
GEOTECNOLOGIA APLICADA À GESTÃO DE PROGRAMAS DE PAGAMENTO DE SERVIÇOS AMBIENTAIS: O CASO DE RIO CLARO, RIO DE JANEIRO

Geotechnology applied to payment programs management of environmental services: the case of Rio Claro, Rio de Janeiro.

Geotecnología aplicada a la gestión de programas de Pago de Servicios Ambientales: el caso de Rio Claro, Río de Janeiro

Flávio Muller Improta
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
flaimprota@gmail.com

Matheus Pereira Libório
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
m4th32s@gmail.com

Diego Filipe Cordeiro Alves
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
diegofcalves@gmail.com

Sandro Laudares
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
sandrolaudares@gmail.com

Recebido para publicação em 03/07/2019 e aceito em 02/04/2020

DOI: 10.12957/tamoios.2020.43666

Resumo

Explora-se nessa pesquisa o desenvolvimento de uma geotecnologia de geovisualização para monitorar propriedades participantes de um Programa de Pagamento por Serviços Ambientais (P-P-PSA). A literatura revela uma ampla aplicação de geotecnologias na área ambiental, e que esse meio informacional é caracterizado pelo seu baixo custo, facilidade de uso e interatividade. Por sua vez, os P-PSA vêm se difundindo pelo Brasil, sendo caracterizados como uma abordagem de preservação ambiental baseada em incentivos. Essa pesquisa trata o problema do monitoramento das propriedades do Projeto Produtores de Água e Floresta (P-P-PAF) de Rio Claro-RJ. Ou seja, a comprovação dos serviços ecossistêmicos prestados, e suas respectivas compensações financeiras. Os resultados mostram que a geotecnologia do P-PAF permite a inserção e a troca de informações entre participantes e gestores públicos, e uma gestão o monitoramento mais eficiente do projeto. Os resultados mostram ainda que o P-PAF é amplamente conhecido (52% dos entrevistados) pelos municípios, e que a geotecnologia do P-PAF tem o potencial de ampliar esse percentual dado que as geotecnologias são um meio de inclusão. A inclusão de participantes, gestores públicos e municípios no domínio dos mapas digitais representa uma contribuição para a difusão e aprimoramento do P-PAF e da própria geografia.

Palavras-chave: Gestão ambiental; Práticas conservacionistas; Pagamentos por Serviços Ambientais; Geovisualização; Geocolaboração.

Abstract

This research explores the development of a geo-visualization geotechnology to monitor properties taking part in an Environmental Services Payment Program (ESP-P). The literature reveals a wide application of geotechnologies in the environmental area, and that this information mechanism is characterized by its low cost, ease of use and interactivity. In turn, the ESP-P have been spreading throughout Brazil, being characterized as an incentive-based environmental

preservation approach. This research deals with the problem of monitoring the properties that take part of the Water and Forest Producers Project (WFP-P) in Rio Claro-RJ. This is, proof of the ecosystem services provided, and their respective financial compensation. The results show that the geotechnology of the WFP-P allows the insertion and exchange of information between participants and public managers, and a more efficient management of the project monitoring. The results also show that the WFP-P is widely known (52% of respondents) by the inhabitants, and that the WFP-P geotechnology has the potential to increase this percentage since geotechnologies are a mechanism of inclusion. Including participants, public managers and citizens in the field of digital maps represents a contribution to the diffusion and improvement of the WFP-P and of the geography itself.

Keywords: Environmental management; Conservationists Practices; Payments for Environmental Services; Geovisualization; Geocollaboration.

Resumen

Se explora en esta investigación el desarrollo de una geo tecnología de geo visualización para monitorear las propiedades participantes de un Programa de Pago por Servicios Ambientales (P-PSA). La literatura revela una amplia aplicación de geo tecnologías en el área ambiental, y que ese medio informativo se caracteriza por su bajo costo, facilidad de uso e interactividad. Por su parte, los P-PSA se vienen difundiendo por Brasil, siendo caracterizados como un enfoque de preservación ambiental basado en incentivos. Esta investigación trata el problema del monitoreo de las propiedades del Proyecto Productores de Agua y Bosque (P-PAB) de Rio Claro-RJ. O sea, la comprobación de los servicios ecosistémicos prestados, y sus respectivas compensaciones financieras. Los resultados muestran que la geo tecnología del PAB permite la inserción y el intercambio de información entre participantes y gestores públicos, y una gestión del monitoreo más eficiente del proyecto. Además, los resultados muestran que el P-PAB es ampliamente conocido (52% de los entrevistados) por los municipios, y que la geo tecnología del P-PAB tiene el potencial de ampliar ese porcentaje dado que las geo tecnologías son un medio de inclusión. La inclusión de participantes, gestores públicos y municipales en el ámbito de los mapas digitales representa una contribución para la difusión y perfeccionamiento del P-PAB y de la propia geografía.

Palabras clave: Gestión ambiental; Prácticas conservacionistas; Pagos por Servicios Ambientales; Geo visualización; Geo colaboración.

Introdução

Estudos que examinam a evolução das políticas de gestão ambiental fazem referência a instrumentos como, por exemplo, o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais (P-PSA). De modo geral, esses instrumentos buscam proteger recursos hídricos e promover práticas sustentáveis de uso e manejo do solo (MAY; FERNANDES; OSUNA, 2019). Apesar da crescente implementação de ações de conservação baseadas em P-PSA, pesquisadores questionam a eficiência da gestão desses programas, em especial a eficiência do monitoramento dos serviços ecossistêmicos prestados, ou seja, a identificação dos benefícios sociais produzidos por tais programas (LIMA; PRADO; SCHULER; FIDALGO, 2015).

