



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Diagnóstico participativo de uma microbacia hidrográfica no sudeste do Brasil: premissas de ordenação ambiental e agrícola

Alisson Lopes Rodrigues^{1*}, Pedro Manuel Villa^{2*}, Alice Cristina Rodrigues³, Rafles Anselmo da Mata⁴

¹ Pesquisador de iniciação científica da Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Univiçosa, CEP 36570-900, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. alissonl.rodrigues44@gmail.com (autor correspondente). ² Pesquisador do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36570-900, Viçosa, Minas. pedro.villa@ufv.br Gerais, Brasil. ³ Pesquisadora do Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36570-900, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. alice.cristina@ufv.br. ⁴ Professor da Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Univiçosa, CEP 36570-900, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. rafles.mata@hotmail.com

Artigo recebido em 30/10/2018 e aceito em 15/02/2019

RESUMO

As mudanças no uso da terra ao longo da história têm gerado negativas consequências para Mata Atlântica, deixando-a apenas com cerca de 10% de florestas maduras, com uma redução expressiva dos reservatórios de água e degradação de bacias hidrográficas. Nesta pesquisa diagnosticou-se o padrão atual e potencial de ocupação e uso da terra numa microbacia hidrográfica no Município São Miguel do Anta, Minas Gerais, Brasil. Esta pesquisa também teve como prioridade desenvolver um plano de manejo e conservação do recurso hídrico da comunidade. A bacia hidrográfica é ocupada atualmente por pequenos e médios agricultores correspondendo um total de nove propriedades, que mantêm diferentes atividades de produção agrícola e pecuária, principalmente cultivo de café, milho, feijão, eucalipto e granjas de frango de corte como parte do sustento econômico familiar. Os resultados desta pesquisa revelam o padrão de uso e ocupação de uma microbacia no Sudeste do Brasil, onde a maior proporção de área é destinada para atividades de produção agrícola e pecuária. A partir deste padrão de ocupação e das estimativas de consumo de água nas diferentes propriedades, propõe-se um plano de manejo preliminar com algumas premissas para a conservação e recuperação desta microbacia. Destaca-se a importância dos sistemas agroflorestais e corredores biológicos como ações imediatas de reabilitação de áreas degradadas e restauração ecológica, com a finalidade de reduzir as perdas de água por escoamento superficial, assim como a perda e degradação de solos.

Palavras-chave: Agrofloresta, Área de Preservação Permanente, corredor biológico, reabilitação de áreas degradadas.

Participatory diagnosis of a micro basin in southeastern Brazil: premises for environmental and agricultural management

ABSTRACT

Changes in land use throughout history have generated negative consequences in the Atlantic Forest, leaving it with only about 10% of mature forests, such as a reduction of water reservoirs and degradation of hydrographic basins. In this research the current pattern and potential of land use and use in a hydrographic basin in the Municipality of São Miguel do Anta, Minas Gerais, Brazil, was diagnosed. This research also had as a priority to develop a management and conservation plan of the water resource of the community. The hydrographic basin is currently occupied by small and medium-sized farmers, corresponding to a total of nine properties, which maintains different agricultural and livestock production activities, mainly of coffee, corn, beans, eucalyptus and chicken farms as part of the economic sustenance family. The results of this research reveal the pattern of use and occupation of a microbasin in the Southeast of Brazil, where the largest proportion of area is destined for agricultural and livestock production activities. From this occupation pattern and water consumption estimates in the different properties, a preliminary management plan with some premises for the conservation and recovery of this microbasin is proposed. It is important to emphasize the importance of agroforestry systems and biological corridors as immediate actions for the rehabilitation of degraded areas and ecological restoration respectively in order to reduce water losses due to runoff, as well as soil loss and degradation.

Keywords: Agroforestry; biological corridor; Permanent preservation areas; rehabilitation of degraded areas.

Introdução

A intensificação das atividades antrópicas durante as últimas décadas, principalmente através das mudanças no uso da terra, tem gerado um aumento na concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, e em consequência disso, modificações no clima global (IPCC, 2014). Assim, a mudança climática também tem provocado modificações nos padrões de precipitações, alterando a disponibilidade de água para diferentes tipos de uso (IPCC, 2014; Smerdon, 2017). Neste sentido, existem predições de que as reservas de água doce no mundo podem reduzir 40% até ano de 2030 (WWAP, 2015). Por tanto, ainda com suficiente água para suprimir as necessidades de crescimento do consumo e garantir a sustentabilidade ecológica, uma mudança drástica no uso e gerenciamento deste recurso pode acarretar graves consequências à humanidade (IPCC, 2014). Nas últimas décadas o consumo de água cresceu duas vezes mais que a população e a estimativa com base dados estatísticos é de que a demanda aumente 55% até 2050, portanto os desafios são muitos (WWAP, 2015). Por outro lado, a ONU estima que atualmente 20% dos aquíferos, grandes reservatórios subterrâneos de água doce, sendo os possíveis alimentadores das nascentes e rios, estejam sendo explorados acima de sua capacidade. Esses aquíferos são responsáveis por fornecer água potável à metade da população mundial e também de onde provem 43% da água usada na irrigação; porém grande parte desta água pode sair das bacias hidrográficas por meio da evaporação direta e da transpiração das plantas de cultivos agrícolas (WWAP, 2015).

