

Influência do Desmatamento na Disponibilidade Hídrica da Bacia Hidrográfica de Rive, Alegre, ES, Brasil

Fernando C. Eugénio, **Alexandre R. Santos, ***Raphael L. Dalfi e *Taís R. Moreira**

Sumário. Dentre as doze bacias ou regiões hidrográficas que compõem o Estado do Espírito Santo, a bacia hidrográfica do rio Itapemirim destaca-se por sua extrema importância social, econômica e ambiental, caracterizada por uma expressiva cobertura vegetativa do bioma Mata Atlântica, com destaque para parte do Parque Nacional do Caparaó que abrange boa parte dos 17 municípios que a compõem, dentre estes o município de Lajinha situado em Minas Gerais. O presente estudo objetivou avaliar a influência do desmatamento na disponibilidade hídrica, delimitando-se uma sub-bacia a partir de um ponto de registro de vazão dentro da bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES, Brasil, para assim poder inferir sobre a relação que há entre a disponibilidade hídrica com o desmatamento. Com a conclusão do estudo foi possível inferir que houve uma redução de aproximadamente 28,79% na área ocupada pelos fragmentos florestais entre os anos de 1987 e 2007 e há uma tendência de aumento da vazão no Rio Itapemirim no ponto de registro de Rive.

Palavras-chave: bacia hidrográfica, modelagem; fragmentação florestal e geotecnologias

*Engenheiro Florestal e Mestrando em Ciências Florestais pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

E-mail: coelho.fernando@yahoo.com.br

**Professor Doutor da Universidade Federal do Espírito Santo

E-mail: mundogeomatica@yahoo.com

***Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Espírito Santo

E-mail: rapha663@hotmail.com

****Graduada em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Espírito Santo

E-mail: taisr.moreira@hotmail.com

Deforestation's influence on hydric availability of Rive's basin, Alegre, ES, Brazil

Abstract. Among the twelve river basins or regions that compose the state of Espírito Santo, the Itapemirim river basin stands out for its extreme social, economic and environmental importance, characterized by a significant vegetative cover of the Atlantic Forest biome, especially in part of Caparaó National Park which covers much of the 17 cities that compose it, among which the city of Lajinha located in Minas Gerais. The present study evaluated the influence of deforestation on hydric availability, delimited to a sub-basin from a registration point inside the flow of the Itapemirim river basin, ES, Brazil, to infer about the relationship that exists between hydric availability and deforestation. With the completion of the study we could infer that there was a reduction of approximately 28.79% in the area occupied by forest fragments between 1987 and 2007 and there is a tendency to increase the flow in the Itapemirim river registration point of the Rive district.

Key words: watershed, modeling, forest fragmentation and geotechnology

Influence de la déforestation sur la disponibilité hydrique du bassin de Rive, Alegre, ES, Brazil

Résumé. Parmi les douze bassins versants ou bassins hydrographiques qui composent l'état d'Espírito Santo, le bassin de la rivière Itapemirim se distingue par son extrême importance sociale, économique et environnemental, caractérisée par une couverture végétale importante de la forêt atlantique en mettant l'accent sur le parc national de Caparaó qui couvre la plupart des 17 communes qui le composent, parmi lesquels la ville de Lajinha situé à Minas Gerais. La présente étude visait à évaluer l'influence de la déforestation sur la disponibilité en eau, délimitant un sous-bassin d'un point d'enregistrement de débit dans le bassin de la rivière Itapemirim, ES, Brésil, pour qu'on puisse déduire la relation qui existe entre la disponibilité en eau et la déforestation. Avec l'achèvement de l'étude, il était possible de déduire qu'il y a eu une baisse d'environ 28,79% dans la zone occupée par les fragments de forêt entre les années 1987 et 2007 et il y a une tendance d'augmentation du débit dans l'Itapemirim au point d'enregistrement de la rivière Rive.

Mots clés: bassin versant, modélisation, fragmentation des forêts et geotechnologie

Introdução

A água é um dos elementos mais importantes para a existência e a manutenção da vida na Terra. Segundo dados reunidos durante o "*1965/1975 International Hydrological Decade Program*", aproximadamente 97% da água do nosso planeta é salgada, concentrada na sua maior parte nos oceanos e, assim, indisponível para uso humano. Resta menos de 3% na forma de água doce, da qual 2,2% está localizada nas geleiras e também indisponível ao Homem. O maior problema relacionado à questão da água não é propriamente a sua falta, mas sim a indisponibilidade da água ao consumo, devido ao comprometimento de sua qualidade, à falta de um gerenciamento adequado e à heterogeneidade da sua distribuição sobre a Terra (SOS ÁGUAS BRASILEIRAS, 2002).