Estudos mostram que a ineficiência do monitoramento de P-PSA pode levar ao aumento de custos associados à manutenção e ao aprimoramento dos programas. Por exemplo, custos associados à coleta de informações, comprovação dos serviços ecossistêmicos prestados e compensações financeiras (FIORE; BARDINI; NOVAES, 2017). Nesse sentido, a ineficiência do monitoramento é um problema crítico de sucesso para P-PSA como o Projeto Produtores de Água e Floresta (P-PAF) (ANA, 2012;

CASTELLO BRANCO, 2015). Mas, efficientizar o monitoramento de P-PSA como o P-PAF é suficiente para determinar seu sucesso?

Segundo alguns pesquisadores não basta efficientizar o monitoramento. Lima *et al.* (2017) defendem que é necessário aumentar o engajamento da sociedade em torno do P-PAF, em especial dos proprietários rurais. Para os autores, um maior engajamento pode ser alcançado por meio de uma estratégia de divulgação que torne o P-PAF mais conhecido. Mas, como efficientizar o monitoramento e ampliar a divulgação do P-PAF?

Dentre as diversas tecnologias que podem oferecer soluções de monitoramento e divulgação do P-PAF, as geotecnologias de geovisualização e geocolaboração apresentam diversas vantagens. Por exemplo, o baixo custo de desenvolvimento e facilidade de uso (JOHNSON; SIEBER, 2017), a presença de ferramentas voltadas à gestão de recursos ambientais (SILVA; LIBÓRIO; LAUDARES, 2016; JULZARIKA *et al.*, 2018) e a interatividade, que permite a participação do público em diversas atividades da gestão pública (KAR *et al.*, 2016). Diante dessas vantagens, as geotecnologias se colocam uma solução para o problema do monitoramento e da falta de visibilidade de P-PSA como o P-PAF.

Portanto, o objetivo deste trabalho é desenvolver uma geotecnologia para a geovisualização e a geocolaboração do P-PAF. Voltada ao monitoramento de propriedades rurais da microbacia de Rio das Pedras, Distrito de Lídice, município de Rio Claro, estado do Rio de Janeiro, a geotecnologia se coloca ainda como forma de divulgar o P-PAF. Entende-se que o desenvolvimento dessa geotecnologia é relevante por várias razões. Primeiro porque, os valores gastos com os P-PSA estaduais já são significativos, alcançando R\$ 54,4 milhões (entre 2008 a 2015). Segundo porque, a área preservada por P-PSA já atinge um total de 76,3 mil hectares (CASTRO; YOUNG; SOUZA PEREIRA, 2018). Terceiro porque, P-PSA protegem recursos hídricos importantes para o abastecimento de água de municípios (ANA, 2012). Quarto porque, P-PSA preservam regiões de Mata Atlântica, Parques e Áreas de Proteção Ambiental (CASTELLO BRANCO, 2015; LIMA *et al.*, 2017).

Esse artigo se estrutura em 5 seções. Além desta introdução, a Seção 2 traz uma revisão sobre as tecnologias de gestão e novas abordagens de incentivo à preservação ambiental. Nessa seção se explora os temas: geotecnologias e P-PSA, dando destaque ao P-PAF. Na Seção 3 apresentam-se os materiais e métodos utilizados no desenvolvimento da pesquisa, assim como o detalhamento do desenvolvimento da geotecnologia de geovisualização e geocolaboração. Na Seção 4, apresenta-se e discute-se o alcance dos resultados obtidos, destacando as funcionalidades e as possibilidades da geovisualização e da geocolaboração no contexto do P-PAF. Por fim, na Seção 5, apresentam-se as contribuições, limitações da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

Tecnologias de gestão e novas abordagens de incentivo à preservação ambiental

O Brasil possui uma situação privilegiada em relação à quantidade e diversidade de recursos naturais. Por outro lado, o Brasil possui uma gestão ineficiente desses recursos, causando sua superexploração, poluição e desmatamento (TEODORO; SANTOS, 2009). Políticas que buscam a efetiva aplicação do código florestal, como, por exemplo, a proteção de áreas de preservação permanente e reserva legal são avanços na agenda protecionista (SPAROVEK; BARRETTO; KLUG; PAPP; LINO, 2011). Contudo, essas políticas não resolvem o problema da ineficiência na gestão dos recursos naturais, e revelam a necessidade de novas formas de gestão na preservação ambiental. Entre essas novas formas, pesquisas mostram que geotecnologias podem tornar a gestão dos recursos ambientais mais eficiente, como, por exemplo, na gestão da arborização

urbana (SILVA; LIBÓRIO; LAUDARES, 2016) ou no manejo sustentável da terra (LAMIM-GUEDES; FERREIRA; CARVALHO; TEIXEIRA DE CAMARGO, 2017).

Estudos mostram que as geotecnologias podem oferecer um ferramental de apoio à gestão ambiental por meio de análises geográficas diversas (ROSA; TONELLO; LOURENÇO, 2016). Dentre essas análises estão aquelas baseadas em sensoriamento remoto (PRINA; TRENTIN, 2015). Por exemplo, o monitoramento florestal por meio de análises de detecção de alterações na dinâmica temporal de áreas de cobertura florestal (FACCO *et al.*, 2016). Outro exemplo, é a mensuração de áreas impactadas por construção de usinas hidrelétricas por meio de análises de mudanças no uso e cobertura da terra (ZIEMBOWICZ *et al.*, 2018). As geotecnologias também permitem o monitoramento de áreas de proteção ambiental por meio de análises da temperatura da superfície em diferentes usos e ocupações do solo (LEITE *et al.*, 2018). SOUSA *et al.* (2018) reúnem uma série de trabalhos que apresentam aplicações geotecnológicas. Dentre esses trabalhos encontram-se estudos que aplicam geotecnologias em ações de monitoramento ambiental (LEAL *et al.*, 2018; SOUZA, 2108; IRMÃO; MENDONÇA; CARVALHO, 2018; ALVES; OLIVEIRA; CARVALHO, 2018). Essas análises são possíveis porque as geotecnologias reúnem um conjunto de tecnologias (sistemas de informação geográfica, geoprocessamento, cartografia digital, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global) capazes de armazenar e processar dados geográficos de diferentes naturezas (LAUDARES, 2014). Além do seu potencial analítico, Laudares e Abreu (2009) mostram que as diversas geotecnologias (mapas digitais, sistema de posicionamento global e sistemas de geovisualização) também são meios para se alcançar a inclusão digital.