A Mata Atlântica é uma das florestas tropicais mais ameaçadas do mundo por causa das mudanças do uso da terra ao longo da história, e mais recentemente pelos impactos negativos das mudanças climáticas (Joly *et al.* 2014). Atualmente, restam apenas cerca de 10 % de florestas maduras conservadas, e os remanescentes de vegetação nativa estão reduzidos a cerca de 20% de sua cobertura original (Scarano e Ceotto, 2015). Estes processos de transformação na Mata Atlântica têm gerado graves consequências sobre os serviços ecossistêmicos, como a redução dos reservatórios de água, degradação de bacias hidrográficas, e alteração de padrões climáticos (Joly *et al.*, 2014; Lima e Abreu, 2016). Os processos de recuperação e critérios de conservação das bacias hidrográficas da Mata Atlântica são fundamentais para garantir o abastecimento de água às populações locais.

Contudo, isto depende de vários fatores ambientais e antropogênicos (e.x., padrões de uso da terra); assim como do levantamento de informações necessárias para estabelecer planos de manejo e conservação. Na atualidade a situação é bastante preocupante porque ainda são limitados os estudos que analisem os efeitos simultâneos destes fatores sobre o balanço hídrico em bacias e microbacias da região, principalmente sobre o nível de conservação, manejo, e degradação que afetam a disponibilidade do recurso hídrico. A maioria das pesquisas desenvolvidas tem sido exploratórias, sem propostas de planos de manejo para um maior impacto socioambiental.

As mudanças do uso da terra podem modificar as inter-relações entre os diferentes fluxos de água que fazem parte do balanço hídrico de uma bacia hidrográfica na escala local, e dependem diretamente das características intrínsecas de cada ecossistema (Chicharo *et al.*, 2015; Wang *et al.*, 2015). Portanto, qualquer modificação que ocorra nas bacias sob diferentes práticas de manejo do solo (i.e. pastagens, lavoura de café e plantio de eucalipto, e construção de reservatórios artificiais), podem ter efeitos diretos sobre esses fluxos associados ao balanço hídrico (Chicharo *et al.*, 2015; Zomlot *et al.*, 2017). Assim, mudanças no uso da terra podem alterar a quantidade de água que é armazenada no solo, como também seus fluxos que alimentam os aquíferos; e em consequência pode-se modificar a dinâmica da vazão específica das bacias (Wang *et al.*, 2015; Smerdon, 2017; Zomlot *et al.*, 2017). Neste sentido, a vazão representa um importante indicador ecológico de monitoramento do estado de conservação das bacias hidrográficas; no entanto pouco se conhece sobre estes fluxos hídricos em florestas altamente fragmentadas e sistemas agrícolas intensificados da Mata Atlântica. Por este motivo, é de grande importância a avaliação dos padrões de uso da terra nas bacias hidrográficas com o propósito de conhecer a dinâmica hídrica e a capacidade de armazenamento da água no solo, assim como estimar o fluxo de saída pela vazão (Chuanhao *et al.*, 2017).

Nesta pesquisa de campo propõe-se como objetivo diagnosticar o padrão atual e potencial de ocupação e uso da terra de uma microbacia hidrográfica no Município São Miguel do Anta, Minas Gerais, Brasil. Esta pesquisa também tem como prioridade desenvolver um plano de manejo e conservação do recurso hídrico da comunidade. O gerenciamento dos recursos hídricos em bacias hidrográficas da Mata Atlântica é de muita

importância devido ao atual cenário de mudanças climáticas e a necessidade de abastecimento que satisfaça as necessidades humanas da região. Por outra parte, a maioria dos modelos sobre mudanças climáticas tem sido desenvolvida para analisar processos numa escala global, continental e regional; porém, são limitados os estudos hidrológicos para avaliar condições locais em microbacias. Neste contexto, no presente artigo se apresentam premissas para executar um plano de manejo comunitário da microbacia hidrográfica que envolva diferentes componentes para um desenvolvimento sustentável, recuperação e conservação dos recursos hídricos.

Material e métodos

Área de Estudo - A pesquisa será conduzida em uma pequena bacia hidrográfica de 3 km² (Fig. 3) localizada no perímetro da comunidade Fartura do município de São Miguel do Anta (20°44'11,28''S e 42° 43' 9,22''W), Minas Gerais, Brasil (Figura 1). Segundo a classificação de Koppen o clima e do tipo CWA tropical de altitude, com os maiores valores de precipitação entre os meses de dezembro a março (média de 1300 mm), de acordo com o instituto nacional de meteorologia (INMET), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Seguindo as regras da classificação, a pequena bacia é de ordem 2 (< 5 km²), é arredondada e tem maior chance de concentração de grandes volumes de enxurradas nos seus cursos de drenagem (Valente e Gomes, 2011).

