



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**MILENA SCARAMUSSA PASTRO**

**ESTABELECIMENTO DE DIRETRIZES PARA UM PROGRAMA DE MANEJO DE  
NASCENTES NA BACIA DO RIO ITAPEMIRIM – ES**

**Prof. Dr. RICARDO VALCARCEL**

**Orientador**

**SEROPÉDICA, RJ**

**Novembro - 2012**



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**MILENA SCARAMUSSA PASTRO**

**ESTABELECIMENTO DE DIRETRIZES PARA UM PROGRAMA DE MANEJO DE  
NASCENTES NA BACIA DO RIO ITAPEMIRIM – ES**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

**Prof. Dr. RICARDO VALCARCEL**

**Orientador**

**SEROPÉDICA, RJ**

**Novembro - 2012**

**ESTABELECIMENTO DE DIRETRIZES PARA UM PROGRAMA DE MANEJO DE  
NASCENTES NA BACIA DO RIO ITAPEMIRIM – ES**

Comissão Examinadora

Monografia aprovada em 9 de novembro de 2012

---

Prof. Dr. Ricardo Valcarcel  
UFRRJ/ IF/ DCA  
Orientador

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Erika Cortines  
UFRRJ/ITR/DCAA  
Membro

---

Prof. Dr. José Francisco de Oliveira Júnior  
UFRRJ/ IF/ DCA  
Membro

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, meu guia, minha força motriz, que me sustenta e nunca me desamparou.

Às famílias Scaramussa e Pastro que nunca deixaram esquecer as minhas origens e em especial a meus pais Anísio e Regina, que sempre acreditaram em mim e no meu potencial. Ao meu irmão Renan por me ensinar a acreditar nos sonhos e projetos de infância. Ao meu primo Lucas Pastro Guimarães pelo auxílio na busca das referências dos dados históricos e a minha madrinha Neide Aparecida Pastro Fiório que participou do processo de obtenção de informações e contatos que foram fundamentais para o andamento deste trabalho.

A Dalva Ringuier, ex-secretária executiva do Comitê de Bacias do Rio Itapemirim, pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu orientador Ricardo Valcarcel que se revelou um pai científico e um profissional em quem me espelhar. A minha co-orientadora Cristiana Couto que, ajudou muito na organização das idéias.

À minha Banca examinadora por aceitar o convite e contribuir, através das correções e sugestões, para a melhoria deste trabalho.

À empresa Foz do Brasil por disponibilizar parte das suas informações. À professora Denise de Alcântara pela generosidade e prontidão no fornecimento de alguns artigos e materiais relevantes.

Ao alojamento F4-210, minha casa por aproximadamente 5 anos. Obrigada às queridas moradoras e aos agregados pelas palavras de incentivo e tentativas, sempre bem sucedidas, de me colocarem para cima nos momentos de desânimo. Ao alojamento M2-224 pelo carinho e a força em todas as horas, com vocês percebi, de fato, que amigos de verdade independem do tempo.

Às famílias Taveira e Faria que me acolheram durante toda minha graduação. A presença de vocês foi muito importante para mim, principalmente quando a saudade de casa apertava.

À irmandade 2007/1, minha turma que sempre esteve unida até o final. Sinto-me privilegiada por pertencer a esta turma, pois dela conquistei amizades que pretendo perpetuar pela vida, mesmo com a distância.

A todo Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas (LMBH) da UFRRJ, deste local, levarei grandes exemplos de determinação, amor ao trabalho e profissionalismo.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para ajudar a concretizar este projeto.

## RESUMO

A bacia do Rio Itapemirim está submetida às intervenções antrópicas desde 1503, onde monoculturas (cana-de-açúcar e café) deixaram solos pobres, que deram origem a extensas pastagens, afetando os seus serviços ambientais. Recentemente as indústrias interferiram no quadro, onde observa-se: a) redução da frequência de inundações; b) aumento frequência de vazões mínimas; c) aumento das cicatrizes dos processos erosivos; e d) perda de qualidade de água. A implantação de um Programa de Manejo de Nascentes poderia ser uma solução prática. Ele deve considerar a dinâmica hidrológica de cada setor e sua evolução futura, pois as ações devem ser implantadas gradualmente pelo poder público, devendo estar concebido sobre premissas teóricas firmes e inteligíveis para a sociedade. O estudo levantou e processou informações secundárias referentes aos fatores: precipitação, temperatura e altitude, solos, cobertura florestal, culturas agrícolas, pavimentação e aspectos urbanísticos, relacionadas às habilidades de cada setor em interferir na infiltração de água no solo e, conseqüentemente, abastecer os lençóis freáticos, manancial provedor das nascentes, como forma de garantir sua perenidade e dos rios. Foram atribuídas notas aos fatores entre 1 (muito ruim) a 5 (ótima) por mapa da bacia e, finalmente integralizadas as informações para definir setores prioritários. Foram identificadas duas áreas prioritárias: entorno dos municípios de Ibitirama, Iúna e Irupí, e município de Conceição do Castelo, sendo recomendado se iniciar pela primeira, pois esta possui mais problemas e melhor condição de implantação do programa, pois envolve o entorno do Parque Nacional do Caparaó.

**Palavras chaves:** Políticas públicas, água, abastecimento

## ABSTRACT

The Itapemirim River basin is subject to human interventions since 1503, where monocultures (cane sugar and coffee) left poor soils, which gave rise to extensive pastures, affecting their environmental services. Recently interfered within industries where there is: a) reducing the frequency of flooding, b) increased frequency of minimum flows, c) increase the scars of erosion and d) loss of water quality. The implementation of a Management Program springs could be a practical solution. He should consider the hydrological dynamics of each sector and its future evolution, because the actions should be implemented gradually by the government and should be designed on firm theoretical premises and intelligible to society. The study raised and processed secondary information concerning factors: rainfall, temperature and altitude, soil, forest cover, crops, paving and urban aspects, related to the abilities of each sector in interfering with the water infiltration into the soil and thus supply the groundwater source provider of springs as a way to ensure their survival and rivers. Notes were attributed to factors between 1 (very poor) to 5 (excellent) map of the basin and ultimately paid the information to define priority sectors. We identified two priority areas: around the towns of Ibitirama, Iúna and Irupi and municipality of Conceição do Castelo, is recommended to start first, because it has more problems and better quality of implementation of the program, because it involves the surrounding National Park Caparaó.

**Keywords:** Public policy, water, supply

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	vii
LISTA DE TABELAS .....	viii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. Dinâmica das nascentes .....	3
2.2. Funcionalidade das Nascentes:.....	4
2.2.1. Processos hidrológico em uma Bacia hidrográfica .....	5
2.2.1.1. Interceptação do dossel .....	6
2.2.1.2. Escoamento superficial .....	6
2.2.1.3. Evapotranspiração.....	6
2.2.1.4. Infiltração .....	7
2.3. Papel da Floresta.....	8
2.4. Dispositivos legais: .....	9
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	11
3.1. Caracterização da bacia hidrográfica do Rio Itapemirim .....	11
3.2. Fatores levantados .....	12
3.3. Ponderações dos pesos .....	14
Altitude.....	14
Precipitação .....	16
Temperatura.....	17
Solo .....	18
Cobertura Florestal .....	21
Culturas Agrícolas .....	22
Pavimentação.....	25
Urbanização .....	26
3.4) Definição de prioridades.....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5. CONCLUSÃO.....	39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
7. ANEXO 1 .....	45

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Dinâmica funcional de uma nascente, em planta e corte .....	3
Figura 2: Movimentos de fluxos dentro do terreno .....	4
Figura 3: Representação do Balanço hídrico em encosta.....	5
Figura 4: Zonas de água no solo .....	7
Figura 5: Mapa da Bacia do Rio Itapemirim.....	12
Figura 6: Mapa de pontos.....	13
Figura 7: Síntese da metodologia aplicada.....	14
Figura 8: Mapa de Altitude da Bacia do Rio Itapemirim.....	15
Figura 9: Mapa de Precipitação da bacia do Rio Itapemirim .....	16
Figura 10: Mapa Temperatura da bacia do Rio Itapemirim .....	17
Figura 11: Áreas prioritárias para implantar o Programa de Manejo de Nascentes sustentável na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES .....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Representação da nota atribuída a cada classe de variação dos fatores avaliados. ...	13
Tabela 2: Nota das classes referente a Altitude .....	16
Tabela 3: Nota das classes referente a quantidade de precipitação .....	17
Tabela 4: Nota das classes referente a Temperatura.....	18
Tabela 5: Tipos de solos encontrados em cada macroambiente da Bacia do Rio Itapemirim .	18
Tabela 6: Características dos solos presentes na Bacia do Rio Itapemirim .....	19
Tabela 7: Nota das classes referente ao Solo.....	21
Tabela 8: Intervalo de classes das Florestas Naturais e suas respectivas notas.....	21
Tabela 9: Nota atribuída a cada município com suas respectivas áreas em ha de Floresta Naturais.....	22
Tabela 10: Culturas temporárias e permanentes encontradas na Bacia do Rio Itapemirim destacando as diferenças na profundidade das raízes e o Kc.....	22
Tabela 11: Notas das classes referente ao número em hectare de café. ....	24
Tabela 12: Notas dos municípios com suas respectivas áreas cobertas com a cafeicultura ....	24
Tabela 13: Intervalo das classes das porcentagens dos domicílios pavimentados com a nota atribuída para cada uma .....	25
Tabela 14: Municípios com suas respectivas porcentagens de domicílios pavimentados e a nota atribuída a cada região .....	25
Tabela 15: Nota dos intervalos das classes do número de domicílios tipo casa.....	26
Tabela 16: Municípios com seu número de domicílios permanentes tipo casa e suas respectivas notas.....	27
Tabela 17: Nota dos intervalos de classes do número de moradores em domicílios particulares permanentes em áreas urbanas, nos quais a pavimentação esteja presente .....	28
Tabela 18: Municípios com seu número de moradores em domicílios particulares permanentes em áreas urbanas, nos quais a pavimentação esteja presente, e suas respectivas notas .....	28
Tabela 19: Nota dos intervalos de classe da razão entre população rural e urbana.....	29
Tabela 20: Razão entre a população Rural e Urbana de cada Município e suas respectivas notas.....	29
Tabela 21: Intervalo de Classes referente ao Índice Urbanístico e suas respectivas notas .....	30
Tabela 22: Índice Urbanístico de cada município com suas respectivas notas .....	30
Tabela 23: Integralização das variáveis e definição das áreas prioritárias para manejo de nascentes da bacia do rio Itapemirim .....	32

## 1. INTRODUÇÃO

O Espírito Santo possui 12 bacias hidrográficas sendo a do Rio Itapemirim (BRI) uma das que mais se destaca por constituir o principal sustentáculo do desenvolvimento do sul do estado.

Em 1503 o português Gonçalo Coelho e sua expedição visitaram a costa capixaba pela Foz do Rio Itapemirim, sendo o primeiro contato com a comunidade européia de que se tem registro (MARINATO, 2008). Ainda segundo o mesmo autor, os índios dificultaram a interioração da expedição. Na fase do Brasil colônia, a região se notabilizou pela produção de cana-de-açúcar.

Na segunda metade do século XIX a ocupação territorial foi substituída pela cafeicultura e suas infra-estruturas, como armazéns, vilas, estradas, acessos as fazendas que na maior parte das vezes eram distribuídas ao longo do do Rio Itapemirim.

O grande Iguaraguã, nome dado pelos índios ao Rio Itapemirim, rapidamente transformou-se em um importante Pólo-Econômico, baseado no modelo de latifúndios, monocultura e mão-de-obra escrava. Segundo dados históricos resgatados pelo Comitê de Bacias do Rio Itapemirim, em 1872, o trabalho escravo representava 72% dos trabalhadores do campo no estado do Espírito Santo, sendo 64% deles encontrados na bacia do Rio Itapemirim.

A economia baseada nas monoculturas de cana-de-açúcar e, logo após, na cafeicultura deixaram extensas pastagem, que ao serem exauridas foram abandonadas. Em áreas declivosas os processos erosivos eram observados imediatamente após supressão e queima das florestas. Ao longo das décadas, as terras carregadas pela erosão provocaram a degradação do complexo organo-mineral do solo e foram transportadas para a calha dos rios.

Com a implantação da Lei Áurea, o Espírito Santo passou a recrutar imigrantes europeus fugidos das pestes e das crises, havendo registros de aproximadamente 21.497 imigrantes chegados entre 1.888 a 1.896 (ROCHA, 2000). Este pessoal, com ampla experiência em atividades de campo e de construções, conformaram uma nova fase na ocupação territorial, principalmente pelo fato de serem grupos unifamiliares, calcados em pequenas propriedades dos módulos agrícolas de aproximadamente 20 ha, onde colhiam o sustento obtido com mão-de-obra familiar, na sua propriedade. Eles se estabeleceram inicialmente produzindo alimentos de subsistência e depois agregaram valor, beneficiando os produtos a condição semi-industrial. Esta comunidade tinha como objetivo se erradicar na região e o valor da terra era reconhecido, havendo investimentos em práticas agrícolas menos agressivas, contudo, longe de serem consideradas conservacionistas.

No início do século XX foi construída a estrada de ferro Leopoldina Railway interligando Cachoeiro de Itapemirim ao Rio de Janeiro, com objetivo de potencializar o comércio do café (já em fase de decrepitude econômica). Os locais de abastecimento de água e madeira da ferrovia se transformaram em vilas e cidades como Muqui e Atílio Vivaqua (GEADES, 2004). O frágil modelo de estrutura econômica do Brasil, baseado na monocultura e exportação de produtos tropicais, deixavam o país a merce das oscilações internacionais, com isso, os governos republicanos viram a necessidade de diversificar a economia. A construção da estrada de ferro, além de dinamizar as transações comerciais da cafeicultura nas áreas mais aptas, facilitou a instalação de indústrias na região.

O então governador do estado Jerônimo de Souza Monteiro resolve estimular a política de criação de um distrito industrial para mudar o perfil do desenvolvimento na

região. Em 1902 foi inaugurada a usina hidrelétrica de Cachoeiro de Itapemirim, primeira cidade do Espírito Santo e a 10ª do Brasil a possuir energia elétrica (MARIN *et al.*, 2011). A prosperidade do município de Cachoeiro de Itapemirim, alcançada principalmente por conta da produção de café e a ligação direta por linha férrea com a capital Rio de Janeiro, atraiu investimentos industriais para o Vale do Itapemirim. Segundo Bittencourt (2006) foram instalados nesta região Fábrica de tecido, Usina de Açúcar Paineiras, Fábrica de Cimento Barbará, Fábrica de papel, Fábrica de óleo vegetal, Serraria industrial, exploração de Mármore e Granito.

O surgimento dessas fábricas levou à mudança no perfil socio-econômico e regional e à intensificação da pressão sobre os recursos naturais, pois os resíduos industriais eram lançados no ambiente e nos cursos d'água baixando drasticamente a qualidade do mesmo.

Na década de 70, a chamada “Modernização Agrícola” trouxe transformações tecnológicas criando um modelo dependente do petróleo e a incorporação de sementes melhoradas, adubos químicos sintéticos, agrotóxicos e máquinas agrícolas. Em termos econômicos, tais mudanças maximizaram a produção agrícola em larga escala, contudo, em termos ecológicos, provocaram impactos relacionados a degradação do solo, poluição ambiental, entre outros.

Após séculos de pressões sobre os recursos naturais, na década de 80 iniciou-se uma mobilização social a favor da bacia do Rio Itapemirim. Foi através de uma monografia intitulada “Para onde vai o Rio Itapemirim”, que as problemáticas do rio foram listadas e a população começou a se mobilizar. A partir de 1986 surgiu a primeira ONG do Sul do estado, a AABRI (Associação dos Amigos da Bacia do Rio Itapemirim), uma organização não governamental, que engajou a sociedade civil na luta pela defesa dos recursos naturais da bacia. Foi iniciada a discussão sobre a criação do Consórcio da Bacia do Rio Itapemirim (CBRI) que se concretizou em 2004. Em 1997 houve expedição de voluntários entre a nascente e a foz do Rio Itapemirim. Em 2004 houve a primeira expedição científica responsável pelo diagnóstico socio-econômico e ambiental da BRI. Em 2006 foi criado o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim, através do Decreto nº1703 de 19 de julho de 2006.

