



*Universidade Veiga de Almeida (UVA)
Pró-reitora de Graduação
Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental*

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
Modalidade: Monografia

**Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Macuco
e Avaliação de Suas Influências na Crise Hídrica 2014/2015 – Duas Barras-RJ.**

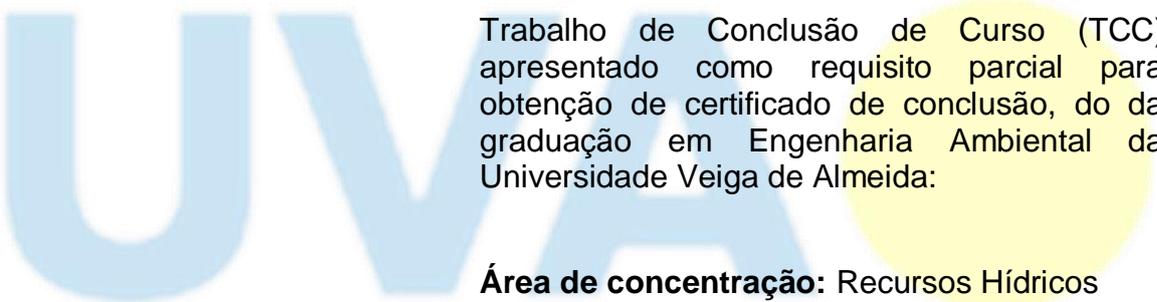
Autor: Pedro Henrique Nunes Pires

Orientadora: Doutora Liliane Jucá Lemos da Silva Porto

RIO DE JANEIRO – RJ
MAIO DE 2017

Pedro Henrique Nunes Pires

Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Macuco e Avaliação de Suas Influências na Crise Hídrica 2014/2015 – Duas Barras-RJ.

The logo of Universidade Veiga de Almeida (UVA) is visible in the background, consisting of the letters 'UVA' in a light blue, sans-serif font. A yellow circle is positioned behind the letter 'A'.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como requisito parcial para obtenção de certificado de conclusão, do da graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Veiga de Almeida:

Área de concentração: Recursos Hídricos

Orientadora: Doutora Liliane Jucá Lemos da Silva Porto

RIO DE JANEIRO – RJ

MAIO DE 2017

Pedro Henrique Nunes Pires

Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Macuco e Avaliação de Suas Influências na Crise Hídrica 2014/2015 – Duas Barras-RJ.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como requisito parcial para obtenção de certificado de conclusão, da graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Veiga de Almeida.

Banca Examinadora:

Liliane Jucá Lemos da Silva Porto
Professora do curso de Engenharia Ambiental
Doutora em Geoquímica Ambiental

Carlos Eduardo Soares Canejo Pinheiro da Cunha
Professor do curso de Engenharia Ambiental
Doutorando em Engenharia Ambiental

Viviane Japiassú Viana
Professora do Curso de Engenharia Ambiental
Doutora em Ciências do Meio Ambiente

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, amigos, professores que me deram apoio e força para vencer mais esta etapa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre me proteger e colocar pessoas abençoadas para iluminar meu caminho.

A minha família que sempre me apoiou em especial minha mãe Thereza Cristina da Silva Nunes e meu pai Antônio Jorge Fernandes Pires, pela criação, conselhos e incentivos.

Aos meus avós que são a base e sustentação da minha família, pelos ensinamentos e conselhos me deram durante toda essa jornada.

À instituição Veiga de Almeida por ter me proporcionado experiências e professores tão competentes e aplicados, os quais fizeram possível todo o meu aprendizado, em especial minha orientadora Liliane Jucá.

Aos meus colegas de curso que me proporcionaram conhecimento, diversão, amizade, carinho, respeito e esperança, sem vocês seria muito mais difícil.

Aos meus companheiros de estágio, especificamente ao meu supervisor Paulo Henrique Pereira Reis, um dos idealizadores do projeto.

Aos meus companheiros de transporte público durante todo o período da faculdade, Hugo dos Anjos e Plínio Alencar, pelas histórias vividas, emoções e problemas compartilhados.

EPÍGRAFE

“A utopia está lá no horizonte. Me aproximo dois passos, ela se afasta dois passos. Caminho dez passos e o horizonte corre dez passos. Por mais que eu caminhe jamais alcançarei. Para que serve a utopia? Serve para isso: para que eu não deixe de caminhar.”

Eduardo Galeano

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo, através de uma abordagem teórico-prática caracterizar os diferentes tipos de uso e ocupação do solo e identificar nascentes na bacia de drenagem a captação de água realizada no Rio Macuco/Macuquinho, responsável pelo abastecimento das ETAs Monnerat e Cordeiro, que fornecem água ao município de Duas Barras, visando entender suas influências na crise hídrica que ocorreu na bacia nos anos de 2015 e 2016. Para o desenvolvimento do trabalho, foi utilizado o software Google Earth Pro e visitas ao local. Foi possível observar, que a área analisada tem predominância de ocupação por pastagens (47,31%). A cobertura florestal na área em questão é representativa (40,38%), ainda preservada em grande parte do território. Com o mapeamento do uso do solo, é possível entender a dinâmica do funcionamento da bacia e suas peculiaridades, já a identificação das nascentes nos traz aspectos relacionados à quantidade e qualidade da água do principal corpo hídrico da área estudada. Neste sentido, o mapeamento e identificação de nascentes tem papel fundamental para que o município possa desempenhar uma eficiente gestão de seus recursos hídricos, pois acredita-se que não há possibilidade de protegê-los, assim como suas nascentes, sem que se saiba suas localizações.

Palavras – chaves: crise hídrica, uso e cobertura do solo, identificação de nascentes e Rio Macuco.

ABSTRACT

The objective of this work is to characterize the different types of land use and occupation and to identify springs in the drainage basin, the water catchment in the Macuco / Macuquinho River, responsible for the supply of the Monnerat and Cordeiro ETAs, Which provide water to the municipality of Duas Barras, aiming to understand its influence on the water crisis that occurred in the basin in the years 2015 and 2016. For the development of the work, the software was used Google Earth Pro and site visits. It was possible to observe that the analyzed area has predominance of pasture occupation (47.31%). The forest cover in the area in question is representative (40.38%), still preserved in much of the territory. With the mapping of the soil use, it is possible to understand the dynamics of the functioning of the basin, since the identification of the springs brings us aspects related to the quantity and quality of the water of the main water body of the studied area. In this sense, the mapping and identification of springs has a fundamental role for the municipality to perform an efficient management of its water resources, since it is believed that there is no possibility of protecting them, as well as its sources, without knowing their locations.

Key - words: water crisis, land use and coverage, identification of springs and Rio Macuco.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa de Localização Município de Duas Barras

Figura 2 – Rio Macuco

Figura 3 – Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro

Figura 4 – Nascente encontrada na Bacia Hidrográfica

Figura 5 – Rio Macuco

Figura 6 – Rio Macuco

Figura 7 – Cobertura do Solo da Bacia de Drenagem da Captação ETA Cordeiro

Figura 8 – Nascentes Mapeadas

Figura 9 – Nascente Preservada

Figura 10 – Nascente Relativamente Preservada

Figura 11 – Nascente Degradada

Figura 12 – Trabalhador Rural Próximo a Nascente Encanada

Gráfico 1 – Precipitação Anual entre 2010 e 2015

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição Quantitativa do Uso e Ocupação do Solo

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

ANA – Agência Nacional das Águas

APP – Áreas de Preservação Permanente

Art. - Artigo

CF – Constituição Federal

ETA – Estação de Tratamento de Água

GPS – Sistema de Posicionamento Global

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INEA – Instituto Estadual do Ambiente

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

LEGAL – Linguagem Espacial Para Geoprocessamento Algébrico

MNT – Modelo Numérico do Terreno

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

SEGRHI – Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SNGRH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UTM – Universal Transverse Mercator

SUMÁRIO

1 Introdução	14
1.1 Objetivos	15
1.1.1 Objetivo Geral	15
1.1.2 Objetivos Específicos	15
2 Fundamentação Teórica	16
2.1 Crise Hídrica.....	16
2.2 Bacias Hidrográficas.....	19
2.2.1 Região Hidrográfica.....	21
2.3 Uso e Ocupação do Solo.....	22
2.3.1 Geotecnologias Aplicadas aos Estudos Ambientais.....	23
2.4 Nascentes: Conceitos e Abordagens	25
3 Metodologia	30
3.1 Levantamento Bibliográfico	30
3.2 Contextualização Local	30
3.2.1 Caracterização Climática.....	32
3.2.2 Caracterização Florística.....	32
3.2.3 Geomorfologia e Pedologia	32
3.2.4 Caracterização Hidrológica	33
3.3 Etapa de Campo	36
3.4 Consolidação e análise dos dados.....	38
3.4.1 Uso e Ocupação do solo	38
3.4.2 Pesquisa de dados Pluviométricos.....	39
3.4.3 Delimitação das APPs de Nascentes	39
4 Resultados	40

4.1 Uso e Ocupação do Solo.....	40
4.2 Dados Pluviométricos da Estação Meteorológica Vargem Alta, Bom Jardim.....	44
4.3 Delimitação de Nascentes.....	45
5 Considerações Finais	51
6 Referências Bibliográficas	53

1 INTRODUÇÃO

Um dos objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos é a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais, por isso é fundamental um planejamento ambiental a longo prazo levando em consideração a série histórica de dados pluviométricos e investimentos em projetos sustentáveis.

Os anos de 2014 e 2015 mostraram ao Brasil que os recursos naturais renováveis têm prazo de vida útil se mal administrados, a crise hídrica que assolou o país, principalmente o sudeste, acendeu uma luz vermelha na população e em seus governantes. Grandes estados como Rio de Janeiro e São Paulo sofreram a pior crise hídrica da história nas bacias de drenagem que os abastecem.

A redução drástica da incidência de chuvas levou o sudeste brasileiro a conviver com secas consideradas as mais severas dos últimos 100 anos, conforme relatório de conjuntura da Agência Nacional de Águas (ANA, 2016). Desde outubro de 2013, os índices pluviométricos reduziram a níveis baixíssimos, chegando a registrar, em alguns períodos, até 1% da quantidade esperada. Este fator atrelado à falta de planejamento dos órgãos estaduais e empresas de saneamento básico desencadearam esta problemática.

As cidades interioranas fluminenses também sofreram os impactos, o Município de Duas Barras, que pertence à Região Serrana do Rio de Janeiro, foi um dos mais afetados nesta crise, o volume de água do principal corpo hídrico da região teve uma queda drástica afetando diretamente o abastecimento da região.