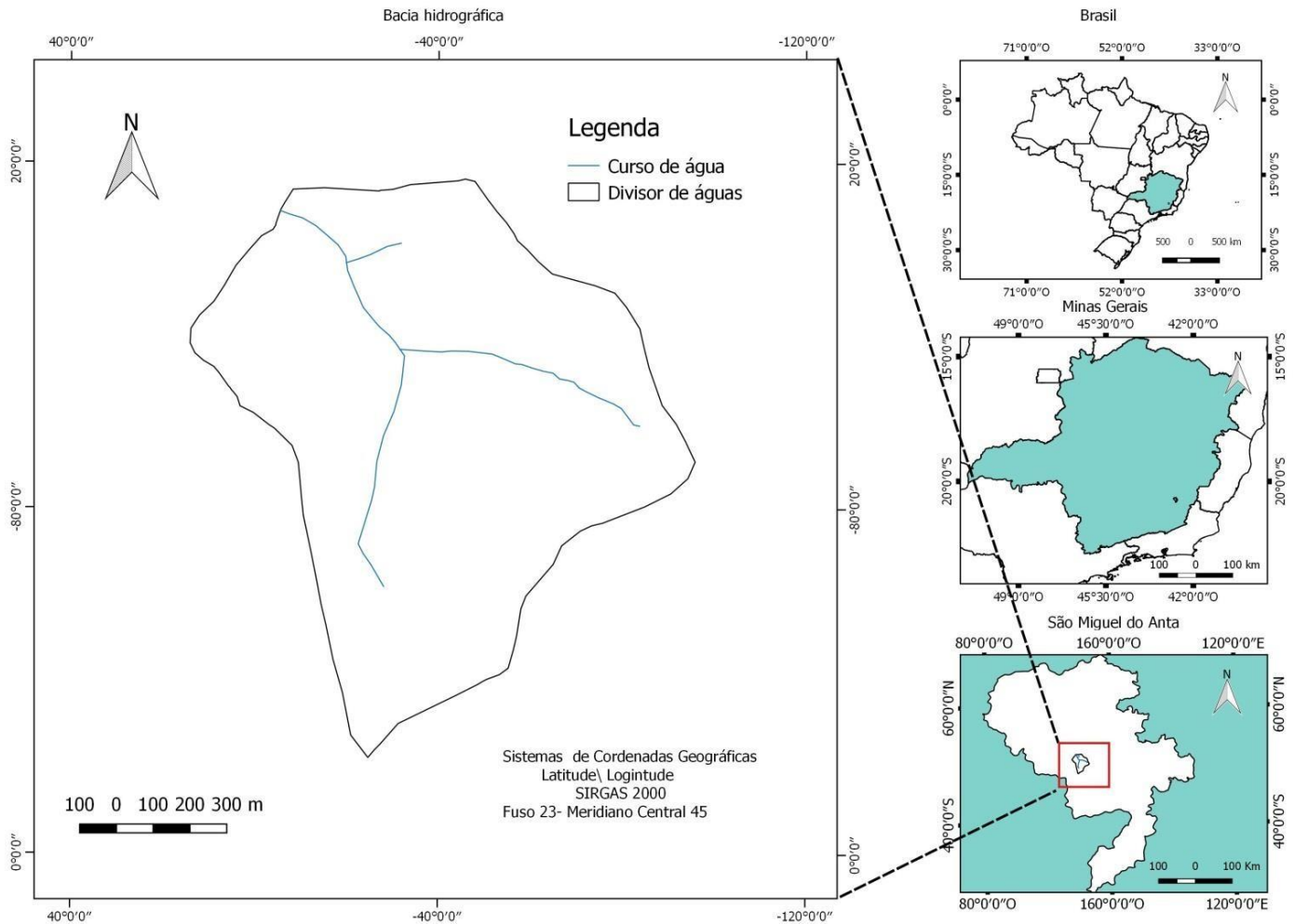


Figura 1. Localização geográfica da microbacia hidrográfica, comunidade Fartura, São Miguel do Anta, Minas Gerais, Brasil.

Diagnóstico de uso de recursos hídricos na microbacia – Foram diagnosticados diferentes componentes relacionados com o uso da água nas

diferentes propriedades da comunidade Fartura que fazem parte da microbacia hidrográfica, baseado nos métodos de Knapp e Huang (2017) e Léllis et al.

(2017). Entres os componentes mais importantes para estimar a quantidade de água usada serão: 1) uso de água com fins domésticos, 2) água usada para irrigação, 3) atividades de produção agrícola e pecuária (Figura 2). Assim, para conhecer a variação temporal dos diferentes tipos de uso da água da microbacia, se realizará um monitoramento constante nas diferentes propriedades. Para isto, será necessário estimar o volume de água usado em propriedade, baseado em amostragens direitas da irrigação, água para uso domestico, e atividades agrícolas e pecuárias (Léllis et al., 2017).

Construção de mapas de uso e ocupação da terra-

Com a finalidade de caracterizar o uso e a ocupação da terra na microbacia hidrográfica realizou-se vetorização das classes com o auxílio de imagens de

satélite, para diferenciar áreas de uso atual, Área de Preservação Permanente (APP), e área de uso potencial como parte de um plano de manejo ambiental e agrícola. A digitalização manual e edição vetorial foram realizadas na medida em que as classes de uso da terra foram sendo identificadas pelo processo de interpretação visual, e a atualização das classes de uso e ocupação foi realizada através do levantamento de campo nas diferentes propriedades da microbacia hidrográfica. Os procedimentos de vetorização foram realizados a partir métodos baseados em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), utilizando ferramentas de geoprocessamento como o QGIS versão 2.14 para a construção de mapas de uso atual e uso potencial como parte de um plano de manejo.



Figura 2. Microbacia hidrográfica, comunidade Fartura, São Miguel do Anta, Minas Gerais, Brasil.

Medição da vazão da microbacia hidrográfica - A medição da vazão da microbacia foi realizada diariamente com cinco repetições por dia de amostragem. Usou-se um vertedor triangular de parede delgada para medir a vazão mínima, pois seguindo a NBR 13403\95 os vertedores triangulares oferecem maior precisão para vazões menores que 30L\s, sendo uma característica do canal fluvial na jusante da pequena bacia. Para a vazão máxima optou-se pela técnica do flutuador que oferece maior precisão com uma maior quantidade de água no canal

fluvial. As equações utilizadas para determinar a vazão (Q) no vertedor triangular e retangular foi a seguinte:

$$Q= 1,32 \times h^{2,5} \quad (1),$$

sendo h a carga hidráulica (Ramos, 2003). De forma contrária, o método do flutuador baseia-se no fato de que a vazão pode ser calculada através do produto de uma dada seção do curso d'água pela velocidade do fluxo nessa seção, corrigido por um coeficiente, sendo que esse método aplicado em vazões maiores

e com boa profundidade e é calculado pela seguinte equação:

$$Q = C \times S \times V (2);$$

sendo S a área da seção; V a velocidade do fluxo; C o coeficiente de correção para valor real (Ramos, 2003).