O Diagnóstico de 2004 apontou 200 ha de matas devastadas, o desaparecimento de espécies nativas de peixes, a degradação do meio ambiente e a utilização abusiva de agrotóxicos, além do surgimento de áreas totalmente improdutivas. Nesta mesma expedição foi encontrada, em quatro municípios, a espécie vegetal *Calothropis procera* (algodão-da-seda), planta indicadora de perturbação e de ocorrência em áreas degradadas. Ela se dissemina em regiões áridas e semiáridas (SOUTO *et al.*, 2008), servindo como indicadora de tendência de degradação em setores da bacia.

As florestas desempenham diferentes funções relacionadas a infiltração, conforme se observa na literatura (VALCARCEL, 1985; NAKANO, *s/d*) e, quando suprimidas, estas funções são minimizadas, afetando a infiltração da água no solo, propiciando a emissão de sedimentos para os córregos, reduzindo a capacidade de saturação de bases, empobrecendo os solos e trazendo uma série de transtornos para os municípios. Um quadro similar de degradação vem evoluindo de forma progressiva na bacia do Rio Itapemirim. As águas tornaram-se mais turvas e o regime de vazão foi intensamente alterado.

A diminuição da infiltração de água no solo, promove o entulhamento dos canais, reduz as fontes de recarga dos aquíferos superficiais, o abastecimento dos lençóis freáticos, reduzindo a perenidade e vazão das nascentes (VALENTE & GOMES, 2004). Lençóis freáticos estreitos e sem abastecimento podem deslocar por quilômetros os afloramentos das nascentes (SBPC, 1999), afetando a oferta de água para abastecimento de locais altos. Este

mesmo autor encontrou deslocamentos de pontos e emersão de água de aquíferos em torno de 3km na bacia do Rio Itapemirim.

A degradação constante da bacia do Rio Itapemirim e a redução na disponibilidade hídrica, historicamente observada, são responsáveis pelo decadente potencial de sustentação socio-econômico em toda a região. Considerando um consumo de 250L/pessoa/dia (VALCARCEL, 1985) e um contingente a cerca de 506 mil habitantes (IBGE, 2010) na parte capixaba da bacia, tem-se a demanda hídrica de abastecimento humano de 126.500.000L/dia, isto sem contar com demanda para irrigação (maior parte) e para desentação de animais. Neste sentido, manter a qualidade da água é de suma importância e está intimamente ligada com a qualidade de vida da população, porém, para que haja qualidade é necessário que primeiro haja quantidade. Por isso o manejo de nascentes torna-se fundamental na garantia da perenidade de um rio.

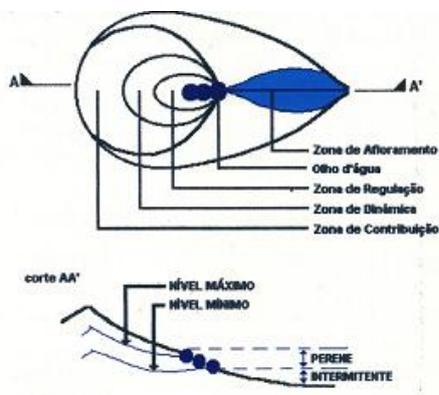
Garantir a perenidade e a qualidade da água é um dos objetivos do manejo de bacias hidrográficas. Mediante as considerações feitas, o objetivo deste trabalho foi o de estabelecer diretrizes para um programa de manejo de nascentes do Rio Itapemirim de modo a ordenar os usos do seus espaços e a permitir mínimos investimentos e máximos resultados sustentáveis para todos os seus segmentos sócio-econômicos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Dinâmica das nascentes

A definição de nascente pode ser encontrada por diferentes autores. Segundo Fellipe & Magalhães (2009, p.99) “É um sistema ambiental em que o afloramento da água subterrânea ocorre naturalmente de modo temporário ou perene, integrando à rede de drenagem superficial”. De acordo com Pesciotti et al. (2010) uma nascente advém de complexos processos de exfiltração que resultam do contato entre o nível freático e a superfície, nos quais, fatores induzem o processo de afloramento da água subterrânea, como: presença de fraturas e falhas, raízes, camadas do solo ou rochas com diferentes permeabilidades, além de afloramentos rochosos a jusante ou a montante da nascente.

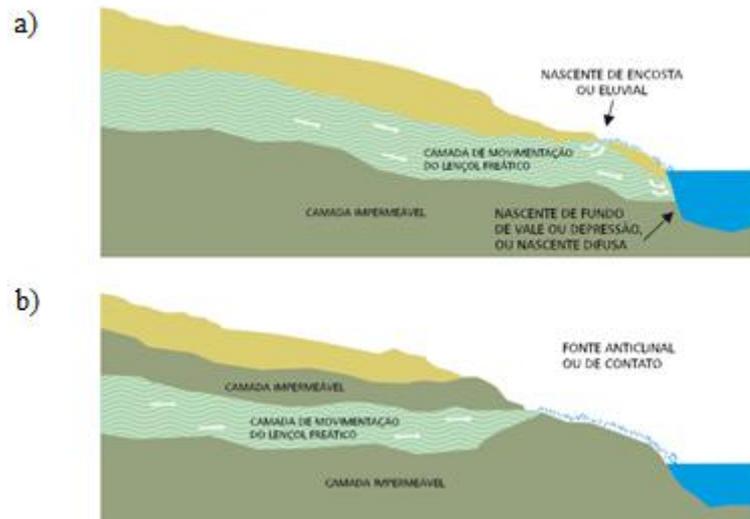
Segundo Valcarcel (1997) “as nascentes são formadas por zonas que captam, conduzem e distribuem água, podendo apresentar movimentos do olho d’água ascendentes (caracterizando carga de freático) e movimento descendente (descarga do freático)”. (Figura 1)



**Figura 1:** Dinâmica funcional de uma nascente, em planta e corte (A-A').

Fonte: (VALCARCEL, 1997)

A literatura classifica as nascentes de acordo com o regime de sua vazão ou de acordo com o tipo de lençol subterrâneo que a abastece (VALENTE & GOMES, 2004). Quanto à sua vazão podem ser: perenes (de fluxo contínuo), intermitentes (de fluxo apenas na estação chuvosa) e efêmeras (surgem durante a precipitação, mantendo-se apenas por alguns dias ou horas). De acordo com o tipo de lençol subterrâneo que a abastece, existem os lençóis freáticos, no qual a água infiltrada fica armazenada sobre a camada impermeável do solo (Figura 2a) e existem os lençóis artesianos, no qual a água infiltrada fica confinada entre duas camadas impermeáveis (Figura 2b).



**Figura 2:** Movimentos de fluxos dentro do terreno  
Fonte: LINSLEY & FRANZINI, 1978.

As nascentes formadas por lençóis freáticos podem surgir nos sopés de morros, conhecidas por Nascentes de encosta, podem surgir em pontos bem definidos, chamados de olhos d'água, ou ainda podem se manifestar por pequenos vazamentos superficiais espalhados numa área, aonde a água vai se acumular, formar fluxo contínuo, e constituírem Nascentes difusas (VALENTE & GOMES, 2004).

As nascentes formadas por lençóis artesianos ocorrem devido ao contato entre duas camadas impermeáveis e podem surgir em locais pontuais, conhecidas como Nascente de contato, típicas de regiões montanhosas. Podem ter sua origem devido a falhas geológicas capazes de fazer o contato das camadas impermeáveis com a superfície, chamadas de Nascentes de falhas geológicas e também podem surgir através de canais e galerias formadas em rochas cársticas, chamadas de Nascentes de rochas cársticas (VALENTE & GOMES, 2004).

## 2.2. Funcionalidade das Nascentes:

Na literatura internacional, os estudos relacionados às nascentes tendenciam a uma visão mais ampla e integradora como na abordagem conceitual de Springer & Stevens (2008), que consideram fatores biológicos e geológicos no estudo das nascentes. A literatura científica

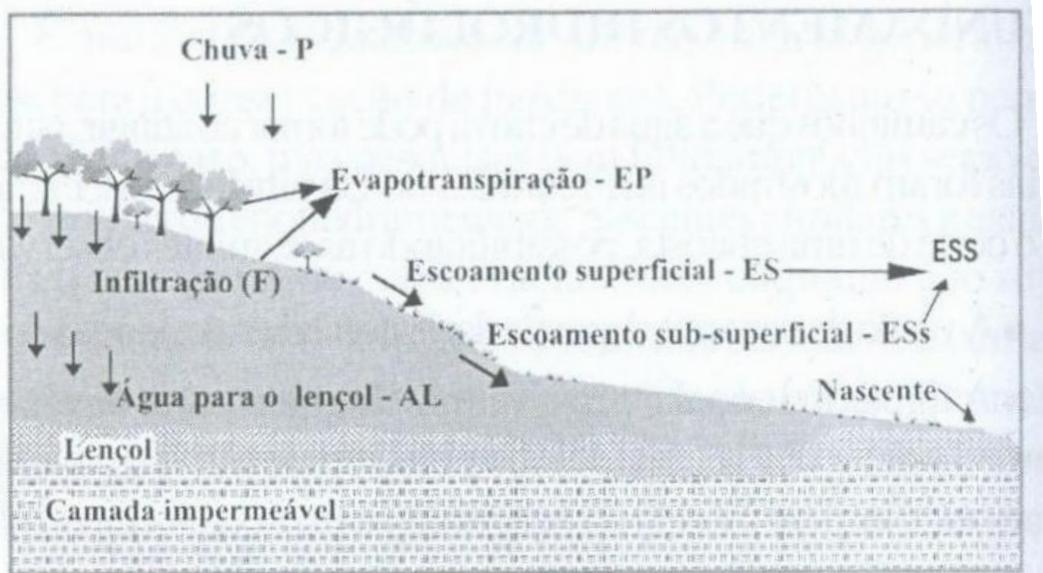
nacional faz uma abordagem restrita e ainda pouco numerosa sobre os estudos que circundam este assunto (LAVARINI, 2009).

Partindo do pressuposto que os ecossistemas interagem entre si, o estudo de nascentes não pode ser visto como algo pontual, mas como parte de um processo maior, sendo dependente de acontecimentos que antecedem o aparecimento do olho d'água. Deste modo, as nascentes interferem diretamente na perenidade de um curso d'água, porém esta é dependente de processos, como a infiltração da água no solo, ocorrentes dentro do ciclo hidrológico. O ciclo hidrológico retrata os caminhos que a água percorre no globo terrestre levando em consideração as interações ocorrentes com os outros recursos naturais, portanto, conhecer o seu funcionamento torna-se essencial para o manejo de bacias hidrográficas e a conservação das nascentes dos nossos rios (VALENTE & GOMES, 2004).

### 2.2.1. Processos hidrológico em uma bacia hidrográfica

No ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica, a água precipitada possui os seguintes destinos principais: interceptação pelo dossel da vegetação, escoar superficialmente formando as enxurradas, infiltrar e ser interceptada pelas raízes das plantas ou, ficar retida nas superfícies do solo e retornar à atmosfera na forma de vapor, ou ainda pode percolar no solo e alcançar os lençóis subterrâneos, abastecendo-os (CALHEIROS *et al.*, 2004). Tais fenômenos caracterizam os processos de infiltração, evaporação, evapotranspiração, escoamento superficial e percolação essenciais à manutenção dos recursos hídricos e regulação do ecossistema (Figura 3).

Contudo, segundo Valente & Gomes (2004), para garantir a perenidade das nascentes deve-se ter como via preferencial de movimentação da água aquela através dos lençóis.



**Figura 3:** Representação do balanço hídrico em uma encosta.  
Fonte: VALENTE & GOMES, 2004

### **2.2.1.1. Interceptação do dossel**

Numa bacia hidrográfica parte da água precipitada pode ser interceptada pela vegetação antes mesmo de atingir o solo, através das folhas e galhos e retornar a atmosfera (evaporação). A porção que chega ao solo pode escoar através do tronco das árvores ou cair diretamente no terreno.

Arcova *et al.* (2003), estudando a precipitação efetiva e a interceptação da chuva pela floresta secundária da mata Mata Atlântica numa bacia experimental do Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, em Cunha-SP, verificaram que em média 18,6% da precipitação foi interceptada pela floresta, retornando à atmosfera na forma de vapor, enquanto, um montante de 81,2% alcançou o piso como precipitação interna e apenas 0,2% como escoamento pelo tronco. Esses autores observaram também que os maiores percentuais de interceptação ocorreram no período seco.

### **2.2.1.2. Escoamento superficial**

Ao atingir o solo, a água pode escoar superficialmente, formando as enxurradas (escoamento superficial), podendo ocasionar a chamada erosão hídrica. A maior ou menor suscetibilidade de um terreno à erosão hídrica, ou então, ao arraste de partículas ou camadas de solo pela água numa dada inclinação do terreno, dependem de quatro fatores principais: tempo, principalmente no que diz respeito à quantidade, intensidade e distribuição das chuvas; natureza do solo, destacando a sua textura, permeabilidade, profundidade e fertilidade; manejo do solo, ou seja, se está ou não recoberto por vegetação, bem como seu sistema de cultivo e por fim a declividade do terreno (LEPSCH, 2002). Desse modo, a compactação do solo ou a saturação do mesmo podem impedir que a água infiltre no perfil e favoreçam o escoamento superficial.

Domingos (2006) realizando uma estimativa de perda de solo por erosão hídrica numa bacia hidrográfica do estado do Espírito Santo verificou uma perda de solo de 2.661 t/ha/ano. As áreas com o solo exposto, cafezais, eucaliptais, pastagem e áreas preservadas contribuíram com aproximadamente 88%, 11%, 1,4%, 0,3% e 0,03%, respectivamente para o total de perdas. Neste mesmo trabalho, o autor cria um cenário alternativo atendendo as exigências do código florestal vigente e estima uma diminuição de menos 253 t/ha/ano de solo que deixariam de ser carregados para os mananciais hídricos. Este trabalho evidencia a importância do correto manejo do solo e a presença da cobertura florestal na diminuição da erosão.

### **2.2.1.3. Evapotranspiração**

A água ao atingir o solo pode ser absorvida pelas raízes dos vegetais e retornar a atmosfera pelo processo de evapotranspiração.

Segundo Stone & Silveira (1995) “Evapotranspiração é a perda combinada de água para a atmosfera, em forma de vapor, através da evaporação e da transpiração das plantas.”

Para que a absorção efetiva da água pelas raízes aconteça, o contato entre elas e o solo, somados ao volume do solo explorado tornam-se peças fundamentais no processo, uma vez que o aumento da emissão de pelos radiculares promove um aumento da área superficial de contato e o consequente aumento na capacidade de absorção de água (SANTOS & CARLESSO, 1998).

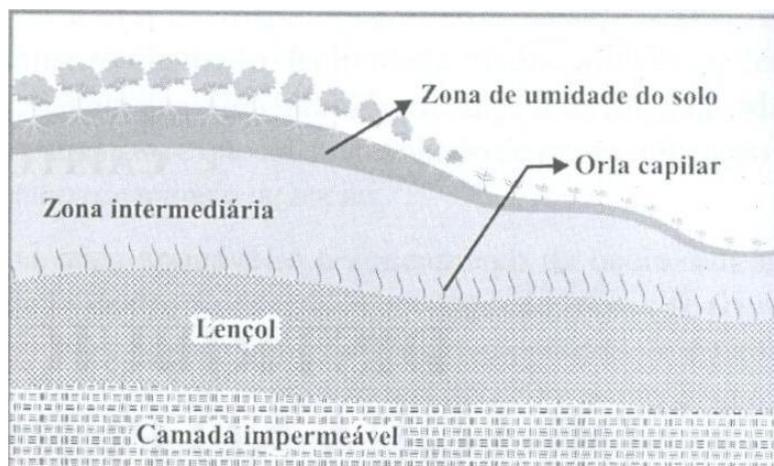
O déficit hídrico pode afetar o sistema radicular da planta, levando a mesma explorar horizontes mais profundos do solo, e estas, por vezes, podem alcançar o nível dos lençóis freáticos, principalmente em áreas próximas às nascentes, onde o lençol naturalmente encontra-se mais próximo da superfície. Por isso, o plantio de essências florestais com o objetivo de manejar as Nascentes deve seguir um planejamento não devendo ser realizado de modo aleatório para evitar o excesso de demanda na mesma (VALCARCEL, 1997).