A partir desta demanda e considerando a urgência da problemática apresentada, este trabalho foi elaborado buscando entender num primeiro momento, o papel do uso e ocupação do solo na dinâmica de funcionamento da bacia hidrográfica, e posteriormente, identificando as nascentes quanto ao estado de degradação onde se encontram, devido à sua importância na manutenção dos recursos hídricos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Mapear e caracterizar os diferentes tipos de uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do Rio Macuco/Macuquinho, município de Duas Barras, visando identificar as nascentes da bacia e relacioná-los com a crise hídrica da região nos anos de 2014 e 2015.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos estão em ordem cronológica das etapas da pesquisa aplicadas em campo:

- Delimitar a Bacia Hidrográfica;
- Identificar os diferentes tipos de uso e cobertura do solo;
- Identificar as nascentes da bacia hidrográfica e caracteriza-las conforme estado de degradação;
- Abordar os reflexos do uso e ocupação do solo e características das nascentes com a crise hídrica que ocorreu na bacia hidrográfica nos anos de 2014 e 2015.

2 Fundamentação Teórica

A fim de facilitar o entendimento da metodologia desenvolvida neste trabalho, apresenta-se um breve histórico dos conceitos abordados no trabalho, e revisão bibliográfica com conceitos e definições de nascentes por autores diversos.

2.1 Crise hídrica

O crescimento populacional, a industrialização, a expansão da agricultura e as mudanças climáticas, fenômenos inerentes ao desenvolvimento do país, vêm, constante e inevitavelmente contribuindo para o processo de degradação e escassez dos recursos hídricos. Não são necessários maiores entendimentos técnicos para compreender que, do fenômeno da intensa urbanização fatalmente decorrerá aumento da demanda - seja para seu consumo, seja com relação à descarrega de recursos hídricos contaminados, sendo fundamental que a infraestrutura de abastecimento acompanhe este fenômeno.

Dessa forma, a atual crise hídrica brasileira encara, fundamentalmente, dois obstáculos: a escassez e a qualidade do recurso hídrico. A escassez das águas relaciona-se às políticas públicas, e aos instrumentos de gestão desses recursos, enquanto que a qualidade dos corpos hídricos relaciona-se às questões de saneamento e gestão de resíduos sólidos e líquidos.

A análise desses obstáculos deverá ser feita de forma holística. Em outras palavras, as Políticas de Recursos Hídricos, de Saneamento Básico e de Resíduos devem ser implementadas de maneira integrada. Infelizmente não é o que ocorre na atualidade, devido à incapacidade do Estado brasileiro de atuar de forma planejada e sistêmica em suas esferas de governo, A título de ilustração, veja-se o exemplo da Lei de Saneamento Básico, que possui caráter voltado à atividade empresarial, tratando de questões relacionadas ao serviço prestado, deixando de integrá-la ao tratamento jurídico dos recursos hídricos.

Para melhor compreender a atual crise, é importante conhecer a estrutura gerencial dos recursos hídricos no Brasil. A gestão hídrica no Brasil é dividida entre rios Federais, rios estaduais e águas subterrâneas. Até a publicação da lei 9433/97, a gestão das águas no Brasil se restringia à emissão de outorgas de uso pelos

estados sem nenhum planejamento. Os cadastros eram praticamente inexistentes e tampouco havia informações sobre as bacias hidrográficas, sem falar na ausência de planos estaduais de recursos hídricos. Fato é que, em matéria de recursos hídricos, a legislação tradicionalmente a tratava como uma mera pauta do setor elétrico. Foi apenas com a Constituição de 1988, que a questão dos recursos hídricos passou a compor a pauta política, graças aos seus mandamentos, como a extinção da propriedade privada sobre a água, entregando-a à União e aos Estados, e a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. (ANA, 2012)

A Lei 9433/97 instituidora da Política Nacional de Recursos Hídricos reconheceu a natureza difusa dos recursos hídricos ao estabelecer a sua dominialidade pública. Com a introdução de ferramentas de gerenciamento integrado e descentralizado dos recursos hídricos, a lei inaugurou no ordenamento brasileiro um novo paradigma, passando-se a reconhecer a finitude dos recursos e seu enorme valor econômico e social, devendo por isso serem preservados para presentes e futuras gerações.

A importância de uma gestão eficaz agiganta-se, quando se tem em vista a distribuição dos recursos hídricos no planeta. Até mesmo no Brasil, que detém aproximadamente 14% da água utilizável do mundo, a desigualdade da distribuição interna de água exige um adequado gerenciamento, com o intuito de mitigar problemas relacionados à escassez hídrica. Isto porque, a distribuição regional dos recursos hídricos é de 70% para a região Norte, onde vivem somente cerca de 5% da população brasileira, enquanto que os 30% restantes abastecem aproximadamente 95% da população. (ANA,2012)

Ao implementar instrumentos de planejamento, a lei 9433/97 inspirou-se no modelo francês. A característica marcante e definidora de referido modelo, é a implementação da gestão descentralizada e compartilhada. Para tanto, as unidades administrativas não coincidem com a divisão federativa clássica, mas a partir das bacias hidrográficas existentes.

O modelo é eficiente e funciona bem na França, porque os seus instrumentos de gestão territorial estão muito bem implementados, tanto nas organizações institucionais quanto nos valores de sua sociedade civil. Em outras palavras, o modelo de gestão descentralizada francês possui fundamento numa experiência histórica que vem sendo aprimorada ao longo das últimas décadas, com a

institucionalização da democracia local, através de uma série de dispositivos jurídicos.

Dessa forma, quando a lei francesa define que, em matéria de política de água potável e saneamento, o papel preponderante é assegurado pelas comunas e seus grupamentos, em cooperação com os departamentos e as regiões, o modelo de fato funciona. Lá há como diretriz a ampla participação dos usuários de água, e como principal instrumento, a cobrança pelo uso do recurso (o que não ocorre em quase nenhum dos estados da federação brasileira), delegando aos comitês a responsabilidade tanto pela arrecadação quanto pela destinação dos recursos. Além disso, vale destacar que a matriz energética francesa é nuclear, diferente da brasileira, que é hidráulica envolvendo, pois uma enorme alocação das águas.

Assim, apesar de se tratar de um modelo exitoso na França, é factível a conclusão de que no Brasil o modelo da gestão descentralizada não alcançou o mesmo nível de êxito, principalmente devido à incapacidade generalizada do Estado brasileiro de implementar instrumentos de planejamento em sua estrutura. Sem planejamento, não há modelo que vingue.

Por outro lado, o ordenamento jurídico brasileiro, por meio da lei 9.984/00, criou a Agência Nacional de Águas, centralizando a regulação dos sistemas de gestão das águas. A criação da ANA aproximou o modelo de gestão brasileira ao sistema norte-americano.

De acordo com o autor César Nunes de Castro, nos Estados Unidos a lei federal referente ao planejamento dos recursos hídricos foi instituída em 1965. Devido ao grau de autonomia dos estados norte-americanos, existem barreiras para a utilização das bacias hidrográficas como unidades de gerenciamento dos recursos hídricos. Os Estados Unidos adotam, conforme a escassez de água da região, a aplicação do direito ribeirinho ou de antiguidade. A partir dessa multiplicidade de sistemas de gerenciamento dos recursos hídricos, em 1965, foi publicada lei federal relativa ao planejamento destes recursos. Após a publicação desta lei, e de acordo com seus dispositivos, todos os estados elaboraram e publicaram leis próprias sobre este assunto.

Nota-se que o modelo de gestão brasileira inspirou-se em dois contextos opostos e que, principalmente, distinguem-se flagrantemente da realidade política e geográfica brasileira. É que, o sistema hídrico francês em nada se assemelha às

bacias hidrográficas brasileiras, assim como, o sistema de gestão adotado na América do Norte diverge da concepção brasileira de gerenciamento hídrico.

Decorrência desse mistifório traduz-se na dificuldade de se implementar o marco legal, além de inúmeros conflitos referentes aos usos dos recursos hídricos entre os entes da federação, obstaculizando o processo de planejamento territorial.

Apesar dos avanços trazidos pela Constituição e pela Política Nacional de Recursos Hídricos percebe-se que essas evoluções não tiveram o condão de eliminar a centralização legislativa, sem falar que, muito embora privilegie o uso múltiplo das águas, a CF/88 ainda mantém seu foco no aproveitamento energético dos recursos hídricos.

Culpar apenas o aumento populacional e às mudanças climáticas, fenômenos que vêm evoluindo a olhos vistos ao longo dos anos é errado. É certo que: se os instrumentos de gestão e planejamento previstos em lei tivessem sido observados, se a avaliação ambiental do recurso hídrico fosse feita de forma holística, contemplando as políticas de saneamento e de resíduos nos empreendimentos hidrotensivos como os hidroelétricos e de irrigação, talvez fosse possível combater com maior eficiência os conflitos de uso e de dominialidade que hoje existem, e, principalmente, talvez não estivéssemos vivendo a atual crise hídrica na intensidade e gravidade com que ela se impõe.

2.2 Bacias Hidrográficas

O conceito de Bacia Hidrográfica tem sido cada vez mais expandido e utilizado como unidade de gestão da paisagem na área de planejamento ambiental. Na perspectiva de um estudo hidrológico, o conceito de bacia hidrográfica envolve explicitamente o conjunto de terras drenadas por um corpo d'água principal e seus afluentes e representa a unidade mais apropriada para o estudo qualitativo e quantitativo do recurso água e dos fluxos de sedimentos e nutrientes. Embora tecnicamente o conceito implícito no termo seja preciso, podem existir variações no foco principal, conforme a percepção dos técnicos que o utilizam em seus estudos.

Do ponto de vista do planejador direcionado à conservação dos recursos naturais, o conceito tem sido ampliado, com uma abrangência além dos aspectos

hidrológicos, envolvendo o conhecimento da estrutura biofísica da bacia, bem como das mudanças nos padrões de uso da terra e suas implicações ambientais. Neste sentido, vários autores ressaltam a importância do uso do conceito de bacia hidrográfica como análogo ao de ecossistema, como uma unidade prática, seja para estudo como para o gerenciamento ambiental (BORMANN & LIKENS, 1967; O'SULLIVAN, 1979; ODUM, 1985; 1993; POLLETE, 1993; LIMA, 1994; PIRES & SANTOS, 1995; ROCHA et al., 2000).

A utilização da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento ambiental não é recente; há muito tempo os hidrólogos têm reconhecido as ligações entre as características físicas e a quantidade de água que chega aos corpos hídricos. Por outro lado, os limnólogos têm considerado que as características do corpo d'água refletem as características de sua bacia de drenagem. Neste sentido, as abordagens de planejamento e gerenciamento ambiental utilizando a bacia hidrográfica como unidade de estudo tem evoluído bastante, desde que as mesmas apresentam características biogeofísicas que denotam sistemas ecológicos e hidrológicos relativamente coesos (DASMANN et al., 1973).