Resultados

A bacia hidrográfica é ocupada atualmente por pequenos e médios agricultores correspondendo um total de nove propriedades, que mantêm diferentes atividades de produção agrícola e pecuária, principalmente cultivo de café, milho, feijão, eucalipto e granjas de frango de corte como parte do sustento econômico familiar. A distribuição atual do uso da terra das diferentes atividades é da seguinte forma: eucalipto (8,26%), reservatórios (0,87%), café (12,54%), culturas anuais (9,6%), granjas de frango de corte (0,27%), estradas rurais (1,8%), banana (0,28%), matas remanescentes (14,73%), moradias rurais (0,74%), cana de açúcar (0,21%) e pastagem (50,7%).

Na ocupação da terra como parte do plano de manejo, propõe-se reduzir um pouco a extensão de área para culturas agrícolas, com a finalidade de incrementar a superfície para modelos agrícolas sustentáveis como sistemas agroflorestais, e corredores biológicos; assim como para aumentar a superfície de APP (Tabela 1, Figura 3A). Observou-se uma marcada variação sazonal da vazão média da microbacia (Figura 4).

Estimou-se uma alta demanda de água para o consumo nas residências dos moradores locais, seguido de água destinada para a produção pecuária, e finalmente em uma propriedade se usa água para irrigação complementar de culturas anuais durante o período de inverno (Tabela 2). A maior parte das culturas permanentes (café, espécies fruteiras, banana) não requer irrigação, e depende da dinâmica das precipitações.

Tabela 1. Distribuição do uso e ocupação da terra no cenário atual e potencial com plano de manejo da microbacia hidrográfica, comunidade Fartura, São Miguel do Anta, Minas Gerais, Brasil..

Uso atual	Km ²	Hectares (ha)
Bacia hidrográfica	3,2	320
Pastagem	1,62	162
Café	0,42	42
Banana	0,089	8,9
Moradias rurais	0,023	0,81
Eucalipto	0,26	26
Estradas rurais	0,057	5,7
Culturas anuais	0,30	30
Cana de açúcar	0,0668	6,68
Granjas de frango	0,002	0,2
Reservatórios	0,0277	2,75
Matas remanescentes	0,43	43

Uso plano de manejo	Km ²	Hectares (ha)
Pastagem	1,42	142
Café	0,30	30
Banana	0,089	8,9
Moradias rurais	0,023	0,81
Eucalipto	0,26	26
Estradas rurais	0,057	5,7
Culturas anuais	0,26	26
Cana de açúcar	0,067	6,77
Granjas de frango	0,002	0,2
Reservatórios	0,0271	2,76
Matas remanescentes	0,50	50
Sistemas agroflorestais	0,140	14
Terraceamento em nível	0,079	7,9
Caixa seca	0,00055	0,055
Viveiros agroflorestais	0,000384	0,0384
Corredor biológico	0,0951	9,51

Tabela 2. Média anual do uso da água nas diferentes propriedades da microbacia hidrográfica, comunidade Fartura, São Miguel do Anta, Minas Gerais, Brasil.

Propriedades	Irrigação	Residências	Granjas
P1	-	1296000	-
P2	-	388800	5320000
P3	-	259000	0
P4	-	453600	3240000
P5	5960800	-	-
P6	-	324000	-
P7	-	194400	-
P8	-	324000	-
P9	-	-	-

Premissas para plano de manejo - Com o objetivo de desenvolver um plano integral de manejo na microbacia hidrográfica propõem-se algumas premissas importantes:

Sistemas agroflorestais – Propõe-se o estabelecimento de sistemas agroflorestais (SAFs) como modelo agrícola sustentável que consiste no uso ou manejo da terra com a combinação de múltiplas espécies anuais, perenes (arbóreas), criação de animais de forma simultânea ou em sequência temporal, e que promove benefícios econômicos e ecológicos (Figura 3B).

Corredor biológico - Para conectar os três fragmentos florestais remanescentes propõe-se o uso de corredores biológicos que representa uma das estratégias mais promissoras para o planejamento regional eficaz de conservação e preservação da flora e fauna.

Esta medida é devido que, a floresta atlântica, um dos ecossistemas com maior biodiversidade do planeta, necessita com urgência desse tipo de planejamento. A ligação destes remanescentes isolados por corredores de vegetação natural é uma estratégia para mitigar os efeitos da ação antrópica e garantir a biodiversidade e a manutenção hidrológica da bacia (Figura 3B).

Viveiros agroflorestais - Para a produção de mudas tanto para os sistemas agroflorestais, corredores biológicos, como para restauração de área de mata nativa, cada propriedade rural receberá assistência técnica para construção de viveiros agroflorestais (Figura 3B).