O vegetal utiliza a água absorvida em seu metabolismo, contudo, parte dessa água é devolvida a atmosfera através de aberturas especiais encontradas nas folhas e em caules verdes, chamados estômatos. É através da abertura de tais estruturas que ocorre a entrada do dióxido de carbono, necessário à fotossíntese, para o interior da folha e eliminação do oxigênio, subproduto da fotossíntese, para o ambiente, os estômatos se abrem, a troca de gases é feita e neste momento a planta também perde uma porcentagem de água para o ambiente, caracterizando o processo de transpiração. (RAVEN *et al.*, 2001).

A evapotranspiração é difícil de ser mensurada, por isso, sua estimativa é feita por meio de modelos matemáticos ajustados para esse fim. Camargo & Camargo (2000) estudando a relação entre as condições climáticas da área e os diferentes modelos de estimativa para a Evapotranspiração potencial (ETp) concluíram que em climas úmidos o modelo de Thornthwaite funciona adequadamente, no entanto em climas muito secos subestima bastante a ETp, contudo, o modelo pode ser ajustado para melhor estimar a ETp em condições de clima seco e também de clima superúmido empregando-se uma temperatura média ajustada em função da amplitude térmica. O modelo de Penman funciona bem em diferentes condições de unidade climática, necessitando, porém, de numerosos elementos meteorológicos em sua solução, raramente disponíveis na área, o que dificulta seu uso em estudos climáticos e mapeamentos agrometeorológicos.

#### 2.2.1.4. Infiltração

Segundo Valente & Gomes (2004) “infiltração é um fenômeno dependente da porosidade da superfície do solo, da permeabilidade do perfil e do tempo de retenção da água na superfície”. Desse modo, a água pode infiltrar-se no solo e avançar sobre os horizontes do perfil (infiltração) e chegar até o lençol subterrâneo, ou ficar retida nas camadas mais superficiais do solo retornando à atmosfera em forma de vapor (evaporação) (Figura 4).



**Figura 4:** Zonas de água no solo  
Fonte: (VALENTE & GOMES, 2004).

A Zona de umidade é definida pela profundidade do sistema radicular das plantas. A Zona intermediária consiste na região de passagem da água para o lençol. Logo abaixo desta, encontra-se a Orla de capilaridade formada por poros de pequeno diâmetro e conectados entre si permitindo que a água suba através deles. Por fim, abaixo da orla de capilaridade, encontra-se o lençol subterrâneo.

À medida que a água da chuva atinge o solo, os macro e microporos vão sendo preenchidos. Primeiramente, esta água infiltrada deverá satisfazer as necessidades da zona úmida para posteriormente percolar no perfil.

A percolação ou então o movimento descendente da água no solo pode ocorrer em tempos distintos entre os tipos de solo, caracterizando a velocidade de infiltração básica (VIB). Sales *et al.* (1999) encontrou valores da VIB bastante contrastantes nas profundidades de 0 a 20cm entre o solo Podzólico Vermelho-Amarelo e o Latossolo Roxo, sendo respectivamente 12,1 mm/h e 56,6 mm/h. Os autores associaram esses resultados principalmente às distintas características morfológicas associadas à estrutura dos horizontes desses solos.

Mesmo os solos que possuem tendências que favoreçam a infiltração podem desenvolver características que dificultem tal processo. Centurion *et al.* (2001) estudando diferentes tipos de agroecossistemas em Latossolo Vermelho verificou que, diferindo da mata, em todos os sistemas de manejo do solo houve tendência a formação de camada compactada em diferentes profundidades do solo principalmente por conta do pisoteio dos animais e dos maquinários agrícolas, levando a diminuição da infiltração do solo.

É importante salientar que em florestas o índice de nutrientes e matéria orgânica tendem a ser maiores, produzindo um ambiente propício a microorganismos, fungos mutualistas e animais como as minhocas que, juntamente com as raízes dos vegetais, facilitam o caminho da água ao longo do perfil (HERNANI *et al.*, 1999).

### **2.3) Papel da Floresta**

As pressões exercidas sobre os recursos naturais ao longo dos séculos, principalmente com a produção das monoculturas, deixaram grandes extensões de terra sob pastagem, impedindo que a cobertura florestal desempenhasse seu papel original. Segundo Nakano (s/d) as florestas possuem as seguintes funções:

- Contribui para a incorporação de água no solo através da névoa que adere à superfície dos vegetais e caem, posteriormente, em forma de gotas d'água;
- Reforçar e manter a permeabilidade do solo;
- Interceptar a água das chuvas através das folhas, galhos e raízes dos vegetais diminuindo o volume das enxurradas;
- Diminuir a quantidade de água do solo através do processo de transpiração dos vegetais, contribuindo também para a diminuição do escoamento superficial;
- Por outro lado, equilibra a umidade do solo diminuindo a evaporação da água presente nas camadas mais superficiais do solo.

Carvalho (1993) comenta ainda à importância das matas ciliares na entrada de suprimento orgânico que serão utilizados principalmente pela fauna aquática e edáfica. Esta última desempenha um papel importante na infiltração, pois estes animais formam galerias e caminhos que facilitam a passagem de água no perfil.

Os galhos e troncos caídos dificultam o fluxo contínuo da água provocando represamentos parciais. Tais ambientes além de fornecerem abrigo para espécies de peixes aumentam a heterogeneidade ambiental ao longo da Bacia resultando em maior biodiversidade regional (BARRELA *et al.*, 2000).

#### **2.4) Dispositivos legais:**

A partir do entendimento dos processos do ciclo hidrológico na bacia hidrográfica, em especial, daqueles que favorecem o abastecimento do lençol freático e com isso a perenidade de nascentes, o Código Florestal vigente faz algumas menções no que diz respeito à proteção e conservação das nascentes e dos recursos hídricos, bem como a presença das áreas de preservação permanente, tornando-se indispensáveis em locais específicos. Tais áreas de preservação vêm como um mecanismo de busca pela conservação dos recursos naturais e segurança da própria população, minimizando riscos de desmoronamentos e enchentes. Para os efeitos do Código Florestal, nos termos dos artigos. 2º e 3º desta Lei, entende-se por área de preservação permanente “Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com função ambiental de preservar os corpos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e da flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas.”

Segundo a Lei Federal nº 4.771/65, alterada pela Lei nº 7.803/89 e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, são consideradas de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação situadas nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados ‘olhos d’água’, qualquer que seja sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura.

A Lei nº 7.754 de 14 de abril de 1989 estabelece as medidas para proteção das nascentes dos rios e outras providências e determina no Artigo 2º “Será constituída, nas nascentes dos rios, uma área em forma de paralelogramo, denominada Paralelograma de Cobertura Florestal, na qual são vedadas a derrubada de árvores e qualquer forma de desmatamento.” As dimensões desse Paralelograma estão relacionadas ao comprimento e largura dos rios cujas nascentes serão protegidas. O não cumprimento do disposto desta Lei acarretará aos infratores a obrigatoriedade de reflorestamento da área com espécies vegetais nativas e aplicação de multa prevista pelo art. 4º desta mesma Lei.

A Lei de crimes ambientais nº 9.605/98 determina no artigo 39 que é proibido “Destruir ou danificar floresta de área de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas de proteção” sob pena de detenção de um a três anos, e/ou multa.

A fim de regulamentar o Art. 2º da Lei nº 4.771/65, publicou-se em março de 2002 a resolução nº 302 referindo-se às áreas de preservação permanente (APP) quanto ao tamanho das áreas adjacentes e recursos hídricos e a resolução nº 303 referindo-se às APPs no entorno dos reservatórios artificiais, determinando que:

- a) APPs ao redor de nascentes ou “olho d’água”, ainda que intermitente, localizadas nas áreas rurais ou áreas urbanas não perturbadas no entorno das nascentes, devem possuir raio mínimo de 50 metros. Nas áreas urbanas as quais o raio de 50 metros ao redor das nascentes já foi perturbado, com habitações consolidadas, por exemplo, devem-se consultar os órgãos competentes.
- b) Em veredas e faixas marginais deve-se apresentar a largura mínima de 50 metros a partir do limite do espaço brejoso e encharcado.

c) Ao longo de rios ou de qualquer curso d'água desde a borda da calha do leito maior em faixa marginal cuja largura mínima será:

- 30 metros para cursos d'água com larguras inferiores a 10 metros
- 50 metros para cursos d'água com larguras entre 10 a 50 metros
- 100 metros para cursos d'água com larguras entre 50 a 200 metros
- 200 metros para cursos d'água com larguras entre 200 a 600 metros
- 500 metros para cursos d'água com larguras superiores a 600 metros

d) Ao redor das lagoas e lagos naturais:

- em áreas rurais: 50 metros de faixa para corpos d'água com até 20 ha de superfície e 100 metros de faixa para os corpos d'água superiores a 20 ha de superfície
- em áreas urbanas consolidadas: 30 metros de faixa

E) Ao redor de reservatórios artificiais:

- em áreas rurais: 100 metros de faixa
- em áreas urbanas consolidadas: 100 metros de faixa
- reservatórios artificiais de geração de energia elétrica com até 10 ha: mínimo de 15 metros
- reservatórios artificiais não utilizados para abastecimento público ou geração de energia elétrica com até 20 ha e localizados na área rural: mínimo de 15 metros

Para reservatórios artificiais inferiores a 5ha não são aplicados os dispostos anteriormente, desde que estes não estejam localizados em APPs, não sejam resultantes de barramento ou represamento de cursos d'água, exceto os destinados a abastecimento público.

O Novo Código Florestal prevê modificações que tem causado polêmica em vários seguimentos sociais. De um lado, os ruralistas defendem que a Lei atual trava a produção e acentuam o fato de áreas, mesmo protegidas por Lei, já estarem consolidadas como produtivas. Em contrapartida, os ambientalistas e cientistas sustentam a idéia do novo código abrir espaço para mais derrubada desnecessária, uma vez que o Brasil possui vastas áreas que podem ser agricultáveis.

O Plano de Lei da Câmara no Projeto do Senado de mudança do Código Florestal de dezembro de 2011 modifica o conceito de nascente no art. 3º “Nascente é todo afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água”. Ou seja, o substitutivo restringe o conceito de nascente apenas àquelas com perenidade, levando os olhos d'água intermitentes a estarem desprotegidos de todas as regulamentações de proteção e conservação de nascentes previstas no Código vigente.

O substitutivo do Novo Código para áreas de preservação permanente diz em seu Art.4º “Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, pelo só efeito desta Lei: as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda do leito menor, em largura mínima de 15 metros, para os cursos d'água de menos de 5 metros de largura e 30 metros, para os cursos d'água que tenham de 5 a 10 metros de largura”.

A transposição, pelo substitutivo, das faixas ciliares do leito maior para o leito menor e a redução das APPs, deixaria de proteger uma grande porcentagem de áreas de importância ecológica. Grande parte dos rios brasileiros possui até 5 metros de largura abrigando uma fauna única. Toledo *et al.* (2010) estudando anfíbios anuros na Mata Atlântica constatou que 50% das espécies estão concentrados em riachos com menos de 5 metros de largura. Com isso, a diminuição da faixa de mata ripária de 30 metros para 15 metros poderia comprometer a funcionalidade destes ecossistemas.

Quanto ao estado do Espírito Santo, segundo a Lei complementar nº 248 de 28 de junho de 2002, diz que compete ao Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) planejar, coordenar, executar, fiscalizar e controlar as atividades de meio ambiente, dos recursos hídricos estaduais e dos recursos naturais federais.

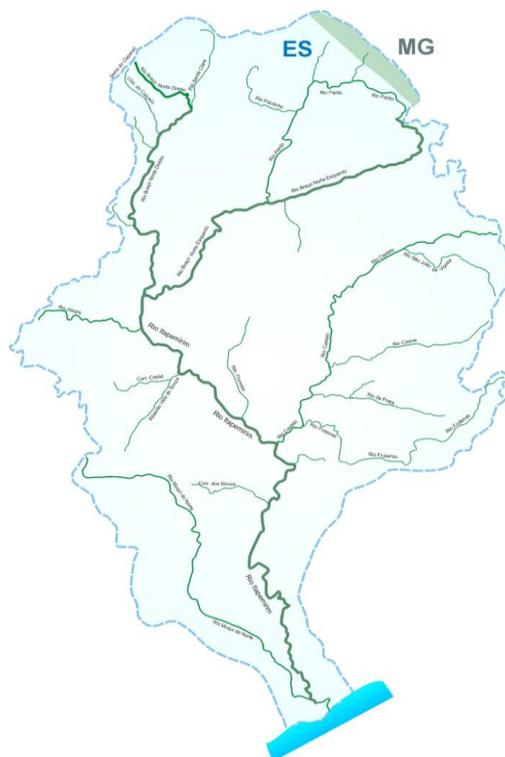
A Lei nº 5.818 de 29 de dezembro de 1998 dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos. No artigo 2º inciso XI diz que “O acesso às águas é direito de todos, desde que não comprometa sua disponibilidade e qualidade, de acordo com os padrões estabelecidos e a prioridade para o abastecimento público”. Neste mesmo artigo, os incisos IX e X protegem os recursos hídricos, as reservas florestais, ecológicas e biológicas contra o uso para produção de energia e exploração mineral e proíbe nas fontes hidrominerais a exploração de recursos naturais.

A Lei nº 4.804 de 16 de julho de 1999 institui a política municipal de recursos hídricos de Cachoeiro de Itapemirim, estabelece normas e diretrizes para conservação e preservação dos recursos hídricos e cria o sistema municipal de gerenciamento dos recursos hídricos. No que diz respeito à proteção e conservação das nascentes, a referida Lei, no artigo 30, coloca sob proteção legal as áreas marginais a cursos d’água, nascentes, olhos d’água, lagos, lagoas e reservatórios situados na zona rural, considerando o nível máximo atingível pelas águas, a autorização para a implantação de qualquer obra somente será emitida se obedecidos os dispositivos da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, exceto para transposição de curso d’água. Sobre as áreas mencionadas anteriormente, incluindo as áreas de recarga de aquíferos, o artigo 41 proíbe o depósito de lixo ou produtos químicos, aplicação de qualquer tipo de agrotóxico, desmatamento ou remoção de cobertura vegetal, movimentação de terra e realização de queimadas. Contudo, externamente ao perímetro urbano, quando a vegetação de porte arbóreo ou arbustivo for ausente ao longo das margens dos cursos d’água, lagos, lagoas, e reservatórios, ao redor de nascentes, ainda que intermitentes, e olhos d’água, o artigo 42 diz que é obrigatório à recomposição florestal, numa faixa de no mínimo 15 metros, contados a partir do nível máximo atingível pelas águas, por conta do respectivo proprietário e com o apoio do Poder Público, dentro do prazo de 5 (cinco) anos, a contar da data de publicação desta lei.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Caracterização da bacia hidrográfica do Rio Itapemirim**

A área em estudo compreende a bacia hidrográfica do Rio Itapemirim (BRI), localizada na região Sul do Estado do Espírito Santo, abrange um número considerável de 17 municípios, conferindo grande heterogeneidade entre as regiões. São 16 municípios capixabas, dentre eles: Itapemirim, Cachoeiro de Itapemirim, Vargem Alta, Castelo, Venda Nova do Imigrante, Conceição do Castelo, Muniz Freire, Iúna, Ibatiba, Ibitirama, Alegre, Jerônimo Monteiro, Muqui, Atílio Vivaqua, Presidente Kennedy e Marataízes e ainda parte do município mineiro de Lajinha. Segundo a divisão de bacias pela metodologia de Otto Pfafstetter, a Bacia do Rio Itapemirim é delimitada como de nível 4, possuindo aproximadamente 5.919,5km<sup>2</sup> (IEMA, 2012) e um contingente populacional de aproximadamente 500 mil habitantes (IBGE, 2010). Situa-se entre os meridianos 40°48’ e 41°52’ de longitude Oeste e entre os paralelos 20°10’ e 21°15’ de latitude Sul.



**Figura 5:** Mapa da Bacia do Rio Itapemirim  
Fonte: CCA-UFES

O clima da região enquadra-se no tipo Cwa (inverno seco e verão chuvoso), de acordo com a classificação de Köppen. A maior parte da região é caracterizada por uma topografia muito acidentada, intercaladas por reduzidas áreas planas. Os principais afluentes do rio Itapemirim são: rio Castelo; rio Muqui do Norte; rio Braço Norte Direito e rio Braço Norte Esquerdo (ALVES, 2003).