O uso da terra, nele incluído o tipo de vegetação e as atividades antropogênicas, afeta a produção de água. Esse fator, decerto, é dos mais relevantes a ser considerado no manejo de bacias hidrográficas, pois dependendo do tipo de vegetação e das práticas exercidas pelo homem, a produção de água pode ser alterada de forma favorável ou prejudicial aos usuários da bacia (CICCO; FUJETA, 1992).

TUCCI E CLARKE (1997), relatam que as modificações naturais e artificiais na cobertura vegetal das bacias hidrográficas influenciam o seu comportamento hidrológico. Essas alterações produzem os mais variados impactos sobre o meio ambiente e a disponibilidade dos recursos hídricos. OLIVEIRA E FRANCISCO (2010), corroboram com essa ideia, visto que em seus estudos, relataram que a maior parte da superfície da bacia estudada por eles é coberta por pastagens, e as matas ciliares são escassas, o que reduz a disponibilidade hídrica da bacia, além de comprometer a sua função de manancial de abastecimento de água atual e futura.

Dentre as doze bacias ou regiões hidrográficas que compõem o Estado do ES, a bacia hidrográfica do rio Itapemirim destaca-se por sua extrema importância social, econômica e ambiental, caracterizada por uma expressiva cobertura vegetativa do bioma Mata Atlântica com destaque para parte do Parque Nacional do Caparaó que abrange boa parte dos 17 municípios que a compõem, dentre estes o município de Lajinha situado em MG.

A expansão da cultura cafeeira e da pecuária resultou em forte fragmentação florestal na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, bem como no restante das bacias do estado do Espírito Santo. As principais consequências dessa fragmentação são: o distúrbio do regime hidrológico das bacias hidrográficas, a

diminuição da biodiversidade biológica, a degradação dos recursos naturais e a deterioração da qualidade de vida das populações tradicionais.

Cada estrato florestal (dossel, sub-bosque e sistema radicular) tem seu papel no ciclo hidrológico. O estrato superior intercepta a água da precipitação, diminuindo seu impacto no solo, regulando a capacidade de infiltração, além de isolar o solo dos ventos e da radiação solar (COLMAN, 1953). A vegetação representa um obstáculo ao escoamento da água, diminuindo sua velocidade, permitindo maior tempo de infiltração no solo, maiores taxas de absorção, menor possibilidade de formação de valas e menor probabilidade de erosão (WARD, 1975; COLMAN, 1953). Além disso, a vegetação colabora na estabilização de encostas principalmente pelo reforço mecânico do sistema radicular, que dificulta o destacamento do solo pela água da chuva (LIMA, 1986). As raízes das plantas também colaboram refreando e direcionando o escoamento abaixo do solo, absorvendo água que voltará à atmosfera sem deslocar-se pelo mesmo, aumentando a permeabilidade deste solo.

Nesse bojo, adquire relevância a investigação da hipótese segundo a qual há uma relação entre a quantidade de cobertura vegetal e a resposta hidrológica da bacia, estimando a disponibilidade hídrica a partir da quantificação da área vegetada, de forma a subsidiar tecnicamente a elaboração do plano de manejo participativo, a fim de garantir o desenvolvimento sustentável da região e o suprimento de água potável para a população que habita os municípios abrangidos pela bacia hidrográfica do rio Itapemirim.

Objetivos

O presente estudo objetivou avaliar a influência do desmatamento na disponibilidade hídrica, delimitando-se uma sub-bacia a partir de um ponto de registro de vazão dentro da bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES, Brasil, para assim poder inferir sobre a relação que há entre a disponibilidade hídrica e o desmatamento.

Metodologia

Delimitação da sub-bacia a partir do ponto de registro de vazão em Rive

Para melhor entendimento dos estudos realizados, a sub-bacia gerada a partir do ponto de registro em Rive, foi denominada pelos autores de sub-bacia hidrográfica de Rive (Figura 1), compreendendo uma superfície de 2.227,66 km², entre as latitudes 20°10' a 20°55' S e longitude de 41°16' e 41°49' W. Ela é pertencente à bacia hidrográfica do rio Itapemirim, a qual compreende uma superfície de 5.620 km², entre as latitudes 20°30' a 21°00' S e longitudes de 41°00' e 41°30'W.

