RODRIGUES, V. A.; CARVALHO, W. A. Análise morfométrica da microbacia hidrográfica. In: RODRIGUES, V. A.; STARZYNSKI, R. (Coord.). *WORKSHOP EM MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS*, 8, 2004, Cunha. Anais. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, 2004. p. 144-163.

RODRIGUES, A. C. M. *Mapeamento Multitemporal do uso e cobertura do solo do município de São Sebastião-SP, utilizando técnicas de segmentação e classificação de imagens TM-Landsat e HRV-SPOT*. São José dos Campos: INPE, 94p. 2000. (INPE – 7510 – PUD/39)

ROSA, R. *Análise Espacial em geografia*. Revista da ANPEGE, v. 7, n. 1, número especial, p. 275-289, out. 2011.

ROSSETTI, L. A. F. G. *Geotecnologias aplicadas à caracterização e mapeamento das alterações da cobertura vegetal intra-urbana e da expansão urbana da cidade de Rio Claro (SP)*. 2007. 115f. Dissertação (Mestrado em Geografia/Organização do Espaço). IGCE/Universidade de São Paulo/USP, Rio Claro-SP. 2007.

SANTOS, R.F. *Planejamento ambiental – teoria e prática*. São Paulo: OFICINA DE TEXTOS, 2004. 306 p.

SANTOS, A.F. dos.; CARDOSO, L. G. Evolução do uso da terra, da microbacia do Ribeirão Faxinal, Botucatu-SP, através de fotografias aéreas. In: *XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, Anais. Florianópolis, Brasil, 21- 26 abril 2007, INPE, p.1337-1343.

SANTOS, E.; MATOS, H.; ALVARENGA, J.; SALES, M. C. L.. *A Seca no Nordeste no Ano de 2012: Relato Sobre a Estiagem na Região e o Exemplo de Prática de Convivência Com o Semiárido no Distrito De Iguaçú/Canindé-Ce*. Revista Geonorte, Edição Especial 2, v.1, n.5, p.819 – 830. 2012.

SANTOS, A. R., PELUZIO, T. M. O., SAITO, N. S. *SPRING 5.1.2 passo a passo: aplicações práticas*. Alegre/ES: CAUFES, 2010. Disponível em: <http://www.mundogeomatica.com.br/Livros/Livro_Spring_5.1.2_Aplicacoes_Praticas/LivroSPRING512PassoaPassoAplicacaoPratica.pdf>. Acesso em agosto de 2013.

SANTOS, M. Espaço e Sociedade. Petrópolis: Vozes, 1979.

SILVA, C.N., da S., J.M.P. and C, C.J.N. (2015) *Methodological Guidelines for the Use of Geoprocessing Tools: Spatial Analysis Operations—Kernel, Buffer and the Remote Sensing Image Classification*. Agricultural Sciences, 6, 707-716.

SILVA, O. R. da. *A barragem do “Bico da Pedra” e as transformações socioeconômicas nos de Janaúba e Nova Porteirinha – MG*. Montes Claros, UNIMONTES, 2008.

SILVA, A. de B. *Sistemas de informações geo-referenciadas*. Campinas: Unicamp, 2003.

SILVEIRA, A. L. L. da O ciclo hidrológico e a bacia hidrográfica in: TUCCI, C. E. M. (org.) *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH: EDUSP, 1993. p. 35-51.

SOUZA, E. R.; FERNANDES, M. R. *Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentável das atividades rurais. Informe agropecuário*. Belo Horizonte. v.21, n. 207, p. 15-20, nov./dez. 2000.

SOTCHAVA, V. B. *Estudo de Geossistemas*. Métodos em questão nº 16. São Paulo. IG-USP. 1977.

TAOLI, F.. *Recursos energéticos*. São Paulo: Oficina de textos, 2000.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L. & BEATON, J. D. *Soil fertility and fertilizers*. 4.ed. New York, Macmillan Publishing Company, 1985. 754p.

TRES, R.D; REIS, R.A; SCHLINDWEIN. S.L *A construção de cenários da relação homem-natureza sob uma perspectiva sistêmica para o estudo da paisagem em fazendas produtoras de madeira no planalto norte catarinense*. Ambiente e Sociedade. São Paulo. 2011.

TUCCI, C. E. M. 1997. *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

Tucci, C. E. M; CLARKE, R. T. *Impactos das mudanças na cobertura vegetal no escoamento: revisão*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH. Porto Alegre. 1997

TUNDISI, J. G., TUNDISI, T. M. ROCHA, Odete. *Ecosystemas de águas interiores*. IN: REBOUÇAS, Aldo C., BRAGA, Benedito, TUNDISI, Jose G. (Org.), 2006.

United States Geological Survey (USGS) – Earth Explorer. Imagens satélite Landsat 8 (Sensor OLI). Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso:28/01/2016.