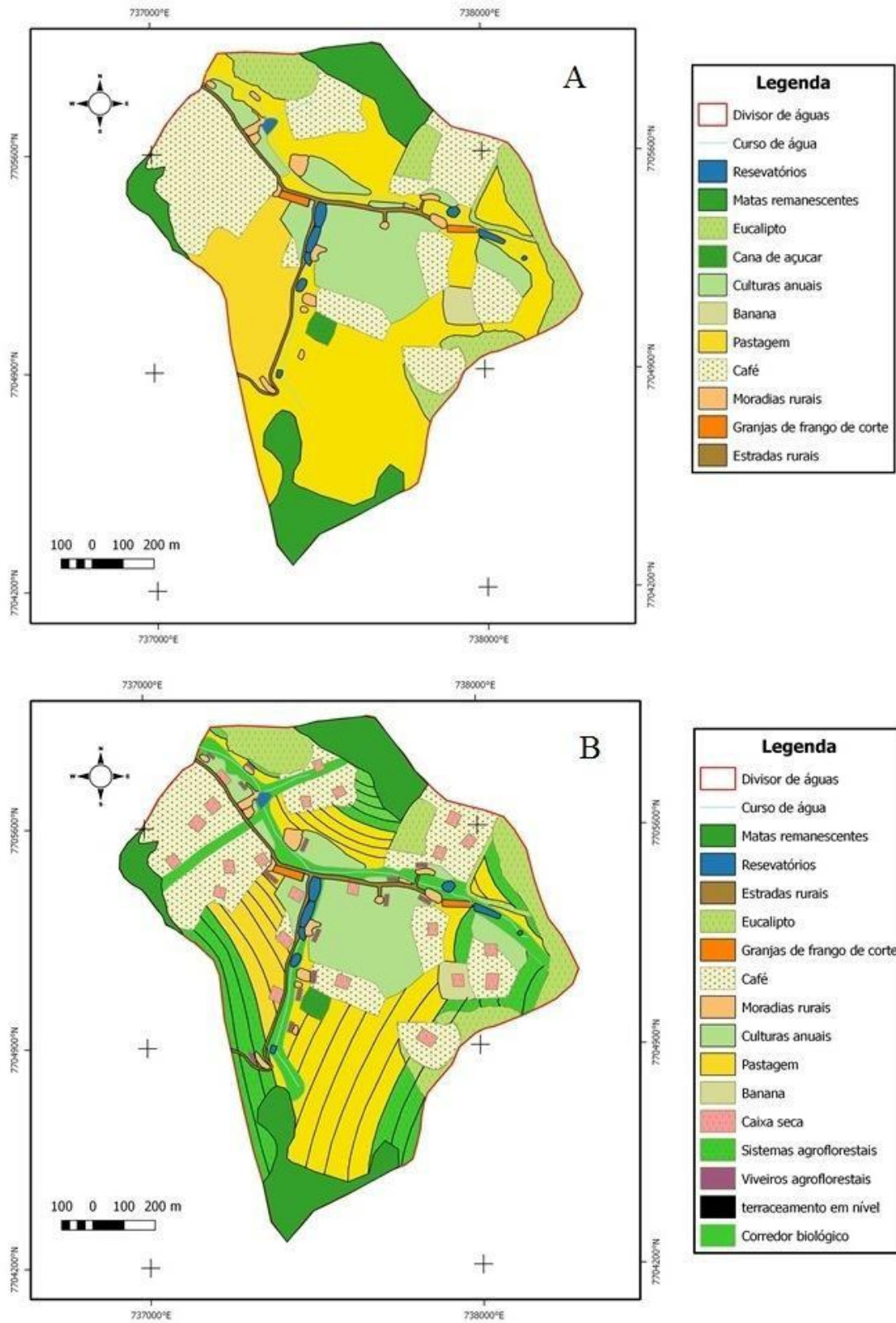


Figura 3. Mapas de uso atual (A) e uso potencial como parte do plano de manejo (B) da microbacia hidrográfica, comunidade Fartura, São Miguel do Anta, Minas Gerais, Brasil.

Terraceamento em nível e caixa seca- Dentro da tecnologia mecânica recomenda-se o terraceamento em nível nas pastagens, sendo formados por canais de base estreitas construído em nível ao longo das encostas como prática tradicional para o controle da erosão. Desta forma, a construção de terraços também permitirá reduzir o volume de escoamento das águas das chuvas, formando reservatórios para o armazenamento temporário, dando tempo da infiltração acontecer. Essa prática esta sendo utilizada em conjunto com outras tecnologias vegetativas, como os SAFs. Por outro lado, com objetivo de diminuir o escoamento superficial direto na bacia hidrográfica foi dimensionado caixas secas que são

verdadeiros buracos de base retangular, cavados no solo, com dimensões às retenções desejadas. Serão feitos ao longo de alguns pontos da estradas rurais, lavouras de café, culturas anuais e banana (Figura 3B).

Monitoramento da vazão - A medição da vazão de um curso d'água é uma operação fundamental para uma avaliação correta da dinâmica hidrológica de uma pequena bacia hidrográfica, mas sobre tudo para o planejamento de manejo de recursos agrícolas e ambientais (Figura 4). Finalmente recomenda-se avaliar os principais fluxos de entrada e saída de água do sistema (precipitação e evaporação) com a finalidade de monitorar a dinâmica do balanço hídrico através de mensurações permanente da vazão principal da microbacia.