### **3.2) Fatores levantados**

Os fatores analisados foram altitude, precipitação, temperatura, cobertura florestal natural, culturas agrícolas, pavimentação e aspectos urbanísticos. A escolha de tais fatores se deu pela disponibilidade de material específico para a bacia do Rio Itapemirim, como os mapas utilizados neste trabalho, e também por estes interferirem na formação e ocorrência de nascentes, partindo do pressuposto que fatores como tipo de solo e uso da terra, principalmente nas áreas de recarga, exercem efeitos diretos na quantidade e na qualidade da água das nascentes, principalmente por influenciarem no abastecimento de água subterrânea (PINTO *et al.*, 2004).

Cada fator foi analisado isoladamente, de modo que os efeitos das outras variáveis, ou então dos outros fatores, tenham sido desconsiderados.

A análise dos mapas se deu por meio das variações encontradas dentro de cada fator, por exemplo: variações de temperaturas ao longo da bacia. Foi construída uma tabela contendo essas variações agrupadas em classes e para cada classe foi atribuído uma nota variando de 1 a 5. Cada nota representou o grau que variou de ótimo a muito ruim (Tabela 1).

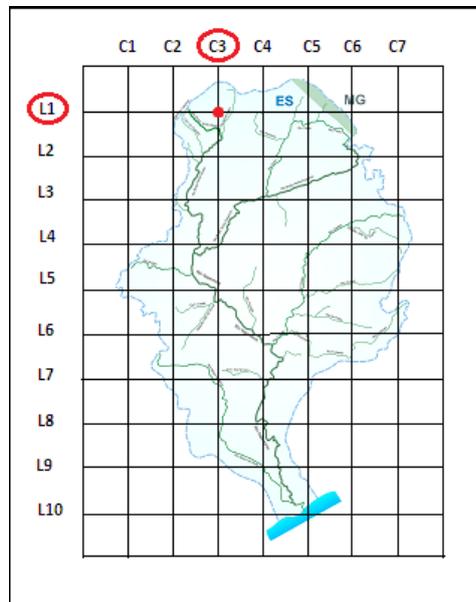
**Tabela 1:** Representação da nota atribuída a cada classe de variação dos fatores avaliados.

Grau	Nota
Ótimo	5
Bom	4
Regular	3
Ruim	2
Muito ruim	1

Partindo do pressuposto que, num programa de manejo são observadas as habilidades de cada área, para assim potencializá-las, este sistema de classificação teve por finalidade indicar a classe que contribuiria mais ou menos para a potencialização de um programa de manejo de nascentes, através das características físicas de cada região da bacia. Este tipo de planejamento permite usar a natureza a favor do objetivo que se deseja alcançar, obtendo resultados mais seguros e até mesmo diminuindo os custos do programa de manejo.

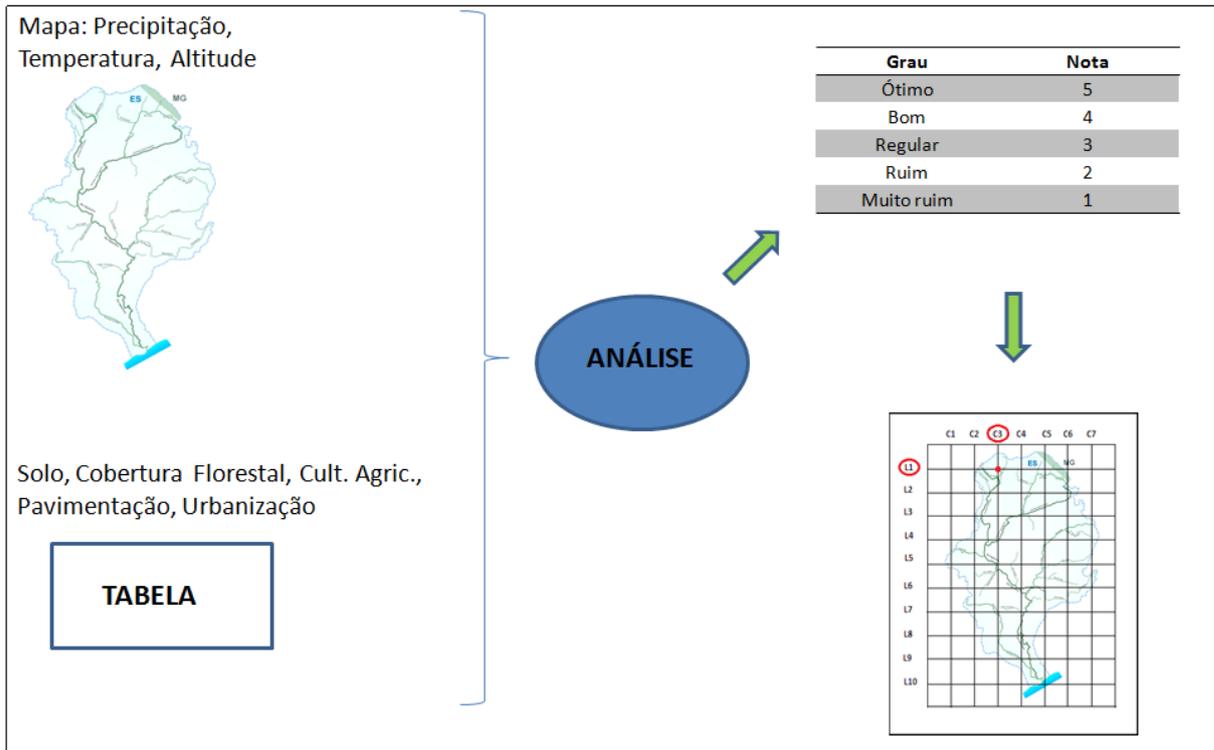
Os mapas de temperatura, precipitação, altitude e político, sendo este último utilizado nos fatores referente à cobertura florestal, culturas agrícolas, pavimentação e urbanização, foram impressos. Em seguida, as notas (1 a 5), indicadas nas tabelas de cada fator, foram devidamente espacializadas em seus respectivos mapas.

Com o auxílio da mesa de luz com vidro opaco, tais mapas foram transcritos em papel vegetal milimetrado. A partir daí, foram identificadas todas as linhas (L) e colunas (C) que interceptavam os mapas reproduzidos para que, desse modo, o ponto de intercessão entre elas fosse marcado (Figura 6). Foi construída uma tabela geral com todos os pontos de intercessão dos mapas e suas respectivas notas.



**Figura 6:** Mapa de pontos

Esta metodologia foi desenvolvida e aplicada como teste para avaliar sua eficácia em produzir resultados de planejamento com mínimos recursos: a) acesso a internet; b) papel milimetrado (Figura 7)



**Figura 7:** Síntese da metodologia aplicada

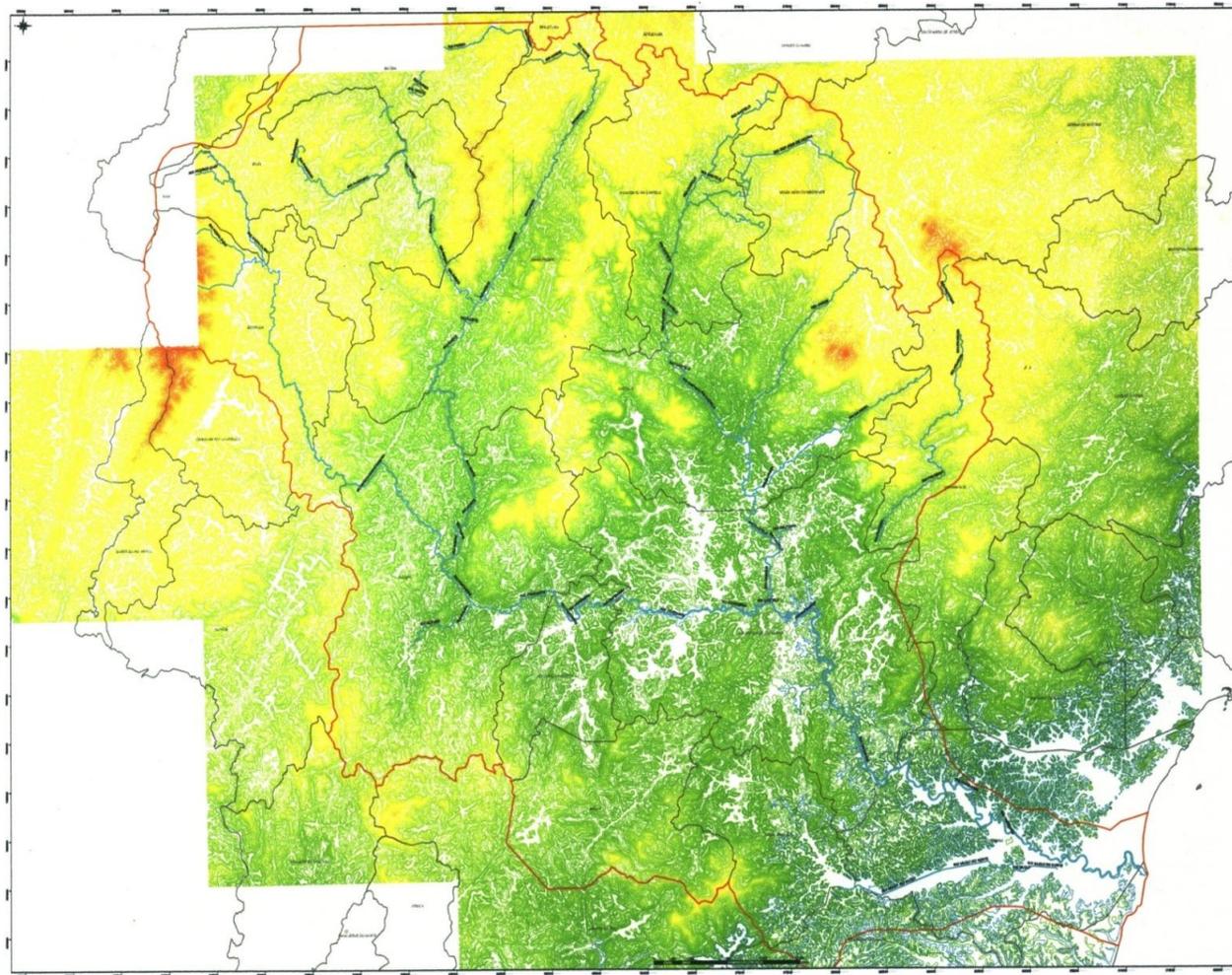
### 3.3) Ponderações dos pesos

#### Altitude

Nos dados de altitude, cedidos pela empresa Foz do Brasil, pode ser observado a diferenciação das cores representando as diversas altitudes presentes desde a cabeceira à foz da bacia (Figura 8).

Nas regiões montanhosas são encontradas as chamadas bacias de cabeceiras, e estas são responsáveis por armazenarem água para abastecimento de nascentes (VALENTE & GOMES, 2004).

Sabendo que uma bacia hidrográfica é formada por zonas de captação, transmissão e afloramento, esta primeira é localizada nas áreas mais altas da bacia e pode ser considerada uma região estratégica no que se refere à captação de água, como o próprio nome já sugere, pois está intimamente ligada a recepção e distribuição de água para o sistema do solo.



**Figura 8:** Mapa de Altitude da Bacia do Rio Itapemirim, Fonte: Foz do Brasil, 2012

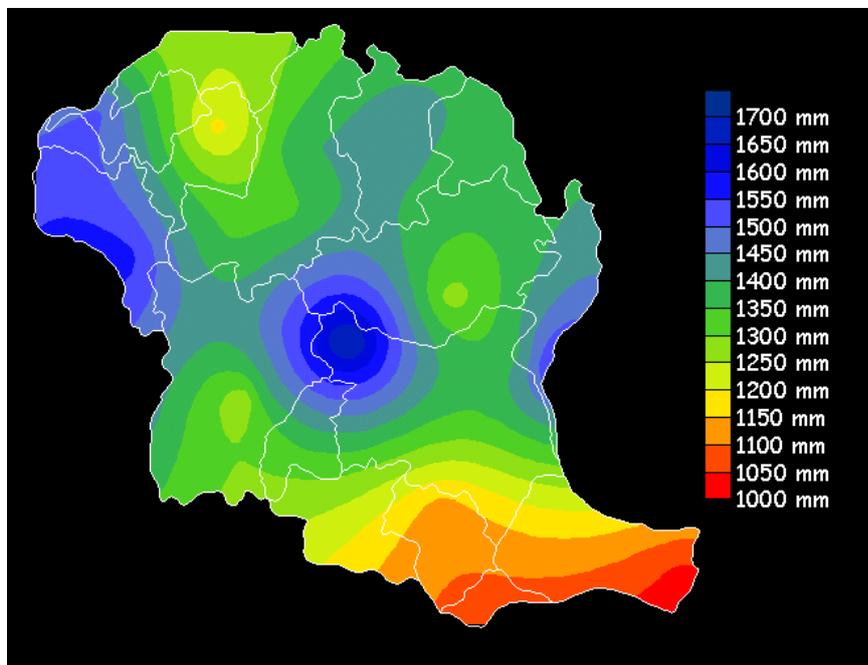
A construção do intervalo de classes, indicado na tabela 2, foi norteada pela diferenciação das cores do mapa, sendo: vermelho-alaranjado para as maiores altitudes, seguidos do amarelo, verde claro, verde intermediário e verde escuro para as altitudes menores. Os intervalos de classes de altitude não puderam ser divididos igualmente porque as cores de transição de uma classe para outra eram muito próximas, inviabilizando a diferenciação do fim de uma classe e o início da outra, no mapa.

**Tabela 2:** Nota das classes referente a Altitude

Classe de Altitude (m)	Nota
<319	1
320– 599	2
600 – 879	3
880 – 1359	4
>1360	5

### Precipitação

Os dados de precipitação foram obtidos do CCA-UFES (2011) (Figura 9), onde ocorre a espacialização dos trechos que variam de menor precipitação (1000 mm) a maiores precipitações (>1700 mm), no qual, se observam três grandes núcleos de precipitação isométricas altas, dentro da bacia.



**Figura 9:** Mapa de Precipitação da bacia do rio Itapemirim, Espírito Santo. Fonte: CCA-UFES Nedtec (2011).

Considerando que a precipitação é um dos fatores que influenciam diretamente o abastecimento do lençol freático (VALENTE & GOMES, 2004), foi assumido que maiores

precipitações pluviométricas ensejam maior probabilidade de recarga do lençol freático, ou seja, classe com a maior precipitação é indicada como de grau ótimo, ou então, nota 5 (Tabela 3).

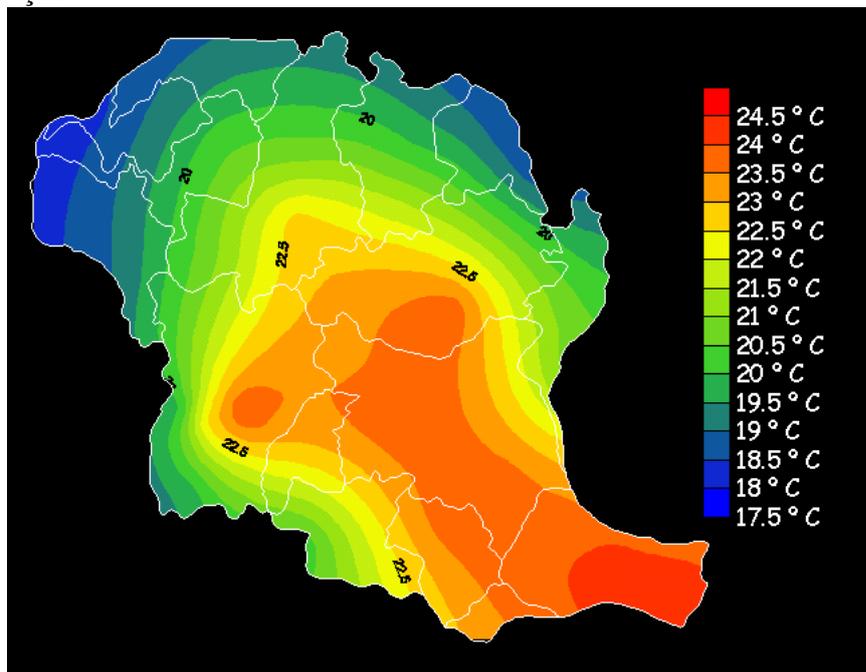
**Tabela 3:** Nota das classes referente a quantidade de precipitação

Classe de Precipitação (mm)	Nota
< 1100	1
1101 - 1250	2
1251 - 1400	3
1401 - 1550	4
> 1551	5

### Temperatura

Os dados de temperatura foram obtidos do CCA-UFES (2011) (Figura 10), onde ocorre a espacialização dos trechos que variam de menor temperatura (17,5°C) a maiores temperaturas (>24,5°C).