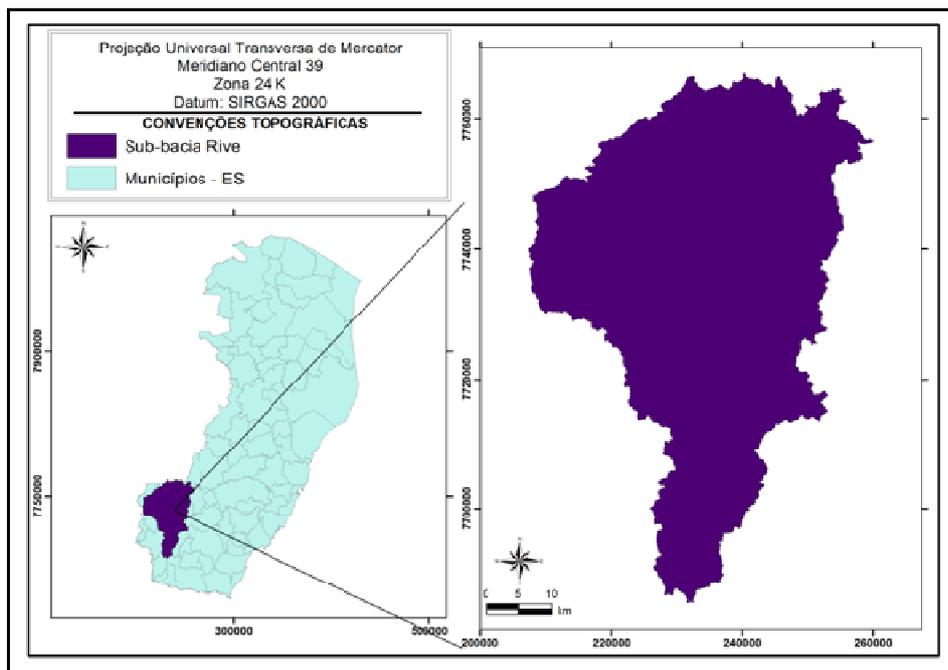


Figura 1 - Localização da sub-bacia hidrográfica de Rive, ES

A sub-bacia de Rive foi delimitada por meio da utilização do aplicativo computacional ArcGIS 10.0, tendo como base de dados: a) os pontos de altitude, os quais foram coletados através do SRTM, b) a hidrografia da região, fornecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, e o c) ponto de coleta

de vazão de Rive, sendo suas coordenadas oferecidas pela Agência Nacional das Águas - ANA. Tendo o banco de dados confiável, utilizaram-se as ferramentas *Hidrology* dentro do aplicativo computacional supracitado para delimitação da sub-bacia de Rive de forma correta e precisa.

O principal uso da terra na sub-bacia hidrográfica é o agropecuário. A bacia hidrográfica de Rive abrange os municípios de Alegre, Castelo, Conceição de Castelo, Divino São Lourenço, Guaçuí, Iúna, Irupi, Ibatiba, Muniz Freire, e Lajinha-MG.

O rio Itapemirim apresenta seu baixo curso bastante modificado em relação ao que era originalmente. Devido às inundações constantes a que estava sujeita a zona da planície aluvial do baixo curso, em face de sua topografia plana, promoveu-se a retificação e a dragagem da calha natural. Além disso, construiu-se um conjunto de canais artificiais de drenagem para facilitar o escoamento das águas.

Mapeamento e quantificação dos fragmentos florestais na sub-bacia de Rive

Atualmente, no mapeamento dos fragmentos são utilizadas imagens de satélite (MARTINS, 1999) e fotos aéreas da região de interesse (PEREIRA, 1999). Apesar da ótima resolução as fotos aéreas raramente são utilizadas devido ao alto custo de obtenção, além da relativa demora no processamento. Por outro lado, as imagens de satélite de média resolução, dentre elas as obtidas pelo satélite LANDSAT, permitem a identificação de fragmentos de forma automática e prática.

