

CÁSSIO FURTADO LIMA

Monitoramento Hidrológico da Microbacia do Janjão, com
Plantio da *Acrocomia aculeata*, no Município de Viçosa,
MG

Monografia apresentada ao Departamento de
Engenharia Florestal, como parte das exigências
do curso de graduação em Engenharia Florestal.

VIÇOSA – MG
DEZEMBRO – 2014

CÁSSIO FURTADO LIMA

Monitoramento Hidrológico da Microbacia do Janjão, com
Plantio da *Acrocomia aculeata*, no Município de Viçosa,
MG

Monografia apresentada ao Departamento de
Engenharia Florestal, como parte das exigências
do curso de graduação em Engenharia Florestal.

APROVADA: 10/12/2014

Prof. Encarnación V. Taguas

Prof. João Batista Lúcio Corrêa

Prof. Herly Carlos Teixeira Dias

(Orientador)

VIÇOSA – MG

DEZEMBRO – 2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me proporcionado saúde e sabedoria para conseguir concluir esse trabalho. À minha mãe Maria de Fátima pelo apoio incondicional e amor, ao meu pai Francisco pelo exemplo e disciplina compartilhados. Aos meus irmãos Lucas, Rômulo e Sarah por estarem presentes em momentos fundamentais nesta jornada. À minha avó “Helena” e minha mãe preta “Luzia”, vocês nunca foram esquecidas em meus dias.

Muito obrigado ao Laboratório de Hidrologia Florestal da UFV pela oportunidade oferecida à frente desse projeto desafiador, em especial ao meu orientador, professor e amigo Herly Dias que sempre me incentivou e me motivou a buscar conquistas cada dia maiores. Aos estagiários que muito contribuíram para neste trabalho, em especial, Cássio Vieira, Ângelo Araújo, Lucas Gabriel, Thiago Barroso e João Gallo. Esta pesquisa também é de vocês. Aos funcionários do LHF, Edna Mayer e Geraldo Machado sem vocês projeto algum seria possível.

Ressalto ainda a presença dos amigos no estudo diário Paulo Villanova, Danilo Dadalto, Bruno Maia, Vicente Junior, Jocimar Caiafa, Tiago Maia, Diego Mariano, Luiz Eduardo, Luiz Drummond, Mateus Matos, Paula Kanashiro, Amana Obolari, Alysson Canônico, Marlon Santiago e Vinicius Madeira como crucial para o término desse trabalho.

Agradeço ao CNPq pelo incentivo na condução desse trabalho. A todos que contribuíram de forma direta e indireta para a sua conclusão, meu sincero e afetuoso, muito obrigado!

BIOGRAFIA

LIMA, CÁSSIO FURTADO, filho de Francisco Ferreira Lima e Maria de Fátima Furtado Lima, nasceu em Belo Horizonte, Minas Gerais, em 28 de dezembro de 1989. Residiu em Rio Pomba, onde cursou o ensino fundamental.

Em 2007 mudou-se para Juiz de Fora, MG, para fazer o terceiro ano do ensino médio no colégio Meta, escola de qualidade que daria chance de cursar engenharia em uma Universidade Federal. Mas o destino não permitiu que fosse em 2008, tendo que permanecer mais um ano estudando para enfim ingressar na Universidade Federal de Viçosa.

Iniciou o curso de Engenharia Florestal em 2009, no melhor departamento de Engenharia Florestal do Brasil. Durante sua vida acadêmica estagiou no Laboratório de Painéis e Energia/UFV durante o ano de 2011, no Laboratório de Ergonomia/UFV entre 2012 e 2013 e no Laboratório de Hidrologia Florestal/UFV em 2014. Visando a necessidade de se aprimorar a cada momento consorciou a graduação com um curso Técnico em Segurança do Trabalho no Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, iniciando este em 2012.

Irá se graduar como Engenheiro Florestal em janeiro de 2015, mesmo ano em que terminará seu curso Técnico em Segurança do Trabalho.

CONTEÚDO

	Página
AGRADECIMENTO	ii
BIOGRAFIA	iv
EXTRATO	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo Geral	4
2.2 Objetivos específicos	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1 Bacia Hidrográfica	5
3.2 Monitoramento de Bacia Hidrográfica	8
3.2.1 Precipitação Pluviométrica	9

	Página
3.2.2	Escoamento Superficial 10
3.2.3	Lençol Freático 12
3.2.4	Vazão do Curso d'água..... 12
3.3	A <i>Acrocomia aculeata</i> e sua influência na bacia hidrográfica..... 13
4.	MATERIAIS E MÉTODOS 16
4.1	Caracterização da área de estudo 17
4.1.1	Condições edáficas da microbacia 20
4.2	Medição da Precipitação 22
4.3	Medição da Vazão 23
4.4	Medição do Nível do Lençol Freático 24
4.5	Medição do Escoamento Superficial 26
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO 28
5.1	A precipitação na área 28
5.2	Vazão do curso d'água 31
5.2.1	Relação entre a precipitação e a vazão 33
5.3	Nível do lençol freático 35
5.4	Escoamento superficial de água de chuva 37
6.	CONCLUSÃO 40
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 42

EXTRATO

LIMA, Cássio F. Monografia de graduação. Universidade Federal de Viçosa. Dezembro de 2014. **MONITORAMENTO HIDROLÓGICO DA MICROBACIA DO JANJÃO, COM PLANTIO DA *Acrocomia aculeata*, NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA, MG.** Orientador: Herly Carlos Teixeira Dias.

O monitoramento de bacias hidrográficas associado à implantação de práticas de manejo vem sendo realizado no mundo todo com o intuito de preservar os recursos naturais, principalmente o recurso hídrico, uma vez que a demanda por água em quantidade e qualidade tem sido de grande relevância nos dias atuais. Visando a conciliação das atividades econômicas com a produção de água nas bacias, procurou-se nesse trabalho realizar e ressaltar a importância do monitoramento de bacia hidrográfica, concomitantemente com a produção da *Acrocomia aculeata* (macaúba). Para isso realizou-se medições das variáveis hidrológicas de precipitação, escoamento superficial, altura do lençol freático e vazão na microbacia hidrográfica do Janjão no município de Viçosa, MG. Esta área encontra-se dividida em quatro talhões com um poço piezométrico em cada, quatro parcelas de escoamento superficial (sendo uma o

controle), um pluviômetro e um vertedouro. Há ainda o plantio da macaúba, um fragmento de mata nativa no topo da encosta e um plantio de eucalipto abandonado. Com esse trabalho fica visível a necessidade de um plano de manejo adequado na microbacia, junto com a manutenção do monitoramento das variáveis hidrológicas. Com isso, observou que até os dois anos e meio a macaúba não exerce influência no escoamento superficial. É importante ressaltar que com esse trabalho foi possível verificar que mesmo a microbacia hidrográfica estando degradada, esta apresenta um potencial hídrico importantíssimo na recarga do rio turvo, pois mesmo em períodos de extrema seca, a produção de água não foi interrompida. Portanto a implantação de um plano de recuperação tende a aumentar o ganho em quantidade e qualidade nos recursos hídricos.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural renovável e limitado sendo, de suma importância para a manutenção da vida na terra. Tendo em vista a crescente preocupação com a disponibilidade de água, estudos que visam um melhor aproveitamento e aumento deste bem têm sido valorizados e priorizados em todo o mundo.

Os indicadores de estabilidade e riqueza de uma nação, até a última década, eram suas reservas de petróleo ou de recursos minerais não renováveis. Atualmente, esses indicadores começaram a ser questionados, em virtude dos danos provocados pela escassez da água ao meio ambiente e ao próprio homem (SILVA JÚNIOR, 2013). Com isso a *Acrocomia aculeata* aparece como forma de energia limpa, além de possuir vários ganhos ambientais. De acordo com Corrêa (2014) existem vários estudos que sinalizam que a macaúba pode possuir uma produtividade de 4,8 t/ha de óleo, similar à da palma africana (dendê). Há ainda a possibilidade de utilizar os endocarpos para fabricação de carvão vegetal, com elevado rendimento gravimétrico e em carbono fixo, quando comparados com a madeira de eucalipto (SILVA, 1986).

Segundo Dadalto (2014), a proteção das bacias hidrográficas é uma forma de ganho na qualidade e quantidade de água liberada para os cursos d'água

disponibilizando-a para população que, em sua maioria, historicamente, habitavam e habitam as remediações dos corpos d'água.

De acordo com Silva (2006), o fato dos grandes centros urbanos terem se instalados perto dos cursos d'água, devido a necessidades óbvias, ocasionou uma grande pressão nas bacias hidrográficas, relacionadas às demandas de produção e geração de resíduos dos centros urbanos. É conexo perceber que há um descaso histórico com a conservação de nascentes e de cursos d'água, o que culminou com a situação atual de degradação das bacias hidrográficas, principalmente dos grandes centros. Essa condição tem levado a uma escassez de água com limitações distintas, ou seja, qualitativamente porque grande parte está poluída tornando-se imprópria para o consumo e quantitativamente devido às condições climáticas, à demanda crescente ligadas ao aumento populacional, ao desenvolvimento econômico, e ao seu uso ineficiente. Neste sentido, estudos de monitoramento em microbacias se tornam pertinentes, pois permitem conhecer alterações nos processos hidrológicos, bem como propor técnicas conservacionistas necessárias.

Walling (1980) relata que a cobertura vegetal exerce um papel importante na qualidade e quantidade de água em todos os espaços do sistema, seja no abastecimento do lençol freático, na rapidez e volume de chegada da água aos rios, bem como na quantidade que retorna para a atmosfera. A vegetação acelera o processo de evapotranspiração, repondo o vapor d'água na atmosfera, contribuindo para o equilíbrio do clima e prevenindo os fenômenos de erosão provocados pela ação mecânica da água sobre o solo.

As bacias hidrográficas são vulneráveis a alterações da vegetação, pois essas alterações interferem nas propriedades do solo, refletindo nas propriedades da água dos rios, ou seja, a presença ou não de vegetação pode influenciar nas características da água e no ciclo hidrológico em um manancial, o que é de fundamental importância para a sustentabilidade do ambiente. Quando há a presença da cobertura vegetal o funcionamento hidrológico na bacia se torna estável, capaz de suportar alterações naturais no ambiente (PERRY e MAGHEMBE, 1989).