Como constatado por Silva *et al.* (2011) estudando a evapotranspiração potencial na Bacia do Rio Itapemirim, o aumento da temperatura é proporcional ao aumento da evapotranspiração.



**Figura 10:** Mapa de Temperatura da bacia hidrográfica do rio Itapemirim, Espírito Santo  
Fonte: CCA- UFES Nedtec (2011)

Quando a evapotranspiração torna-se maior que o fluxo ascendente de água dos capilares, a partir do lençol freático até a superfície, o conteúdo de água no lençol freático diminui (MILLAR, 1974), produzindo como consequência a redução da disponibilidade de água às nascentes. Por isso, foi adotado que maiores temperaturas favorecem a

evapotranspiração, logo, recebendo uma nota baixa. Ou então, a classe com a menor temperatura recebeu o grau ótimo, representado pela nota 5 (Tabela 4).

**Tabela 4:** Nota das classes referente a Temperatura

Classe de Temperatura (°C)	Nota
>23,5	<b>1</b>
23,4 – 22,1	<b>2</b>
22 – 20,5	<b>3</b>
20,4 – 19,1	<b>4</b>
<19,0	<b>5</b>

## Solo

A bacia do Rio Itapemirim é naturalmente heterogênea, desse modo, Lani *et al.* (2001) estratificou-a em 6 ambientes distintos: Pico da Bandeira, Celina, Cachoeiro, Terciário, Litoral-Restinga e Litoral-Mangue, sendo este último pouco expressivo ocorrendo apenas na foz do rio (Tabela 5).

**Tabela 5:** Tipos de solos encontrados em cada macroambiente da Bacia do Rio Itapemirim.

Ambientes	Solos
<b>Caparaó</b>	Cambissolo distrófico e Afloramento Rochoso (partes acidentadas); Cambissolo Distrófico e Latossolo vermelho-amarelo distrófico (menos acidentadas)
<b>Celina</b>	Latossolo vermelho distrófico (montanhoso e forte ondulado); Cambissolos distrófico e/ou háplicos (mais acidentado)
<b>Cachoeiro</b>	Terra Roxa estruturada eutrófica podzolica; Argissolo Vermelho amarelo abruptico; Argissolo Vermelho-amarelo distrófico (relevo suave e forte ondulado) e eutrófico (forte ondulado, montanhoso e vales + fechados); Brunizem avermelhado (divisores de água-cachoeiro e castelo)
<b>Terciário</b>	Latossolo vermelho-amarelo distrófico; Argissolo amarelo (encostas convexo-convexas); Gleissolo, Organossolo e Neossolo Fluvico distrófico (vales)
<b>Restinga</b>	Neossolos Quartzarênicos distróficos

Fonte: Lani *et al.* (2001)

Cada tipo de solo possui suas particularidades, logo, interferem de forma diferente na infiltração de água (Tabela 6).

**Tabela 6:** Características dos solos presentes na Bacia do Rio Itapemirim

SOLOS	CARACTERÍSTICAS				
	Latim	Particularidades	Profundidade	Típicos de:	Drenagem
Cambissolo	Solo em formação	horizonte B incipiente	Raso a profundo	Montanhas e serras	acentuada a imperfeita
Argissolo	Solo com acúmulo de argila	horizonte B textural	Profundo e pouco profundo	todas as regiões do país	Bem drenado a moderadamente
Latossolo	Material altamente alterado	horizonte B latossólico	profundo	todas as regiões do país	fortemente drenado
Brunizem (Chernossolo)	ricos em matéria orgânica	A chernozênico, preto, rico em bases		várias regiões	
Neossolo	Solo jovem	Pequeno desenvolvimento	profundo	regiões litorâneas	excessivamente drenado
Neossolo distrófico Quartzenico					
Gleissolo	Excesso de água	horizonte glei		áreas sujeitas a alagamento	mal drenado
Organossolo	Solos de constituição orgânica muita umidade	horizonte H ou O hístico	pouco profundo		muito mal drenado
Terra Rocha Estruturada (Nitossolo Vermelho)	Brilhante	horizonte B Nítico		quase todas as regiões	Bem drenado

Fonte: IBGE: Manual Técnico de Pedologia (2007)

De acordo com IBGE (2007):

Os Gleissolos (1) são classificados como mal drenados, tendo esta característica como uma limitação de uso e uma influência negativa para infiltração de água nas camadas mais profundas. Este solo merece atenção no que diz respeito ao plantio de espécies vegetais, pois o lençol freático é naturalmente mais elevado e o vegetal com o sistema radicular muito profundo pode atingir diretamente as águas subterrâneas;

O Neossolo Quartzênico distrófico (2), encontrado na bacia do Itapemirim, é profundo e arenoso, proporcionando uma alta capacidade de infiltração da água, contudo, este tipo de solo é típico de regiões litorâneas. Nestes locais, a gota de água que caiu na parte mais distante da bacia, já está próxima de sair do sistema (chegar ao oceano). Programas de manejo de nascentes nestas localidades trariam mudanças para uma pequena área da bacia;

Organossolos (2) são classificados como muito mal drenados, conseqüentemente, tendo uma infiltração de água muito baixa. Contudo, possui camada de constituição orgânica disponibilizando nutrientes para os vegetais ali estabelecidos;

Argissolos (2) a água é removida facilmente e um tanto lentamente do solo. A presença da camada Bt (B textural) caracterizada por ter um alto acúmulo de argila pode ser um impedimento a alta infiltração;

Cambissolos (3) possuem uma drenagem de acentuada a imperfeita, ou seja, a água pode ser removida do solo rapidamente, com facilidade, um tanto lentamente ou ainda lentamente. São normalmente encontrados em serras e montanhas, estes locais geralmente estão inseridos na zona de captação de uma bacia. Esta zona é uma área estratégica para o recebimento de água e abastecimento do lençol, principalmente para as Nascentes dos sopés de morros;

Chernossolo (4): Presença da camada superficial A chernozêmica que possui alto teor de matéria orgânica, de cor escurecida e possui boa fertilidade;

Nitossolo Vermelho (5): considerados solos bem drenados, nos quais a água é removida do solo com facilidade, porém, não rapidamente. Presença da camada B nítida de textura argilosa e muito argilosa;

Latossolos (5) a água é removida do solo rapidamente, são bem porosos e permeáveis. Possuem o horizonte B latossólico, caracterizando um avançado estágio de intemperização.

Após as considerações feitas foi atribuída a nota a cada tipo de solo (Tabela 7).

**Tabela 7:** Nota das classes referente ao Solo

Solo	Nota
Latossolo	5
Nitossolo Vermelho	5
Chernossolo	4
Cambissolo	3
Argissolo	2
Neossolo Quartzênico	2
Organossolo	2
Gleissolo	1

### Cobertura Florestal

A análise deste fator se deu a partir de dados da cobertura florestal natural, em hectares, encontrados em IBGE (1996) citado por GEADES (2004). Tais dados foram agrupados em classes. A partir daí, foi adotado a maior nota, 5, para a classe com os maiores valores (Tabela 8)

**Tabela 8:** Intervalo de classes das Florestas Naturais e suas respectivas notas

Classe de Floresta Natural (ha)	Nota
<4,35	1
4,36 - 8,71	2
8,72 - 13,07	3
13,08 - 17,43	4
>17,44	5

Para chegar aos intervalos de classes (IC) dos dados referentes à floresta natural, foi utilizada informações da tabela 9, logo após foi feito a aplicação da equação:

$$IC = (V_{max} - V_{min}) / 5 \quad (1)$$

V<sub>max</sub>: Valor máximo

V<sub>min</sub>: Valor mínimo

Sendo '5' o número de intervalos de classes

Em que:

$$IC = (24,85 - 3,12) / 5$$

$$IC = 4,35$$

Em seguida, as notas foram atribuídas a cada município.

**Tabela 9:** Nota atribuída a cada município com suas respectivas áreas em há de Floresta Naturais

Municípios	Área Município*	Cobertura Florestal(há)**	(%)	Notas
Alegre	77271,7	5.424	7,02	2
Atílio Vivaqua	22681,4	1.112	4,90	2
Cachoeiro de Itapemirim	87679,5	5.912	6,74	2
Castelo	66422,6	5.967	8,98	3
Conceição do Castelo	36927,9	5.012	13,57	4
Ibatiba	24108,4	900	3,73	1
Ibitirama	32944,9	1.073	3,26	1
Irupi	18442,8	1.685	9,14	3
Itapemirim	55732,5	2.119	3,80	1
Iúna	46036,5	1.773	3,85	1
Jerônimo Monteiro	16216,4	822	5,07	2
Marataízes	13535,0	2.119	15,66	4
Muniz Freire	67992,6	2.119	3,12	1
Muqui	32687,4	8.122	24,85	5
Presidente Kennedy	58651,7	2.480	4,23	1
Vargem Alta	41473,9	6.130	14,78	4
Venda Nova do Imigrante	18789,5	3.145	16,74	4

Fontes: \*IBGE, Censo Demográfico 2010; \*\*IBGE, Censo Agropecuário (1996) citado por GEADES (2004)

### Culturas Agrícolas

O recobrimento vegetal do solo é uma peça fundamental na busca pelo entendimento do caminho feito pela água, como visto por Tucci & Clarke (1997), pois cada cultura possui exigências específicas e conseqüentemente interferem de forma diferente no ambiente. A Tabela 10 caracteriza algumas dessas diferenças, destacando a profundidade efetiva das raízes e o Kc de cada espécie. Nunes *et al.* (1992), estudando as encostas na Floresta da Tijuca, viu um aumento de umidade na zona abaixo da região onde as raízes se concentravam e uma diminuição da umidade na zona acima das mesmas, indicando as perdas para as zonas subjacentes, logo a percolação de água no solo. O índice Kc representa a razão entre a evapotranspiração da cultura pela evapotranspiração de referência, logo, o aumento do Kc significa aumento da evapotranspiração da cultura.

**Tabela 10:** Culturas temporárias e permanentes encontradas na Bacia do Rio Itapemirim destacando as diferenças na profundidade das raízes e o Kc.

Culturas Temporárias	Profundidade Das raízes (cm)*	Kc**	REFERÊNCIAS
Arroz	20	1,25	*(HEINEMANN <i>et al.</i> , 2009) **(FAO, 1979)
Cana	30	1,25	*(MARIAN <i>et al.</i> , 2009)

			** (FAO, 1979)
Feijão	20	1,15	*(SILVA C, 2012)
			** (FAO, 1979)
Mandioca	-	1,10	** (FAO, 1979)
Milho	30	1,2	*(LANDAU; SANS; SANTANA, 2012)
			** (FAO, 1979)
Tomate	40	1,15	*(SILVA <i>et al.</i> , 2003)
			** (FAO, 1979)
Abacaxi	25	0,6	*(CUNHA <i>et al.</i> , 2009)
			** (DOORENBOS & KASSAM, 1979)
Batata Inglesa	25	1,15	*(HELDWEIN <i>et al.</i> , 2009)
			** (FAO, 1979)
<b>Culturas Permanentes</b>			
Banana	30	1,15	*(BORGES & SOUZA, 2012)
			** (DOORENBOS & KASSAM, 1979)
Café	30	1	*(MEIRELES <i>et al.</i> , 2009)
			** (FAO, 1979)
Côco da Bahia	60	1,1	*(SEAGRI, 2012)
			** (DOORENBOS & KASSAM, 1979)
Goiaba	80	0,75	*(BASSOI <i>et al.</i> , 2001)
			** (SOUZA <i>et al.</i> , 2012)
Cítricos (Laranja, Limão, Tangerina)	31-53	0,9	*(NEVES <i>et al.</i> , 2004)
			** (DOORENBOS & KASSAM, 1979)
Manga	120	0,95	*(MANCINI <i>et al.</i> , 2012)
			** (DOORENBOS & KASSAM, 1979)
Maracujá	30-40	0,85	*(SEAGRI, 2012)
			** (DOORENBOS & KASSAM, 1979)
Palmito	20	1,3	*(AGUIAR, <i>et al.</i> , 2002)
			** (HERNADEZ, 2003)
Mamãe	30		*(ROTONDANO & MELO, 2012)
Cacau	20-30	1,05	*(SOUZA <i>et al.</i> , 2009)
			** (FAO, 1979)
Abacate	100	0,95	*(KOLLER, 1984)
			** (DOORENBOS & KASSAM, 1979)
Borracha		1	** (FAO, 1979)
Uva	60	0,85	*(CONCEIÇÃO & MANDELLI, 2009)
			** (FAO, 1979)
Pêssego	30-40	1,15	*(MEDEIROS & RASEIRA, 1998)
			** (DOORENBOS & KASSAM, 1979)

IBGE (2010) especificou as culturas, em hectares, de cada município da Bacia (Anexo 1). Contudo, foi encontrada uma dificuldade no momento de espacializar tais culturas, pois as informações obtidas não mencionavam a área que cada cultivar estava presente em cada município. Por isso, foi destacada a cultura predominante em cada município. A partir

daí, foi observado que, com exceção de Marataízes, em todos os municípios a cafeicultura prevalecia. Por conta disso, as análises foram feitas baseadas na cultura do café.

De acordo com Carvalho *et al.* (2007) os cafezais, sem tratamentos culturais específicos, expõem o solo ao impacto direto das gotas das chuvas contribuindo para a erosão hídrica. Por conta disso, foram atribuídas notas menores aos municípios com maiores áreas de cafeicultura, por esta exercer influências mais negativas à infiltração de água (Tabela 11).

**Tabela 11:** Notas das classes referente ao número em hectare de café.

Classe de Café (ha)	Nota
<9,29	5
9,3-18,59	4
18,60- 27,89	3
27,90-37,19	2
>37,20	1

Para chegar aos intervalos de classes (IC) referentes à cultura de maior expressão na bacia, foi utilizada a porcentagem referente à área do café presente na tabela 12, logo após foi feito a aplicação da equação 1 para a obtenção das notas atribuídas a cada município.

Em que:

$$IC = (35,26 - 0,72) / 5$$

$$IC = 9,29$$

**Tabela 12:** Notas dos municípios com suas respectivas áreas cobertas com a cafeicultura

Municípios	Área Município (ha)*	Café (ha)*	(%)	Notas
Alegre	77271,7	5794	7,50	5
Atílio Vivaqua	22681,4	2524	11,13	4
Cachoeiro de Itapemirim	87679,5	6270	7,15	5
Castelo	66422,6	11300	17,01	4
Conceição do Castelo	36927,9	4150	11,24	4
Ibatiba	24108,4	8500	35,26	2
Ibitirama	32944,9	7700	23,37	3
Irupi	18442,8	8700	47,17	1
Itapemirim	55732,5	400	0,72	5
Iúna	46036,5	15930	34,60	2
Jerônimo Monteiro	16216,4	2300	14,18	4
Marataízes	-	-	-	-
Muniz Freire	67992,6	11620	17,09	4
Muqui	32687,4	4200	12,85	4
Presidente Kennedy	58651,7	480	0,82	5
Vargem Alta	41473,9	14000	33,76	2
Venda Nova do Imigrante	18789,5	3800	20,22	3

Fonte: \*IBGE, Produção Agrícola Municipal, 2010

## Pavimentação

A impermeabilidade do solo tem relação direta com a densidade habitacional ou então a área construída nas cidades (NAME *et al.*, 2011). A pavimentação das regiões, através de asfaltos e calçadas, diminui drasticamente a infiltração do solo, comprometendo o abastecimento dos lençóis subterrâneos.

A garantia da permeabilidade em áreas urbanas é tão importante que o estado do Rio de Janeiro, por exemplo, instituiu o Projeto de Estruturação Urbana (PEU), através da Lei Complementar nº 104 de 27 de setembro de 2009 que estabelece, no artigo 20, a Taxa de Permeabilidade de alguns bairros a ser aplicada em áreas particulares ou públicas, como parâmetro de uso e ocupação do solo para a garantia das boas condições da drenagem e da estabilidade geológica da região.

Todo cidadão possui o direito ao saneamento básico, ruas calçadas e pavimentadas, contudo, para instalação de um programa de nascentes, é necessário priorizar as áreas que podem proporcionar melhor abastecimento dos lençóis subterrâneos para que o Planejamento de um programa de manejo de nascentes tenha mais chances de obter sucesso. Por isso, municípios mais pavimentados prejudicam mais a infiltração do solo, logo a menor classe com número de domicílios pavimentados recebeu o grau ótimo, representado pela nota 5 (Tabela 13).