O processo de gerenciamento e planejamento ambiental de bacia hidrográfica foi inicialmente direcionado à solução de problemas relacionados ao recurso água, priorizando o controle de inundações, ou a irrigação, ou a navegação, ou o abastecimento público e industrial (FORBES & HODGE, 1971). Com o aumento da demanda sobre os recursos hídricos e da experiência dos técnicos envolvidos na administração dos mesmos, foi verificada a necessidade de incorporar na abordagem inicial os aspectos relacionados aos usos múltiplos da água, na perspectiva de atender uma estrutura do tipo multiusuário, que competem pelo mesmo recurso. Esta abordagem buscou solucionar conflitos entre os usuários e dimensionar a qualidade e a quantidade do recurso que cabe a cada um e as suas responsabilidades sobre o mesmo. Isso porque as implicações sobre o uso dos recursos hídricos provêm de uma série de fatores naturais, econômicos, sociais e políticos, sendo o recurso "água" tão somente o ponto de convergência de um complexo sistema ambiental.

Entre as metodologias voltadas à gestão de bacia hidrográfica estão aquelas que empregam o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e a análise de imagens orbitais para auxiliar na determinação de medidas de manejo ambiental.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) têm sido muito utilizados devido a sua flexibilidade e disponibilidade, consistindo de sistemas computadorizados que permitem sobrepor diversas informações espaciais da bacia estudada. A informação é armazenada digitalmente e apresentada visual ou graficamente, permitindo a comparação e a correlação entre informações.

A utilização dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para o gerenciamento ambiental de bacias envolve muitas outras atividades, além da elaboração e manutenção de um banco de dados geocodificados, de onde são retiradas as diversas informações estatísticas sobre características da unidade de estudo (tipos de solos, usos da terra, hidrologia, vegetação etc.). Este banco de dados georeferenciados auxilia a elaboração de modelos para entendimento da paisagem sob o ponto de vista ecológico e ambiental; na previsão dos riscos associados à qualidade dos componentes ambientais água, solos, ar, biodiversidade (PIRES, 1995); no mapeamento dos fluxos de energia, materiais e informação; na determinação das áreas fonte e de recepção de poluentes; na determinação de sítios de acumulação de substâncias antropogênicas; na análise das respostas às mudanças na estrutura ambiental etc.

O uso de métodos associados aos SIGs oferece ainda a possibilidade de executar modelagem para prever padrões espaciais de processos ecológicos, com relação a possíveis cenários decorrentes do tipo de ocupação/uso dos recursos naturais; possibilita também auxiliar os tomadores de decisão na definição de diretrizes a respeito de usos da terra em uma bacia hidrográfica.

2.2.1 Região Hidrográfica VII

O município de Duas Barras está inserido na Região Hidrográfica VII, especificamente o Comitê da Bacia Hidrográfica Rio dois Rios- SEGRHI, instituído pela Lei Estadual nº3.239/1999. Entre os objetivos e ações do Comitê da Bacia Hidrográfica está a diminuição dos conflitos gerados devido à utilização dos recursos hídricos, assim como controlar e regular o uso da água, preservando e restaurando

os recursos hídricos da região. As metas traçadas pelo Comitê, que se concretizam em suas ações e objetivos, são pautadas pela Política Estadual de Recursos Hídricos.

A Região Hidrográfica do Rio Dois Rios está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, sua área abrange a Bacia do Rio Dois Rios e das demais bacias de menor porte, também integrantes da Bacia do Rio Paraíba do Sul. A drenagem da Região Hidrográfica do Rio Dois Rios é de aproximadamente 4.375,5 quilômetros quadrados, sua área é igual a 7%. (PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DUAS BARRAS, 2012).

O Comitê Rio Dois Rios foi instituído através do Decreto Estadual nº41.472, de onze de setembro de 2008, sua atuação abrange a Região Hidrográfica do Rio Dois Rios, sendo constituído pelas Bacias dos rios Negro e Dois Rios, do Córrego do Tanque e Adjacentes, também pela bacia da margem direita do Médio Inferior do Rio Paraíba do Sul, sendo os rios principais o Bengalas, Negro, Grande e Dois Rios, sua foz esta localizada no município de São Fidélis. (PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DUAS BARRAS, 2012).

A gestão do Comitê Dois Rios tem por órgão máximo deliberativo sua comissão plenária, composto por vinte e quatro membros, com direito a voto, oito desses são representantes de usuários de água, oito representantes da Sociedade Civil e mais oito membros como representantes do Poder Público, das esferas federal, estadual e municipal.

Compõe ainda sua gestão a Diretoria Colegiada, sendo composta por seis membros de três segmentos, sendo responsável pela condução de trabalhos. Ainda conta com a Câmara Técnica Permanente Institucional Legal responsável pela análise dos assuntos a serem tratados.

2.3 Uso e Ocupação do Solo

Desde o aparecimento da espécie humana que o solo vem sendo ocupado e modificado para atender as necessidades primárias (de sobrevivência) e secundárias (criadas pelas atividades econômicas). Entre as formas de ocupação pode-se mencionar desde a simplicidade dos agregados tribais às complexas

aglomerações urbanas e polos industriais. De forma que, a intervenção humana sobre o espaço ocasiona transformações em sua paisagem natural, tendo por resultado uma acelerada degradação dos solos. Consequência esta que, segundo Farias et al. (2013) causa alterações na paisagem, como a diminuição da vegetação nativa, aceleração dos processos erosivos, aumento das áreas com solos expostos, ocupação dos leitos fluviais, perda da biodiversidade, dentre outras formas de desequilíbrio ambiental.

O solo constitui-se como suporte para os ecossistemas e atividades humanas, econômicas ou de subsistência, o que torna o seu estudo uma ação indispensável para o planejamento ambiental e a continuidade de disponibilidade de determinados recursos naturais (como os hídricos).

O uso do solo possui sua conceituação ligada às atividades antrópicas relacionadas a uma extensão de terra ou a um ecossistema. Assim, podem-se caracterizá-lo por uma série de atividades desenvolvidas pelo Homem, com a intenção de obter produtos e bens, a citar: agricultura, pecuária e habitação, por intermédio do uso dos recursos naturais disponíveis (IBGE, 2006).

Compreende-se que o estudo acerca do uso do solo, segundo o IBGE (2006), pode garantir a utilização sustentável dos recursos equilibrando as relações econômicas, sociais e ambientais envolvidas. Diante desta necessidade de se conhecer os usos e a ocupação do solo, a aplicação de técnicas de sensoriamento remoto possibilita a análise espacial e mapeamento de áreas determinadas, cujo diagnóstico e monitoramento dos processos de uso e cobertura possibilitam a identificação de transformações na superfície da Terra (FERREIRA et al. , 2001).

2.3.1 Geotecnologias Aplicadas aos Estudos Ambientais

O Geoprocessamento teve uma recente popularização nos últimos anos e com isso veio uma grande confusão a respeito do conceito de Geoprocessamento e de Sistema de Informações Geográficas.

Segundo Xavier-da-Silva (2000) *in* Rocha (op. cit), o Geoprocessamento é um conjunto de técnicas de processamento de dados, destinado a extrair informação ambiental a partir de uma base de dados georreferenciada. Para Câmara & Medeiros (1998), *in* Rocha (op. cit), o termo Geoprocessamento denota uma

disciplina que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para tratamento de informações geográficas.

O Geoprocessamento é um conjunto de técnicas de tratamento e manipulação de dados geográficos, através de sistemas computacionais. Dentre estas técnicas do geoprocessamento destacam-se:

- Digitalização de Dados: que é um processo de transformação gráfica de mapas ou fotos já existentes em meio analógico, para o formato digital. Este processo pode ser manual, por meio de uma mesa digitalizadora, por instrumentos fotogramétricos ou ainda por processo automático com scanner.

- Fotogrametria que segundo Wolf (1983), *in* Rocha (op. cit) é definida como a ciência ou arte da obtenção de informações confiáveis de objetos físicos e do meio ambiente, através de fotografias, por medidas e interpretações de imagens e objetos.

- Sensoriamento Remoto, para Rocha (2000), é a aplicação de dispositivos que são colocados em aeronaves ou satélites, e que nos permitem obter informações sobre um objeto ou fenômeno na superfície da terra, sem contato físico com eles.

- Cartografia para Bakker (1965) é a ciência e a arte de expressar, pro meio de mapas e cartas o conhecimento da superfície da terra.

Felguerias (1998) *in* Rocha (op. cit.), comenta que MNT (*digital terrain model*) ou o Modelo Numérico do Terreno, define-se como uma representação matemática computacional da distribuição de um fenômeno espacial, que ocorre dentro de uma determinada região da superfície terrestre. Estes dados podem conter informações sobre a geologia, profundidade de um rio, dados geofísicos que podem ser simplesmente a representação matemática através dos eixos das coordenada X, Y e Z.

Uma das técnicas de Geoprocessameto mais amplas e que pode englobar todas as demais, é o Sistema de Informações Geográficas (SIG). Carvalho (1995), *in*

Rocha (op.cit.) define um SIG como um sistema computacional, usado para o entendimento dos fatos e fenômenos que ocorrem no espaço geográfico.

O SIG constitui também uma eficiente forma de armazenamento e atualização dos dados ambientais a serem trabalhados, além de propiciar a análise de situações reais ou hipotéticas, permitindo a substituição direta de qualquer dado registrado. Um SIG pode agregar dados previamente cartografados, dados estatísticos e dados teledetectados, tornando-se possível avaliar situações ambientais naturais e socioeconômicas do ambiente.

O Sistema de Informação Geográfica é diferenciado de outros tipos de sistemas pela capacidade de realização de análise espacial, as chamadas funções analíticas que podem ser realizadas através do uso da linguagem LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico), disponível no programa SPRING do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Esta ferramenta possibilita a realização de análises espaciais através de álgebra de mapas. A análise espacial utiliza os atributos espaciais e não espaciais das entidades gráficas, armazenadas na base de dados espaciais para fazer simulações sobre os fenômenos do mundo real (SPRING, 1999).

2.4 Nascentes: Conceitos e Abordagens

São poucas as obras nacionais relacionadas a este assunto, As raras definições existentes estão atreladas à legislação que aborda apenas suas características e dinâmica. Entretanto,

Conforme citado por Kimura (2014), as nascentes são importantes para a dinâmica fluvial, marcam a passagem da água subterrânea para a superficial através do processo de exfiltração. As águas pluviais ao entrar em contato com o solo infiltram e percolam até chegar aos aquíferos subterrâneos ou escoam superficialmente e as águas subterrâneas são redistribuídas à superfície originando em sua exfiltração (FELLIPE; MAGALHÃES, 2002). Por isso, as nascentes são de extrema importância, pois em períodos de estiagem auxiliam os cursos de água a manterem seu fluxo.