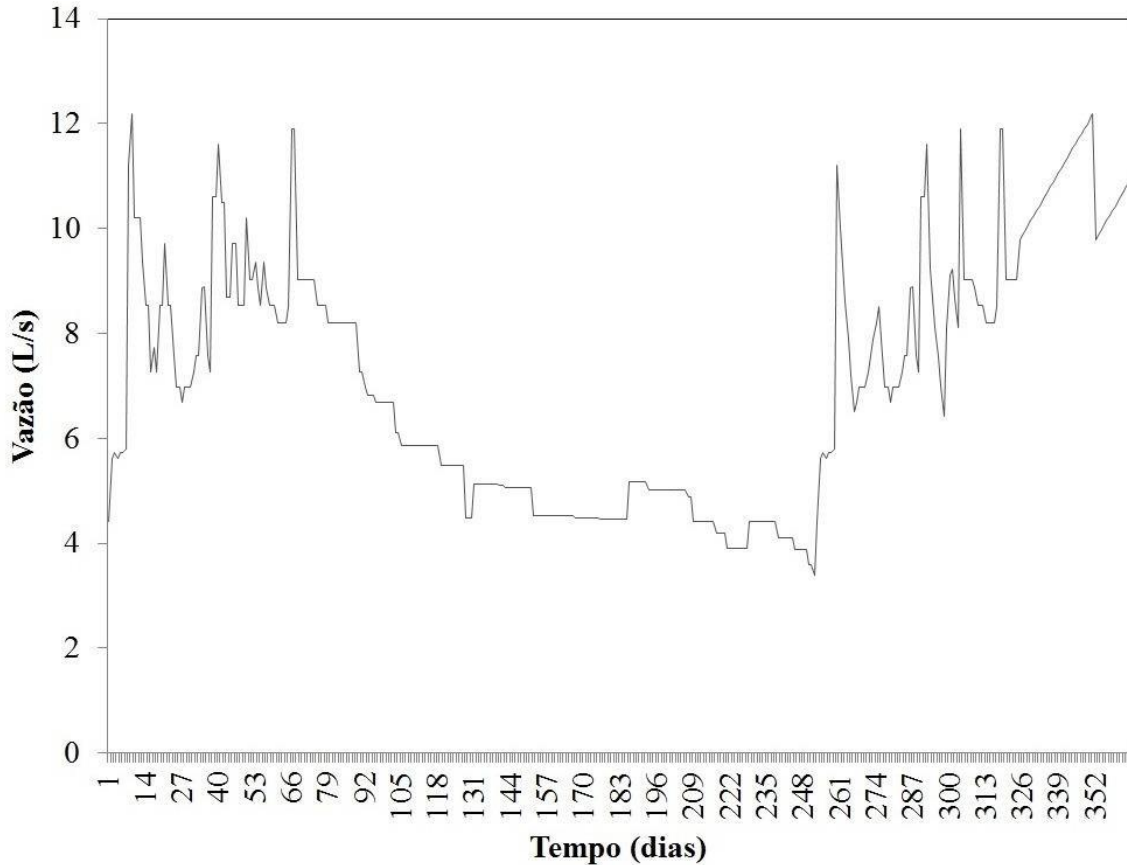


Figura 4. Dinâmica temporal da vazão média da microbacia hidrográfica, comunidade Fartura, São Miguel do Anta, Minas Gerais, Brasil.

Discussão

Os resultados desta pesquisa revelam o padrão de uso e ocupação de uma microbacia no Sudeste do Brasil, onde a maior proporção de área é destinada para atividades de produção agrícola e pecuária. A partir deste padrão de ocupação e das estimativas de consumo de água nas diferentes propriedades, propõe-se um plano de manejo preliminar com algumas premissas para a conservação e recuperação desta microbacia. No Brasil, a região Nordeste tem sido reportada como uma das mais vulneráveis às mudanças de precipitação, por enfrentar problemas de seca prolongadas dentro do período chuvoso, dessa forma os impactos negativos gerados tendem a ser mais intensos (Souza et al. 2015). No entanto, o sudeste do Brasil começa a apresentar uma realidade preocupante pela alta vulnerabilidade aos efeitos das mudanças climáticas e consequências do histórico no uso da terra que afeta os processos hidrológicos em escala regional (Joly et al. 2014). Neste cenário negativo, é fundamental investir em diagnósticos e pesquisas para criar medidas de controle e manejo do recurso hídrico nessa região e garantir seu fornecimento de água para gerações atuais e futuras. Por este motivo, destacamos a importância dos diagnósticos participativos das microbacias hidrográficas com a finalidade de identificar o estado atual de ocupação, uso dos recursos hídricos e conservação, além de propor medidas de desenvolvimento de planos de manejo baseado no uso potencial das microbacias. Por exemplo, o monitoramento da vazão pode representar um indicador importante de monitoramento, que pode permitir a programação no uso do recurso hídrico ao longo do tempo, especialmente para evitar a sobre exploração e degradação ambiental.

No entanto, a maior parte das pesquisas e diagnósticos ambientais tem sido desenvolvidas em escalas regionais principalmente em reconhecidas bacias hidrográficas, porém com limitados estudos em escala local avaliando microbacias. Por exemplo, Curtarelli et al. (2013) encontrou no reservatório da Itumbiara no Rio Paraná, valores de aproximadamente 1.7 bilhões de m³ de água evaporada representado 10% do volume total do reservatório. Estes valores são similares aos observados no reservatório Sobradinho no rio São Francisco, na ordem de 16,2%, e 10,2% no reservatório de Ilha Solteira (Lima e Abreu, 2015; Vieira et al., 2016). No entanto, não existem estudos que demonstrem perda de água em reservatórios em

escala de pequenas bacias hidrográficas. Em uma pesquisa realizada por Campos et al. (2016) em uma análise da influência da evaporação em 40 reservatórios no estado do Ceará, os estudos comprovaram que os grandes reservatórios apresentam evaporação média de 7% do volume médio anual, enquanto os pequenos apresentam 18%. Por outro lado, Pinheiro e Moraes (2010) ao estudarem a influência de barramentos de pequeno e médio porte na bacia hidrográfica do Rio Catú, no Estado do Ceará, verificaram que a construção do reservatório Catú-Cizento alterou a contribuição do volume de água da bacia para o estuário do rio.