**Tabela 13:** Intervalo das classes das porcentagens dos domicílios pavimentados com a nota atribuída para cada uma.

Classe de N° de domicílios pavimentados (%)	Nota
< 18	5
19-37	4
38-56	3
57-75	2
> 76	1

Para chegar aos intervalos de classes (IC) de domicílios pavimentados, foram utilizadas as informações da tabela 14, logo após, foi aplicado à equação 1 e em seguida atribuído à nota a cada município.

Em que:

$$IC = (97\% - 5\%) / 5$$

$$IC = 18$$

**Tabela 14:** Municípios da bacia hidrográfica do rio Itapemirim, com suas respectivas porcentagens de domicílios pavimentados e a nota atribuída a cada região

Município	Domicílios Pavimentados (%)*	NOTA
Alegre	92	1
Atílio Vivaqua	89	1
Cachoeiro de Itapemirim	89	1

Castelo	97	<b>1</b>
Conceição do Castelo	89	<b>1</b>
Ibatiba	77	<b>1</b>
Ibitirama	79	<b>1</b>
Irupi	5	<b>5</b>
Itapemirim	43	<b>3</b>
Iúna	92	<b>1</b>
Jerônimo Monteiro	88	<b>1</b>
Marataízes	46	<b>3</b>
Muniz Freire	89	<b>1</b>
Muqui	81	<b>1</b>
Presidente Kennedy	84	<b>1</b>
Vargem Alta	73	<b>2</b>
Venda Nova do Imigrante	80	<b>1</b>

Fonte: \*IBGE, Censo Demográfico 2010

## Urbanização

Para o quesito Urbanização foi analisados o número de domicílios permanentes tipo casa; o número de moradores em domicílios particulares permanentes em áreas urbanas, nos quais a pavimentação esteja presente; e a razão entre a porcentagem de população rural e urbana.

Número de Domicílios permanentes tipo casa

Comparando a área utilizada para a construção de casas e edifícios, um prédio com 10 apartamentos necessita de uma área menor que a ocupada por dez casas. Logo, quanto maior o número de domicílios permanentes tipo casa maior será a área sujeita a compactação e diminuição da infiltração do solo (Tabela 15).

**Tabela 15:** Nota dos intervalos das classes do número de domicílios tipo casa

<b>Classe de N° de domicílio tipo casa</b>	<b>Nota</b>
< 1461	<b>5</b>
1462 - 2923	<b>4</b>
2924 - 4385	<b>3</b>
4386 - 5847	<b>2</b>
> 5848	<b>1</b>

Para o intervalo de classes referente ao número de domicílios tipo casa, foi utilizado informações da tabela 16, logo após a aplicação da equação (1) e em seguida foi atribuído à nota a cada município. Contudo, o número de casas da cidade de Cachoeiro de Itapemirim é amplamente maior que nos outros municípios, por isso, para que a nota dos outros municípios

não fosse superestimada, o Vmax considerado foi o do município de Marataízes, segundo maior dado:

Em que:

$$IC = (9981 - 2677) / 5$$

$$IC = 1461$$

**Tabela 16:** Municípios com seu número de domicílios permanentes tipo casa e suas respectivas notas.

Municípios	Nº de casas*	NOTAS
Alegre	9509	1
Atílio Vivaqua	2905	4
Cachoeiro de Itapemirim	53946	1
Castelo	8528	1
Conceição do Castelo	3339	3
Ibatiba	6255	1
Ibitirama	2677	4
Irupi	3494	3
Itapemirim	9001	1
Iúna	8079	1
Jerônimo Monteiro	3487	3
Marataízes	9981	1
Muniz Freire	5404	2
Muqui	4430	2
Presidente Kennedy	3280	3
Vargem Alta	5492	2
Venda Nova do Imigrante	4952	2

Fonte: \*IBGE, Censo Demográfico 2010.

#### Número de Moradores em domicílios permanentes com pavimentação

Segundo Name *et al.* (2011) maiores populações necessitam de mais água, levando a necessidade de maior captação dos mananciais à montante, geram mais resíduos sólidos e, com isso, maiores aterros sanitários, também levam ao aumento da poluição difusa através de resíduos arrastados pelas águas da chuva, entupindo as redes de esgotos e drenagem, chegando inclusive aos corpos hídricos, além de produzirem mais esgoto. A problemática ainda é mais agravada quando este esgoto é lançado sem tratamento nas águas. Por isso, locais com número menor de habitantes exercem uma pressão menor nos corpos hídricos e no ambiente como um todo (Tabela 17).

**Tabela 17:** Nota dos intervalos de classes do número de moradores em domicílios particulares permanentes em áreas urbanas, nos quais a pavimentação esteja presente.

Classe de N° de moradores	Nota
< 4073	5
4074 - 8147	4
8148 - 12221	3
12222 - 16295	2
> 16296	1

Para o intervalo de classes referente ao número de moradores, foi utilizada informações da tabela 18, aplicada a equação (1) e em seguida atribuída à nota a cada município. Contudo, assim como no item anterior, o dado referente à cidade de Cachoeiro de Itapemirim é amplamente maior que os outros municípios, por isso, para que a nota dos outros municípios não fosse superestimada, o Vmax considerado foi o do município de Castelo, segundo maior dado.

Em que:

$$IC = (20562 - 195) / 5$$

$$IC = 4073$$

**Tabela 18:** Municípios com seu número de moradores em domicílios particulares permanentes em áreas urbanas, nos quais a pavimentação esteja presente, e suas respectivas notas.

Municípios	Nº De moradores*	NOTAS
Alegre	18289	1
Atílio Vivaqua	5367	4
Cachoeiro de Itapemirim	136221	1
Castelo	20562	1
Conceição do Castelo	4576	4
Ibatiba	8038	4
Ibitirama	2360	5
Irupi	195	5
Itapemirim	7580	4
Iúna	13036	2
Jerônimo Monteiro	7266	4
Marataízes	11509	3
Muniz Freire	6647	4
Muqui	7327	4
Presidente Kennedy	2650	5
Vargem Alta	3496	5
Venda Nova do Imigrante	8671	3

Fonte: \*IBGE, Censo Demográfico 2010

## População rural e urbana

Como dito anteriormente, áreas urbanas, principalmente as pavimentadas, exercem influências negativas para a garantia de infiltração de água e compactação do solo. Comparando este ambiente com a área rural, é notório que em áreas urbanas o ambiente é totalmente ou quase totalmente modificado do estado natural. Além disso, populações maiores exercem maior pressão sobre os recursos naturais. Logo, quanto menor a razão entre a população rural e urbana, mais interessante será para instalação de um programa de manejo de nascentes, pois dessa forma será possível encontrar uma região que se aproxime mais de um ambiente natural, nos quais o número reduzido de habitantes demande menos do ambiente (Tabela 19).

**Tabela 19:** Nota dos intervalos de classe da razão entre população rural e urbana.

Classe pop rural/urbana	Nota
< 0,4	5
0,5 - 0,9	4
1,0 - 1,4	3
1,5 - 1,9	2
>2,0	1

Para o intervalo de classes referente à razão entre a população rural e urbana, observado na tabela 19, foi utilizada a equação (1), através das informações contidas na tabela 20 e em seguida atribuídas às notas a cada município.

Em que:

$$IC = (2,0 - 0,1) / 5$$

$$IC = 0,4$$

**Tabela 20:** Razão entre a população Rural e Urbana de cada Município e suas respectivas notas.

Municípios	População rural (%)*	População urbana (%)*	Razão rural/urbana	NOTAS
Alegre	30,1	69,9	0,4	5
Atilio Vivaqua	37,9	62,1	0,6	4
Cachoeiro de Itapemirim	8,6	91,4	0,1	5
Castelo	37,2	62,8	0,6	4
Conceição do Castelo	49,5	50,5	1,0	3
Ibatiba	40,2	59,8	0,7	4
Ibitirama	64,5	35,5	1,8	2
Irupi	62,2	37,9	1,6	2
Itapemirim	37,6	62,4	0,6	4
Iúna	42,8	57,2	0,7	4
Jerônimo Monteiro	21,6	78,5	0,3	5
Marataízes	19,1	80,9	0,2	5
Muniz Freire	52,9	47,1	1,1	3

Muqui	35,3	64,7	0,5	<b>4</b>
Presidente Kennedy	66,7	33,4	2,0	<b>1</b>
Vargem Alta	64,9	35,1	1,8	<b>2</b>
Venda Nova do Imigrante	27,6	72,4	0,4	<b>5</b>

Fonte: \*IBGE, Censo Demográfico 2010

### Índice Urbanístico (IU)

O Índice Urbanístico, criado para as análises deste trabalho, representa uma média ponderada envolvendo o domicílio permanente tipo casa, número de moradores de cada município e a relação população rural e urbana, no qual, o fator de ponderação são as respectivas áreas dos municípios dentro da bacia.

O Índice Urbanístico foi obtido através da equação:

$$IU = (((N1 + N2 + N3) * \text{Área do Município}) / \text{Área da bacia}) \quad (2)$$

N1= nota referente ao domicílio permanente tipo casa;

N2= nota referente ao número de moradores em domicílios particulares permanentes em áreas urbanas, nos quais a pavimentação esteja presente;

N3= nota referente a razão (população rural/urbana)

Notas baixas significam que questões urbanísticas interferem mais na probabilidade de existência de nascentes ou então notas altas significam maior probabilidade, de acordo com questões urbanísticas, dos municípios possuírem nascentes (Tabela 21).

**Tabela 21:** Intervalo de Classes referentes ao Índice Urbanístico e suas respectivas notas

Classes do IU	Nota
<0,14	<b>1</b>
0,15 – 0,29	<b>2</b>
0,30 – 0,44	<b>3</b>
0,45 – 0,59	<b>4</b>
>0,60	<b>5</b>

Para a construção do Intervalo de classes, foi utilizada a equação (1), através das informações da tabela 22 e em seguida atribuída a nota a cada município.

Em que:

$$IC = (0,86 - 0,17) / 5$$

$$IC = 0,14$$

**Tabela 22:** Índice Urbanístico de cada município com suas respectivas notas.

Municípios	Índice Urbanístico	NOTA
Alegre	0,75	5

Atílio Vivaqua	0,38	3
Cachoeiro de Itapemirim	0,86	5
Castelo	0,56	4
Conceição do Castelo	0,51	4
Ibatiba	0,30	3
Ibitirama	0,51	4
Irupi	0,26	2
Itapemirim	0,70	5
Iúna	0,45	4
Jerônimo Monteiro	0,27	2
Marataízes	0,17	2
Muniz Freire	0,85	5
Muqui	0,46	4
Presidente Kennedy	0,74	5
Vargem Alta	0,52	4
Venda Nova do Imigrante	0,26	2

### 3.4) Definição de prioridades

Após a espacialização das notas atribuídas em seus respectivos mapas foi traçado os pontos de intercessão entre linhas e colunas (Figura 6). A partir daí, foi montada a tabela geral com todos os pontos de intercessão e suas respectivas notas e feito o somatório das notas de cada ponto, destacando os maiores e os menores valores. Os maiores valores foram identificados num mapa.

Durante os estudos de referências não foi encontrado um mapa de solos da Bacia em questão. Os estudos de Lani *et al.* (2001) especificam os tipos de solo presente em cada macroambiente, contudo, houve incertezas quanto aos municípios pertencentes a cada macroambiente. Por isso, o fator 'solo' ficou ausente na Tabela Geral com o somatório das notas de todos os fatores. Todavia, este fator é de extrema importância na questão da infiltração de água do solo. Por conta disso, neste trabalho, o fator 'solo' funcionará como fator de desempate no campo, no momento em que se for apontar a nascente que possui mais atributos para a realização de um programa de manejo de nascentes.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela Geral dos pontos de intercessão (Tabela 23) funcionou semelhante a uma sobreposição de mapas, reunindo as notas de todos os fatores analisados sobre um mesmo conjunto de pontos (LnCn).

**Tabela 23:** Integralização das variáveis e definição das áreas prioritárias para manejo de nascentes da bacia do rio Itapemirim

Integralização de fatores estudados											
Linhas/Colunas	Temperatura	Precipitação	Altitude	Cobertura Flor.	Culturas Agric.	Pavimentação	Casa	Moradores	Rural/Urbana	IU	TOTAL
L1C4	5	2	4	1	2	1	1	4	4	3	27
L1C5	5	2	3	1	2	1	1	4	4	3	26
L1C6	5	2	4	1	2	1	1	4	4	3	27
L1C7	5	3	4	1	4	1	2	4	3	5	32
L1C8	5	3	4	4	4	1	3	4	3	4	35
L2C3	5	3	4	1	2	1	1	4	4	3	28
L2C4	5	2	4	3	1	5	3	5	2	2	32
L2C5	4	2	3	1	2	1	1	2	3	4	23
L2C6	4	2	4	1	4	1	2	4	3	5	30
L2C7	4	3	4	1	4	1	2	4	3	5	31
L2C8	4	3	4	4	4	1	3	4	3	4	34
L2C9	5	3	3	4	4	1	3	4	3	4	34
L2C10	5	3	3	4	3	1	2	3	5	2	31
L3C2	5	4	4	1	2	1	1	2	4	4	28
L3C3	5	4	4	3	1	5	3	5	2	2	34
L3C4	4	3	4	1	2	1	1	2	4	4	26
L3C5	4	2	3	1	2	1	1	2	4	4	24
L3C6	3	3	4	1	4	1	2	4	3	5	30
L3C7	3	3	3	1	4	1	2	4	3	5	29

Continuação

<b>Linhas/Colunas</b>	Temperatura	Precipitação	Altitude	Cobertura Flor.	Culturas Agric.	Pavimentação	Casa	Moradores	Rural/Urba	IU	<b>TOTAL</b>
<b>L3C8</b>	3	3	3	4	4	1	3	4	3	4	<b>32</b>
<b>L3C9</b>	4	3	3	4	4	1	3	4	3	4	<b>33</b>
<b>L3C10</b>	5	3	4	4	3	1	2	3	5	2	<b>32</b>
<b>L3C11</b>	5	3	4	4	3	1	2	3	5	2	<b>32</b>
<b>L4C2</b>	5	4	5	1	3	1	4	5	2	4	<b>34</b>
<b>L4C3</b>	5	4	4	1	3	1	4	5	2	4	<b>33</b>
<b>L4C4</b>	4	3	4	1	2	1	1	2	4	4	<b>26</b>
<b>L4C5</b>	3	3	4	1	4	1	2	4	3	5	<b>30</b>
<b>L4C6</b>	3	3	4	1	4	1	2	4	3	5	<b>30</b>
<b>L4C7</b>	2	3	4	1	4	1	2	4	3	5	<b>29</b>
<b>L4C8</b>	3	3	3	4	4	1	3	4	3	4	<b>32</b>
<b>L4C9</b>	3	3	3	3	4	1	1	1	4	4	<b>27</b>
<b>L4C10</b>	3	3	3	3	4	1	1	1	4	4	<b>27</b>
<b>L4C11</b>	4	3	4	4	3	1	2	3	5	2	<b>31</b>
<b>LAC12</b>	5	3	4	4	2	2	2	5	2	4	<b>33</b>
<b>L5C3</b>	5	5	4	1	3	1	4	5	2	4	<b>34</b>
<b>L5C4</b>	4	4	4	1	4	1	2	4	3	5	<b>32</b>
<b>L5C5</b>	3	3	3	1	4	1	2	4	3	5	<b>29</b>
<b>L5C6</b>	2	3	3	1	4	1	2	4	3	5	<b>28</b>
<b>L5C7</b>	2	3	4	3	4	1	1	1	4	4	<b>27</b>