VITAL, M.H.F. *Impacto ambiental de florestas de eucalipto*. Revista do BNDES. Rio de Janeiro. V.14. N. 28. Dez 2007.
Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev2808.pdf
Acesso: 25/06/2016

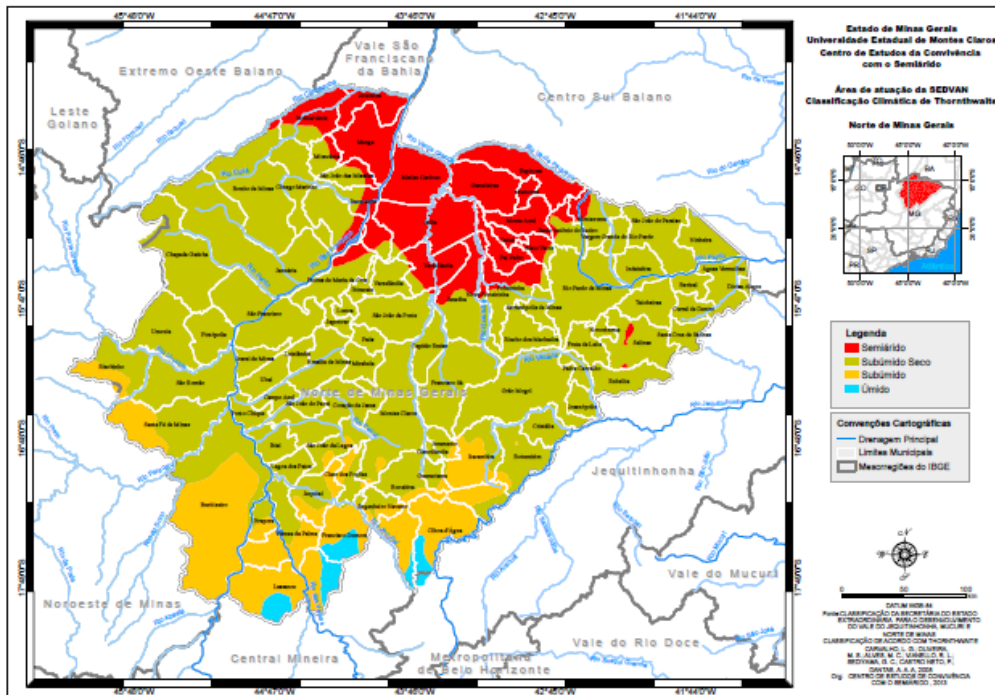
VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. *Reflexões sobre Geografia Física no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

VELOSO, G.A. *Análise Espaço Temporal dos componentes do balanço de radiação, energia, e evapotranspiração, usando técnicas técnicas de sensoriamento remoto em áreas irrigadas do projeto Jaíba-MG. Universidade Federal de Uberlândia.* Dissertação de Mestrado. Uberlândia, 2014.

WORSTER, D. *Transformationsoftheearth: towards na agroecological perspective in history.* Journalof American History, Bloomington, v.10, p. 1087-1104, March, 1990.

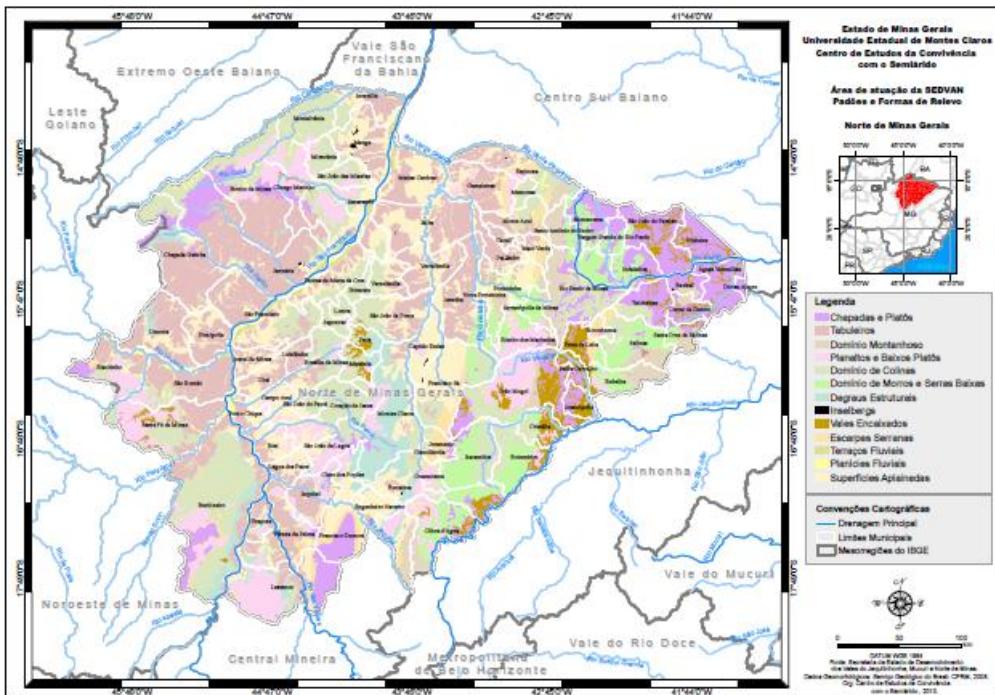
6 - ANEXOS

Anexo A – Classificação Climática de Thornthwaite.