Neste sentido, nós recomendamos para futuras pesquisas e diagnósticos envolver todas as variáveis de fluxo de entrada e saída de água das microbacias, especialmente de processos que podem implicar saídas de água do sistema como evaporação e evapotranspiração. No entanto, ainda existem sérias limitações técnicas e econômicas para organizar as comunidades locais para desenvolver diagnósticos e monitoramento de balanço hídrico em microbacias, mensurando diferentes fluxos de entrada e saída de água (precipitação, evaporação). Por este motivo, uma alternativa rápida para o manejo sustentável é através da aplicação de tecnologias e estratégias reconhecidas de restauração e conservação de recursos hídricos de microbacias (e.x., sistema agroflorestais, corredores biológicos), na medida em que se estabelecem estações climáticas para medição dos diferentes tipos de uso de água nas propriedades rurais e estimativas do balanço hídrico das microbacias.

Uma das atividades mais importantes que se propõe para o manejo da microbacia hidrográfica da comunidade Fartura de São Miguel é o estabelecimento de sistema agroflorestais devido a suas múltiplas vantagens desde um ponto de vista ambiental, agrícola e econômico. A descrição funcional dos sistemas agroflorestais ainda está em constante estudo, porém baseiam-se principalmente em dois importantes componentes, a produção e conservação (Nair, 1993). Da mesma forma, ressalta-se que além da colheita de produtos agroflorestais, esses sistemas podem ter funções-chave na geração de serviços ambientais, como por exemplo, a conservação de solos que também podem aumentar a produtividade das culturas, evitando a erosão e mantendo a fertilidade. Desse ponto de vista, ressalta-se que a colheita de produtos agroflorestais não deveria reduzir a sustentabilidade do sistema, ou seja, é possível reduzir as perdas de água por escoamento superficial com a cobertura dos

SAFs em terraceamento, aumentar a renda econômica das famílias e garantir a segurança alimentar na mesma medida que se recupera e conserva a microbacia hidrográfica e biodiversidade (Nair, 1993, 2006). Além disso, a agrossilvicultura tem três funções principais na conservação da biodiversidade; i) fornecer habitats alternativos ou abrigos para espécies que fazem parte do ecossistema natural, ii) permitir a reabilitação de áreas degradadas; iii) uma "matriz de conectividade" pode ser criada entre os remanescentes de florestas naturais ou modificadas, permitindo o fluxo genético entre as espécies silvestres (Villa et al., 2015; 2017; 2018).

Atualmente, sistemas agroflorestais em áreas protegidas do Brasil representam uma importante alternativa que une aspectos ambientais, sociais e econômicos, para projetar e manter um manejo sustentável de pequenas propriedades rurais (Soares-Filho et al., 2010; Oliveira-Neto, 2012; Villa et al., 2017), o que representaria um modelo de referência e gestão alternativa para as diferentes propriedades que compõem a microbacia; mesmo quando se reconhece que existem outros tipos de uso da terra que estão gerando impactos negativos (pecuária, eucalipto, e reservatórios de água). Desta forma, a agrossilvicultura como alternativa ao modelo de agricultura tradicional baseada em monocultivos, pode representar uma alternativa de conservação e manejo de florestas primárias ou florestas com diferentes estágios de regeneração sucessória (florestas secundárias) que são importantes para recuperar, manter ou aumentar a biodiversidade e o estoque de carbono como um importante serviço ambiental em escala local e global (Nair et al., 2010, Sougata e Shibu, 2012; Villa et al., 2017). Neste mesmo contexto, se presume que a preservação de áreas florestais permanentes na escala da microbacia também pode contribuir na conservação de estoques de carbono e biodiversidade (Soares-Filho et al., 2010; Oliveira-Neto, 2012), além da conservação dos recursos hídricos. Dentro das espécies nativas o palmito-juçara (*Euterpe edulis* Mart) recebe um grande destaque nos corredores biológicos, sendo uma espécie muito bem adaptada às margens de rios e cursos de águas, além de proporcionar grandes quantidades de recursos e energia para manutenção da fauna silvestre (Martins, 2012; Staggemeier et al., 2016).

Conclusão

Os resultados desta pesquisa revelam o padrão de uso e ocupação de uma microbacia no Sudeste do Brasil, onde a maior proporção de área é destinada para atividades de produção agrícola e pecuária. A partir deste padrão de ocupação e das estimativas de consumo de água nas diferentes propriedades, propõe-se um plano de manejo preliminar com algumas premissas para a conservação e recuperação desta microbacia. Destaca-se a importância dos sistemas agroflorestais e corredores biológicos como medidas imediatas de reabilitação de áreas degradadas e restauração ecológica, respectivamente com a finalidade de reduzir as perdas de água por escoamento superficial, assim como a perda e degradação de solos. Com os sistemas agroflorestais, os pequenos agricultores têm a opção de colher produtos agroflorestais para contribuir com a segurança alimentar em nível familiar e local, além de gerar renda através das redes agroalimentares locais.

Agradecimentos

A UNIVICOSA, pela bolsa de iniciação científica concedida ao primeiro autor como parte do projeto de graduação. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa para o segundo autor.

Referências

- Campos, J.N.B.; Lima, N.I.E.; Studart, T.M.C.; Nascimento, L.S.V. 2016. Trade-off between reservoir yield and evaporation losses as a function of lake morphology in semi-arid Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 88, 1113-1125.
- Chuanhao, W., Hu, B.X., Huang, G., Zhang, H., 2017. Effects of climate and terrestrial storage on temporal variability of actual evapotranspiration. *Journal of Hydrology* 549, 388-403
- Chicharo, L., Müller F., Fohrer N. 2015. *Ecosystem services and River basin ecohydrology*. Springer Dordrecht Heidelberg NY London. 350 p.
- Curtarelli, M.P.; Araujo, A.S.; Alcantara, E.; Stech, J.L.; Lorenzenti, J.R., 2013. Avaliação da dinâmica temporal da evaporação no reservatório de Itumbiara, GO, utilizando