Continuação

Linhas/Colunas	Temperatura	Precipitação	Altitude	Cobertura Flor.	Culturas Agric.	Pavimentação	Casa	Moradores	Rural/Urba	IU	TOTAL
L5C8	2	3	3	3	4	1	1	1	4	4	26
L5C9	2	3	3	3	4	1	1	1	4	4	26
L5C10	3	3	4	3	4	1	1	1	4	4	28
L5C11	3	3	4	3	4	1	1	1	4	4	28
L5C12	4	3	4	4	2	2	2	5	2	4	32
L6C3	5	4	4	1	3	1	4	5	2	4	33
L6C4	4	4	3	2	5	1	1	1	5	5	31
L6C5	3	3	3	2	5	1	1	1	5	5	29
L6C6	2	4	2	2	5	1	1	1	5	5	28
L6C7	2	4	4	3	4	1	1	1	4	4	28
L6C8	2	4	2	3	4	1	1	1	4	4	26
L6C9	1	3	2	3	4	1	1	1	4	4	24
L6C10	2	3	2	3	4	1	1	1	4	4	25
L6C11	3	3	4	4	2	2	2	5	2	4	31
L6C12	3	4	4	4	2	2	2	5	2	4	32
L7C4	3	3	3	2	5	1	1	1	5	5	29
L7C5	2	3	3	2	5	1	1	1	5	5	28
L7C6	2	4	3	2	5	1	1	1	5	5	29
L7C7	2	5	3	2	5	1	1	1	5	5	30
L7C8	1	5	2	2	5	1	1	1	5	5	28
L7C9	1	3	2	2	5	1	1	1	5	5	26
L7C10	2	3	2	2	5	1	1	1	5	5	27
L7C11	3	4	3	4	2	2	2	5	2	4	31

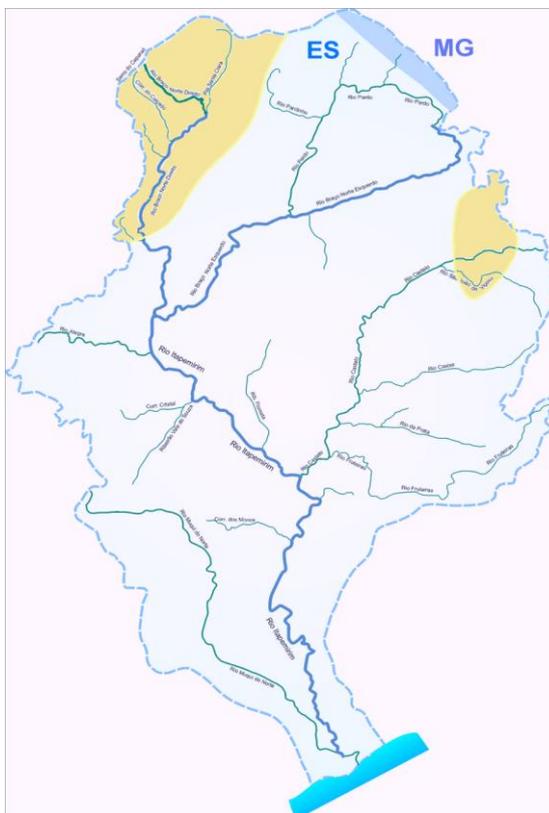
Continuação

<b>Linhas/Colunas</b>	Temperatura	Precipitação	Altitude	Cobertura Flor.	Culturas Agric.	Pavimentação	Casa	Moradores	Rural/ Urbana	IU	TOTAL
<b>L8C4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>30</b>
<b>L8C5</b>	2	2	3	2	5	1	1	1	5	5	<b>27</b>
<b>L8C6</b>	1	3	2	2	5	1	1	1	5	5	<b>26</b>
<b>L8C7</b>	2	4	2	2	4	1	3	4	5	2	<b>29</b>
<b>L8C8</b>	1	4	2	2	5	1	1	1	5	5	<b>27</b>
<b>L8C9</b>	1	3	2	2	5	1	1	1	5	5	<b>26</b>
<b>L8C10</b>	2	3	2	2	5	1	1	1	5	5	<b>27</b>
<b>L8C11</b>	2	3	2	2	5	1	1	1	5	5	<b>27</b>
<b>L9C4</b>	3	3	3	2	5	1	1	1	5	5	<b>29</b>
<b>L9C5</b>	2	3	2	2	5	1	1	1	5	5	<b>27</b>
<b>L9C6</b>	2	3	3	2	4	1	3	4	5	2	<b>29</b>
<b>L9C7</b>	2	3	2	2	4	1	3	4	5	2	<b>28</b>
<b>L9C8</b>	2	3	2	2	5	1	1	1	5	5	<b>27</b>
<b>L9C9</b>	1	2	2	2	5	1	1	1	5	5	<b>25</b>
<b>L9C10</b>	1	2	2	2	5	1	1	1	5	5	<b>25</b>
<b>L9C11</b>	2	3	2	2	5	1	1	1	5	5	<b>27</b>
<b>L10C4</b>	4	3	3	2	5	1	1	1	5	5	<b>30</b>
<b>L10C5</b>	3	2	3	2	5	1	1	1	5	5	<b>28</b>
<b>L10C6</b>	3	2	3	5	4	1	3	4	4	2	<b>31</b>

Continuação

<b>Linhas/Colunas</b>	Temperatura	Precipitação	Altitude	Cobertura Flor.	Culturas Agric.	Pavimentação	Casa	Moradores	Rural/Urba	IU	TOTAL
<b>L10C7</b>	3	2	2	5	4	1	2	4	4	4	31
<b>L10C8</b>	2	2	2	5	4	1	2	4	4	4	30
<b>L10C9</b>	1	2	2	2	4	1	4	4	5	3	28
<b>L10C10</b>	1	2	2	2	5	1	1	1	5	5	25
<b>L10C11</b>	1	2	2	1	5	1	1	1	4	5	23
<b>L10C12</b>	1	2	1	1	5	3	1	4	4	5	27
<b>L11C7</b>	3	2	2	5	4	1	2	4	4	4	31
<b>L11C8</b>	2	2	3	5	4	1	2	4	4	4	31
<b>L11C9</b>	2	1	2	2	4	1	4	4	4	3	27
<b>L11C10</b>	1	1	1	2	4	1	4	4	4	3	25
<b>L11C11</b>	1	1	1	1	5	3	1	4	4	5	26
<b>L11C12</b>	1	1	1	1	5	3	1	4	4	5	26
<b>L11C13</b>	1	1	1	1	5	3	1	4	4	5	26
<b>L11C14</b>	1	1	1	1	5	3	1	4	4	5	26
<b>L12C9</b>	2	1	3	2	4	1	4	4	4	3	28
<b>L12C10</b>	2	1	1	1	5	1	3	5	1	5	25
<b>L12C11</b>	1	1	1	1	5	1	3	5	1	5	24
<b>L12C12</b>	1	1	1	1	5	3	1	4	4	5	26
<b>L12CC13</b>	1	1	1	1	5	3	1	4	4	5	26
<b>L12C14</b>	1	1	1	4	0	3	1	3	5	2	21

As regiões que no somatório geral receberam maiores notas a partir das informações da Tabela 23 permitiram espacializar as áreas mais aptas para se iniciar o programa de manejo de nascentes (Figura 11).



**Figura 11:** Áreas prioritárias para implantar o Programa de Manejo de Nascentes sustentável na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES.

A localização da área destacada a noroeste da Bacia está inserida em parte dos municípios de Ibitirama, Iúna e Irupi e a outra área destacada, a nordeste da Bacia, está inserida no município de Conceição do Castelo.

Observando as áreas indicadas como mais aptas a um programa de manejo de nascentes (figura 11) vê-se que as duas situações apontadas encontram-se inseridas próximo a cabeceira e em regiões de temperaturas mais baixas, conseqüentemente favorecendo a menores taxas de evapotranspiração. Isto também foi constatado por Silva *et al.* (2011), estudando a evapotranspiração potencial na Bacia do rio Itapemirim, este estudo verificou que os menores valores da estimativa da ETP foram localizados na cabeceira da Bacia, em decorrência da grande variação de altitude entre a foz e a cabeceira da bacia e as menores temperaturas.

Comparando o mapa das regiões aptas com o mapa de altitude (figura 8), pode ser observado que tais regiões encontram-se próximas à cabeceira da bacia, nestes locais, segundo Pinto *et al.* (2004) encontram-se as bacias de cabeceiras responsáveis pela captação de água das chuvas. Por isso, estes locais seriam pontos estratégicos para a realização de um programa de manejo de nascentes. Além disso, Nascentes pontuais ocorrerem em pontos específicos numa área (PINTO *et al.*, 2004) e, por isso, são mais fáceis de serem manejadas.

Este tipo de Nascente fica localizada, em sua maioria, em sopés de morros (VALENTE & GOMES, 2004) muito presente em regiões de maior altitude.

Inúmeros são os benefícios da cobertura florestal na infiltração de água no solo, por isso, é importante que as florestas sejam preservadas e conservadas. Analisando as informações referentes à cobertura florestal natural, pode ser observado que os municípios mais próximos à cabeceira são os que possuem menores áreas com florestas. Isto torna-se uma informação alarmante, pois, regiões montanhosas desmatadas favorecem o escoamento superficial, retirando camadas do solo que poderão ser depositadas nas calhas dos rios (VALENTE & GOMES, 2004), conseqüentemente a quantidade de água infiltrada diminuirá, resultando em lençóis subterrâneos fracos e comprometendo o regime de vazão das nascentes.

Observando a tabela referente às culturas agrícolas (anexo 1) pode ser observada a grande influência que a cultura do café exerce até hoje em toda bacia do Rio Itapemirim. Como visto, as monoculturas de cana-de-açúcar e café, juntamente com as práticas não conservacionistas aplicadas, foram as grandes responsáveis por extensas áreas com solos exauridos e sob pastagem. Lepsch (2002) diz que a agricultura pode alterar profundamente os ecossistemas, contudo, a demanda por alimento é constante, por isso a busca pela sustentabilidade torna-se uma peça chave na garantia de alimento e na manutenção do ambiente.

Com o crescimento das cidades, a impermeabilização do solo através de asfaltos e calçadas tornou-se um grande problema, pois a porcentagem de água que naturalmente infiltraria acaba ocasionando o aceleração do escoamento superficial e o conseqüente aumento de água pluvial a ser drenada (SECRETARIA DE URBANISMO E MEIO AMBIENTE DO RIO DE JANEIRO, 1991). A pavimentação de ruas está presente em toda a bacia do Rio Itapemirim, por isso, assim como sugerido no Plano Diretor da cidade do Rio de Janeiro (1991) deve ser incentivado a não substituição de jardins, quintais, áreas frontais de edifícios, por áreas cimentadas para evitar, principalmente, o alagamento de ruas e bairros em grandes chuvas.

Os processos urbanísticos referentes aos tipos de casas e número de habitantes também exercem influência sobre os recursos naturais. Lepsch (2002) tece uma discussão sobre a segunda conferência mundial que ficou conhecida como Rio +10, nesta conferência foi evidenciado que populações que crescem desordenadamente e possuem populações muito pobres com poucas opções do conhecimento, a tendência a agressão ao meio ambiente é maior e os esforços de conservação poderão ser obstruídos. Isto estende o conceito de sustentabilidade que vai além de um conjunto de ações técnicas, práticas conservacionistas, essenciais ao equilíbrio do meio ambiente, mas também a ações que partem de cada indivíduo com suas diferenças culturais, níveis de escolaridade, entre outros.

Com isso, para que programas de manejos possam obter sucesso, estes não devem estar respaldados em interesses políticos, mas devem ser embasados por estudos técnicos e pesquisas científicas. Neste trabalho, o primeiro passo foi dado, ou seja, foi feita a indicação da região mais habilitada, atingindo os objetivos propostos inicialmente.

O passo seguinte é a construção do programa de manejo de nascente propriamente dito. Nesta etapa deverão ser identificados as nascentes presentes na região mais habilitada. Classificá-las em pontuais ou difusas, visto a maior facilidade de manejo das nascentes pontuais (PINTO *et al.*, 2004). Também deverão ser materializadas no campo, as áreas de influência direta, ou seja, áreas que estarão contribuindo com a infiltração de água e recarga dessas nascentes. Obviamente, não será possível trabalhar em todas as áreas, por isso, assim como proposto por Valcarcel (1997), deverá ser traçado estratégias partindo de unidades demonstrativas e que possuam representatividade na bacia, ou seja, nascentes que possuam

características ecológicas típicas da bacia e problemas ambientais similares aos mais críticos, prestando atenção não somente no tipo de nascente, mas também no tipo de uso que se faz nela nas áreas de captação direta. Por exemplo: se houver a presença de plantações de café bem próximo da área de influência direta, uma ação prioritária seria manejo de café orgânico com práticas de agrosilviculturais, mudando de variedade se for o caso se quiser continuar na linha do café, ou ainda substituir esta cultura por outra. Este conjunto de ações vem com o objetivo de desenvolver atividades que possam potencializar a produção de água dessa nascente. Também será importante restringir o que é legal em função do código florestal e das APPs nas áreas de uso direto e indireto que contribuem para a formação da nascente.

Todas essas ações deverão ser transformadas em pequenos projetos, e reivindicados recursos, que poderão ser individuais ou por nascente. Valcarcel (1997) também sugere que o programa aconteça dentro de uma propriedade rural localizada próxima aos locais de acesso, para que outras pessoas possam acompanhar as modificações. O ideal seria que o dono desta propriedade fosse liderança na região, com anseio em agregar tecnologia, comprometido com o desenvolvimento e em repassar informações.

Assim identificando 2 ou 3 nascentes na qual fosse possível desenvolver esse conjunto de atividades patrocinadas pelo comitê de bacias, deverá ser incentivado a ida de pessoas neste local, realizadas visitas de campo, levando as universidades para fazer monografias para monitorar a nascente. Isso automaticamente criará uma sinergia dentro da própria comunidade de modo que as pessoas que estivessem dentro desses ambientes representativos, possam já por iniciativa pessoal fazer isso nas suas próprias propriedades.

## **5. CONCLUSÃO & RECOMENDAÇÃO**

Foram identificadas duas áreas prioritárias para iniciar o programa de manejo de nascentes: municípios de Ibitirama, Iúna e Irupi, e outra no município de Conceição do Castelo.

A primeira área tem situação ambiental mais desfavorável e encontra-se próximo ao Parque Nacional do Caparaó, portanto, reúne condições conjunturais propícias para iniciar o programa, pois também trará benefícios aos usuários a jusante da bacia. Recomenda-se reflorestar cabaceiras das bacias para reduzir escoamento superficial e aumentar a infiltração e recarga dos aquíferos.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGUIAR, F. F. A.; SCHAEFER, LOPES, S. M. E. A.; TOLEDO, C. B. Produção de mudas de palmito-juçara *Euterpe edulis* Mart. São Paulo : Instituto de Botânica, 2002. 16p. (Folheto 26).

ALVES, M. H. SIHBRI: Sistema de Informações Hidrológicas da Bacia do Rio Itapemirim. In: SEMINÁRIO ESPÍRITO-SANTENSE DE RECURSOS HÍDRICOS, 2, 2003, Vitória. **Anais...** II Seminário Espírito-Santense de Recursos Hídricos, p1-8. 2003.

ARCOVA, F.C.S.; CICCIO, V.; ROCHA, P. A. B. Precipitação efetiva e interceptação das Chuvas por Floresta de mata atlântica em uma microbacia Experimental em cunha, São Paulo. R. Árvore, Viçosa-MG, v.27, n.2, p.257-262, 2003.