As nascentes pertencem às áreas frágeis e devido a isso acabam desempenhando um papel essencial para manutenção da qualidade, quantidade e

garantia de perenidade da água dos córregos, ribeirões e rios (MOTA e AQUINO, 2003, apud KIMURA, 2014).

Da Silva Neves *et al* (2014), define as nascentes como “pontos” de afloramento proveniente do lençol freático que dão origem a uma fonte de água de acúmulo (represa), ou a um curso d’água (reatos, ribeirões e rios). Popularmente também são conhecidas como olho d’água, mina d’água, fio d’água, fonte e cabeceira.

As nascentes se localizam em encostas ou depressões, também na base do terreno representado pelo curso de água local. De acordo com o regime de água apresentado, estas podem ser classificadas como: perenes (de fluxo contínuo), temporárias (de fluxo somente em estações de chuva) e efêmeras (aparecem durante chuvas permanecendo apenas algumas horas ou dias), e quanto ao afloramento são classificadas como nascentes de encosta e nascentes difusas (CASTRO; LOPES, 2001, apud DA SILVA NEVES, *et al*, 2014).

Nascentes de encosta são aquelas onde o fluxo de água é definido em um único local do terreno. Ocorrem quando a inclinação da camada impermeável é menor que a inclinação da encosta, permitindo que ocorra seu encontro. Este ponto é responsável pelo afloramento do lençol. Nascentes difusas ocorrem quando a camada impermeável se encontra paralelamente à parte baixa e plana do terreno, e com a proximidade com a superfície ocorre fluxo de água da encosta para o lençol freático, promovendo aumento da água no lençol atingindo a superfície do solo causando encharcamento e surgimento de pequenas nascentes por toda a área do entorno (LOUREIRO, 1983, apud DA SILVA NEVES *et al*, 2014).

A resolução CONAMA n° 303/02, em seu Art. 2°, incisos II e III, adota a seguinte definição: nascente ou olho d’água: local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea.

O código florestal em seu art. 3°, inciso XVII, define a nascente como “afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d’água”.

Podemos verificar que o Novo Código Florestal fala apenas das nascentes e olhos d’água “perenes”, ou seja, que apresenta um fluxo d’água contínuo. Ignorando outras tipologias que serão abordadas a seguir por alguns autores, dando ênfase à necessidade da multidisciplinaridade para estudos sobre nascentes.

Defende-se, então, a necessidade de uma ampla revisão conceitual sobre nascentes. Uma releitura que não apenas busque formatar o espaço a partir de um – ou vários – conceito dado, mas que possibilite a discussão e a reformulação do conceito após a observação do espaço. Sob a perspectiva, a multidisciplinaridade pode ser a chave para um conceito que não seja útil apenas para determinado campo do conhecimento, como é de praxe, mas que vise uma abordagem que supere essas fronteiras (FELIPPE, 2009)

As nascentes são responsáveis pela passagem da água subterrânea para a superficial. Com isso, promovem a existência dos rios e lagos, justamente as fontes mais utilizadas pela sociedade. É impossível dizer qual a representatividade das nascentes no débito dos corpos d'água superficiais, porém, pode-se afirmar que a existência destes é condicionada pelas nascentes (FELIPPE, 2009).

Certos fatores podem contribuir para a dificuldade de uma uniformização do conceito de nascentes entre as literaturas acadêmicas, como: o uso de um termo do linguajar popular; a necessidade da multidisciplinaridade, citada anteriormente, onde diversos campos do conhecimento têm as nascentes como objeto de estudo e a não correspondência do termo nas línguas estrangeiras que traduzindo pode ter significados diversos (fonte, surgência, manancial).

FELIPPE (2009) diz que a descrição de FETTER (1994), não é esclarecedora em relação ao conceito de nascente, e que ao apresentar tantas possibilidades, inviabiliza a conceituação.

Uma nascente pode ter uma vazão que é relativamente constante ou a vazão pode variar. A nascente pode ser permanente ou efêmera. A água pode conter minerais dissolvidos de muitos tipos diferentes ou certos gases dissolvidos ou petróleo. A temperatura da água pode ser próxima à média anual da temperatura do ar ou ser mais baixa ou mais alta. O fluxo pode variar de uma quase imperceptível exfiltração até 1.000 ft³ (30m³) ou mais por segundo (FETTER, 1994, p.289, apud FELPPE, 2009)

Tal autor cita ainda, que de forma similar, SUMMERFIELD (1991) e KNIGHTON (1984) afirmam a importância que as nascentes possuem na origem dos canais de drenagem, aproximando-se da concepção do termo pela língua portuguesa. Porém, não realizam qualquer tentativa de conceituar o termo.

Canais podem também ser iniciados através da exfiltração em nascentes, onde o fluxo de água subterrânea é concentrado em zonas mais

permeáveis dentro da rocha matriz MMERFIELD, 1991, p. 195, apud FELIPPE 2009)

- DAVIS (1966) que considera nascente como qualquer descarga superficial de água grande o suficiente para fluir em um pequeno arroio;
- ALLABY e ALLABY (1991, p. 352), a nascente é “um fluxo de água sobre o nível do solo que ocorre onde o nível freático intercepta a superfície”;
- TODD e MAYS (2005, p. 68) retomaram o conceito de DAVIS (1966) ao afirmarem que “uma nascente é uma descarga concentrada de água subterrânea que surge na superfície do solo como uma corrente de água”; Estes autores ainda diferenciam nascentes de “áreas de exfiltração”, as quais apresentariam um movimento mais lento da água subterrânea em direção à superfície;
- DE BLIJ *et al.* (2004, p.499), consideram que a nascente é “um canal superficial de água corrente que emerge do solo” e
- GOUDIE (2004, p. 994), que define

Nascentes são pontos onde a água subterrânea, recarregada nas mais altas elevações, emerge à superfície. Dependendo da natureza da recarga e das características de armazenamento e transmissão do aquífero por onde a água flui, elas podem ser permanentes (perenes), estacionais ou intermitentes¹⁹ (GOUDIE, 2004. p.994, apud FELIPPE, 2009).

Em resumo, os primeiros três conceitos – DAVIS (1966), ALLABY e ALLABY (1991) e TODD e MAYS (2005) – baseiam-se na ideia de que a nascente é a descarga de água, sendo que somente ALLABY e ALLABY (1991) não pontuam a necessidade da formação de um canal de drenagem. Já DE BLIJ *et al* (2004), não considera nascente como descarga, apenas canal, enquanto GOUDIE (2004) trata nascente como um “pontos” de descarga (FELIPPE, 2009).

Na mesma linha do conceito de GOUDIE (2004), VALENTE e GOMES (2005) em trabalho estritamente sobre nascentes, conceitua-as como “manifestações superficiais de lençóis subterrâneos”, e complementam, ainda, que o número de cursos d’água é igual ao número de nascentes. (VALENTE; GOMES, 2005, apud, FELIPPE, 2009).

O conceito com maior número de indicações foi o de Brasil (2002). Foi selecionado por dois engenheiros e dois geocientistas – um geógrafo e um geólogo. O conceito oficial brasileiro remonta da concepção popular de nascente e é utilizado para delimitação de Áreas de Preservação Permanente – APP. Os argumentos para a escolha dessa definição foram bastante convergentes: a simplicidade e a clareza. (FELIPPE, 2009)

3 Metodologia

3.1 Levantamento Bibliográfico

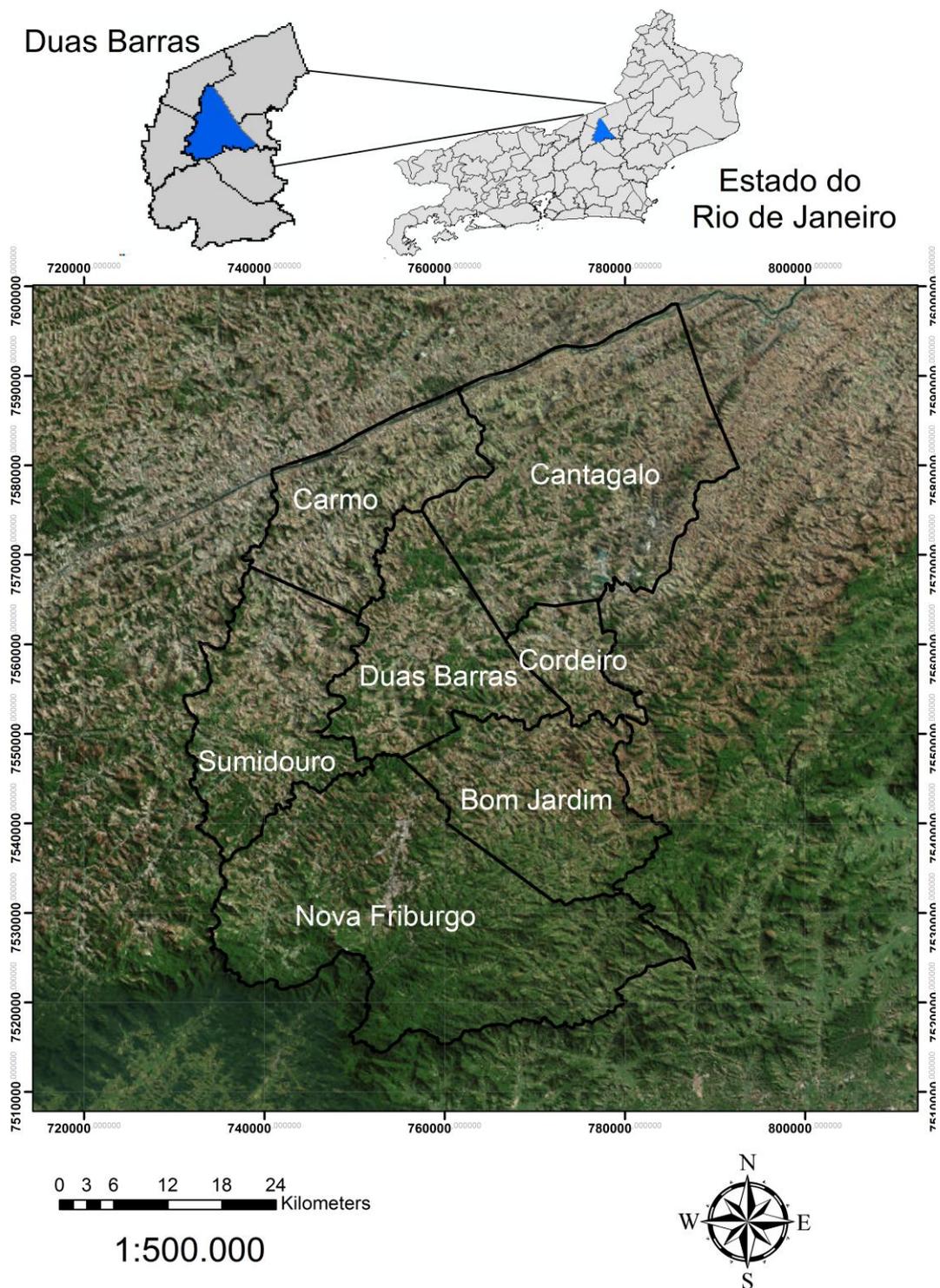
Inicialmente para este estudo foram realizados levantamentos bibliográficos, através de livros, teses, dissertações, documentos, e publicações acadêmicas que serviram de base para o aprofundamento do conhecimento acerca da temática estudada.