Segundo Borsato (2004), é necessário administrar a disponibilidade e uso dos mananciais, além de obter conhecimento do grau de impacto existente, para então, criar

processos de gerenciamento para sua recuperação e/ou conservação, assegurando desta maneira a qualidade e quantidade dos recursos que esta pode oferecer.

Portanto a realização de estudos hidrológicos em bacias hidrográficas surgem da necessidade de se compreender o funcionamento dos processos que controlam o movimento da água e os impactos causados nas mudanças do uso da terra sobre a quantidade e qualidade da água (WHITEHEAD e ROBINSON, 1993).

A *Acrocomia aculeata* (macaúba), do ponto de vista hidrológico, possui características botânicas e morfológicas que auxiliam na captação de água de maneira muito eficiente, isto graças à arquitetura da copa que se assemelha a um funil (DIAS, 2011).

Considerando que a vida no planeta se apresenta num cenário de mudanças, cujo objetivo é tentar reverter os graves problemas ambientais, estudos que venham a contribuir para a melhoria dos recursos hídricos, como por exemplo, o monitoramento de bacias hidrográficas é de grande relevância, pois, além de avaliar a quantidade e qualidade dos recursos hídricos, pode ainda associar com técnicas conservacionistas e/ou manejo florestal abrangendo uma abordagem integrada.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral:

Monitorar e avaliar os processos hidrológicos na microbacia hidrográfica do Janjão, no município de Viçosa-MG, sob a influência do plantio de *Acrocomia aculeata*.

2.2 Objetivos Específicos:

Coletar, mensurar, elaborar planilhas e gráficos de dados provenientes dos processos hidrológicos, a fim de:

- ✓ Quantificar e precipitação em aberto na microbacia;
- ✓ Quantificar e avaliar o escoamento superficial na área com o plantio da *Acrocomia aculeata*;
- ✓ Quantificar e avaliar a vazão na microbacia;
- ✓ Monitorar e avaliar o nível do lençol freático na microbacia;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Bacia Hidrográfica

Segundo Assis (1997), é de comum conhecimento que a água é um dos elementos mais abundantes na natureza, ocupando 70% da superfície terrestre, sendo que 97% do seu total são de água salgada, formando os oceanos e mares, 2% estão nas geleiras e apenas 1% de água doce líquida na forma de rios, lagos e as águas subterrâneas. O Brasil possui aproximadamente 8% de toda a reserva de água doce do mundo. A maior parte de água doce do Brasil, 70% é encontrada na Amazônia, onde se concentra apenas 7% da população. Assim sendo, a maior parte da população do país divide os 30% que restam. (GERALDIS, 2005). Este fenômeno nos permite afirmar que a água disponível para o uso se encontra má distribuída no território brasileiro.

De acordo com Dadalto (2014) há na bacia hidrográfica interações da água e de outros fatores como: material de origem, topografia, vegetação, clima e a população que a habita.

Na legislação vigente encontramos a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que define bacias hidrográficas como unidade de estudo e gestão. Neste sentido é de grande importância para gestores e pesquisadores a compreensão do conceito de bacia hidrográfica e de suas subdivisões.

Segundo Silva (1995), bacia hidrográfica refere-se a uma compartimentação geográfica natural delimitada por divisores de água. Este compartimento é drenado superficialmente por um curso d'água principal e seus afluentes. Barrella (2001) define de forma mais ampla dizendo que as bacias são um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formadas nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando riachos e rios, sendo que as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas e à medida que as águas dos riachos descem, juntam-se a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios, esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo água de outros tributários, formando rios maiores até desembocarem no oceano.

Na Figura 01 pode-se observar uma rede hidrográfica e os recursos naturais que a compõe.

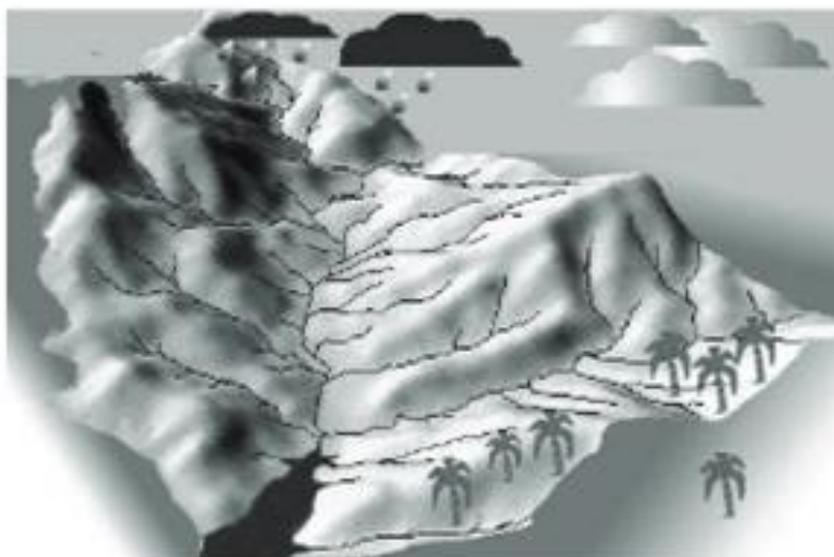


FIGURA 01: Rede Hidrográfica de um modelo de bacia

Fonte: Adaptado. Agência Nacional de Águas. 2012. Disponível em:<http://www.conexaoangelica.com/ecologia_microbacia.htm> Acessado em: 3/9/2014

Santana (2003) ressalta que bacias podem ser desmembradas em um número qualquer de sub-bacias, dependendo do ponto de saída considerado ao longo do seu eixo-tronco ou canal coletor. Cada bacia hidrográfica interliga-se com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia. Portanto, os termos bacia e sub-bacias hidrográficas são relativos.

Cecílio e Reis (2006) definem a microbacia como uma sub-bacia hidrográfica de área reduzida, não havendo consenso de qual seria a área máxima. Trata-se, portanto, de um conceito restrito focado apenas no aspecto geográfico podendo até ser classificada como uma pequena bacia.

No entanto, um conceito importante atribuído a microbacias é o ambiental, que considera a menor unidade do ecossistema onde pode ser observada a delicada relação de interdependência entre os fatores bióticos e abióticos, sendo que perturbações podem comprometer a dinâmica de seu funcionamento. Esse conceito visa à identificação e o monitoramento de forma orientada dos impactos ambientais (MOSCA, 2003; LEONARDO, 2003). Nesta abordagem, o conceito de microbacia está associado à realização de programas de desenvolvimento sustentável, tendo como beneficiários diretos as comunidades rurais.

Esta pesquisa monográfica segue as definições de Mosca, Leonardo (2003), pois essas permitem compreender, avaliar e diagnosticar a relação entre as ações antrópicas e o ecossistema microbacia, de forma sistêmica, de maneira tal que possa garantir a utilização sustentável de recursos naturais.

A bacia hidrográfica possibilita a realização de uma série de experimentos por constituir um ecossistema com o predomínio de uma única saída e também devido ao seu comportamento hidrológico, que é resultado das características geomorfológicas (forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solo, etc.) e do tipo da cobertura vegetal existente (LIMA, 1976; VALENTE e CASTRO, 1981).

Ressalta-se que, o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica também é afetado por ações antrópicas, uma vez que, ao intervir no meio natural, o homem acaba interferindo nos processos do ciclo hidrológico (TONELLO, 2005).

3.2 Monitoramento de Bacia Hidrográfica

Souza (1996) diz que a qualidade da água de uma bacia hidrográfica depende das suas interações no sistema, tanto no plano espacial quanto temporal. Ranzini (1990) ressalta que a cobertura vegetal e o grau das ações antrópicas no terreno interferem na quantidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas. As bacias hidrográficas são adequadas para avaliação dos impactos causados pela atividade humana que podem acarretar riscos ao equilíbrio e à manutenção da quantidade e da qualidade da água, uma vez que, estas variáveis são relacionadas com o uso do solo (FERNANDES e SILVA, 1994).

Tendo em vista a resposta na qualidade e quantidade de água nas bacias, sobre as interações do sistema descritas por Souza (1996), Ranzini (1990) e Fernandes e Silva (1994), e a crescente demanda nos grandes centros, estudos de monitoramento de bacias são realizados com o intuito de fornecer água para a sociedade, sem ocasionar uma perda de área plantada para o produtor rural, isso é possível através do uso de técnicas adequadas de manejo.

O monitoramento de microbacias hidrográficas é de grande importância, tendo em vista a relação dos recursos hídricos com a sociedade. O melhor entendimento dos fenômenos físicos de uma bacia aumenta o acervo de dados sobre esta garantindo o uso sustentável dos recursos hídricos, servindo de referencial para futuras intervenções humanas, a exemplo de obras de melhoria, planejamento espacial urbano, planejamento de captações tanto para a agricultura e pecuária, quanto para o abastecimento urbano (BELING, 2008).

Portanto, o manejo adequado das microbacias podem contribuir para amenizar os principais impactos ambientais causados pela ação antrópica desordenada que altera a disponibilidade de água nas nascentes e a qualidade da água nos corpos d'águas. Dentre os fatores que se pode estudar no monitoramento de bacias destacam-se a precipitação, o escoamento superficial, nível do lençol freático e vazão na saída da bacia hidrográfica.

3.2.1 Precipitação Pluviométrica

A Precipitação é um fenômeno descontínuo que varia no espaço e tempo. Para sua ocorrência é necessário que haja uma ascensão de uma massa de ar na atmosfera, para que ela resfrie e alguns de seus conteúdos condensem e caiam sobre a superfície terrestre (VILLELA e MATTOS, 1975; CHOW et al., 1994).

É importante salientar que toda água que entra na bacia é advinda das chuvas. Precipitação é transferência da água da atmosfera para a superfície terrestre, sendo expressa em milímetros, o equivalente a um litro por metro quadrado. A soma dos fluxos hídricos que penetram no dossel da floresta é denominada de precipitação efetiva (LEOPOLDO E CONTE, 1985), e é responsável pela água do solo, pela absorção através das raízes, pela transpiração das plantas e, também, pela alimentação dos rios. Entender a dinâmica espacial e temporal da precipitação pluviométrica dentro de uma bacia é importante para o planejamento, pois está ligada direta a eventos como enchentes, erosões e consequente danificação de obras (CARDOSO et al, 2011).