Para o diagnóstico correto do possível desmatamento que ocorreu na sub-bacia hidrográfica de Rive entre os anos de 1987 e 2007, foram utilizadas as imagens dos satélites: LANDSAT - V, com resolução espacial de 30m; fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Para as imagens dos satélites LANDSAT - V, foi realizado a composição das bandas espectrais, gerando uma "imagem falsa-cor", a qual é composta pelas bandas espectrais vermelho, infravermelho próximo e infravermelho (bandas 3, 4 e 5) e, posteriormente, o georrefenciamento foi feito por meio de pontos de controle.

Posteriormente, foi elaborado um arquivo vetorial para cada ano do estudo, sendo eles (1987, 1997, 2003 e 2007), dotando-se do aplicativo computacional *ArcGIS* 10.0, foi realizada a fotointerpretação em tela sobre todas as imagens matriciais de 50 polígonos contendo os valores 1 e 2 de uso; tais arquivos foram criados a fim de que se pudesse criar uma "assinatura" contendo os fragmentos

florestais existentes (valor 1) e as demais classes de uso da terra (valor 2) presentes na área de estudo.

Para o mapeamento dos fragmentos florestais, foi utilizada a técnica de Classificação Supervisionada, através da ferramenta *Maximum Likelihood Classification* dentro do aplicativo computacional *ArcGIS 10.0*, resultando em uma imagem matricial contendo todos os fragmentos da área de estudo (valor 1) e as demais classes de uso da terra (valor 2).

A quantificação ocorreu após a conversão da imagem matricial em raster e a limpeza das impurezas. Tais impurezas foram classificadas pelos autores sendo: qualquer fragmento representado por uma área de tamanho igual ou inferior a aproximadamente 5 pixels associados ou não, pois ao analisar as imagens os autores concluíram que polígonos com este tamanho não caracterizariam fragmentos florestais para este estudo.

A partir do mapa de fragmentação florestal da região de estudo foi quantificada a área de cada fragmento usando a calculadora de valores (mapemática) da tabela de atributos do próprio arquivo de imagem vetorial poligonal. O fluxograma metodológico contendo todas as etapas utilizadas na elaboração dos mapas de fragmentação florestal é mostrado na Figura 2.

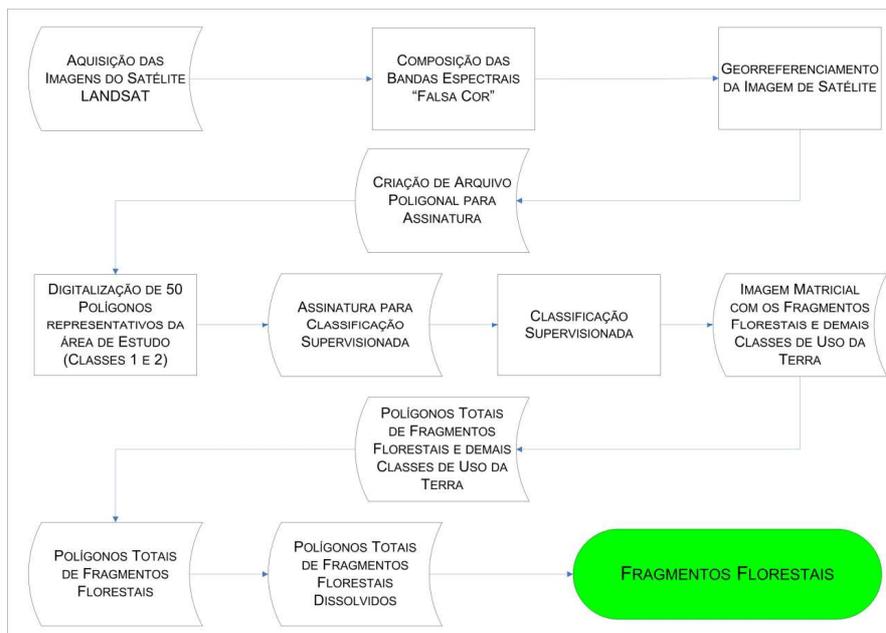


Figura 2 - Fluxograma metodológico contendo todas as etapas utilizadas na elaboração dos mapas de fragmentação florestal para a sub-bacia hidrográfica de Rive

Análise do comportamento das vazões no ponto de registro de Rive

A resposta hidrológica foi obtida por meio da razão entre vazão (máxima e mínima), para os respectivos anos de monitoramento florestal. A média anual das vazões máxima e mínima será gerada pelas médias mensais, calculadas a partir dos seus valores diários. Salienta-se que as vazões foram obtidas através do método de Curva de Descarga¹ no ponto de registro em Rive, sendo o código da estação: 57450000.