3.2 Contextualização Local

O município de Duas Barras está localizado na mesorregião centro fluminense e na microrregião de Nova Friburgo, nas coordenadas geográficas 22°03'03" Sul e 42°31'19" Oeste. Localiza-se a 180 km da capital do estado, constituiu-se como território desmembrado do município de Cantagalo. O Primeiro núcleo da população originou-se em princípios do século XIX, na localidade Fazenda Thapera, destinada a oferecer abrigo a boiadeiros e viajantes, tendo enorme desenvolvimento na era do café.

O município possui uma população de 10.930 habitantes, distribuídos em quatro distritos: Duas Barras, Monnerat, Vargem Grande e Fazenda do Campo, totalizando uma área total de 375.126 km² (IBGE, 2010).

Quanto à economia do município, a agricultura é o carro chefe, na lavoura permanente destaca-se a produção de frutas cítricas, além de caqui, banana e maracujá. Em relação à lavoura temporária destaca-se a produção de raízes, além de cana de açúcar e tomate. Contudo, a atividade cafeeira é a mais predominante nessa região, colocando Duas Barras, em situação favorável de segunda maior produtora de café da Região Serrana do Rio de Janeiro, perdendo apenas para Bom Jardim (IBGE, 2010). Na silvicultura, destaca-se a produção de madeira em tora, predominantemente as provenientes de Eucalipto que equivale a uma produção de cerca de 60.000 metros cúbicos.

FIGURA 1: Mapa de localização do Município.

Fonte: Autor, Elaborado no ArcGis, 2017.

3.2.1 Caracterização climática

O clima é do tipo tropical mesotérmico brando super úmido ou o mesotérmico úmido, com temperaturas elevadas bem distribuídas o ano todo e pouca ou nenhuma deficiência hídrica (NIMEr, 1977; FAPERJ, 1980). O verão é brando, com temperatura média anual de 18°C e mínima de 13°C no inverno, sendo junho e julho os meses mais frios. A precipitação média anual, segundo dados da estação meteorológica de Bom Jardim, é de 1536 mm, concentrados no verão (ANA, 2007).

3.2.2 Caracterização Florística

O domínio florístico é a floresta ombrófila densa ou floresta tropical perenifólia e subperenifólia, caracterizadas por apresentar vegetação exuberante, com formação densa e espécies arbóreas de grande porte, típicas de clima úmido. A Mata Atlântica, a Serra do Mar, e partes da Floresta Amazônica são alguns exemplos.

É chamada de Floresta Ombrófila Densa Aluvial a mata ciliar, ou seja, a floresta que ocorre ao longo dos cursos d'água. Existem ainda as seguintes faixas altitudinais: Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (altitudes inferiores a 50 metros); Densa Submontana (em encostas das serras entre 50 e 500 metros de altitude); Densa Montana (em locais entre 500 e 1.000 metros de altitude) e Densa Alto – Montana (altitudes superiores a 1.000 metros). (PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DUAS BARRAS, 2012).

3.2.3 Geomorfologia e Pedologia

As terras do município abrangem os dois principais domínios fisiográficos regionais, as baixadas e as terras altas. Vários ambientes compõem a região estudada, mas de forma simplificada pode-se agrupá-los em três compartimentos distintos, relacionadas às feições geomorfológicas terras baixas e terras altas, ou seja, as elevações com encostas abruptas, constituídas por montanhas alinhadas e blocos rochosos salientes, com relevo montanhoso e escarpado; em posições intermediárias uma sequência de encostas e colinas íngremes ou onduladas margeadas por morros e circundadas por exposição rochosa, com relevo ondulado;

e as baixadas, com várzeas reduzidas dos rios e córregos que drenam a área, de relevo plano e suave ondulado.

Nas áreas de várzeas, importante para a recarga de aquíferos, predominam neossolos flúvicos distróficos, em pequenos diques marginais e terraços aluvionares do Rio Grande e cambissolos flúvicos distróficos de rampas suaves, colúvioaluvionares e coluvionares. (PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DUAS BARRAS, 2012).

Nas terras altas, em posições intermediárias de relevo ondulado a forte ondulado, predominam os argissolos vermelhos e vermelho-amarelos, eventualmente amarelos e amarelos latossólicos, seguidos de latossolos amarelos e latossolos vermelhos, em menor proporção. Todos distróficos, apenas nos argissolos vermelhos há ocorrência de solos eutróficos, relacionados a diques de rochas básicas. Nas terras altas, constituídas por morros e montanhas alinhadas, de relevo forte ondulado a montanhoso, predominam os argissolos vermelhos e vermelho-amarelos, latossolos vermelhos e latossolo amarelo húmico, que gradativamente dão lugar a cambissolos háplicos e húmicos e neossolos litólicos, todos distróficos, à medida que a vertente fica mais íngreme, (Calderano filho et al. 2009b). Os afloramentos rochosos ocorrem em toda a área do município em diferentes posições da paisagem.

3.2.4 Caracterização Hidrológica

As terras do município abrangem os dois principais domínios fisiográficos regionais, as baixadas e as terras altas. Vários ambientes compõem a região estudada, mas de forma simplificada pode-se agrupá-los em três compartimentos distintos, relacionadas às feições geomorfológicas terras baixas e terras altas, ou seja, as elevações com encostas abruptas, constituídas por montanhas alinhadas e blocos rochosos salientes, com relevo montanhoso e escarpado; em posições intermediárias uma sequência de encostas e colinas íngremes ou onduladas margeadas por morros e circundadas por exposição rochosa, com relevo ondulado; e as baixadas, com várzeas reduzidas dos rios e córregos que drenam a área, de relevo plano e suave ondulado. Nas áreas de várzeas, importante para a recarga de

aquíferos, predominam neossolos flúvicos distróficos, em pequenos diques marginais e terraços aluvionares do Rio Grande e cambissolos flúvicos distróficos de rampas suaves, colúvioaluvionares e coluvionares. (PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DUAS BARRAS, 2012).

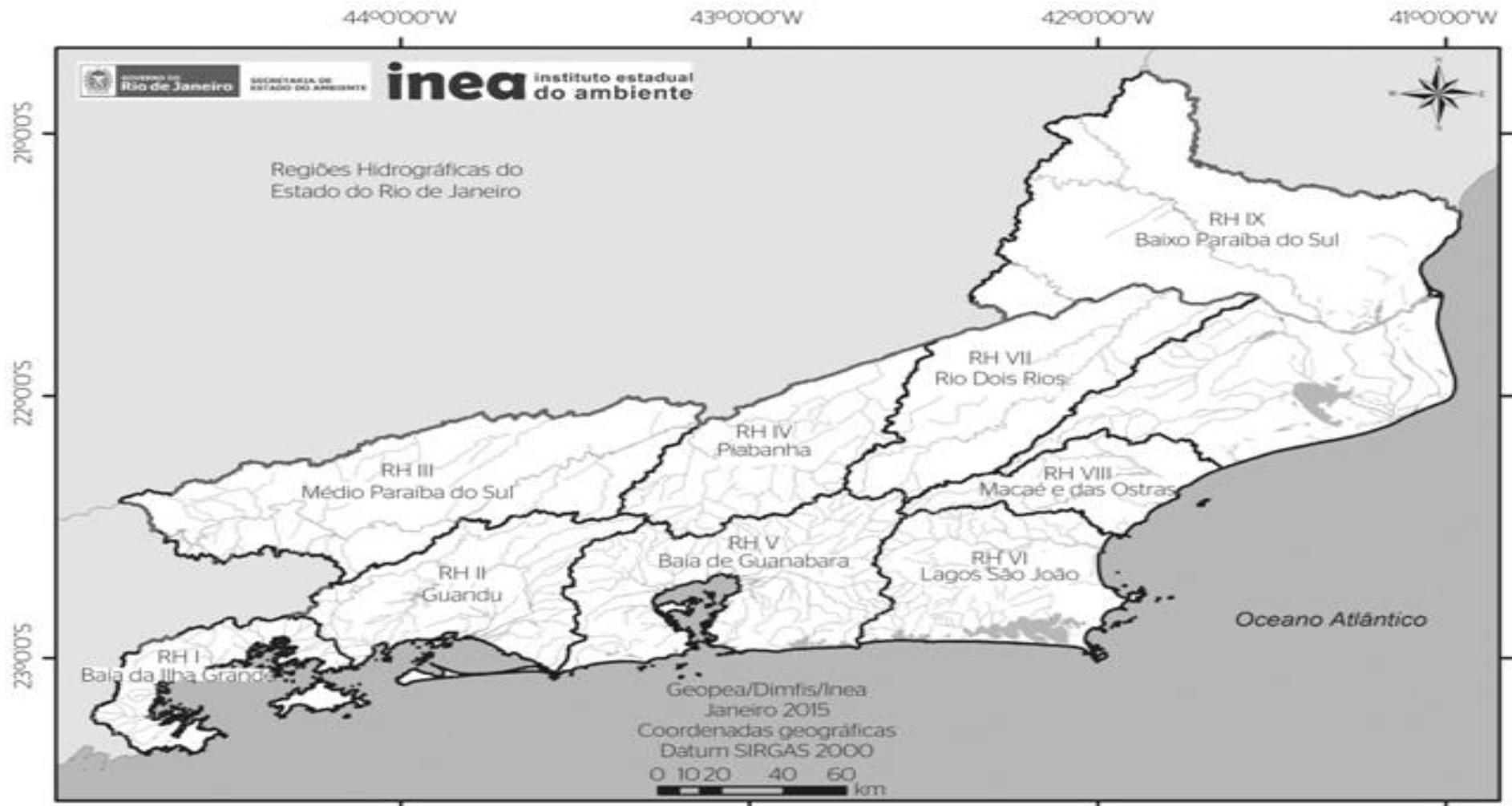
Nas terras altas, em posições intermediárias de relevo ondulado a forte ondulado, predominam os argissolos vermelhos e vermelho-amarelos, eventualmente amarelos e amarelos latossólicos, seguidos de latossolos amarelos e latossolos vermelhos, em menor proporção. Todos distróficos, apenas nos argissolos vermelhos há ocorrência de solos eutróficos, relacionados a diques de rochas básicas. Nas terras altas, constituídas por morros e montanhas alinhadas, de relevo forte ondulado a montanhoso, predominam os argissolos vermelhos e vermelho-amarelos, latossolos vermelhos e latossolo amarelo húmico, que gradativamente dão lugar a cambissolos háplicos e húmicos e neossolos litólicos, todos distróficos, à medida que a vertente fica mais íngreme, (CALDERANO filho et al. 2009b). Os afloramentos rochosos ocorrem em toda a área do município em diferentes posições da paisagem.