Dentre a diversidade de geotecnologias existentes, destacam-se a geovisualização e de geocolaboração. Enquanto a geovisualização tem como função a representação de fenômenos geográficos (CAMPELO PEREIRA; MENDONÇA DINIZ, 2016), a geocolaboração acrescenta a possibilidade da participação/interação do público com os mapas (KAR *et al.*, 2016). Ambas têm como características o baixo custo de desenvolvimento e implantação e a facilidade de utilização (JOHNSON; SIEBER, 2017). Apesar de sua simplicidade, as geotecnologias podem ser utilizadas para resolver problemas complexos, como, por exemplo, simulações do impacto de precipitações (LONERGAN; HEDLEY, 2014). O tema geovisualização é recente, mas é amplamente tratado de forma ampla na literatura. A geovisualização é o tema de destaque do *International Journal for Geographic Information and Geovisualization*. Mesmo que a geovisualização e a geocolaboração já recebam alguma atenção de pesquisadores, ainda são poucos os trabalhos que apresentam o uso destes serviços na gestão de recursos ambientais. Silva, Libório e Laudares (2016) utilizam a geovisualização e geocolaboração para gerir a arborização urbana patrimoniada de Sete Lagoas-MG, Brasil. Os autores desenvolvem ferramentas para o planejamento de atividades de manutenção e de preservação da arborização urbana com base em dados coletados em campo. Julzarika *et al.* (2018) utilizam a geovisualização e geocolaboração para gerir mais de recursos hídricos (lagos e lagoas). Os autores desenvolvem ferramentas para promoção do turismo e gestão dos recursos da ilha, integrando informações (p. ex. limnologia, qualidade da água, conservação de recursos florestais, geologia, geodinâmica, geodésia, engenharia e geomática). Esses trabalhos foram desenvolvidos na plataforma MyMaps da Google. O MyMaps oferece serviços gratuitos que facilitam a criação e o compartilhamento de mapas personalizados, permitindo a inclusão e tematização de pontos, linhas e regiões (GOOGLE, 2007). Esses trabalhos demonstram que as geotecnologias se apresentam como uma solução de baixo custo (GOOGLE, 2007; JOHNSON; SIEBER, 2017), e também como casos de sucesso na gestão eficiente de recursos naturais (SILVA; LIBÓRIO;

LAUDARES, 2016; JULZARIKA *et al.*, 2018), assim como para difundir informações (LAUDARES; ABREU, 2009). Desse modo, as geotecnologias se colocam como uma solução alinhada aos problemas P-PSA.

O P-PSA teve seu início na década de 90 na Costa Rica, se constituindo de um sistema de taxação do combustível (PAGIOLA; ARCENAS; PLATAIS, 2005). A literatura sobre os P-PSA é extensa, e encontra-se, portanto, diversas definições. Lima *et al.* (2017) definem os P-PSA como um instrumento incorporado à lista de instrumentos econômicos que busca estimular a gestão responsável dos recursos ambientais. Melo e González (2017) definem os P-PSA como uma estratégia utilizada para recompensar os serviços ambientais prestados por agricultores. Para Lamim-Guedes *et al.* (2017), os P-PSA são uma alternativa para fazer com que a floresta se torne rentável, diminuindo a pressão pelo seu desmate. Castro, Young e Souza Pereira (2018) afirmam que os P-PSA são um instrumento de intervenção no domínio econômico, construído deliberadamente para alterar o custo de oportunidade relativo aos serviços ambientais frente às outras destinações possíveis dos ativos envolvidos.

Tais definições indicam que os P-PSA são uma resposta do poder público às demandas da sociedade por uma preservação ambiental economicamente mais justa. Essa definição encontra suporte teórico na economia ambiental neoclássica (ANDRADE; SIMÕES, 2013). Tal teoria parte da constatação de que condutas conservacionistas geram benefícios adicionais para a sociedade e, principalmente, para agentes que utilizam os recursos naturais como insumos do processo produtivo (CASTRO; YOUNG; SOUZA PEREIRA, 2018). Além disso, deriva da associação entre políticas públicas e instrumentos de política ambiental que, somada à eficiência da gestão pública do meio ambiente, minimizam problemas ambientais (LIMA *et al.*, 2017). Desse modo criam-se incentivos às condutas ambientalmente desejáveis, isto é, condutas que contribuem de sobremodo para a manutenção do fluxo de serviços ecossistêmicos (ALTMANN, 2012). Esses incentivos têm como propósito a preservação dos espaços naturais, incluindo-os no contexto da dinâmica de mercado (WHATELY; HERCOWITZ, 2008). Whately e Hercowitz (2008) entendem que a ausência de incentivos aumenta o risco da extinção dos espaços destinados ao meio ambiente na medida em que atividades econômicas, ao oferecer uma remuneração aos proprietários desses espaços, tendem a ocupá-los de forma descompromissada com sua preservação.