A precipitação é uma das fases do ciclo hidrológico que mais influencia nas disponibilidades hídricas, sendo com o escoamento superficial as duas fases mais importantes no estudo de cheias e inundações. Assim, o estudo da distribuição de dados da precipitação é de grande importância para elaboração de projetos agrícolas, florestais e de engenharia hidráulica, tais como, dimensionamento de canais de irrigação e drenagem, vertedouros de barragens, definição de obras de desvios de cursos d'água, entre outros (BEIJO et al., 2003).

Existem várias maneiras de medir a precipitação e as formas mais conhecidas são por meio de aparelhos denominados pluviômetros e pluviógrafos. O primeiro é mais utilizado devido à simplicidade de sua instalação, operação e custo, nesse aparelho se lida com a lâmina acumulada durante a precipitação sendo que seus registros são sempre fornecidos em milímetros por dia ou em milímetros por chuva, com anotação dos mesmos, constantemente. O pluviógrafo é mais encontrado nas estações meteorológicas propriamente ditas e registra a intensidade de precipitação, ou seja, a variação da altura de chuva com o tempo. Neste aparelho se registra a quantidade e a duração da precipitação, é uma operação mais complicada e dispendiosa e o próprio

custo de aquisição do aparelho, tornam seu uso restrito. De acordo com Santos et al (2001) a ainda cita medições por radar mas esta onerosa possui muitos erros associados a estas medições.

De acordo com Silva (2007), a precipitação é um dos maiores elementos meteorológicos, pois se relaciona aos diversos setores da sociedade, de maneira que o regime pluviométrico afeta a economia, meio ambiente e sociedade. Por isso estudos visando o seu constante monitoramento se faz necessário nos dias de hoje.

3.2.2 Escoamento Superficial

De acordo com Garcez (1976), o escoamento superficial é a fase do ciclo hidrológico que estuda o conjunto das águas que, por efeito da gravidade, se desloca na superfície de terra. Segundo Lima (1988), essa fração de água que não infiltra e se desloca escoando laminarmente pelas porções mais impermeáveis do terreno promove o arraste de partículas no solo.

É essencial evidenciar que o escoamento superficial tende a crescer com o aumento da intensidade e a duração da precipitação e da área abrangida pela precipitação, a qual constitui a principal forma de entrada de água no ciclo hidrológico (PRUSKI et al., 2004).

Segundo Flanagan e Nearing (1995) e Knisel (1980), a erosão hídrica está diretamente relacionada à precipitação e ao escoamento superficial. A rugosidade da superfície é uma propriedade dinâmica do solo que influencia a infiltração, concomitantemente o escoamento superficial (Potter, 1990), esse é influenciado ainda pelos espaços vazios presente no solo, bem como a velocidade do vento e a intensidade da precipitação.

De acordo com Penman (1963), o volume de água decorrente do escoamento superficial depende de fatores de natureza geológica, climática e fisiográfica da região, tais como: a área da bacia hidrográfica, a existência de declividades acentuadas e depressões retentoras de água, o tipo e o teor de água do solo, a cobertura vegetal e a quantidade e a intensidade de precipitação, entre outros.

Se os intervalos entre as chuvas são curtos, o teor de umidade do solo é elevado, e assim as enxurradas são maiores, mesmo com chuvas de menor intensidade. Quando os intervalos são mais espaçados, o solo está seco, e não deverá haver enxurrada em chuvas de baixa intensidade (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990).

O escoamento superficial é o principal processo associado à erosão hídrica. Embora o impacto das gotas de chuva desempenhe importante papel na liberação das partículas de solo é o escoamento da água que promove o transporte das partículas de solo liberadas para áreas em que ocorre o escoamento concentrado e, dependendo da carga de sedimentos e da capacidade de transporte do escoamento é que ocorrerá a liberação ou a deposição dos sedimentos. Muitas das práticas para o controle da erosão são, efetivamente, práticas para o controle da velocidade e do volume de escoamento superficial. Muitas aproximações têm sido feitas visando a consideração dos efeitos do escoamento superficial no processo erosivo, variando desde a desconsideração dos efeitos diretos do escoamento superficial até aquelas que consideram o perfil e a velocidade de escoamento da água (STONE et al., 1996).

Guerreiro (1953) ressalta que vários são os fatores associados à forma como este ciclo se comporta, a saber: o solo, a vegetação, o clima e principalmente o regime pluviométrico. Quanto mais irregular for o regime das chuvas maior a intensidade de chuva na área aumentando o arraste do solo por enxurrada, sendo assim maior é a necessidade de manter uma cobertura vegetal, como forma de regularizar ou até melhorar esse ciclo.

Vários estudos vêm sendo desenvolvidos no intuito de esclarecer e quantificar a relação entre o tipo de cobertura vegetal e o processo de escoamento superficial. No entanto, as bacias hidrográficas e seus atributos físicos, biológicos e climáticos podem assumir características muito distintas (NETO et al., 2009).

3.2.3 Lençol Freático

Apesar de ciclo hidrológico ser considerado um ciclo fechado a nível global, é interessante ressaltar que este é aberto numa bacia hidrográfica, pois esse recebe a influencia de correntes de ar que trazem água de outros locais.

A permanência da água no solo vem diminuindo com o passar dos anos. Acredita-se que seja por influência da constante degradação dos fatores de recarga dos lençóis freáticos (LORENZON, 2011). O lençol tende a acompanhar o relevo do terreno, sendo que a dinâmica do lençol em pontos próximos à margem do rio é diferente dos locais mais distantes (RAMOS et al, 2009).

A cobertura vegetal influencia a redistribuição da água da chuva, em que as copas formam um sistema de amortecimento, direcionamento e retenção das gotas que chegam ao solo, afetando a dinâmica do escoamento superficial e o processo de infiltração(LORENZON, 2011). Segundo Oliveira e Dias (2006), o abastecimento do lençol freático é favorecido com este sistema.

A maneira mais eficiente e adequada de garantir água disponível, em qualidade e quantidade é proteger o solo, que participa do ciclo hidrológico à medida que permite a infiltração da água, que irá manter o nível do lençol freático, o qual irá abastecer rios e lagos, além de abrigar a vegetação que realiza a evapotranspiração, contribuindo na atividade do ciclo hidrológico (RABELO, 2009). Com isso a realização de estudos visando o constante monitoramento do lençol freático se faz pertinente, pois podemos relaciona-lo com outros fatores situados na bacia hidrográfica tais como: vegetação, precipitação, vazão e escoamento superficial.

3.2.4 Vazão do Curso D'água

O volume total de água transportado pelo canal de um curso de água é formado pelo escoamento superficial, pelo afluxo de água do subsolo, ou escoamento de base (PINTO et al., 1973) e a precipitação direta no canal. No entanto, o escoamento

superficial resultante das precipitações é considerado o componente preponderante na formação de cheias ou aumento de vazões dos cursos de água.

A vazão é um componente hidrológico ligado a todos os sistemas estudados na bacia como precipitação (CARDOSO et al, 2011), lençol freático (LORENZON, 2011), e escoamento superficial (STONE et al., 1996). De modo que para o perfeito entendimento do perfil da bacia devemos monitorá-la juntamente com as outras variáveis.

A vazão máxima e mínima são aspectos importantes que devem ser estudados em uma bacia. Para descobrir esses pontos deve-se monitorar constantemente a saída da bacia. De acordo com Mota (2003), a vazão máxima não está associada apenas a chuvas intensas, mas as precipitações de pequena intensidade e longa duração as quais podem ocasionar um aumento expressivo no volume de água. Já fatores como retirada da cobertura vegetal, seca prolongada, compactação do solo podem ocasionar uma diminuição drástica na vazão seca do curso d'água.

3.3 A *Acrocomia aculeata* e sua influência na bacia hidrográfica

A *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart. é uma palmeira que alcança até 25 metros de altura e possui espinhos longos e pontiagudos. É encontrada em todo o país por isso popularmente conhecida pelo nome de macaúba, macaíba, boicaiuva, macaúva, coco-de-catarro, coco-baboso e coco-de-espinho.

Segundo Motoike et al. (2013) a macaúba (*Acrocomia aculeata*), é uma palmeira de ocorrência em todas as regiões brasileiras, sendo considerada de maior dispersão em território nacional. As regiões em que existem populações mais expressivas vão do Pará até São Paulo e no Rio de Janeiro e Mato Grosso do Sul em cerradões e matas semidecíduas (LORENZI, 2010).

A *Acrocomia aculeata* também se destaca pela sua rusticidade e posição de destaque no quesito produção de óleo vegetal, sendo superada apenas pela cultura do dendê. Além do óleo que pode ser amplamente utilizado na indústria de combustíveis gera outros subprodutos de grande valor agregado (MOTOIKE et al., 2013).

Novaes (1952) ressalta que a *Acrocomia aculeata* possui diferente potencial produtivo e seu aproveitamento vai do fruto até a madeira. O tronco pode ser utilizado em casas e outras construções no campo. As folhas, os folíolos, os pecíolos, os gomos terminais e os brotos novos servem para a confecção de redes e linhas de pescaria. A polpa e a farinha retirada de seus frutos são ricas em vitamina A e betacaroteno, podendo ser usada para fazer suco, sorvete, bolos, pães e doces. O óleo extraído da polpa é indicado na fabricação de biodiesel. A amêndoa é rica em um óleo ideal para a indústria de cosméticos e também usado na produção de sabão, sabonete e margarina. A torta residual da extração do óleo das amêndoas é altamente rica em proteínas, podendo ser usada na formulação de rações. O endocarpo industrializado encontra aplicação como magnífico combustível dado o seu elevado poder calorífico. Os frutos têm também uma importância ecológica principalmente para a fauna nativa, pois alimentam araras, cotias, capivaras, antas e emas.

A Figura 02, a seguir é um mosaico onde é possível visualizaras partes do fruto, a vista geral da macaúba, a inflorescência e o cacho com frutos imaturos.