Figura 2: Rio Macuco



Fonte: Autor, 2017.

Figura 3: Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro.



Fonte: INEA, 2015.

3.3 Etapa de Campo

Para elaboração do mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica e suas nascentes, a aquisição dos dados foi realizada através de visitas a campo e entrevistas com moradores locais que indicaram a posição de algumas fontes e uso de Sistema de Posicionamento Global (GPS) Garmin 60CSx.

Duas vistorias de campo foram realizadas, a primeira pelo corpo técnico da Companhia de Abastecimento de Água da Cidade (CEDAE), no dia 20/10/2016. A segunda visita ocorreu no dia 01/05/2017 realizada pelo autor do trabalho.

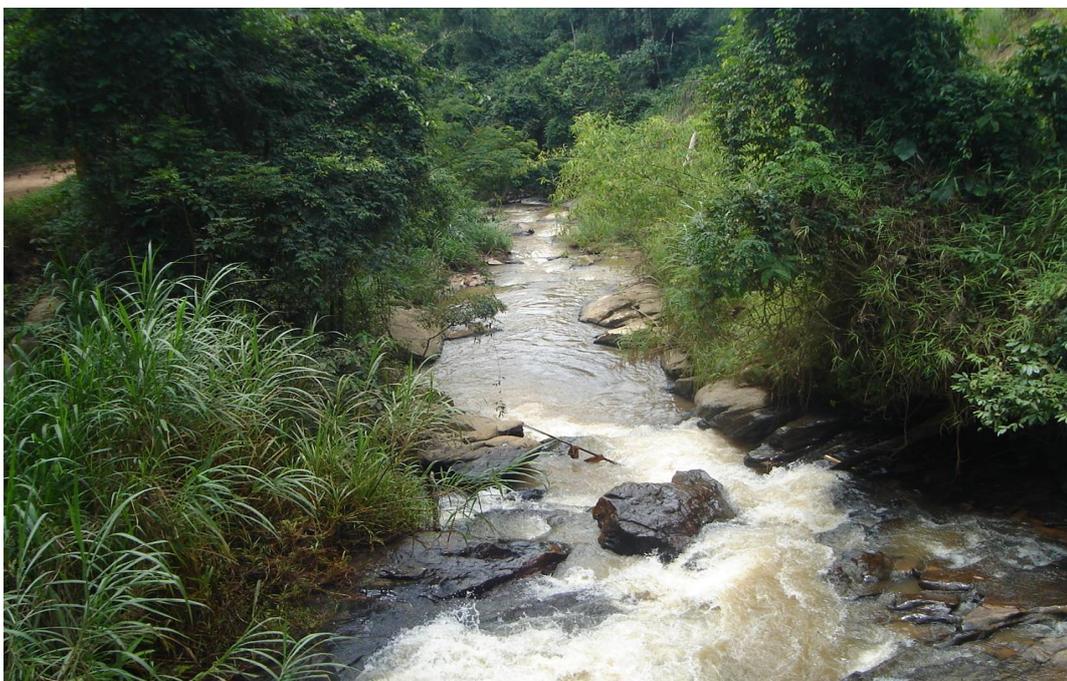
FIGURA 4: Nascente encontrada em visita a campo



Fonte: Autor, 2017.

FIGURA 5: Rio Macuco

Fonte: Autor, 2017.

FIGURA 6: Rio Macuco

Fonte: Autor, 2017.

3.4 Consolidação e análise dos dados

Esta foi a etapa da pesquisa que demandou mais tempo devido ao detalhamento da identificação das áreas de pesquisa. A operação do software gratuito e livre Google Earth Pro foi de extrema importância para o conhecimento da área estudada, identificação das nascentes e na delimitação da bacia. Com tal software foi possível o entendimento da hidrografia local e a elaboração de mapas dos pontos identificados em coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator). Nesta fase foram definidas as nomenclaturas utilizadas para identificação das áreas de uso e ocupação do solo e das nascentes, e diversos debates foram realizados afim da melhoria do trabalho e aprimoramento das técnicas de geoprocessamento aplicadas.

3.4.1 Uso e ocupação do solo

O mapeamento da cobertura e do uso do solo da área de drenagem da captação da bacia hidrográfica que abastece as ETAs Cordeiro e Monnerat, localizada no rio Macuco/Macuquinho, foi realizado através do *software* Google Earth Pro e de visitas a campo, com o intuito de confirmar as informações contidas nas imagens.

A análise foi realizada pelo método manual, identificando visualmente o uso do solo, sendo os mesmos delimitados espacialmente por polígonos. Foram observados 5 (cinco) tipos de uso do solo, sendo:

1. Cobertura Florestal;
2. Perímetro Urbano;
3. Afloramentos Rochosos;
4. Áreas Agrícolas e Silvicultura;
5. Pastagem.

3.4.2 Pesquisa de dados pluviométricos

Os dados pluviométricos de Duas Barras foram retirados da página HydroWeb, disponível no site da Agência Nacional de Águas. A estação meteorológica do município foi desativada em 1979, com isso, foi utilizada por método de aproximação, a estação de Vargem Alta, localizada no município de Bom Jardim, cuja distância retilínea é de 17 (dezessete) quilômetros da bacia estudada.

3.4.3 Delimitação das APPs de Nascentes

Utilizando o mesmo método aplicado na delimitação do uso de solo e com o auxílio da hidrografia do Estado do Rio de Janeiro disponibilizada pelo Instituto Estadual do Ambiente, as nascentes foram mapeadas e representadas em círculos, utilizando a função Régua do *software Google Earth Pro*.

Para tal delimitação foi adotado como base, o Art.4º do Novo Código Florestal, onde diz que “Considera-se área de preservação permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta lei: as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros”. Devido a este aspecto da lei todas as nascentes da bacia foram delimitadas utilizando-se um raio de cinquenta metros.

4 Resultados

4.1 Uso e ocupação do solo

A tabela e a imagem abaixo (quadro 1 e figura 7) referem-se ao uso do solo da Bacia de Drenagem da Captação das ETAs Cordeiro e Monnerat e foi subdividida em 5 (cinco) tipos de uso de solo.

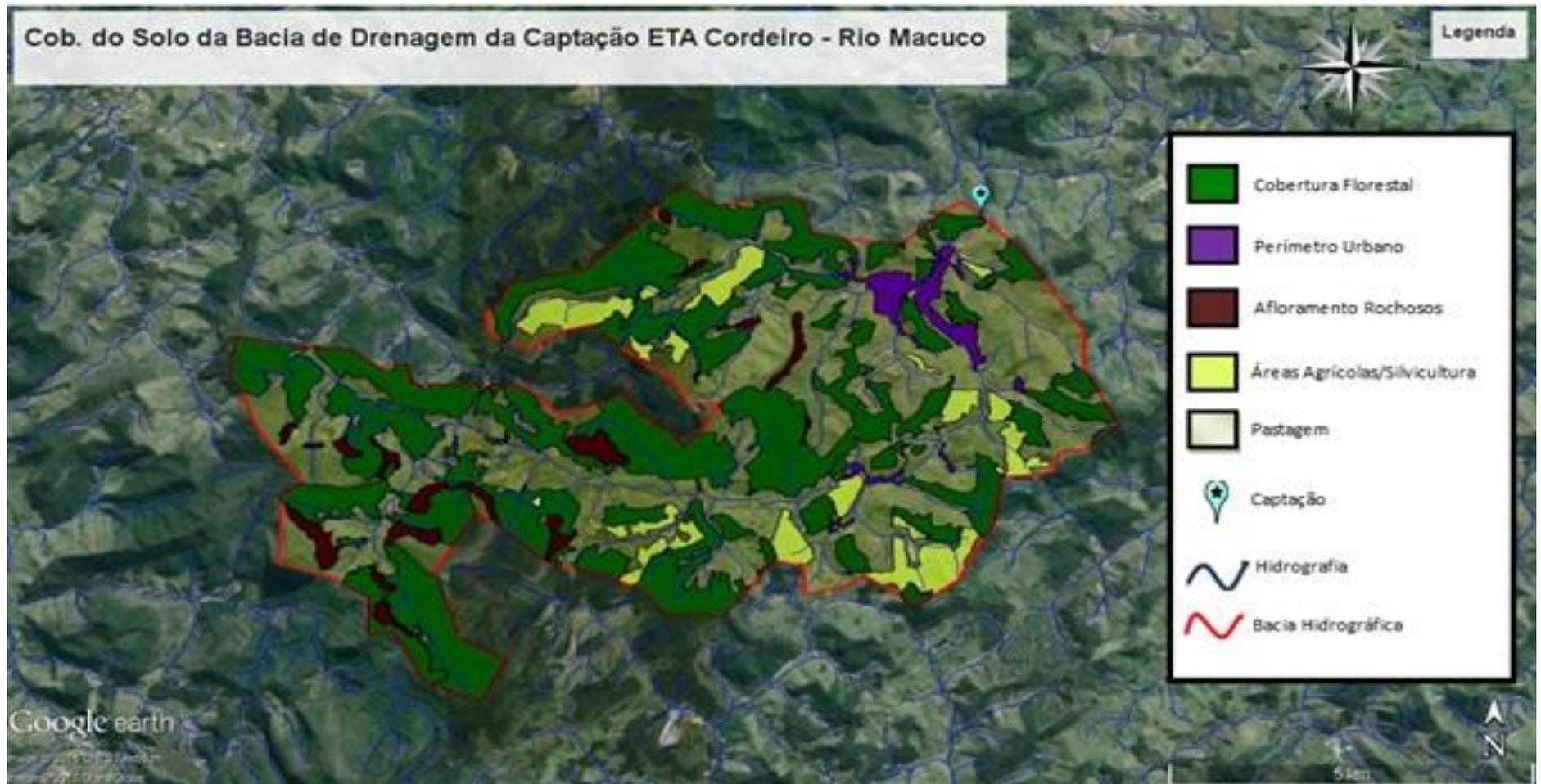
Há poucas áreas com ocupação urbana, sendo relevante apenas o centro de Duas Barras e o distrito de Monnerat, onde se localiza o ponto de captação d'água. Os perímetros urbanos caracterizados no mapa não apresentam grande densidade demográfica, o município apresenta características turísticas, onde aproximadamente 15% das residências locais são de veraneio. (Plano Municipal de Saneamento de Duas Barras, 2012)

A bacia é composta majoritariamente por áreas de pastagens (47,31%) caracterizadas por capinzal e capoeira, essas áreas causam diversos impactos ambientais ao solo, dentre eles a eliminação e/ou redução da fauna e flora nativas, como consequência do desmatamento de áreas para o cultivo de pastagens; O aumento da degradação e perdas de nutrientes dos solos, em especial devido ao pisoteio intensivo e à utilização do fogo; A contaminação dos produtos de origem animal, devido ao uso inadequado de produtos veterinários para o tratamento de enfermidades dos animais e de agrotóxicos e fertilizantes químicos nas pastagens; A redução na capacidade de infiltração da água no solo devido à compactação; A degradação da vegetação e compactação dos solos, especialmente expressiva no caso de superpastoreio; a contaminação das fontes d'água e assoreamento dos recursos hídricos. A cobertura florestal na questão é representativa quando analisamos toda a área da bacia, (40,38%) ainda preservada em grande parte do território, que possui uma boa conectividade entre os fragmentos. Essas zonas de cobertura florestal são resquícios do bioma Mata Atlântica que é bastante preservada na região serrana do Rio de Janeiro, principalmente pelo município limítrofe de Duas Barras, Nova Friburgo que ocupa o sexto lugar em áreas preservadas de Mata Atlântica no Estado. (SOS Mata Atlântica).