O Brasil vem se destacando no uso de P-PSA, tanto para incentivar a proteção e a sustentabilidade de recursos naturais, quanto para melhorar a qualidade de vida de pequenos produtores rurais (BRASIL, 2000; TRENDS; VALE; AMBIENTAL, 2015). Em vista disso, nota-se na última década um aumento do número de P-PSA voltados à preservação e conservação de recursos naturais (FIORE; BARDINI; NOVAES, 2017). Desacatam-se entre esses P-PSA, os serviços de proteção dos recursos hídricos e em áreas de bacias hidrográficas (MELO; GONZÁLEZ, 2017). Essa tendência decorre do fato de que os serviços ambientais hidrológicos não são utilizados apenas pelos proprietários de terra locais, mas, também pelos usuários de água a jusante na bacia hidrográfica (LAMIM-GUEDES *et al.*, 2017). Soma-se a isso, a atuação da Agência Nacional de Águas (ANA, 2012) em P-PSA que remuneram os proprietários rurais que preservam recursos hídricos em diversas bacias hidrográficas estaduais. Dentre esses, a ANA (2012) destaca os P-PSA desenvolvidos nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Espírito Santo. Dentre esses P-PSA, essa pesquisa dá destaque ao P-PAF (CASTELLO BRANCO, 2015).

O P-PAF foi criado em 2007 no Rio de Janeiro (RJ) pela Lei Estadual nº 5.100. Esse projeto possui dois objetivos. O primeiro objetivo é ressarcir os municípios pela manutenção de unidades de conservação da natureza e mananciais de abastecimento. O

segundo objetivo é recompensar os municípios pelos investimentos ambientais, como, por exemplo, em tratamento do esgoto e destinação de resíduos (RIO DE JANEIRO, 2007). Desse modo, o P-PAF se configura como um P-PSA de destaque no âmbito das políticas e ações que buscam favorecer a restauração de margens de rios e nascentes que abastecem bacias hidrográficas. Esse destaque fez do P-PAF objeto de inúmeros trabalhos. A literatura revisada mostra que as primeiras publicações sobre o P-PAF ocorreram no início dos anos 2010. Primeiramente, Foletto e Leite (2011) realizam uma revisão da literatura sobre serviços ambientais, dando destaque ao P-PAF e ao potencial natural do Brasil em serviços ambientais. Em seguida, a ANA (2012) apresenta o manual operativo do P-PAF, um documento que traz procedimentos e orientações para o desenvolvimento e habilitação de projetos por parte de proprietários rurais e instituições. Recentemente, trabalhos revelaram resultados, limitações e possibilidades que trouxeram novas perspectivas para o P-PAF. Paiva e Coelho (2015) identificaram quais características comportamentais dos produtores que integram o P-PAF (condição socioeconômica; percepção da sustentabilidade ambiental e dos serviços ecossistêmicos; e a consciência ambiental) são determinantes para a adesão ao programa, assim como relacionaram tais características aos resultados em cada propriedade. Castello Branco (2015) apresentaram em seu livro, talvez a obra mais completa sobre o P-PAF, uma contextualização ampla do projeto, incluindo informações históricas e procedimentos metodológicos. O autor destacou ainda a importância do monitoramento do P-PAF para sua viabilidade biofísica e econômica. Ramos, Aguiar e Villela (2016) analisaram a participação dos proprietários rurais no processo de planejamento e execução do P-PAF, relacionando tal participação aos resultados das ações que ocorrem durante e após o programa. Lima *et al.* (2017) compararam os valores pagos a proprietários rurais participantes do P-PAF a valores pagos a proprietários rurais de outros P-PSA brasileiros, associando tais valores à expansão de P-PSA implantados em municípios próximos a Rio Claro-RJ.

A partir dessa análise, Lima *et al.* (2017) alertam que os baixos valores de compensação distribuídos pelo P-PSA podem impactar na sua continuidade, manutenção e expansão. Soma-se a isto a ausência de transparência (aspectos quantitativos e qualitativos) na fórmula do índice de conservação ambiental, índice pelo se calculam os valores de compensação pelos serviços ambientais prestados. Talvez por isso, governos expressem certa preocupação com a divulgação ampla e transparente dos instrumentos e critérios do cálculo, com o aprimoramento dos instrumentos de gestão ambiental e com o aumento das receitas provenientes de P-PSA como o P-PAF (RIO DE JANEIRO, 2007). Ainda assim, pesquisadores sugerem a adoção de novas práticas de uso, manejo e recuperação do ambiente natural, independentemente de incentivos econômicos (Lima *et al.*, 2017). O fato é que os P-PSA vêm ganhando espaço, e algumas iniciativas vem trazendo exemplos de boas práticas que podem contribuir para seu fortalecimento.

Ainda que publicações científicas sobre os P-PSA sejam recentes, já é possível encontrar diversos trabalhos que discutem o uso de geotecnologias como forma de apoio à sua gestão. Por exemplo, Rosa, Tonello e Lourenço (2016) utilizam processamento digital de imagens, georreferenciamento e classificação temática para selecionar áreas de conservação de recursos hídricos prioritárias. Em Extrema -MG, onde o P-PSA é referência no Brasil (JARDIM; BURSZTYN, 2015), Mataveli *et al.* (2018) utilizam o processamento digital de imagens para analisar diferenças no uso do solo, em diferentes períodos, nas propriedades participantes do programa.