- dados obtidos por sensoriamento remoto. *Revista Ambiente & Água*, 8, 272-289.
- IPCC. *Climate change 2014: Synthesis Report: Summary for policymakers*. Geneva: IPCC, 2014. 32p.
- Joly, C.A., Metzger, J.P., Tabarelli, M., 2014. Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives. *New Phytologist* 204, 459-473.
- Knapp, T., Huang, Q., 2017. Do climate factors matter for producers' irrigation practices decisions? *Journal of Hydrology* 552, 81-91.
- Léllis, B.C., Carvalho, D.F., Martínez-Romero, A., Tarjuelo, J.M., Domínguez, A. 2017. Effective management of irrigation water for carrot under constant and optimized regulated deficit irrigation in Brazil. *Agricultural Water Management* 192, 294-305
- Lima, A.A., Abreu, F., 2016. Sobradinho Reservoir: Governance and Stakeholders. In: *Increasing Resilience to Climate Variability and Change*. Tortajata C (Ed). Springer Science+Business Media Singapore. 157- 178 p.
- Martins, S. V., Rodrigues, R. R., Gandolfi, S., Calegari, L., 2012. Sucessão Ecológica: fundamentos e aplicações na restauração de ecossistemas florestais. In: Martins, S.V. (ed.). *Ecologia de florestas tropicais do Brasil*. Viçosa, Editora UFV, Pp. 19-39.
- Nair, P.K.R., Nair, V.D., Kumar, B.M., Showalter, J.M., 2010. Carbon sequestration in agroforestry systems. *Advances Agronomy* 108: 237-307
- Nair, P.K.R., 2006. The role of soil science in the sustainability of agroforestry systems: eliminating hunger and poverty. Pp. 203-2016. In: Gama-Rodrigues AC, Barros NF, Gama-Rodrigues EF. *Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável*. Universidade do Norte Fluminense, Brasil
- Nair, P.K.R., 1993. *An Introduction to Agroforestry*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 489 p.
- Oliveira Neto, S.N., 2012 *Sistemas Agroflorestais para adequação ambiental de propriedades rurais*. *Informe Agropecuário* 33, 70-77
- Pinheiro, L.S., Morais, J.O., 2010. Interferências de barramentos no regime hidrológico do estuário do Rio Catú-Ceará-Nordeste do Brasil. *Sociedade e Natureza* 22, 237-250.
- Ramos, M.M.; Oliveira, R.A., 2003. *Medição de vazão em pequenos cursos d'água*. Senar, Brasília. 64 p.
- Scarano, F.R., Ceotto, P., 2015. Brazilian Atlantic forest: impact, vulnerability, and adaptation to climate change. *Biodivers Conservation*, 24, 2319-2331.
- Smerdon, B.D., 2017. A synopsis of climate change effects on groundwater recharge. *Journal of Hydrology* 555, 125-128
- Soares-Filho, B., Moutinho, P., Nepstad, D., Anderson, A., Rodrigues, H., Garcia, R., Dietzsch, L., Merry, F., Bowman, M., Hissa, L., Silvestrini, R., Maretti, C., 2010. Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107: 10821-10826.
- Sougata, B., Shibu, J., 2012. Agroforestry for biomass production and carbon sequestration: an overview. *Agroforestry Systems* 86, 105-111.
- Souza, R. M. S.; Souza, E. S.; Antonino, A. C. D.; Lima, J.R.S., 2015. Balanço hídrico em área de pastagem no semiárido Pernambucano. *Revista Brasileira de engenharia agrícola e ambiental* 19, 449-455.
- Staggemeier, V.G., Cazetta, E., Morellato, L.P.C., 2016. Hyperdominance in fruit production in the Brazilian Atlantic rain forest: the functional role of plants in sustaining frugivores. *Biotropica* 49, 71-82
- Valente, O.F.; Gomes, M.A., 2011. Conservação de nascentes e produção de água em pequenas bacias hidrográficas. Viçosa, Editora Aprenda fácil. 267 p.
- Vieira, N.P.A.; Pereira, S.B.; Martinez, M.A.; Da silva, D.D.; Silva, F.B. 2016 Estimativa da evaporação nos reservatórios de Sobradinho e Três Marias usando diferentes modelos. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 36, 433-448.
- Villa, P.M., Martins, S.V., Monsanto, L., de Oliveira Neto, S.N., Cancio, N.M., 2015. La agroforestería como estrategia para la recuperación y conservación de reservas de carbono en bosques de la Amazonía. *Bosque* 36, 347-356.
- Villa, P.M., Martins, S.V., Oliveira Neto, S.N., Rodrigues, A. C., 2017. Anthropogenic and biophysical predictors of deforestation in the Amazon: towards integrating REDD+

- activities. *Bosque* 38, 433-446.
- Villa, P.M.; Martins S.V.; Nolasco, S.; Rodrigues, A.C.; Martorano, L.G. 2018. Linking Agroforestry to REDD+ Activities in the Amazon: implications for biodiversity and carbon conservation. In: Pedro Eisenlohr. (Org.). *Forest Conservation: Methods, Management and Challenges*. 1ed. New York: Nova Science Publishers, Inc., 1, 115- 140
- Wang, Z.Y., Lee, J.H.W., Melching, C.S., 2015. *River dynamic and integrated River management*. Springer Heidelberg Dordrecht London NY. 855 p.
- WWAP. United Nations World Water Assessment Programme. The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. Paris, UNESCO. doi: 10.1016/S1366-7017(02)00004-1. 2015
- Zomlot, Z., Verbeiren, B., Huysmans, M., Batelaan, O., 2017. Trajectory analysis of land use and land cover maps to improve spatial-temporal patterns, and impact assessment on groundwater recharge. *Journal of Hydrology* 554, 558–569.