As áreas agrícolas e de silvicultura, possuem pequenas dimensões, representando 7,36 % da cobertura de toda a área. Porém, são as principais fontes de renda da população local, com o cultivo principalmente de café e em menor escala, eucalipto. Apesar de pequenas, a implementação deste tipo de cobertura do solo causa diversos impactos ambientais, o primeiro e mais perceptível impacto da exploração agrícola é a substituição da cobertura vegetal nativa por plantas cultivadas, modificando muito a biodiversidade da área. Mesmo as áreas consideradas “íntactas” sofrem alterações em sua população de plantas e animais. O desmatamento e a queima da vegetação lideram no país a emissão de gases responsáveis para a ocorrência do efeito estufa.

A retirada da cobertura vegetal, as operações de preparo e manejo inadequado do solo provocam o aumento do escoamento superficial das águas das chuvas, carreando a camada mais fértil do solo (erosão), nutrientes, metais pesados e pesticidas para os cursos d’água. Afeta também a infiltração da água, com diminuição das águas subterrâneas que alimentariam as nascentes. Em consequência, diminui a vazão dos cursos d’água nos períodos secos, e maior concentração de contaminantes nos rios. A erosão provocada pelo escoamento superficial da água é um fator de grande importância para a degradação do solo, com assoreamento dos rios e mares, agravamento das consequências das enchentes, e o aumento da quantidade de sedimentos dessas águas indicam a gravidade do processo.

Figura 7 - Cobertura do Solo da Bacia de Drenagem da Captação ETA Cordeiro.



Fonte: Autor, 2016.

Quadro 1 – Distribuição quantitativa do uso e ocupação do solo.

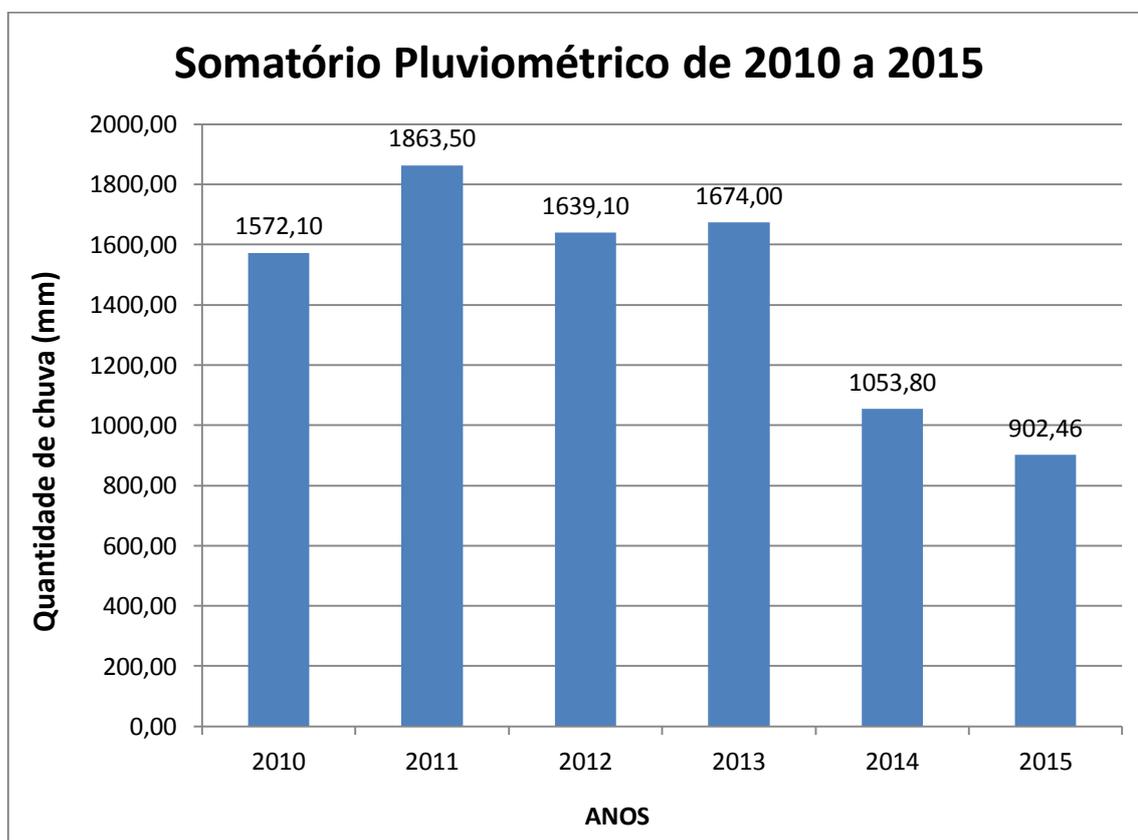
Tipo de Cobertura Florestal	Área (ha)	Percentual
Cobertura Florestal	1.973,93	40,38 %
Áreas Agrícolas / Silvicultura	359,60	7,36 %
Perímetro Urbano	100,66	2,06 %
Afloramentos Rochosos	141,26	2,89 %
Pastagem	2.312,55	47,31 %
Total:	4888,00	100,00 %

Fonte: Autor, 2017.

4.2 Dados pluviométricos da Estação Meteorológica Vargem Alta, Bom Jardim.

Buscando entender o ciclo hidrológico da região e seus impactos na escassez hídrica da bacia do Rio Macuco/Macuquinho e visando atualizar os dados meteorológicos de Bom Jardim cedidos pela Agência Nacional de Águas em 2007, foi analisado o histórico de precipitação no município entre os anos de 2010 e 2015, (último ano com dados atualizados), o resultado obtido está representado no gráfico abaixo.

Gráfico 1: Precipitação anual entre 2010 e 2015.



Fonte: Autor, 2017, elaborado a partir de ANA(2016).

Observa-se no gráfico que a precipitação média anual mantém uma equidade com os 1536 milímetros de 2007, exceto 2014 e 2015, que já apresentam um distúrbio em relação aos anos anteriores, um sinal de alerta para os anos posteriores.

4.3 Delimitação de Nascentes

Os círculos que identificam as nascentes possuem raio de 50 (cinquenta) metros cada, na cor amarela, devido ao Art.4 do novo código florestal, já mencionado na metodologia deste trabalho. Foram identificadas 80 nascentes nos diversos tipos de solo da bacia. Este quantitativo está subestimado, pois conta apenas com uma hidrografia que considera os maiores cursos d'águas.

As nascentes identificadas foram classificadas e quantificadas de acordo com o tipo de cobertura do solo que se encontram. Com base na hidrografia fornecida pelo INEA, foi possível identificar 80 (oitenta) corpos hídricos, considerando também, 80 nascentes. Destas, 21 (vinte e uma) estão em áreas degradadas, 29 (vinte e nove) estão preservadas e 30 (trinta) estão relativamente conservadas.

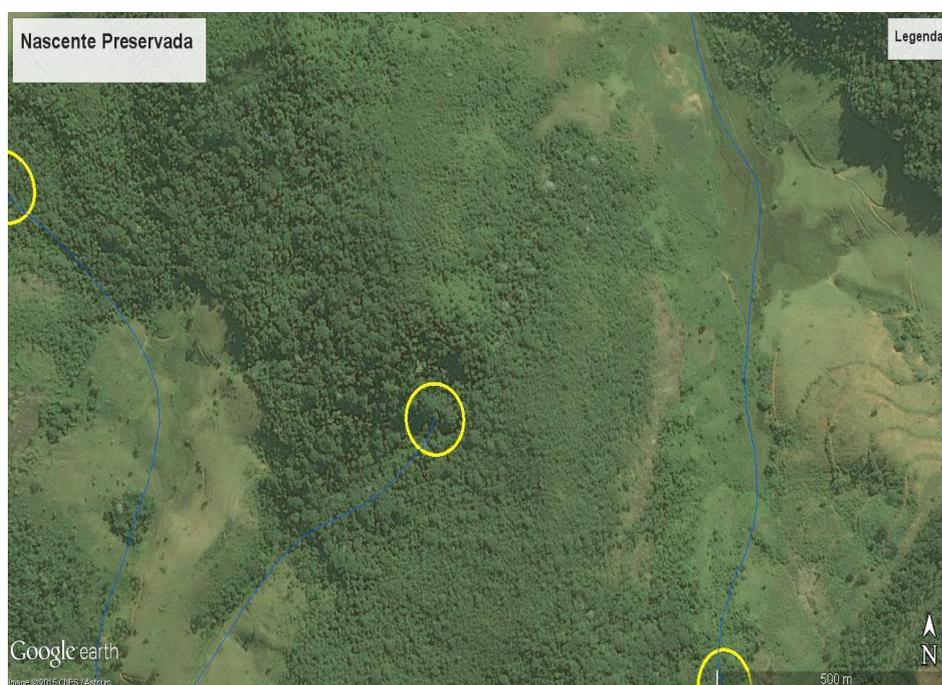
FIGURA 8: Nascentes mapeadas na Bacia Hidrográfica do Rio Macuquinho.



Fonte: Autor, 2017.

- **Nascentes Preservadas:** Essa categoria inclui todas as nascentes que possuem em sua totalidade áreas de cobertura florestal. A figura 7 explicita a metodologia utilizada, o círculo amarelo na imagem representa área da nascente, apresentando seu entorno com bastante cobertura vegetal. As nascentes deste grupo são perenes ou intermitentes e ocorrem predominantemente nas áreas da cabeceira da bacia, áreas de APP.(Figura 9).