Materiais e métodos

O método de pesquisa desenvolvido tem natureza básica, cunho exploratório, bibliográfico e documental com abordagem qualitativa e caracterizado por ser um estudo de caso. O desenvolvimento da pesquisa compreende três procedimentos. O primeiro procedimento refere-se à coleta, tratamento e análise de dados do P-PAF. O segundo procedimento refere-se ao desenvolvimento da geotecnologia de geovisualização e geocolaboração do P-PAF pela plataforma MyMaps (GOOGLE, 2007). Por fim, o terceiro procedimento refere-se às análises das potencialidades do P-PAF.

Área De Estudo: Rio Claro-RJ

O município de Rio Claro-RJ, Brasil está localizado na região do médio Paraíba (Figura 1). A uma altitude de 446 metros e com 862 km² de extensão territorial, situa-se a uma distância de 128 km da capital do estado (RIO CLARO, 2016). Na região de Rio Claro estão localizadas as principais nascentes do Rio Pirai. O rio Pirai inclui a represa de Ribeirão das Lajes que responde por até 15% dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu (TUBBS FILHO; ANTUNES; SILVA VETTORAZZI, 2015). Isso torna a Bacia Hidrográfica do Rio Guandu uma das principais fontes de abastecimento da região metropolitana do Rio de Janeiro (ANA, 2012). Uma região onde vivem aproximadamente 11,8 milhões de habitantes (IBGE, 2010). Além disso, a Bacia Hidrográfica do Rio Guandu é responsável por cerca de 80% do abastecimento de água, e 25% da geração de energia elétrica da região metropolitana do Rio de Janeiro (FOLETO; LEITE, 2011; LIMA *et al.*, 2017).

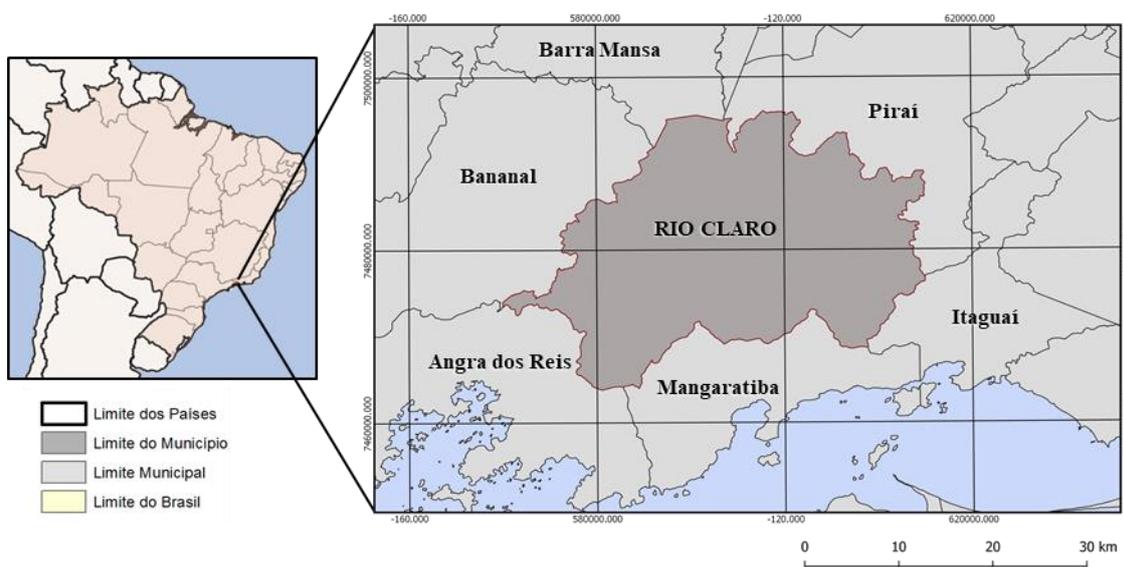


Figura 1. Mapa de localização de Rio Claro-RJ. Fonte: Elaborado pelos autores.

As experiências e investimentos do município em práticas conservacionistas têm engajado a sua pequena população na causa ambiental. O número de unidades de conservação, a qualidade da água e a gestão dos resíduos sólidos do município colocam Rio Claro na primeira posição do índice de participação dos municípios nos repasses do ICMS Ecológico [1] do estado do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2017). Ainda conforme o relatório do ICMS Ecológico, a participação do P-PAF de Rio Claro nesse repasse chegou a 20,78% em 2017.

O P-PAF teve seu início em 2007 com a adesão de poucos produtores tendo como unidade executora do programa a ONG ITPA (ITPA, 2017). Em 2015 foram contabilizados mais de 56 produtores, sendo que a posição de destaque de Rio Claro no P-PAF pode ser explicada por diversas razões. Primeira, a presença dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu. Segunda, a alta relevância da região para a biodiversidade da Mata Atlântica. Terceira, a presença de reserva da biosfera do Parque Estadual Cunhambebe e da Área de Proteção Ambiental do Alto Pirai. Quarta, o pioneirismo de Rio Claro na implantação do P-PAF (CASTELLO BRANCO, 2015; LIMA *et al.*, 2017).

Em síntese a literatura revisada mostra que as geotecnologias são um meio informacional de baixo custo, fácil uso e aplicável à gestão de recursos ambientais. Os programas de pagamento por serviços ambientais vêm se difundindo pelo Brasil, mas apresentam problemas, principalmente, na etapa de monitoramento. O P-PAF foi implantado em 2007, sendo uma abordagem nova e que ao promover a preservação ambiental por meio de incentivos se tornou um caso de sucesso de P-PSA no Brasil. Em vista disso, apresenta-se na Seção 3.2, os procedimentos utilizados no desenvolvimento da geovisualização e geocolaboração do P-PAF. A finalidade dessa geotecnologia é melhorar a gestão do programa, principalmente a gestão das atividades de monitoramento e de disseminação de informações sobre o programa.