- BASSOI, L. H.; SILVA, J. A. M.; SILVA, E. E. G et al. Comunicado Técnico 111: Informações Sobre a Distribuição das Raízes da Goiabeira para o Manejo de Irrigação. Petrolina, PE: EMBRAPA, 2001. Disponível em: <[http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/public\\_eletronica/downloads/COT111.pdf](http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/public_eletronica/downloads/COT111.pdf)>. Acessado em: outubro de 2012.
- BITTENCOUR, G. A. M. História geral e econômica do Espírito Santo: Do engenho colonial ao complexo fabril-portuário. Vitória: Multiplicidade, 2006.
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. Relações Edaforclimáticas. EMBRAPA. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Livro\\_Banana\\_Cap\\_1ID-TNHDBNbfuuu.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Livro_Banana_Cap_1ID-TNHDBNbfuuu.pdf)>. Acessado em setembro de 2012.
- BRASIL. Código Florestal: Lei nº 4771 de 15 de setembro de 1965.
- BRASIL. Lei nº 7754 de 14 de abril de 1989. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/17754.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17754.htm)>. Acessado em: abril de 2012
- BRASIL. Lei nº 9605 de 12 de fevereiro de 1998. Disponível em: <[http://www.ambiente.sp.gov.br/wp/cortafogo/files/2011/06/lei\\_9605\\_98.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/wp/cortafogo/files/2011/06/lei_9605_98.pdf)>. Acessado em: abril de 2012.
- CALHEIROS, R. O. *et al.* Preservação e Recuperação das Nascentes (de água e de vida). Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ - CTRN, 2004. XII 40p.
- CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Uma revisão analítica da evapotranspiração. Potencial. *Bragantia*, Campinas, 59(2), 125-137, 2000.
- CARVALHO, A. R. Avaliação da Qualidade da água e da interação entre o Ecossistema Aquático e o Ecossistema Terrestre em dois afluentes do Rio Jacaré-Guaçu, na APA Corumbataí (Itirapina/SP). Dissertação de Mestrado, USP-EESC-CRHEA, São Carlos, 114p.1993.
- CARVALHO, R. *et al.* Erosão hídrica em Latossolo Vermelho sob diversos sistemas de manejo do cafeeiro no sul de Minas Gerais. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1679-1687, nov./dez., 2007.
- CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UFES. Mapa da Bacia do Rio Itapemirim. Jerônimo Monteiro: CCA-UFES, 2011.
- CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UFES. Mapa de Precipitação da Bacia do Rio Itapemirim. Jerônimo Monteiro: CCA-UFES, 2011.
- CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UFES. Mapa de Temperatura da Bacia do Rio Itapemirim. Jerônimo Monteiro: CCA-UFES, 2011.
- CENTURION, J. F.; CARDOSO, J. P.; NATALE, W. Efeito de formas de manejo em algumas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho em diferentes agroecossistemas. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, Campina Grande, v.5, n.2, p.254-258, 2001.
- CUNHA, G. A. P.; REINHARDT, D. H.; ALMEIDA, O. A.; SOUZA, L. F. S. Culturas Temporárias: Abacaxi. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (org). *Agrometeorologia dos Cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola*. Brasília, DF: INMET, 2009.
- DOMINGOS, J. L. Estimativa da perda de solo por erosão hídrica em uma Bacia Hidrográfica. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2006.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma: FAO, 1979. 212p.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES Jr, A. P. Análise da variabilidade da vazão das nascentes no Parque das Mangabeiras (Belo Horizonte-MG) em relação aos seus condicionantes ambientais. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2009, Viçosa-MG, Brasil. Anais do.... Viçosa : Universidade Federal de Viçosa, 2009.

FOZ DO BRASIL. Mapa de Altitude. Cachoeiro de Itapemirim: Foz do Brasil, 2012.

GEADES. Diagnóstico e caracterização da Bacia do Rio Itapemirim. Cachoeiro de Itapemirim: GEADES, 2004.

HEINEMANN, A. B.; STONE, L. F.; SILVA, S.C. Arroz. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (org). Agrometeorologia dos Cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola. Brasília, DF: INMET, 2009.

HELDWEIN, A. B.; STRECK, N. A.; BISOGNIN, D. A. Cultivos temporários: Batata. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (org). Agrometeorologia dos Cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola. Brasília, DF: INMET, 2009.

HERNANI, L. C.; KURIHARA, C. H.; SILVA, W. M. Sistemas de manejo de solo e perdas de Nutrientes e matéria orgânica por erosão. R. Bras. Ci. Solo, 23:145-154, 1999.

IBGE, Produção Agrícola Municipal 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acessado em julho de 2012.

IBGE. Censo Demográfico 2010: Características da População e dos Domicílios: Resultados do Universo. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/cidadesat/comparamun/compara.php?codmun=320020&coduf=32&tema=result\\_univer\\_censo2010&codv=v02&lang=&=>](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/comparamun/compara.php?codmun=320020&coduf=32&tema=result_univer_censo2010&codv=v02&lang=&=>)>. Acessado em agosto de 2012.

IBGE. Censo Demográfico 2010: Características urbanísticas do entorno dos domicílios: Domicílios particulares permanentes em áreas urbanas com ordenamento regular, por forma de abastecimento de água e existência e característica de entorno -Rede geral de distribuição- Pavimentação existe. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/cidadesat/comparamun/compara.php?codmun=320020&coduf=32&tema=entorno\\_censo2010&codv=v08&lang=&=>](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/comparamun/compara.php?codmun=320020&coduf=32&tema=entorno_censo2010&codv=v08&lang=&=>)>. Acessado em: agosto de 2012.

IBGE. Censo Demográfico 2010: Características urbanísticas do entorno dos domicílios: Moradores em domicílios particulares permanentes em áreas urbanas com ordenamento regular, por forma de abastecimento de água e existência e característica de entorno -Rede geral de distribuição- Pavimentação existe. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/cidadesat/comparamun/compara.php?codmun=320020&coduf=32&tema=entorno\\_censo2010&codv=v39&lang=&=>](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/comparamun/compara.php?codmun=320020&coduf=32&tema=entorno_censo2010&codv=v39&lang=&=>)>. Acessado em: agosto de 2012.

IBGE. Censo Demográfico 2010: Indicadores sociais municipais: uma análise dos resultados do universo do Censo Demográfico 2010. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/cidadesat/comparamun/compara.php?codmun=320020&coduf=32&tema=ind\\_soc\\_munic\\_censo2010&codv=v02&lang=&=>](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/comparamun/compara.php?codmun=320020&coduf=32&tema=ind_soc_munic_censo2010&codv=v02&lang=&=>)>. Acessado em: agosto de 2012.

IBGE. Censo Demográfico 2010: Indicadores sociais municipais: uma análise dos resultados do universo do Censo Demográfico 2010. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/cidadesat/comparamun/compara.php?codmun=320020&coduf=32&tema=ind\\_soc\\_munic\\_censo2010&codv=v03&lang=&=>](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/comparamun/compara.php?codmun=320020&coduf=32&tema=ind_soc_munic_censo2010&codv=v03&lang=&=>)>. Acessado em: agosto de 2012.

- IBGE. Manual Técnico de Pedologia. Rio de Janeiro, 2ª edição, nº4, 2007.
- IEMA. Região Hidrográfica do Rio Itapemirim. Disponível em: <<http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp>> Acessado em julho de 2012.
- KOLLER, O. C. **ABACATICULTURA**. Porto Alegre. Ed. Da Universidade/UFGRS, 1984. 138p.
- LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A.; SANTANA, D. P. Cultivo do Milho: Clima e Solo. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_7\\_ed/climaesolo.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/climaesolo.htm)>. Acessado em setembro de 2012
- LANI, J. L.; REZENDE, S. B.; RESENDE, M. Extração de ambientes com base nas classes de solos e outros atributos na Bacia do Rio Itapemirim, ES. Revista Ceres, 48 (276): 239-261, 2001.
- LAVARINI, C.; MAGALHÃES Jr, A. P.; FELIPPE, M. F. Panorama do estudo de nascentes e cabeceiras de drenagem em periódicos nacionais. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2009, Viçosa-MG, Brasil. Anais do...Viçosa : Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- Lei Complementar nº 248 de 28 de junho de 2002. Disponível em: <[http://www.riodoce.cbh.gov.br/docs/leis/LC\\_248\\_ES.pdf](http://www.riodoce.cbh.gov.br/docs/leis/LC_248_ES.pdf)>. Acessado em: maio de 2012.
- Lei nº 4804 de 16 de julho de 1999. Disponível em: <[http://www.cachoeiro.es.gov.br/secretarias/semfa/arq/lei4804\\_99.pdf](http://www.cachoeiro.es.gov.br/secretarias/semfa/arq/lei4804_99.pdf)>. Acessado em: maio de 2012.
- Lei nº 5818 de 29 de dezembro de 1998. Disponível em: <[http://www.iema.es.gov.br/web/Lei\\_5818.htm](http://www.iema.es.gov.br/web/Lei_5818.htm)>. Acessado em: maio de 2012
- LEPSCH, I. F. Formação e conservação dos solos. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.
- LINSLEY, R.K.; FRANZINI, J.B. **Engenharia de recursos hídricos**. Local: Mc Graw-Hill do Brasil, 1978, 798 p.
- MANCIN, C.A.; MELO, B.; SOUZA, O. P. Núcleo de estudos em Fruticultura do Cerrado: Cultivo da Mangueira. UFU, 2012. Disponível em: <[http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/manga.html#\\_Toc43654370](http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/manga.html#_Toc43654370)>. Acessado em: outubro de 2012.
- MARIAN, F. R.; PELLEGRINO, G.Q.; ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR, J. Cana de açúcar. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (org). Agrometeorologia dos Cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola. Brasília, DF: INMET, 2009.
- MARIN, A.; SALDANHA, J. M.; SILVESTRE, M. S.; SILVA, P. M. Vestígios da História Sul Capixaba. Vitória: Flor&cultura, 2011.
- MARINATO, F. A. Nação e civilização no Brasil: os índios Botocudos e o Discurso de pacificação no Primeiro Reinado. Programa de Pós-Graduação em História – UFES, vol. 21, 2008.
- MILLAR, A. A. Drenagem de terras agrícolas. Petrolina, Sudene, 1974.
- NAKANO, H. (s.e/s.d) A propriedade da Floresta de Conservar a água do solo e o aproveitamento desta. Kamiinagun-Naganokin: 78p.
- NAME, L.; MONTEZUMA, R. C. M.; GOMES, E. S. Legislação Urbanística e Produção de Riscos: O caso de PEU das Vargens, Rio de Janeiro. Territorium 18, 201-218, 2011.

- NEVES, C. S. V. J. Roots distribution of rootstocks for Tahiti lime. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.6, p. 94-99, 2004.
- PESCIOTTI, H.; LAVARINI, C.; FELLIPE, M. Estudos morfológico e ambiental de Nascentes em Parques urbanos de Belo Horizonte, MG. In: VII Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2010, Recife - PE, Brasil.
- PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, E. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. *Scientia Forestalis*, n.65, p.197-206, 2004.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia Vegetal*, 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
- ROCHA, G. Imigração estrangeira no Espírito Santo: 1847-1896. Vitória: [s.n], 2000.
- ROTONDANO, A. K. F.; MELO, B. Núcleo de estudos da fruticultura no cerrado: Irrigação da cultura do mamoeiro. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/irriga12.html>>. Acessado em: outubro de 2012.
- SALES, L. E. O.; FERREIRA, M. M.; OLIVEIRA, M. S.; CURI, N. Estimativa da velocidade de infiltração básica do solo. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.34, n.11, p.2091-2095, 1999.
- SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. *R. Bras. Agricultura Ambiental*, Campina Grande, v.2, n.3, p.287-294, 1998.
- SBPC. O desaparecimento de pequenos rios brasileiros. *Ciências Hoje*, vol 25, nº146, 1999.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Cultura – Maracujá. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/Maracuja.htm>> Acessado em: outubro de 2012.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Cultura do Coqueiro: Botânica, descrição da planta e variedades. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/coqueiro.htm>>. Acessado em: 24 de setembro de 2012.
- SECRETARIA DE URBANISMO E MEIO AMBIENTE DO RIO DE JANEIRO. Plano diretor: Meio Ambiente. Rio de Janeiro, 1991.
- SILVA, C. C. Cultivo do Feijoeiro Comum: Plantio. Embrapa Arroz e Feijão. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/plantio.htm>>. Acessado em setembro de 2012.
- SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B.; FURUMOTO, O et al. Cultivo do tomate para industrialização: Irrigação. EMBRAPA Hortaliças, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial/irrigacao.htm#tabela2>>. Acessado em: outubro de 2012.
- SILVA, J. G.F.; ULIANA, E. M.; MARTINS, C. A. S. Estimativa da Evapotranspiração potencial na Bacia do Rio Itapemirim. In: XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2009, Guarapari-ES.
- SOUTO, P. C. *et al.* Biometria e fruto de sementes de *Calotropis procera* (Ait) R. Br. no semi-árido da Paraíba. *Revista Verde*. Mossoró, RN, v.3, n.1, p.108 -113, janeiro/março de 2008.

SOUZA, C. A. S.; AGUILAR, M. A. G.; DIAS, L. A. S. Cultivos permanentes: Cacau. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (org). Agrometeorologia dos Cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola. Brasília, DF: INMET, 2009.

SOUZA, O. P.; MANCIN, C.A.; MELO, B. Núcleo de estudos em Fruticultura do Cerrado: Cultivo do Abacateiro. Disponível em: <[http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/goiabao.html#\\_Toc42258445](http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/goiabao.html#_Toc42258445)>. Acessado em: outubro de 2012.

SPRINGER, A. E.; STEVENS, L. E. Spheres of discharge of springs. Hydrogeology Journal, 17: 83–93, 2009.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Determinação da Evapotranspiração para fins de Irrigação. Goiania: EMBRAPA- CNPAF, 49p, 1995.

TOLEDO, L. F.; CARVALHO)E)SILVA, S. P.; SÁNCHEZ, C.; ALMEIDA, M. A. E.; HADDAD, C. B. F. A. Revisão do Código Florestal Brasileiro: impactos negativos para a conservação dos anfíbios. Biota Neotropica, v.10, n. 4, 2010. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/fullpaper?bn00410042010+pt>. Acessado em: maio de 2012.

VALCARCEL, R. Balanço hídrico no ecossistema florestal e sua importância conservacionista na região ocidental dos Andes Venezuelanos. Anais do XI Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais: A importância das florestas no manejo das bacias hidrográficas. Anais..., Curitiba, PR (EMBRAPA/CNPF. Documentos 16). 142p, 1985, p32-35.

VALCARCEL, R. O homem moderno usa 20 vezes mais água que seus antecessores. MORE. Niterói, ano 1 (4), 3p, mês de abril, 1985.

VALCARCEL, R. Projeto de Recuperação das Bacias dos rios Quimbira e Marimbondo nos municípios de Cardoso Moreira e Italva, RJ. Relatório Ambiental, 1997.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. Conservação de Nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrológicas de cabeceiras. Viçosa: Aprenda Fácil, 2004. 210p.

## 7. ANEXO 1

Municípios	Culturas Permanentes - área plantada em (ha)															Lavoura Temporária - área plantada (ha)							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII
Alegre	119	<b>5794</b>	14	2	10	2	1	15	-	-	-	-	-	-	-	5	170	300	30	1000	-	-	-
Atilio Vivacqua	210	<b>2524</b>	12	2	10	1	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	30	40	140	150	3	-	-
Cachoeiro de Itapemirim	250	<b>6270</b>	35	12	30	20	-	12	-	15	-	-	-	-	-	10	400	100	120	550	30	2	-
Castelo	240	<b>11300</b>	-	2	9	-	-	150	-	-	20	-	-	-	-	-	50	140	80	1985	130	-	30
Conceição do Castelo	150	<b>4150</b>	-	-	2	10	-	8	-	-	-	40	-	-	-	10	-	1000	-	1000	5	-	-
Ibatiba	-	<b>8500</b>	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	-
Ibitirama	100	<b>7700</b>	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	10	450	80	500	-	-	-
Irupi	50	<b>8700</b>	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	3	-	4	-	-
Itapemirim	40	<b>400</b>	60	3	15	-	1	-	-	-	-	-	48	-	-	-	7000	40	800	50	2	150	-
Iúna	-	<b>15930</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	800	-	-	3	-	-
Jerônimo Monteiro	-	<b>2300</b>	-	-	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-
Marataízes	-	-	10	-	-	-	20	-	-	-	-	-	15	-	-	-	2500	-	300	-	-	1400	-
Muniz Freire	-	<b>11620</b>	-	-	-	-	-	10	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	20	-	110	-	-
Muqui	-	<b>4200</b>	5	-	11	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	10	45	800	-	-	-
Presidente Kennedy	40	<b>480</b>	50	-	10	-	30	-	64	-	-	-	25	-	-	16	2000	30	1900	250	3	500	-
Vargem Alta	800	<b>14000</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	85	10	-	5	-	5	30	600	40	800	40	-	-
Venda Nova do Imigrante	30	<b>3800</b>	-	6	3	2	-	15	-	-	150	50	-	12	50	-	20	220	15	600	250	-	20

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 2010. Culturas Permanentes (ha): I - Banana; **II - Café**; III - Coko da Bahia; IV - Goiaba; V - Laranja; VI - Limão; VII - Maracujá; VIII - Palmito; IX - Mamão; X - Cacau; XI - Abacate; XII - Tangerina; XIII - Borracha; XIV - Uva; XV - Pêssego; Culturas Temporárias (ha): XVI - Arroz; XVII - Cana; XVIII - Feijão; XIX - Mandioca; XX - Milho; XXI - Tomate; XXII - Abacaxi; XXIII - Batata inglesa.