Figura 9: Nascente Preservada.



Fonte: Autor, 2016.

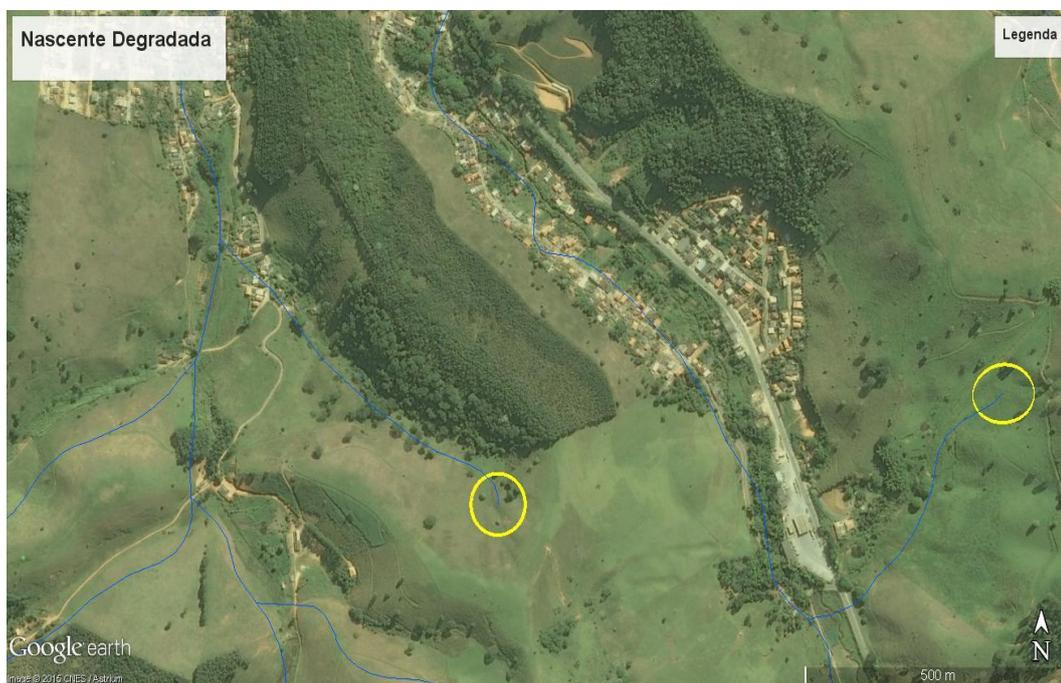
- **Nascentes Relativamente conservadas:** Estas nascentes são caracterizadas por apresentarem em sua área de estudo dois ou mais tipos de uso e ocupação do solo, porém um dos tipos caracterizados deverá ser cobertura florestal, as nascentes presentes nesta categoria apresentam discrepância relativa a sua vazão, podendo ser classificadas como perenes e intermitentes(figura 10).

Figura 10: Nascente Relativamente Conservada.



Fonte: Autor, 2016.

- **Nascentes Degradadas:** Este grupo de nascentes encontra-se em áreas onde há ocorrência de alterações negativas das suas propriedades, tais como sua estrutura, a perda de matéria devido à erosão e outros tipos de degradação, geralmente estão localizadas em áreas que foram desmatadas para a criação de bovinos, algo muito frequente na região. São classificadas como intermitentes ou efêmeras (Figura 11).

FIGURA 11: Nascentes Degradadas.

Fonte: Autor, 2016.

A figura 12 é uma imagem bastante representativa, pois ela expõe uma prática bem comum em localidades rurais onde não há fiscalização rotineira, a prática ilegal bastante adotada que é a canalização de nascentes, esta prática causa inúmeros danos ao meio ambiente, um dos principais é o impedimento da nascente de cumprir sua principal missão, a de abastecer os corpos hídricos locais e manter sua estabilidade hídrica.

Figura 12: Trabalhador Rural bebendo água de Nascente Encanada.



Fonte: Autor, 2017.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através das atividades e estudos desenvolvidos durante esta pesquisa foi possível produzir materiais cartográficos atualizados e dados referentes aos pontos coletados, que incidiram acerca do uso e ocupação do solo, também influenciado pela redução do espelho d'água do Rio Macuco/Macuquinho, situado no município de Duas Barras/RJ.

O mapeamento do uso e ocupação do solo realizado na bacia de drenagem do Rio Macuco/Macuquinho (figura 7) revelou que as pastagens representam a área com o maior percentual de ocupação do solo, devido a grande quantidade de criadores de animais na região, que utilizam essas áreas para cultivar ração, principalmente, milho e cupim, o segundo maior segmento e mais relevante devido sua importância ambiental, é a cobertura florestal, pertencente ao bioma da Mata Atlântica, apresentando maior densidade em áreas de APP (topo de morro, nascentes, margens de rios, etc). Outro aspecto fundamental que contribui diretamente na preservação florestal da região é que o município apresenta características turísticas, não atraindo grandes empresas, e conseqüentemente mão de obra.

O ponto mais preocupante do estudo, apesar de representar apenas 7,36 % da bacia, refere-se à agricultura e silviculturas, responsáveis pela principal fonte de renda do município, representadas pelo cultivo do café e plantação de eucalipto respectivamente, esse tipo de cobertura do solo apresenta o maior horizonte de crescimento da bacia, devido ao retorno econômico e geração de empregos a população local, o que trará passivos ambientais inestimáveis para os habitantes da região.

Quanto a identificação de nascentes utilizando técnicas de geoprocessamento e visitas ao local verificou-se que as fontes locais encontradas em áreas preservadas ou parcialmente preservada representam 74%, destoando apenas em alguns casos, onde trabalhadores rurais barram a água proveniente desses nascedouros para consumo próprio, impedindo que deságüem no corpo hídrico principal.

A bacia hidrográfica apresentou resultados ambientais positivos, onde aproximadamente 40% são de cobertura florestal e 75% das nascentes estão em locais parcialmente preservados, o principal dado que destoa nos resultados é o índice pluviométrico, observou-se no gráfico 1 que os meses de 2014 e 2015, anos da crise, apresentou diminuição acentuada em relação aos anos anteriores, afetando diretamente na vazão do rio Macuco/Macuquinho gerando impactos na captação e distribuição de água de Duas Barras.

Após analisar os resultados da pesquisa diagnosticou-se que o principal motivo da escassez hídrica da região é a falta de planejamento dos recursos hídricos, que engloba falta de fiscalização das áreas de APP da bacia, falta de infraestrutura e investimentos para que se realizem obras preventivas para possíveis períodos de crise, o desperdício do recurso hídrico, seja pelo uso exarcebado na irrigação, ou pelo serviço prestado pela companhia de saneamento básico, o entendimento do clima na região, entre outros. O conceito de água no Brasil sempre foi relacionado à fatura, porém este recurso não é distribuído igualmente, onde a região norte concentra 68% dos recursos hídricos disponíveis no país, desta maneira é fundamental que a população do sudeste utilize este recurso de maneira sustentável.

Alternativas que minimizem futuros distúrbios que possam afetar o volume, a vazão e a qualidade das águas produzidas nas nascentes localizadas em Duas Barras estão relacionadas ao aumento do conhecimento acerca desta área a ações coordenadas dos órgãos diretamente envolvidos (o Estado, o Município, o Comitê de bacia do Rio Dois Rios, os Conselhos de Educação, Meio Ambiente e Saúde, o Fórum Local da Agenda 21, as Secretarias Municipais de Meio Ambiente, Turismo, Saúde, Educação, Assistência Social, Defesa Civil e Habitação e Urbanismo, além de empresas privadas usuárias destes recursos), bem como a conscientização da população, especialmente na construção dos planos municipais e estratégicos de saneamento, diretor e de recursos hídricos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRE, Schiavetti; CAMARGO, Antonio F. M. **CONCEITOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: Teorias e Aplicações**. Ilhéus: Editus, 2002. 281 p.

AZEVEDO, Denir da Costa. **Estudo do uso e ocupação das margens no entorno do açude Ministro João Alves (Boqueirão)- Parelhas/RN** / Denir da Costa Azevedo. - Caicó: UFRN, 2016.61f.: il.

BRASIL, **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**, Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> Acesso em: 10 dez.2016.

BRASIL, **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997**, Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm > Acesso em: 13 out. 2016.

BRASIL, **Lei nº 9984, de 17 de julho de 2000**, Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9984.htm>, Acesso em: 15 dez.2016.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil (1988)**. Promulgada em 05 de outubro de 1988. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/constitui...> Acesso em: 21 nov. 2016.

CARVALHO, Marília Sá (org.) *et. al.* **Conceitos Básicos de Sistemas de Informações Geográficas e Cartografia aplicada a saúde.** Rio de Janeiro Ed OPS, 2000.

CASTRO, César Nunes de. **GESTÃO DAS ÁGUAS: EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAL E BRASILEIRA.** IPEA, Brasília, p. 1-86, jun. 2012.

CEIVAP. **Plano municipal de Saneamento Básico de Duas Barras-RJ. Produto 4 – Diagnóstico Setorial.** 2012. Disponível em: <<http://www.cbhriodoisrios.org.br/saneamento/duasbarras/Produto-4-Diagnostico-Setorial-Duas-Barras.pdf>> . Acesso em 16 nov.2016.

CONAMA, **Resolução nº 303, de 20 de março de 2002.** Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>>, Acesso em: 12 out. 2016.

DA SILVA NEVES, L. *et al*, **Nascentes, Áreas de Preservação Permanente e Restauração Florestal: Histórico da Degradação e Conservação no Brasil,** Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v.7, n.3, p. 747, 2014.

FELIPPE, M.F., **Caracterização e Tipologia de Nascentes em Unidades de Conservação de Belo Horizonte MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais,** 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Infográficos: dados gerais do município. [2010].** Disponível em:< www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 nov.2016

INEA. Instituto Estadual do Ambiente. **Hidrografia completa do estado do Rio de Janeiro.** Disponível em:< www.inea.rj.gov.br>. Acesso em 08 out.2016.

NIMER, E. Clima. In: IBGE. **Geografia do Brasil. Região Sudeste**. Rio de Janeiro: **IBGE**, v. 3, 1977. P. 51 - 89.

ROCHA, César Henrique Barra. **Geprocessamento:Tecnologia Trandisciplinar**. Juiz de Fora, MG Ed. do Autor, 2000.

SPRING. Tutorial Spring, versão Windows - Spring Básico. INPE, São José dos Campos, Agosto 1999.

XAVIER DA SILVA, J. e SOUZA, Marcelo José Lopes de. **Análise Ambiental**, Rio de Janeiro: UFRJ, 1987.