Os dados para a quantificação da vazão do ponto de registro foram obtidos junto com a ANA, em seu Sistema de Informações Hidrológicas (HIDROWEB), no endereço eletrônico <http://hidroweb.ana.gov.br/>. A partir dos dados brutos se fez uma filtragem a fim de buscar inconsistências ou erros aleatórios. A modelagem dos dados permitiu realizar uma análise prévia do comportamento hidrológico da bacia, podendo com isso inferir-se qual é a dinâmica espaço-temporal da vazão ao longo dos anos analisados (1985 - 2010), dentro do contexto da região hidrológica em questão por meio dos gráficos gerados através do aplicativo computacional Excel®.

Resultados e discussão

De acordo com os resultados obtidos nos quatro cenários (1987, 1997, 2003 e 2007) contabilizou-se o incremento de mata ou desmatamento nos últimos 20 anos na bacia hidrográfica do Rive. As Figuras 3; 4; 5 e 6 ilustram a área ocupada pelos fragmentos para cada ano de estudo.

A análise quantitativa do número, área e perímetro total dos fragmentos florestais para os anos de 1987, 1997, 2003 e 2007 é descrita na Figura 7.

De acordo com resultados obtidos, constatou-se que entre os anos de 1987 e 2007 houve uma redução na área total ocupada por esses fragmentos, passando de aproximadamente 78.678,14 ha no ano de 1987 para 56.028,57 ha no ano de 2007. Houve uma redução de aproximadamente 28,79% na área ocupada pelos fragmentos florestais, ou seja, entre os anos de 1987 e 2007 é possível inferir que houve um desmatamento dentro da área de estudo.

¹ A curva de descarga representa a relação entre vazão e nível do rio e permite estimar as vazões a partir de observações de nível. Sua determinação é possível a partir de medições diretas de vazão que são realizadas em caráter eventual.