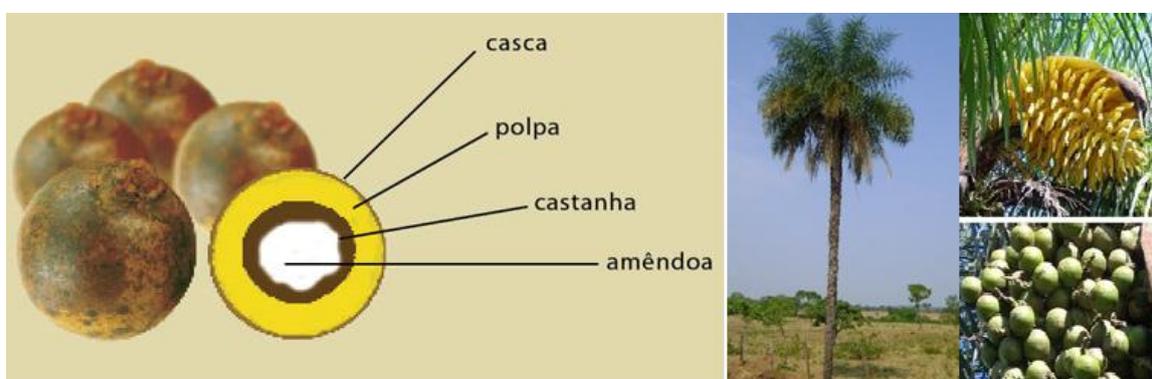


FIGURA 02: Características morfológicas de macaúba *Acrocomia aculeata* (Jacq.) *Loddiges ex Mart.* Montes Claros de Goiás (GO), 2009.

Fonte: Adaptado Disponível em: <<https://www.ufmg.br/boletim/bol1706/4.shtml>>. Acessado em: 03/09/2014.

Como dito por Lorenzon (2011) e Oliveira e Dias (2006) a cobertura vegetal exerce um papel primordial na proteção do solo, influenciando em todas as etapas no processo hidrológico dentro da bacia.

Reportando Dias (2011), a *Acrocomia aculeata* do ponto de vista hidrológico possui a copa que se assemelha um funil direcionando a água da chuva o que permite um maior escoamento pelo tronco em comparação com outras espécies, uma maior capacidade de infiltração de água no solo, uma diminuição do escoamento superficial e consequente aumento do nível do lençol freático. Tais propriedades propiciam uma maior vazão na saída da bacia.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa realizada está ligada ao Laboratório de Hidrologia Florestal – UFV, com apoio e incentivos dados pela CNPq sendo desenvolvida de modo descritivo e exploratório podendo ser enquadrada como estudo de caso. Optou-se por este tipo de pesquisa tendo em vista que o interesse é monitorar e avaliar os processos hidrológicos na microbacia hidrográfica do Janjão, no município de Viçosa-MG, sob a influência do plantio de *Acrocomia aculeata*, visando diagnosticar se há efeito relacionado aos processos hidrológicos existentes na área.

Constitui, portanto, uma estratégia de pesquisa onde a investigação ocorre em ambiente natural, preservando um caráter único, específico e complexo do caso e com fronteiras em termos de tempo, eventos ou processos (COUTINHO & CHAVES, 2002). Permite a utilização de diferentes instrumentos o que constitui uma forma de obtenção de dados de diferentes tipos, que proporcionará o cruzamento de informação.

A primeira etapa desta pesquisa consistiu na construção do referencial teórico. Dedicando à leitura de trabalhos/pesquisas que contribuíram para as análises. Foram escolhidos e selecionados para leitura, textos de síntese. Em seguida textos que apresentem além dos dados, também as análises e interpretações nas diversas abordagens. Estas informações foram colhidas em bibliotecas públicas e acadêmicas, internet e documentos oficiais. Dentre os textos incluem-se obras, artigos, dissertações, teses, monografias, relatórios técnicos, revistas científicas, sítios de órgãos ligados ao ministério do meio ambiente e outros.

Em seguida foram analisados textos, considerando os pontos convergentes, divergentes e complementares, na intenção de identificar elementos de reflexão (pistas) que tornem a pesquisa interessante. Acredita-se que a partir desta etapa foi possível conhecer o que os pesquisadores estão dizendo a respeito do fenômeno e delinear as análises do experimento implantado na microbacia do Janjão.

4.1 Caracterização da área de estudo

A microbacia hidrográfica do Janjão está situada na cabeceira do córrego que deságua no Rio Turvo e pertence à Bacia do Rio Doce. Sua nascente está localizada na zona rural do município de Viçosa (MG) entre coordenadas geográficas $X = 723500,910$ m e $Y = 7703140,110$ m, no espaço territorial da UFV. Essa possui área de 16,88 ha, com perímetro de 1566,25 metros.

O Índice de Compacidade é de grande relevância para caracterização de uma bacia hidrográfica, este mede a relação do perímetro da bacia e a circunferência do círculo de área igual a da respectiva bacia. Desde que outros fatores não interfiram, valores menores do índice de compacidade indicam maior potencialidade de produção de picos de enchentes (GARCEZ e ALVAREZ, 1998). Esse coeficiente é adimensional e varia com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho. Como a microbacia estudada apresentou o índice igual a 1,06 podemos inferir que esta bacia é circular.

Similar ao coeficiente de compacidade, o índice de circularidade tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma torna alongada. Como a bacia estudada apresentou índice de 0,64, podemos inferir que esta se apresenta circular.

O fator de forma relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia, sendo esse medido da foz ao ponto mais longínquo do espigão. Este influencia em alguns processos hidrológicos, sendo que uma bacia com um fator de forma baixo esta menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho, porém com fator de forma maior.

Como o fator de forma na microbacia é aproximadamente 0,7 podemos dizer que a bacia esta sujeita a enchentes.

A densidade de drenagem depende do clima e das características físicas da bacia hidrográfica. O clima atua tanto diretamente, através do regime e da vazão dos cursos d'água, como indiretamente, com influência sobre a vegetação. Este índice varia de 0,5km/km², para bacias com drenagem pobre, a 3,5km/km² ou mais, para bacias excepcionalmente bem drenadas.

A Figura 03, a seguir é um mapa da área com os parâmetros morfométricos da microbacia.

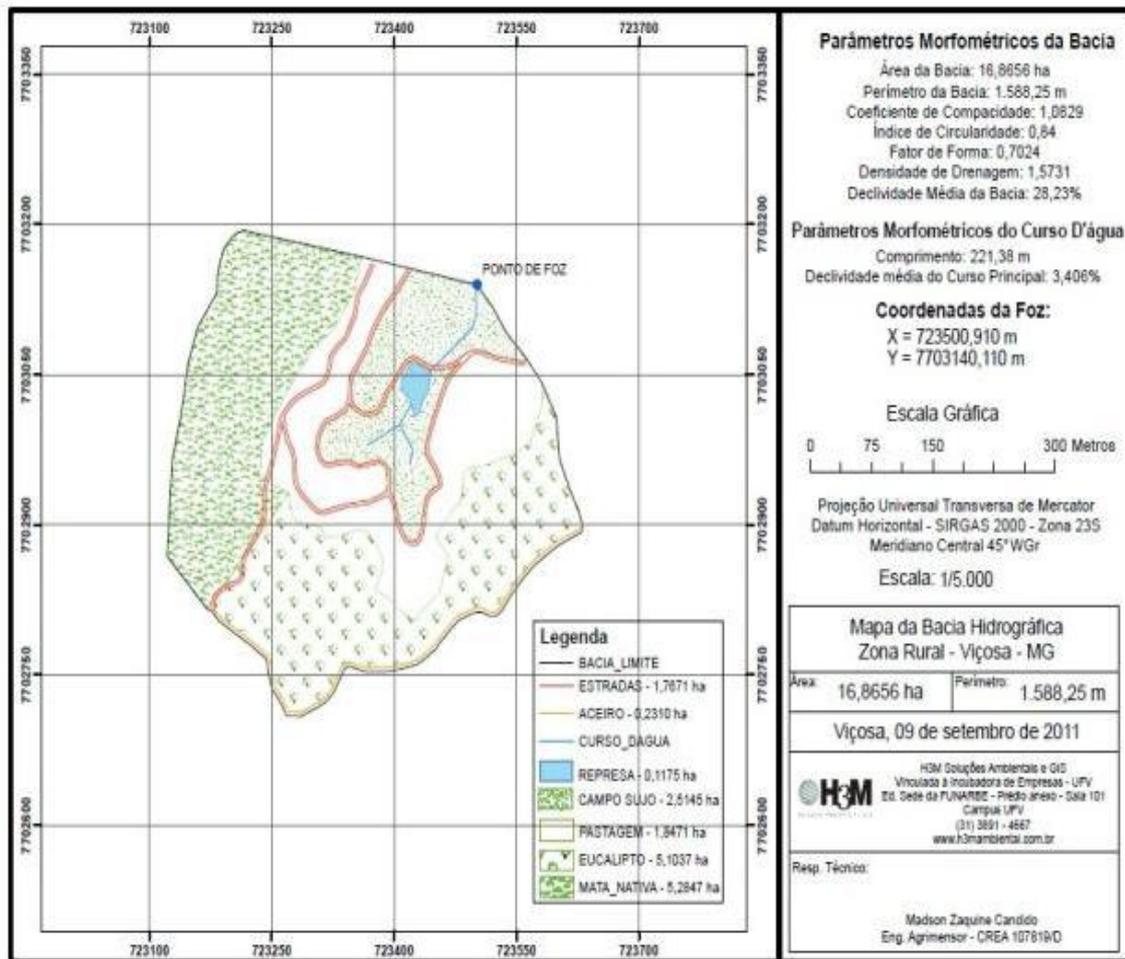


FIGURA 03: Mapa da bacia hidrográfica do Janjão com uso do solo e parâmetros morfométricos, Viçosa, MG, 2011.

Fonte: Laboratório de Hidrologia Florestal –UFV

A Figura 04 representa uma foto aérea retirada da microbacia hidrográfica do Janjão em Viçosa, MG. Nesta resolução não é possível a visualização do plantio de *Acrocomia aculeata*, porém foi apresentada para possibilitar a observação do terreno.



FIGURA 04: Microbacia hidrográfica do Janjão. Viçosa. MG, 2014.