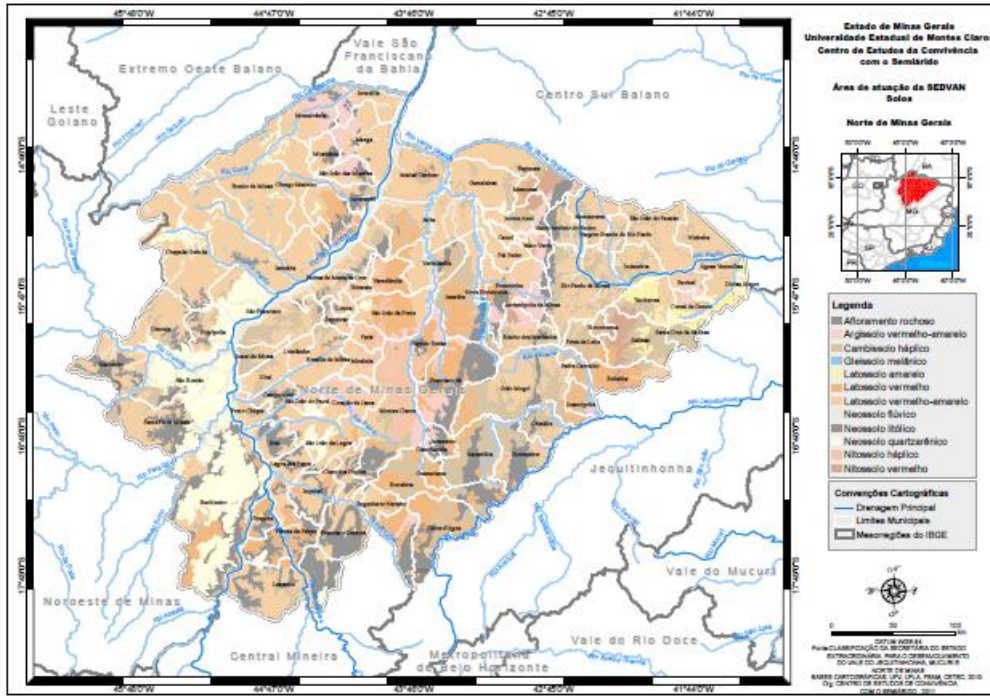
Org.: CECS, 2013.

Anexo B – Padrões e Formas de Relevo.



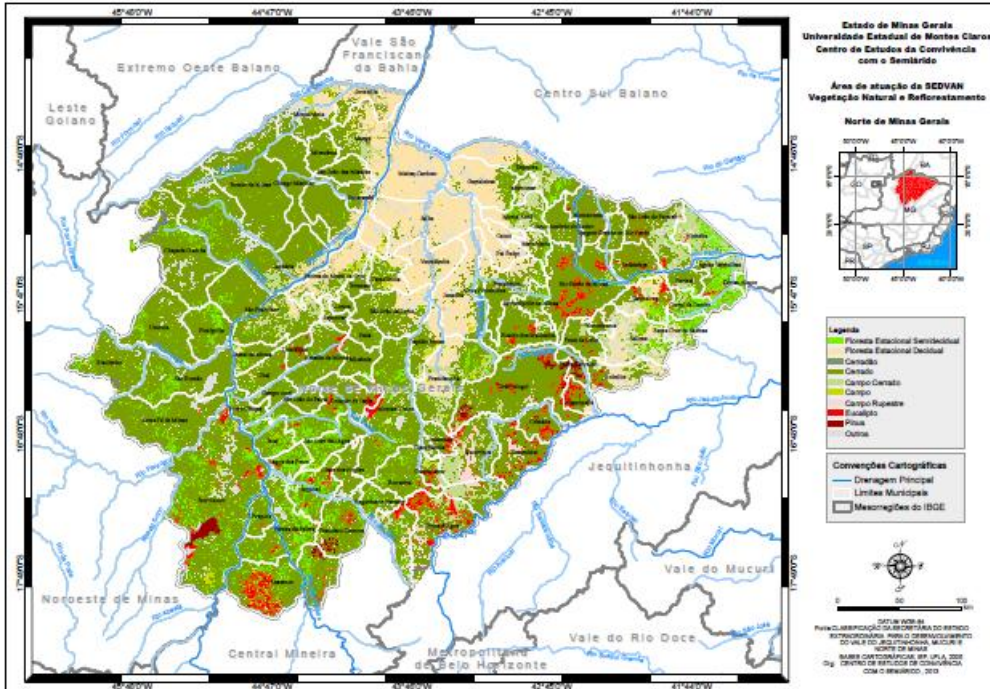
Org.: CECS, 2013.

Anexo C – Solos.



Org.: CECS, 2013.

Anexo D – Vegetação Natural e Reflorestamento.



Org.: CECS, 2013.