Procedimentos e desenvolvimento

A coleta de dados foi realizada em visita ao escritório local do Instituto Terra de Preservação Ambiental (ITPA) (ITPA, 2017). Essa coleta de dados se divide em duas partes. A primeira parte do procedimento de coleta de dados consistiu na obtenção de informações qualitativas sobre o P-PAF. Essas informações foram coletadas por meio de entrevista semiestruturada com o executivo do ITPA. O relato fruto dessa entrevista foi transcrito na íntegra. A segunda parte do procedimento de coleta de dados consistiu no acesso aos dados e informações referentes ao P-PAF. Nesse caso, foram acessadas os dados e informações da microbacia hidrográfica do Rio das Pedras. Tais dados e informações incluem mapas digitais, fotos em formato JPG e documentos bibliográficos em formato PDF.

O desenvolvimento da geotecnologia de geovisualização e geocolaboração do P-PAF pela plataforma MyMaps foi realizado em laboratório da seguinte forma. Primeiro, organizaram-se e catalogaram-se os dados e informações coletadas. Segundo, converteu-se os formatos das imagens JPG e PDF para formato AutoCad. Essa conversão foi realizada por meio do comando “*align*” no software AutoCAD Civil 3D. Terceiro, ajustaram-se e alinharam-se as imagens conforme a grade georreferenciada para o sistema de projeção UTM, fuso 23S e Datum SIRGAS 2000. Quarto, vetorizaram-se as imagens georreferenciadas no software AutoCAD Civil 3D. Essa vetorização foi realizada por meio do redesenho das linhas dos polígonos com o comando “*polyline*”. Quinto, exportaram-se os polígonos vetorizados para o formato KML uma vez que esse formato é compatível com a plataforma de desenvolvimento MyMaps. Sexto, importaram-se os polígonos em formato KML para plataforma de desenvolvimento MyMaps. Sétimo, a configurou-se o estilo, acessibilidade e associação de imagens (fotos) da plataforma.

A avaliação das potencialidades do P-PAF foi realizada da seguinte forma. Primeiro, foi estruturado um questionário contendo cinco questões sobre o P-PAF (ver Quadro 1). Segundo, foram selecionados por conveniência (GIL, 2008) uma amostra com 22 entrevistados. Terceiro, aplicou-se o questionário aos entrevistados entre os dias 01 e 23 de outubro de 2018. Por fim, analisaram-se os resultados obtidos.

QUADRO 1 - QUESTÕES PARA AVALIAÇÃO DO P-PAF

1.	Você sabe o que é ICMS Ecológico?
2.	Você sabe o que é um instrumento de pagamento por serviços ambientais?
3.	Você sabe o que é o projeto Produtores de Água e Floresta?
4. ^(a)	Você participa ou conhece alguém que participa do projeto Produtores de Água e Floresta?
5. ^(a)	Você, ou algum conhecido, pode se beneficiar do projeto Produtores de Água e Floresta?

Legenda: (a) nas questões 4 e 5 é possível responder: "não sei o que é o Programa. Fonte: Elaborado pelos autores.

Resultados e discussões

Com base nas publicações da ANA (2012) e de Castello Branco (2015), avalia-se e resume-se as etapas e atividades críticas de sucesso do P-PAF no Quadro 2. Nessa tabela dá-se destaque às etapas de monitoramento do P-PAF. Na etapa de monitoramento, chama-se a atenção para os problemas relacionados à aprovação dos pagamentos (integral ou parcial) frente ao cumprimento das metas de restauração ou conservação florestal estabelecidas (RIO DE JANEIRO, 2007).

QUADRO 2 - ETAPAS E ATIVIDADES DO P-PAF

Pré-Contrato	Tratativas legais com os proprietários rurais: i) geração de mapas; ii) identificação das propriedades elegíveis; e iii) negociação das áreas para a restauração florestal.
Contrato	Liberação da área: i) cumprimento de metas; ii) aporte de recursos para realização de atividades de conservação; iii) conservação florestal, manutenção da estrutura e das funções floresta.
Monitoramento e pagamento	Relatórios de monitoramento: i) visitas semestrais nas propriedades; ii) vistorias para detecção de problemas (ex. cercas fora de padrão, bovinos pastoreando em áreas de restauração ou conservação florestal e outros problemas que seja de fácil e rápida solução).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Portanto, o desenvolvimento das geotecnologias busca compreender as etapas do P-PAF apresentadas na Tabela 1. Na geotecnologia desenvolvida incluem-se os dados e informações georreferenciadas obtidas junto ao ITPA e vetorizadas em laboratório. Soma-se a isso, a associação entre dados e fotos, assim como a inclusão de outras camadas de dados relevantes (limites municipais, estradas, rios etc.) e demais configurações na plataforma MyMaps. Desse conjunto de informações geográficas, desenvolveu-se a geotecnologia de geovisualização e geocolaboração do P-PAF. A Figura 2 apresenta o conjunto de mapas da microbacia Rio das Pedras presentes na geotecnologia. Por meio

dessa geotecnologia estão disponíveis para geovisualização e geocolaboração informações sobre estradas de acesso às propriedades e a rede hidrográfica da microbacia. Além disso, é possível acessar o conjunto de informações coletadas no ITPA e em campo. Dentre essas informações destaca-se a microbacia de Rio das Pedras e as propriedades participantes do P-PAF.