Fonte: Google Earth

Antigamente existia neste local um plantio desuniforme de eucalipto, áreas de pastagem degradada e um pequeno fragmento de vegetação nativa circundando a nascente e o córrego. Desde outubro de 2011 o referido local encontra-se sob os cuidados do laboratório de Hidrologia Florestal, pertencente à Universidade Federal de Viçosa. A partir desta data têm-se desenvolvidos estudos sobre o monitoramento dessa importante microbacia.

4.1.1 Condições edáficas da microbacia

A fim de inferir sobre, as variáveis pluviométricas presentes na microbacia hidrográfica do Janjão em Viçosa, MG é de extrema importância salientar sobre as condições de exposição da mesma. De início pode-se classificá-la como uma microbacia hidrográfica degradada, uma vez que são observadas as seguintes problemáticas no local:

1. As duas nascentes que mantêm a microbacia encontram-se expostas sem a devida proteção recomendada pela legislação vigente (Figura 05);
2. Tanto o curso d'água como o lago instalado no local, se encontram expostos sem a necessária proteção da mata ciliar, como determina a legislação vigente (Figura 05);
3. Ao leste desta microbacia em uma área declive encontra-se um plantio de *Eucalyptus sp* bastante irregular com características de abandono (Figura 05);



FIGURA 05: Fotografia ilustrando: A e C, nascentes desprotegidas; B, plantio abandonado de eucalipto; D, Área de preservação permanente impactada. Na bacia hidrográfica do Janjão, Viçosa, MG, 2014.

Fonte: Laboratório de Hidrologia Florestal –UFV.

4. O referido plantio tem sido alvo de constantes incêndios criminosos (Figura 06);



FIGURA 06: Plantios de *Eucalyptus sp.*, abandonado, e *Acromia aculeata* atacados pelo fogo. Na bacia hidrográfica do Janjão, Viçosa, MG, 2014.

Fonte: Laboratório de Hidrologia Florestal –UFV.

5. À oeste, no topo do morro encontra-se uma mata nativa, mas, tem sofrido um grande efeito de borda devido a predominância do capim *Brachiária spp* e *Melinis minutiflora*. (Figura 07);



FIGURA 07: Mata nativa e as quatro parcelas de escoamento superficial. Na bacia hidrográfica do Janjão, Viçosa, MG, 2014.

Fonte: Laboratório de Hidrologia Florestal – UFV.

6. Em algumas áreas é possível observar a compactação do solo, em virtude da construção de estradas;
7. Devido o porte pequeno da *Acrocomia aculeata*, e a presença da braquiária no local, alguns produtores de modo equivocado tem utilizado a área para pastagens. A circulação dos animais tem contribuído para a compactação do solo, pisoteando mudas, nascentes, além de trilhas por onde a água escoar com maior velocidade assoreando o curso d'água.

Entende-se, portanto que devido às ocorrências impactantes acima descritas e documentadas por meio de imagens fazem-se urgente e necessário, a elaboração de um plano de manejo adequado para a microbacia do Janjão, visando sua proteção e recuperação ambiental. Uma medida de caráter prático e eficaz seria a adequação da área à legislação vigente, visando à proteção de suas encostas, mata nativa, nascentes e cursos d'água.

4.2 Medição da Precipitação

Na microbacia encontra-se instalado um pluviômetro (Figura 08), com auxílio de uma proveta foi feita a coleta das chuvas em mililitros, posteriormente no laboratório os dados foram convertidos para milímetros. Sabe-se que o pluviômetro utilizado apresenta raio de 0,075 metros, e milímetros é o equivalente a litros por metro quadrado.



FIGURA 08: Estação pluviométrica

Fonte: Laboratório de Hidrologia Florestal - UFV

É importante ressaltar que se utilizou o pluviômetro, pois este apresentava menor custo e era de fácil instalação. Como a área é um campo e há a constante entrada de pessoas, procurou-se minimizar riscos, com possíveis furtos ou ação maliciosa de pessoas, visto que o pluviógrafo possui maior custo.

4.3 Medição da Vazão

Inicialmente utilizou para medir a vazão do curso d'água um balde graduado, com um cronômetro sendo feitas cinco repetições da medida de vazão do curso d'água (L/s), em cada dia de leitura.

Posteriormente foi considerada a média aritmética da vazão mensal na bacia. Foram confrontados os dados de vazão com a precipitação na bacia. A coleta de dados foi realizada no vertedouro instalado na área, ver Figura 09.



FIGURA 09: Vertedouro da bacia hidrográfica do Janjão. Viçosa, MG, 2014.

Fonte: Laboratório de Hidrologia Florestal - UFV

4.4 Medição do Nível do Lençol Freático

Fazendo uso do medidor de nível do lençol freático (Figura 10) monitorou a altura do lençol freático, em cada um dos quatro poços piezométricos (Figura 11), a partir de maio de 2013.



FIGURA 11: Cássio Luciano Vieira de Castro (estagiário). Auxílio no monitoramento do lençol freático.

Fonte: Laboratório de Hidrologia Florestal - UFV

De posse dos dados obtive o nível mensal do lençol freático, e confrontou o resultado deles com a precipitação na microbacia.



FIGURA 12: Poço piezométrico com o medidor de nível do lençol freático

Fonte: Laboratório de Hidrologia Florestal – UFV

4.5 Medição do Escoamento Superficial

Para a medição do escoamento superficial foram instaladas quatro parcelas na área, três repetições com duas macaúbas plantadas e um controle sem *Acrocomia aculeata* plantada (Figura 13).



FIGURA 13: Parcelas para monitorar o escoamento superficial

Fonte: Laboratório de Hidrologia Florestal - UFV

Para a medição foi utilizado um balde graduado, e as coletas aconteceram logo em seguida aos dias de chuva na área (Figura 14). De posse dos resultados foram feitas as transformações para milímetros de água escoados em cada parcela. As áreas das parcelas um, dois, três e controle são respectivamente 21,29 m², 20,52m², 20,52m² e 24,40m². Destaca-se ainda que não se observou diferença significativa na declividade de cada parcela.



FIGURA 14: Cássio Furtado Lima (estagiário). Auxílio no monitoramento do escoamento superficial.

Fonte: Laboratório de Hidrologia Florestal - UFV

Na análise dos resultados foi calculado os totais mensais e o coeficiente de escoamento superficial. Através do software Statística 6.0 foi realizado o teste T a 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 A precipitação na área

De acordo com a metodologia utilizada foi realizado o monitoramento da precipitação na bacia, obtendo os resultados do volume total de chuvas em cada mês em ml e mm (Tabela 01).

TABELA 01: Precipitação mensal. Microbacia hidrográfica do Janjão. Viçosa, MG, 2014.

Totais	Precipitação em Aberto (mm)
Out (2011)	87,71
Nov	135,25
Dez	297,37
Total (2011)	520,33
Jan (2012)	8,15
Fev	-
Mar	106,33
Abr	83,07
Mai	-
Total (2012)	197,55
Jan (2013)	150,30

Totais	Precipitação em Aberto (mm)
Fev	99,03
Mar	212,15
Abr	73,56
Mai	48,67
Jun	5,09
Jul	10,19
Ago	-
Set	24,05
Out	51,50
Nov	89,98
Dez	185,33
Total (2013)	736,22
Jan (2014)	45,27
Mar	152,22
Abr	57,15
Mai	-
Jun	5,66
Jul	26,31
Ago	2,09
Set	13,02
Out	16,41
Nov	97,33
Total (2014)	415,47

De posse dos dados da Tabela 01 construiu-se o gráfico da distribuição temporal das chuvas, visto na Figura 15, a seguir.

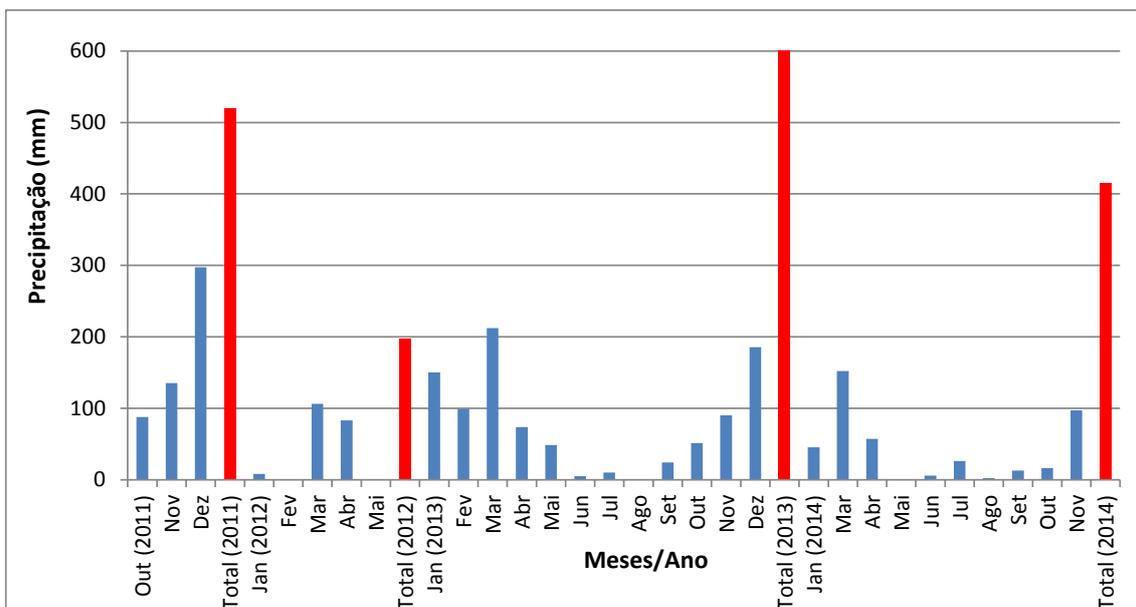


FIGURA 15: Distribuição temporal da precipitação. Microbacia hidrográfica do Janjão. Viçosa, MG, 2014.

A precipitação é uma variável hidrológica importantíssima, pois ela corresponde à quantidade de água que entra no sistema de uma bacia hidrográfica. A intensidade da precipitação está ligada à capacidade de infiltração que o solo possui. De modo que, quanto mais intensas forem as chuvas, maior o volume de água que atinge o solo e sua infiltração irá depender da capacidade do solo de reter esta água.