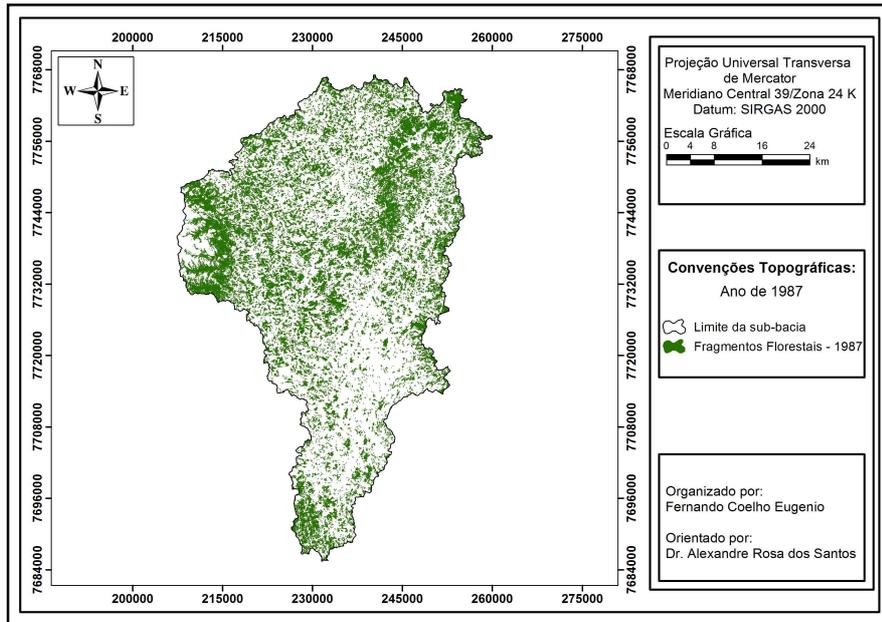


Figura 3 - Fragmentação florestal da sub-bacia de Rive para o ano de 1987

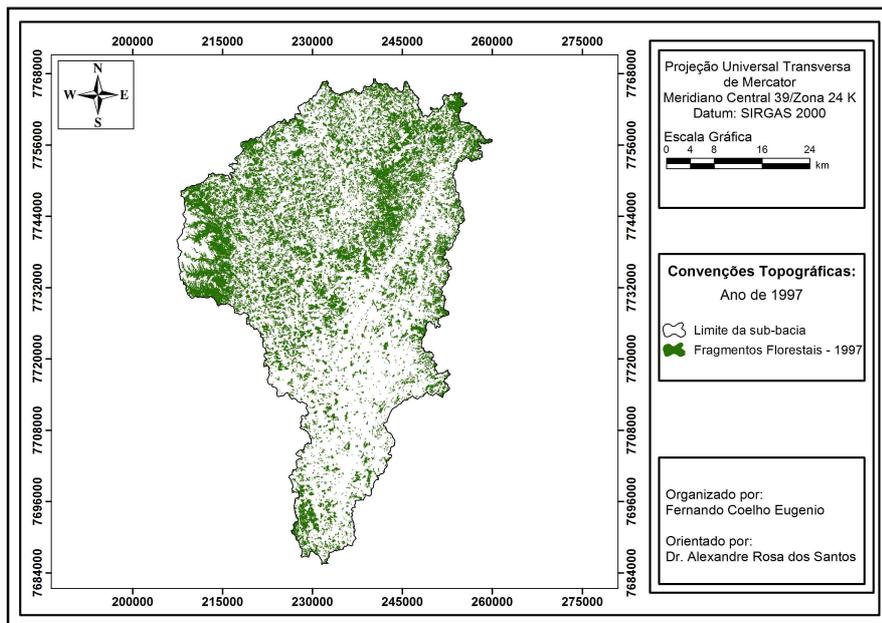


Figura 4 - Fragmentação florestal da sub-bacia de Rive para o ano de 1997

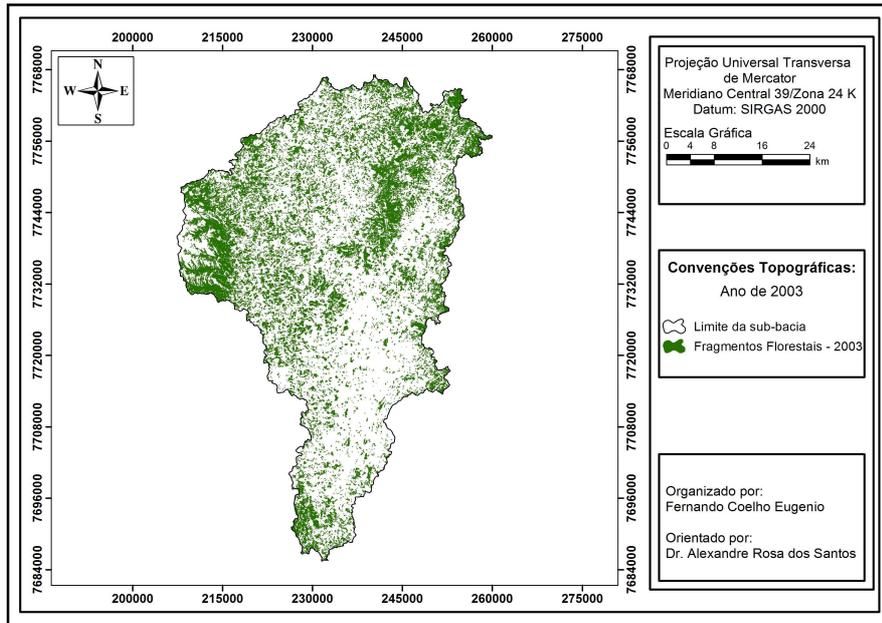


Figura 5 - Fragmentação florestal da sub-bacia de Rive para o ano de 2003

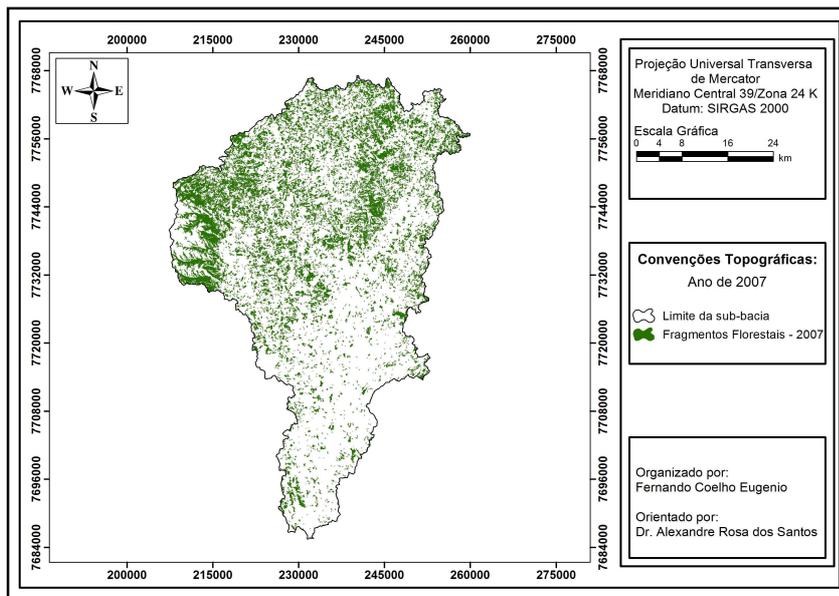


Figura 6 - Fragmentação florestal da sub-bacia de Rive para o ano de 2007

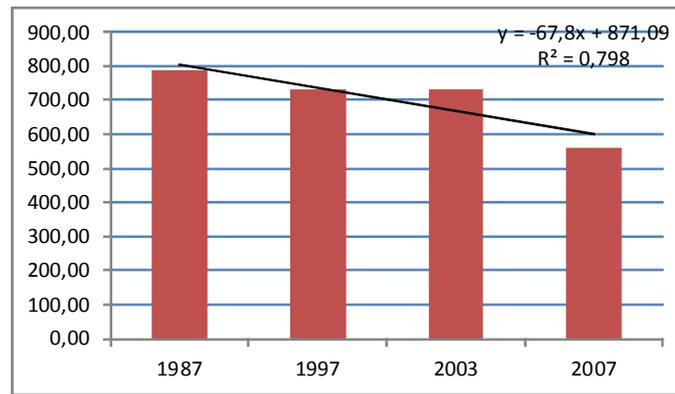


Figura 7 - Quantificação da área em (km²) para cada ano do estudo

Em contrapartida do que fora observado entre os vinte anos estudados (1987 - 2007), há uma pequena variação ascendente da área ocupada pelos fragmentos florestais entre os anos de 1997 e 2003 (Figura 7), uma vez que nesse intervalo existiu um incremento da área florestada. Entretanto, logo após o ano de 2003, houve novamente um decréscimo da área florestada na sub-bacia hidrográfica de Rive, ou seja, em todo o período considerado não houve tendência no desmatamento.

O processo da não tendência em relação ao desmatamento pode ser explicado por meio do histórico irregular da ocupação da região. A ocupação iniciou-se com a expansão da cultura cafeeira extraíndo extensas áreas de florestas para o plantio. Entretanto, anos depois, a cultura entrou em um processo abrupto de declínio na região. Alguns proprietários de terra enxergaram no financiamento florestal fornecido pelo governo federal, uma oportunidade de empréstimo com juros baixos e aliado a fiscalização pouco eficaz. Implementaram "florestas" sem nenhum parâmetro e logo após as visitas dos fiscais, abandonavam-nas, e em sua maioria, buscavam outros ramos para o investimento do empréstimo, tais como a pecuária leiteira, fazendo com que a região entrasse em um quadro de intensa expansão dos bovinos, sendo o uso da terra, até aos dias atuais, ocupado em sua grande maioria pelas pastagens. A análise quantitativa dos dados coletados em Rive, referente aos anos entre 1985 - 2010 e sua respectiva vazão é descrita na Figura 8. A tendência de variação da vazão do Rio Itapemirim com a diminuição da área florestada não é clara, (Figura 8), não se podendo afirmar que houve influência do desmatamento na disponibilidade hídrica da sub-bacia estudada.