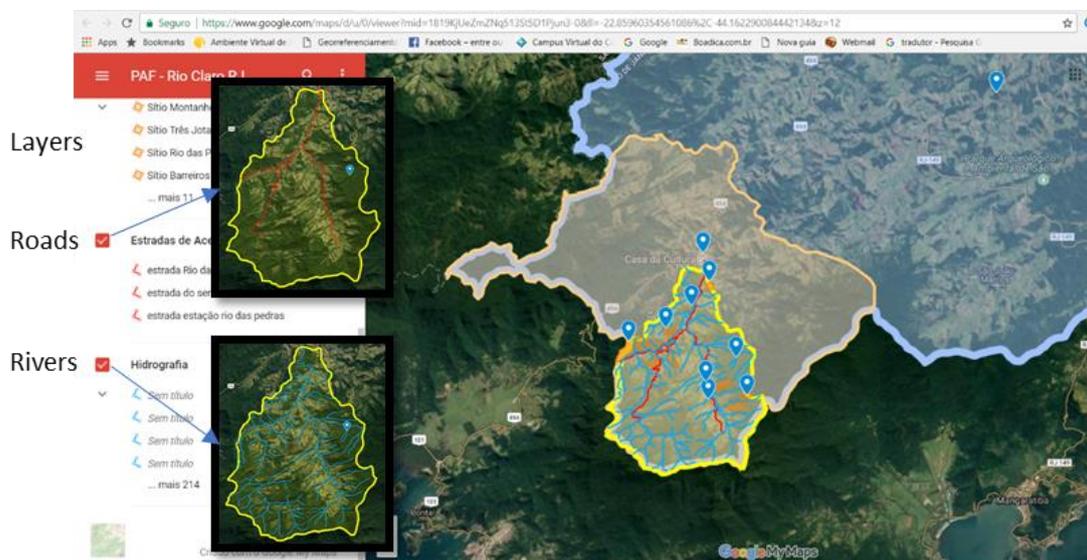


Figura 2. Conjunto de mapas da microbacia do Rio das Pedras disponíveis para geovisualização.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A geotecnologia de geovisualização e geocolaboração do P-PAF oferece ao público (gestores municipais e proprietários rurais) informações geográficas diversas (estradas, rios etc.) em diferentes visões (satélite, ruas etc.). A geotecnologia possibilita que esse público insira informações (fotos das propriedades) e troque informações para aprimorar a gestão e o monitoramento do P-PAF. No que se refere a divulgação, a geotecnologia é de acesso público. Ou seja, a plataforma pode ser alimentada com informações relacionadas à comprovação dos serviços ecossistêmicos prestados e suas respectivas compensações financeiras, contribuindo para a transparência do P-PAF (FIORE; BARDINI; NOVAES, 2017). Além disso, a interatividade oportunizada pela geotecnologia, que inclui a participação do público nas diversas atividades (KAR *et al.*, 2016) também contribui para aproximar e incluir a sociedade no ambiente dos mapas digitais, sistemas de posicionamento global e sistemas de geovisualização (LAUDARES; ABREU, 2009).

A exemplo de outros estudos (JOHNSON; SIEBER, 2017), a geotecnologia do P-PAF apresentada nessa pesquisa envolveu um baixo custo de desenvolvimento e implantação, assim como se mostrou de fácil de utilização. Isso reforça a ideia de que geotecnologia é uma solução com potencial para resolver problemas dos mais variados tipos de complexidade (LONERGAN; HEDLEY, 2014). Por exemplo, proprietários de áreas rurais que participam do P-PAF podem reduzir problemas relacionados ao monitoramento, inserindo informações por meio da geocolaboração. Um exemplo dessa geocolaboração e que envolve fotos (COIMBRA, 2015; AMEND, 2015) de propriedades participantes pode ser observada na Figura 3.

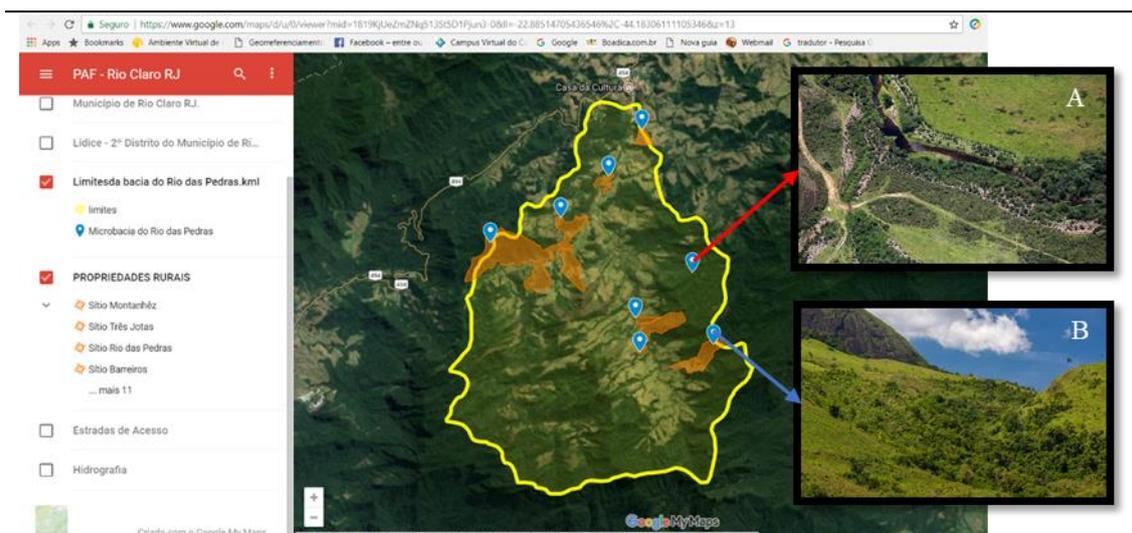


Figura 3. Geotecnologia de geocolaboração com as propriedades participantes.
Fonte: Elaborado pelos autores. Foto: A) Coimbra (2015) e B) Amend (2015).