Em situação ideal a precipitação perfeita seria de baixa intensidade, mas distribuída ao longo de vários dias, diminuindo assim o escoamento superficial e possibilitando ao solo reter o máximo possível de água, com consequências positivas no abastecimento do lençol freático. No entanto, esta não é a realidade encontrada na área estudada onde se observa uma condição climática com chuvas bastante irregulares.

É pertinente salientar que no ano de 2012 houve uma interrupção na medição, por falta de disponibilidade técnica no laboratório de Hidrologia Florestal-UFV. Mesmo assim é possível observar que o regime pluviométrico não é constante, dividido em meses de estiagem e outros com um regime maior de chuvas.

Dentre os meses que obtiveram menores volumes de chuvas destacam-se: Janeiro (2012), Fevereiro (2012), Maio (2012), Junho a Setembro (2013) e Maio a Outubro (2014). Em contrapartida os meses de Novembro (2011), Dezembro (2011),

Janeiro (2013), Março (2013), Dezembro (2013) e Março (2014) apresentaram maior volume de chuvas. É pertinente ressaltar que o constante monitoramento da pluviosidade na área é de suma importância para verificar a possibilidade de haver uma sazonalidade no regime de chuvas na área.

Confrontando a precipitação com a situação edáfica encontrada na área, há a necessidade de constar no plano de manejo técnicas conservacionistas de uso do solo, a fim de permitir que ocorra um aumento da infiltração de água, com o objetivo de recarregar o lençol freático e assim aumentar disponibilidade de água nos períodos de estiagem, permitindo que esta água seja liberada lentamente para o curso principal da microbacia. Tais medidas se fazem necessárias para que não haja comprometimento no manejo das plantações e na manutenção da mata nativa.

É importante salientar que a espécie *Acrocomia aculeata*, mesmo com períodos de seca intensa e com variações climáticas diversas tem demonstrado adequação e resistência na área.

5.2 Vazão do curso d'água

A vazão de uma bacia hidrográfica expõe a real situação encontrada na área. Em termos práticos a preservação nas áreas de recarga da bacia visa aumentar a produção de água, ou seja, obter água em quantidade e qualidade disponível em maior tempo, inclusive em períodos de seca extrema.

Conforme abordado na metodologia a medição da vazão do curso d'água pelo método manual foi realizada no vertedouro construído no córrego do Janjão, de modo que neste vertedouro toda água produzida pela bacia convergiria em uma só saída. As médias mensais (L/s) da vazão foram dispostas na Tabela 02 a seguir:

TABELA 02: Vazão média. Microbacia hidrográfica do Janjão. Viçosa, MG, 2014.

Mês	Vazão Média (L/s)
Out (2011)	1,79
Nov	1,95
Dez	4,40
Jan (2012)	9,75
Fev	6,35
Mar	5,87
Abr	3,12
Mai	1,25
Jan (2013)	1,62
Fev	1,56
Mar	1,37
Abr	1,59
Mai	1,25
Jun	0,93
Jul	0,95
Ago	0,66
Set	0,52
Out	0,60
Nov	0,75
Dez	1,07
Jan (2014)	1,29
Mar	-
Abr	0,70
Mai	0,63
Jun	0,58
Jul	0,53
Ago	0,52
Set	0,49
Out	0,39
Nov	0,44

No mês de março (2014) houve uma manutenção do vertedouro na área o que impossibilitou a coleta de dados. A Figura 16 apresenta o gráfico de distribuição temporal da vazão na microbacia.

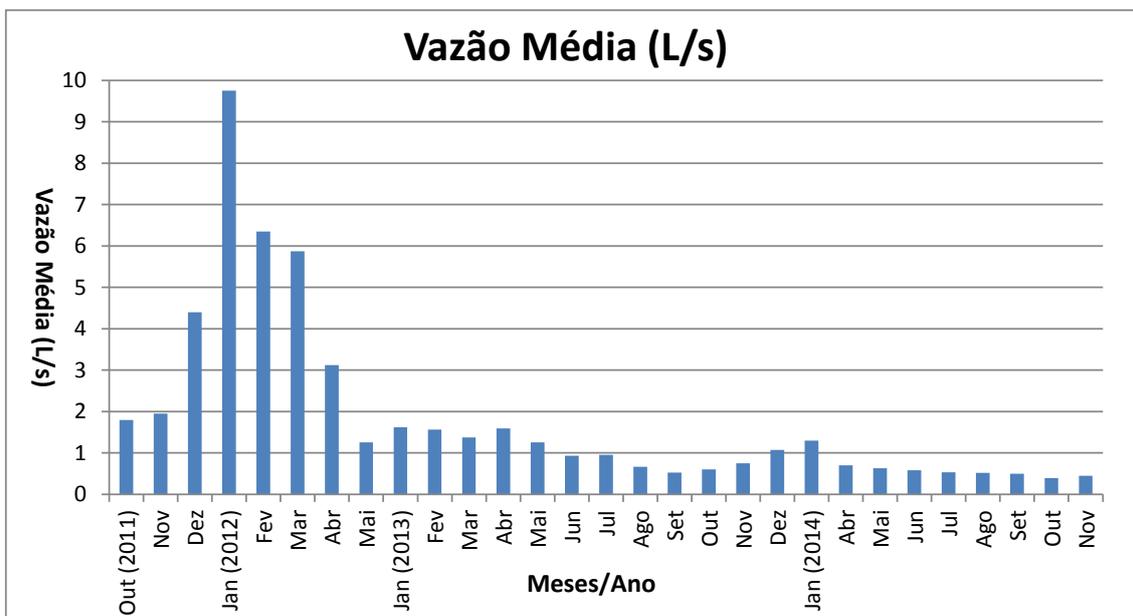


FIGURA 16: Distribuição temporal da vazão. Microbacia hidrográfica do Janjão. Viçosa, MG, 2014.

É de suma importância ressaltar que o monitoramento da vazão se torna pertinente pelo fato de se poder identificar o panorama da produção de água na microbacia e com isso adotar medidas que visem melhorar a disponibilidade de água na bacia. Com isso se torna pertinente estudar mais a fundo a relação do monitoramento da vazão com a precipitação a fim de identificar alguma relação.

5.2.1 Relação entre a precipitação e a vazão

Ao analisar separadamente os gráficos de vazão do curso d'água e de precipitação mensal, observa-se uma relação direta entre esses dois fatores. Por pertencer a uma bacia de pequeno porte, o córrego estudado responde diretamente à quantidade de chuvas, aumentando ou diminuindo a vazão. Como exemplo, observa-se o mês de dezembro (2011). Neste período o volume de chuvas é muito grande contribuindo para que a vazão aumente proporcionalmente no mês seguinte (janeiro de

2012). Da mesma forma, quando a quantidade de chuva diminui drasticamente em janeiro de 2012, o mesmo fato ocorre com a vazão em fevereiro de 2012.

Observa-se também que quando a quantidade de chuva de um mês para o outro é menos drástica, a vazão do curso d'água responde mais rapidamente, conforme ilustrado na Figura 17, a seguir:

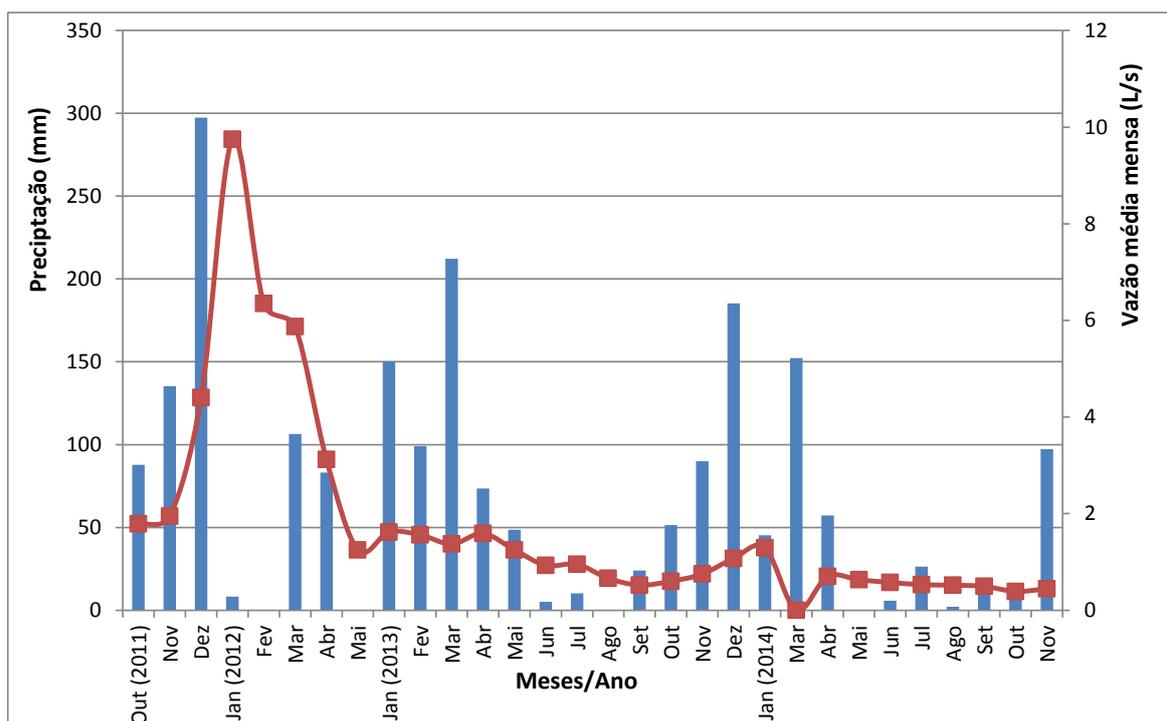


FIGURA 17: Relação entre a distribuição temporal da precipitação e a vazão.

Microbacia hidrográfica do Janjão. Viçosa, MG, 2014.

Observa-se ainda, que apesar da *Acrocomia aculeata*, ainda não ter um porte ideal para exercer a função de funil ressaltada por Dias (2011), a estabilidade na vazão observada entre os meses de maio de 2012 a novembro de 2014 evidencia um equilíbrio hidrológico devido à manutenção da cobertura vegetal na área.