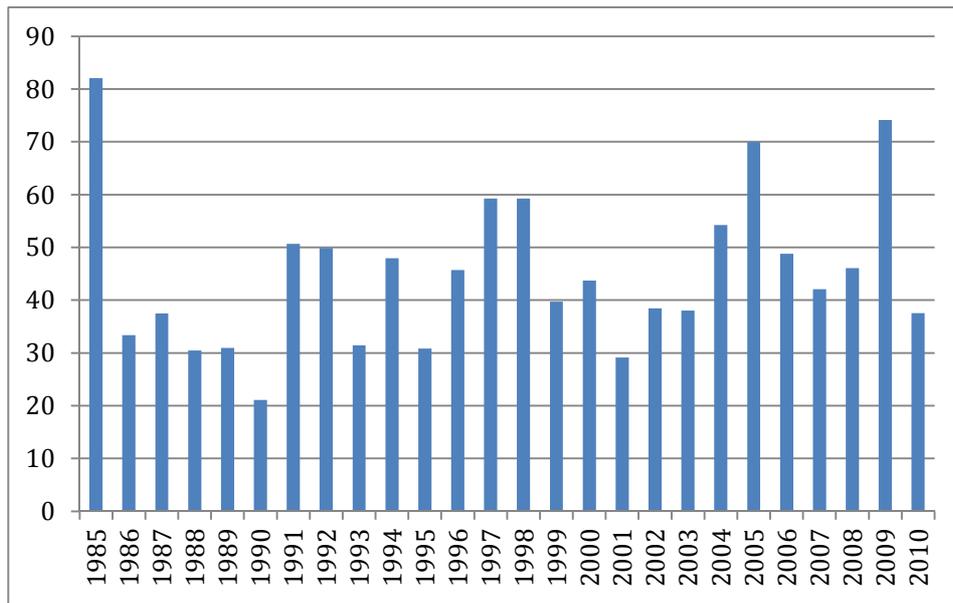


Figura 8 - Quantificação da vazão em (m³/s) para cada ano do estudo

Observando a Figura 8, nota-se uma variação muito grande quando se comparam os resultados dos anos de 1985 e 1990, quando temos cerca de 137,55% de diferença entre os valores registrados pela ANA.

É recomendado que se façam estudos mais detalhados na bacia a fim de que se possa ter um maior número de variáveis para a tentativa da elucidação do motivo pelo qual a vazão aumentou quando era esperado a diminuição da vazão, visto que houve uma diminuição das florestas na região.

Conclusões

Nas condições em que os estudos foram conduzidos, a análise dos resultados permitiu apresentar as seguintes conclusões:

1. A Geotecnologia é vital para uma análise precisa, prática e de baixo custo do comportamento hidrológico quando se trata de grandes extensões territoriais;
2. Houve uma redução de aproximadamente 28,79% na área ocupada pelos fragmentos florestais, ou seja, entre os anos de 1987 e 2007 houve um desmatamento dentro da área de estudo.
3. Entre os anos estudados 1985 - 2010 houve uma grande variação da quantidade de vazão do Rio Itapemirim, apresentando variações de até 137,55% de diferença entre os valores registrados pela ANA;
4. Pelo facto de a variação da vazão com a cobertura dos cobertos florestais não ser clara, não se pôde afirmar que há uma influência do desmatamento na disponibilidade hídrica da sub-bacia estudada.

Referências bibliográficas

- CICCO, V., FUJETA, M., 1992. Pesquisa de manejo de bacias hidrográficas em São Paulo. In: *CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS*, 2, São Paulo, 1992. **Anais**. São Paulo: Revista instituto florestal de São Paulo. pp. 808-816.
- COLMAN, E.A., 1953. *Vegetation and watershed management: an appraisal of vegetation management in relation to water supply, flood control, and soil erosion*. New York: The Ronald Press Company.
- LIMA, W.P., 1986. O papel hidrológico da floresta na proteção dos recursos hídricos. *Silvicultura* **11**(41): 59-62.
- MARTINS, I.C.M., 1999. Diagnóstico ambiental no contexto da paisagem de fragmentos florestais naturais - "Ipucas" - no município de Lagoa da Confusão, Tocantins. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa.
- OLIVEIRA, P.H.S., FRANCISCO, C.N., 2010. Cobertura florestal e disponibilidade hídrica na bacia do ribeirão Espírito Santo em Juiz de Fora-MG. In: *XVI ENCONTRO NACIONAL DOS GEOGRÁFOS*, 16, Porto Alegre, 2010. **Anais**. Porto Alegre: Associação dos Geógrafos Brasileiros, pp. 1-9.
- PEREIRA, R.A., 1999. Mapeamento e caracterização de fragmentos de vegetação arbórea e alocação de áreas preferenciais para sua interligação no Município de Viçosa, MG. Viçosa, MG: UFV, 1999. 236p. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Viçosa.
- SOS ÁGUAS BRASILEIRAS. Águas Brasileiras. Disponível em: <http://www.sosaguas.org.br/notas/agua-mundo.htm> 2002. Acessado em: 17 de abr de 2002.

- TUCCI, C.E.M., CLARKE, R.T., 1997. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 2(1): 135-152.
- WARD, R.C. Principles of Hydrology., 1975. New York: McGraw-Hill Publishing Company.

Entregue para publicação em agosto de 2013

Aceite para publicação em novembro de 2013