Confrontado os dados com a situação edáfica da bacia é de suma importância ressaltar no ano de 2014 houve uma estiagem muito intensa entre os meses de maio a outubro, além de um grande incêndio que danificou toda a plantação de *Eucalyptus sp.*,

no mês de agosto, mesmo assim há a produção de água na bacia. Neste mesmo período foi possível observar várias nascentes na região secarem por completo.

5.3 Nível do lençol freático

As medições do lençol freático começaram a ser efetuadas em maio de 2013. Foram construídos na área do plantio quatro poços piezométricos. O quarto poço, localizado na área mais alta do plantio atingiu a zona de saturação, embora até o momento, não tenha apresentado nível de água. É, portanto, um poço seco.

A partir de maio de 2013 o monitoramento do nível do lençol freático passou a ser constante. A leitura em metros realizada utilizando o medidor de nível passou a ser feita semanalmente. As médias mensais em metros, em relação ao nível do solo, estão organizadas na Tabela 03, juntamente com os dados referentes da precipitação de cada mês.

TABELA 03: Nível médio do lençol freático. Microbacia hidrográfica do Janjão. Viçosa, MG, 2014.

Mês	Poço 1 (m)	Poço 2 (m)	Poço 3 (m)	Poço 4 (m)	Precipitação Total (mm)
Mai (2013)	10,97	3,13	17,97	-	48,67
Jun	10,78	2,56	16,62	-	5,09
Jul	10,96	2,95	17,37	-	10,19
Ago	10,88	2,78	17,50	-	-
Set	10,97	3,13	17,97	-	24,05
Out	11,09	3,34	17,80	-	51,50
Nov	11,12	2,72	18,01	-	89,98
Dez	11,21	3,30	18,14	-	185,33
Jan (2014)	10,93	2,86	17,68	-	45,27
Mar	11,01	3,20	17,30	-	152,22

Mês	Poço 1 (m)	Poço 2 (m)	Poço 3 (m)	Poço 4 (m)	Precipitação Total (mm)
Abr	11,60	3,27	17,40	-	57,15
Mai	11,10	3,27	17,66	-	-
Jun	11,23	3,37	17,87	-	5,66
Jul	10,99	3,53	18,19	-	26,31
Ago	11,083	3,5522	18,053		2,09
Set	11,7	3,635	18,56929		13,02
Out	11,1575	3,74375	18,70875		16,41
Nov	11,157	3,739	18,578		97,33

Relacionando os níveis médios mensais de cada poço piezométrico, em relação ao nível do solo, com a precipitação mensal em cada mês, observa-se uma relação direta entre as duas variáveis. Nos períodos de maior intensidade de chuvas, o nível do lençol freático aumenta e o contrário acontece nos períodos de seca. Também se pode observar que o poço 2, que é o mais baixo com relação ao curso d'água é o que sofre menor variação ao longo dos meses. A relação é apresentada no gráfico, presente na Figura 19 abaixo:

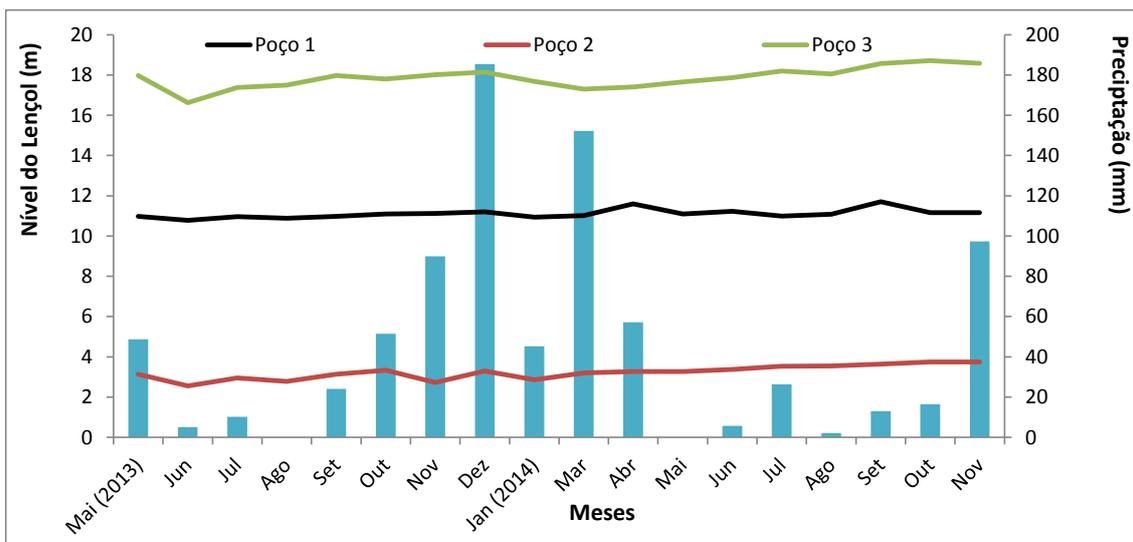


FIGURA 19: Relação entre a precipitação mensal e o nível médio do lençol freático. Microbacia hidrográfica do Janjão. Viçosa, MG, 2014.

O monitoramento do lençol freático torna-se bastante pertinente visto que a manutenção da produção de água na bacia depende da quantidade de água no solo que está diretamente ligada à sua capacidade de infiltração. Neste sentido, a manutenção da cobertura vegetal está relacionada com a recarga do lençol freático. Com o monitoramento constante da área, objeto de estudo, espera-se demonstrar em longo prazo, o efeito do plantio de *Acrocomia aculeata* na infiltração de água no solo e consequente alteração do nível do lençol freático.

5.4 escoamento superficial de água de chuva

Neste estudo, foi realizado o monitoramento do escoamento superficial, foram usados três repetições com duas macaúbas em cada parcela e o controle sem *Acrocomia aculeata* plantada. Na Tabela 04 a seguir, estão relatados os valores em milímetros.

TABELA 04: Escoamento superficial das parcelas. Microbacia hidrográfica do Janjão. Viçosa, MG, 2014.

Meses	Parcela 1** (mm)	Parcela 2** (mm)	Parcela 3* (mm)	Controle* (mm)
Out (2013)	1,01	1,30	1,46	0,53
Nov	1,78	1,78	1,38	1,43
Dez	1,88	1,65	0,45	1,27
Jan (2014)	1,69	1,19	0,25	0,34
Mar	2,06	2,11	0,59	1,26
Abr	1,06	0,57	0,27	0,28
Mai	-	-	-	-
Jun	0,00	0,38	0,05	0,11
Jul	0,67	0,44	0,22	0,19
Ago	0,02	0,01	0,00	-
Set	0,23	0,25	0,07	0,03
Out	0,38	0,37	0,10	0,25
Nov	2,01	2,03	0,44	0,79

** Teste T (5%), Parcelas 1 e 2 estatisticamente iguais.

* Teste T (5%), Parcelas 3 e Controle estatisticamente iguais.

Relacionando o escoamento com a precipitação, construímos a Tabela 5 com os coeficientes de escoamento superficial, esse é a porcentagem do escoamento superficial sobre o total de precipitação de cada mês. O coeficiente de escoamento total é a porcentagem do total de escoamento de cada parcela pela precipitação total na área nesse período.

TABELA 05: Coeficiente de Escoamento Superficial. Microbacia hidrográfica do Janjão. Viçosa, MG, 2014.

Meses	Parcela 1 (%)	Parcela 2 (%)	Parcela 3 (%)	Controle (%)
Out (2013)	1,96	2,53	2,84	1,03

Meses	Parcela 1 (%)	Parcela 2 (%)	Parcela 3 (%)	Controle (%)
Nov	1,98	1,98	1,53	1,59
Dez	1,02	0,89	0,24	0,69
Jan (2014)	3,73	2,64	0,56	0,75
Mar	1,35	1,38	0,39	0,83
Abr	1,85	1,00	0,47	0,49
Mai	-	-	-	-
Jun	0,08	6,72	0,87	1,96
Jul	2,55	1,67	0,83	0,74
Ago	0,92	0,35	0,12	-
Set	1,80	1,90	0,52	0,22
Out	2,32	2,24	0,63	1,50
Nov	2,06	2,09	0,45	0,81
Coefc. Total	2,92	3,42	1,28	1,43

Corrêa (2014), no município de Araponga, MG testou a *Acrocomia aculeata* em diversos tratamentos. Confrontando os resultados da parcela somente com Macaúba é possível perceber valores de menor escoamento superficial do que os encontrados nesse trabalho. Podemos então inferir que de acordo com a metodologia utilizada no trabalho não foi perceptível o efeito funil dessa espécie evidenciado por Dias (2011).

Segundo Garcez (1976) e Lima (1988) o escoamento superficial exerce grande influencia no arrastamento de partículas do solo. Sendo esse o principal motivo para seu monitoramento, pois essas partículas atinge o curso d'água na bacia assoreando e causando ravinas nas encostas.

6. CONCLUSÃO

No presente trabalho foi possível identificar a necessidade de se continuar a realizar o monitoramento da microbacia hidrográfica do Janjão, no município de Viçosa, MG. Esta constatação está ancorada nos dados apresentados, visto que, a produção de água depende das variáveis hidrológicas estudadas. Apesar das condições edáficas e de cobertura vegetal não estarem adequadas, esta microbacia apresenta um potencial considerável, pois tem fornecido água constante nos últimos anos, mesmo em períodos de secas extremas.

Sendo assim, de forma a confrontar dados e traçar um paralelo entre a situação atual que é de uma bacia degradada, e uma futura, em processo de conservação adequada, com um plano de reflorestamento e de preservação aliado ao manejo apropriado da *Acrocomia aculeata*, pode-se inferir que ocorrerão melhorias consideráveis na altura do lençol freático, na diminuição do escoamento superficial e no aumento da vazão, melhorando o abastecimento de água no Rio Turvo.

Conclui-se que a *Acrocomia aculeata* no espaçamento 6x6 e com dois anos e meio de idade, não tem exercido influência perceptível com a presente metodologia utilizada, quando comparados ao trabalho de Corrêa (2014). No entanto, pode-se afirmar que esta espécie mostrou-se bastante resistente a secas na área, acredita-se ainda que com o manejo adequado da área essa espécie, por se tratar de uma palmeira, apresenta um potencial considerável e pode influenciar na infiltração de água no solo.

Recomenda-se, portanto a continuação do monitoramento, a fim de diagnosticar futuramente quando a *Acrocomia aculeata* começa a influenciar nas variáveis hidrológicas presentes na microbacia do Janjão.

Ressalta-se a importância dos incentivos da CNPq para condução do projeto.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, J.C. Recursos hídricos: gestão participativa e descentralizada. In: SEMINÁRIO

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BARRELLA, W. et al. **As Relações Entre as Matas Ciliares os Rios e os Peixes.** In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) Matas ciliares: conservação e recuperação. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BEIJO, L. A.; MUNIZ, J. A.; VOLPE, C. A. e PEREIRA, G. T. **Estudo da precipitação máxima em Jaboticabal (SP) pela distribuição de Gumbel utilizando dois métodos de estimação dos parâmetros.** Jaboticabal. 2003

BELING, F. A. **Monitoramento de Pequenas Bacias Hidrográficas. Coleta, Transmissão, Processamento e Armazenamento de Dados.** Santa Maria: UFSM. Julho 2008. Disponível em: <<http://jararaca.ufsm.br/websites/paiva/download/RelFabio07-08.pdf>>. Acesso em: 01/09/2014.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** 3. ed. São Paulo: Ícone, 1990. 355 p.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; MELO, D. C. R. **Mapeamento temporal e espacial da precipitação pluviométrica da região metropolitana de**

Goiânia. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.4594.

CECÍLIO, R.A.; REIS, E.F. **Apostila Didática: Manejo de Bacias Hidrográficas.** Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Rural, 2006. 10p.

CHOW, V T; MAIDMENT, D. R.; MAYS, L. W. **Hidrología Aplicada.** Tradución Juan G. Saldarriaga. Santafé de Bogotá: McGRAW-HILL INTERAMERICANA, 584 p, 1994.

CORRÊA, J. B. L. **Processos Hidrológicos Quantitativos e Parametros de Qualidade da Água na Cultura de Macaúba (*Acrocomia aculeata*), Araponga – MG.** 49p. tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 2014.

DADALTO, D. **Proposta de Manejo em Mosaico Para Uma Bacia Hidrográfica de Uma Empresa do Setor Florestal em Felixlândia, Minas Gerais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2014.** 15p. Dissertação (Graduação) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 2014.

DIAS, H. C. T. **Cultivo da macaúba: ganhos ambientais em áreas de pastagens.** Informe agropecuário, Belo Horizonte, v 32, n. 265, p. 52-60, Nov./Dez. 2011.

FERNANDES, M.R.; SILVA, J. C. **Programa Estadual de Manejo de Sub-Bacias Hidrográficas: Fundamentos e Estratégias - Belo Horizonte: EMATERMG.** 1994. 24p.

FLANAGAN, D. C.; NEARING, M. A. (ed.) **Water Erosion Prediction Project (WEPP) – Technical Documentation.** NSERL Report n. 10. West Lafayette: USDA/NSEAL, 1995. n.p.

GARCEZ, N. L. **Hidrologia.** São Paulo: Edgard Blucher. 1976. 249p.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ G. A. **Hidrologia.** 2ª.ed. revista e atualizada. São Paulo: Editora Edgard Blucher. 1998.

GERALDIS, S. F. M. **Manejo Sustentável do Uso da Água. 2005.** Disponível em: <[http://www.unicentro.br/proesp/posgraduação/revista/manejo/manejo%20sustent%20vel em PDF](http://www.unicentro.br/proesp/posgraduação/revista/manejo/manejo%20sustent%20vel%20em%20pdf)>. Acesso em: 31 ago. 2014.

GUERREIRO, M. G. **A floresta na conservação do solo e da água.** Lisboa: Livraria Sá de Costa, 1953. 193 p.

KNISEL, W.G. (Ed.). **CREAMS: A field-scale model for chemicals, runoff, and erosion from agricultural management systems.** U.S. Department of Agriculture, Science and Education Administration, Conservation Research Report N.26. 643p. 1980.

LEOPOLDO, P. R.; CONTE, M. L. **Repartição da Água de Chuva em Cobertura Vegetal com Características de Cerrado.** In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HÔDRICOS E SIMPOSIO INTERNACIONAL DE RECURSOS HÔDRICOS EM REGIÕES METROPOLITANAS, 6., 1985, São Paulo. Anais. São Paulo: ABRH, 1985. v. 3. p. 212-220.

LIMA, W.P. **Princípios de manejo de bacias hidrográficas.** Piracicaba: ESALQ. USP, 1976.

_____ **Escoamento Superficial, perdas de solo e nutriente em microparcelsa reflorestadas com eucalipto em solos arenosos no município de São Simão.** IPEF, Piracicaba, n. 38, p. 5-16, 1988.

LORENZI, H. **Flora Brasileira: Arecaceae (palmeiras).** Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2010.

LORENZON, A. S. **Processos Hidrológicos em um Fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no Município de Viçosa, MG.** Viçosa: UFV, 56p. 2011.

MOTOIKE, S. Y. **A Cultura da Macaúba implantação e manejo de cultivos racionais.** Viçosa, v. 1, p. 10-11, 2013.

NACIONAL SOBRE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS, 1., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CREA-RJ, p. 4-7, 1997.

NETO, P. S.; MAFFIA, V. P.; DIAS, H. C. T.; SILVA, W. A. de S. **Avaliação do Escoamento Superficial de Água de Chuva em um Fragmento de Mata Atlântica no Município de Viçosa, MG.** Anais II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas, Serviços Ambientais e Sustentabilidade. Taubate. Dezembro 2009. 133p

NOVAES, R. F. **Contribuição para o estudo do côco macaúba.** 1952. 86 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, SP.

OLIVEIRA, J. J. C.; DIAS, H. C. T. **Precipitação Efetiva em Floresta Estacional Semidecidual na Reserva Mata do Paraíso, Viçosa, Minas Gerais.** 2006. 72p. Dissertação (Mestrado em Ciencia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PENMAN, H. L. **Vegetation and hydrology.** London: Commonwealth Agricultural Bureau, 1963. 124 p.

PERRY, D.A.; MAGHEMBE, J. **Ecosystem concepts and current trends in forest management: time for reappraisal.** Forest Ecology and Management, v.26, p. 123-140, 1989.

PINTO, N.L.; HOLTZ, A.C.T.; MARTINS, J.A. **Hidrologia de superfície.** 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. 179 p.

POTTER, K. N. **Soil properties effect on random roughness decay by rainfall.** Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.33, n.6, p.1899-1892. 1990.

PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. dos S.; SILVA, D. D. da. **Escoamento superficial.** 2.ed. Viçosa: UFV, 2004. 87 p.

RABELO, C. S. **Avaliação do Escoamento Superficial de Água de Chuva Sobre o Solo em Plantio de Macaúba.** 24p. Dissertação (Graduação) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 2009.

RAMOS, G. J. A.; MAFFIA, V. P.; DIAS, H. C. T.; SILVA, W. A. de S. **Monitoramento do nível do lençol freático do Rio Gualaxo do Norte, Mariana, MG.** Anais II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas, Serviços Ambientais e Sustentabilidade. Taubate. Dezembro 2009. 133p

RANZINI, M. **Balanço Hídrico, Ciclagem Geoquímica de Nutrientes e Perdas de Solo em Duas Microbacias Reflorestadas com Eucaliptus saligna Smith, no Vale do Paraíba, SP.** Piracicaba: ESALQ, (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais), 1990. 99p.

RATTER, J. A. BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J. F. **Analysis of the floristic composition of the Brazilia Cerrado vegetation III: Comparison of the woody vegetation of 376 areas.** Edinburgh Journal of Botany. 57p. 2003.

SANTANA, D.P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 30).

SANTOS, R. S.; TUCCI, C.; SILVEIRA, A. L. L.; MENESES, A. S. F. **Estimativa do Hidrograma de Projeto com Base na Incerteza dos Parâmetros do Modelo.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos. V6, n.1, p29-41, 2001.

SILVA, A. M. **Princípios Básicos de Hidrologia.** Departamento de Engenharia. UFLA. Lavras-MG. 1995.

SILVA, B. A. W.; AZEVEDO, M. M.; MATOS, J. S. **Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas Urbanas.** Revista VeraCidade. Ano 3. Nº 5. 2006.

SILVA JÚNIOR, IVANALDO SOARES DA. **As agências reguladoras de bacias hidrográficas como proteção jurídica dos recursos hídricos.** Jus Navigandi, Teresina, ano 18, n. 3530, 1 mar. 2013. Dispon. em: <<http://jus.com.br/artigos/23777>>. Acesso em: 1 set. 2014.

SILVA, J. de C.; BARRICHELO, L. E. G.; BRITO, J. O. **Endocarpos de Babaçu e de Macaúba comparados a madeira de *Eucalyptus grandis*.** IPEF, n.34, p.31-34, dez. 1986.

SILVA, J. C.; HELDWEIN, A. B.; MARTINS, F. B.; TRENTIN, G.; GRIMM, E. L. **Análise de distribuição de chuva para Santa Maria, RS.** Revista Árvore de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v. 11, n.1, p. 67-72, 2007.

SOUZA, E. R. **Alterações Físico-químicas no Deflúvio de Três Sub-bacias Hidrográficas Decorrentes da Atividade Agrícola.** Lavras: UFLA, 91p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia Florestal / Manejo Ambiental), 1996.

STONE, J.; RENARD, K.G.; LANE, L.J. **Runoff estimation on agricultural fields**. In: Agassi, M. (ed.) Soil erosion, conservation, and rehabilitation. New York: Marcel Dekker, 1996. Cap. 10, p.203-238.

TONELLO, K.C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG**. 2005. 69p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

VALENTE, O.F. e CASTRO, P. S. **Manejo de Bacias Hidrográficas**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 7, n. 80, p. 40-45, 1981.

VILELLA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 245 p., 1975.

WALLING, D.E. Water in the catchment ecosystem. In: GOWEN, A.M., ed. **Water Quality in Catchment Ecosystems**. New York: John Wiley, 1980. p.1-47.

WHITEHEAD, P.G. e ROBINSON, M. **Experimental basin studies: an international and historic perspective of forest impacts**. Journal of Hydrology, p. 217-230, 1993.