Observa-se no mapa da Figura 2 a presença de diversas propriedades rurais participantes do P-PAF. Os proprietários dessas áreas, ao inserirem informações (fotos e relatórios), contribuem para o monitoramento do P-PAF. A geocolaboração permite, por exemplo, a inserção de fotos que comprovem mudanças no manejo da terra ou a retirada de vetores de pressão (gado ou queima). Desse modo, inserindo e atualizando informações, facilita-se a comprovação das metas de restauração e conservação florestal estabelecidas em contrato (ver Quadro 2, p.8).

Para compreender as potencialidades das geotecnologias de geovisualização e geocolaboração no P-PAF, analisam-se os resultados do questionário (Quadro 1, p.7) aplicado aos 22 entrevistados. Os resultados da primeira pergunta revelam que 48% dos entrevistados desconhecem o que é ICMS Ecológico. Isso mostra que quase a metade dos entrevistados ignora o engajamento da população de Rio Claro com a preservação ambiental, bem como indica que, em grande parte, a sociedade desconhece, como mostra Rio de Janeiro (2017), a importância do P-PAF para arrecadação municipal. Os resultados da segunda pergunta revelam que 52% dos entrevistados desconhecem o P-PSA. Esse resultado sugere inicialmente que a legislação que sustenta os P-PSA é mais conhecida do que os instrumentos que as colocam em prática. Por outro lado, os resultados da terceira pergunta revelam que 52% dos entrevistados tem conhecimento sobre P-PAF. Nesse sentido, sugere-se que os entrevistados não sabem diferenciar os instrumentos do sistema de incentivos à prestação de serviços ambientais. Ou seja, os entrevistados mostram não saber que o P-PAF é um P-PSA. Os resultados da quarta pergunta reforçam essa ideia, pois, entre os entrevistados que conhecem o P-PAF, 30,43% são participantes do projeto. Por fim, os resultados da quinta pergunta revelam que 43% conhecem proprietários que podem se beneficiar do P-PAF.

Ainda que esses resultados confirmem a ideia de que população de Rio Claro-RJ é engajada na causa ambiental (RIO DE JANEIRO, 2017), fica evidente que uma parcela significativa de munícipes ainda desconhece o P-PAF. Observa-se ainda que a profusão de termos relacionados assunto nada contribui para que uma parcela maior de munícipes conheça o projeto. Porque então não se criar uma estratégia de comunicação direcionada para a divulgação de P-PSA? Ao observar que as publicações sobre os P-PSA (ANDRADE; SIMÕES, 2013; MELO; GONZÁLEZ, 2017) ou sobre o P-PAF (CASTELLO BRANCO, 2015) estão repletas de termos técnicos e que essas publicações

não se destinam à simples divulgação desses programas e projeto, a pergunta se torna ainda mais pertinente.

Nesse sentido, entende-se que as geotecnologias podem oferecer um ferramental de interação e colaboração especialmente útil para esse problema. Mais do que isso, que as geotecnologias são soluções também capazes de eficientizar a gestão de informações ambientais (SILVA; LIBÓRIO; LAUDARES, 2016; JULZARIKA *et al.*, 2018). No presente caso, a geotecnologia de geovisualização e geocolaboração do P-PAF demonstra que tais ferramentas podem realmente contribuir para o monitoramento e divulgação de informações do P-PAF, servindo também de instrumento para fortalecer a participação da sociedade no projeto. Esses benefícios são especialmente importantes porque permitem expandir e aprofundar o nível de conhecimento dos munícipes e do poder público municipal acerca do P-PAF. A partir do conhecimento a ser adquirido, melhorias na plataforma podem ser desenvolvidas para se evitar problemas, por exemplo, de comprovação de metas (RIO DE JANEIRO, 2007) e de repasses das compensações pelos serviços ambientais prestados (LIMA *et al.*, 2017).

Conclusões

A geotecnologia de geovisualização e geocolaboração do P-PAF oportunizou ferramentas de gestão que permitem melhorar o monitoramento e a divulgação do projeto. Evidencia-se nessa geotecnologia a relevância da geocolaboração na troca e atualização de informações (p. ex. imagens) necessárias para a operacionalização do P-PAF. Demonstra-se ainda que o desenvolvimento da geotecnologia na plataforma MyMaps exige poucos recursos (humanos, materiais e técnicos) e oferece recursos úteis para geovisualizar e disseminar informações geográfica no âmbito do P-PAF. Por fim, observa-se que o MyMaps oferece facilidades para o desenvolvimento da geotecnologia, mas, por sua vez, possui poucos recursos e não se integra a banco de dados ou a sistemas de informação geográfica. Logo, essas características limitaram o desenvolvimento de ferramentas mais sofisticadas. Outra limitação está relacionada a mensuração dos resultados proporcionados pelo uso da geotecnologia. Isso porque tal mensuração depende da coleta, tratamento e análise de dados que ainda não foram inseridos na plataforma.

Portanto, sugere-se que pesquisas futuras, não só ampliem o uso das geotecnologias para outros P-PAF, mas que busquem formas de aprimorar a geotecnologia do P-PAF. Por exemplo, sugere-se o desenvolvimento de geotecnologias baseadas em interface de programação de aplicações, ou seja, geotecnologias WebGIS. Sugere-se ainda integrar essas geotecnologias WebGIS a sistemas de posicionamento global e a bancos de dados geográficos. Sobre a utilização de aplicações móveis, sugere-se que seu desenvolvimento mantenham as características que tem impulsionando as geotecnologias, como, por exemplo, o baixo custo de desenvolvimento, a facilidade de manuseio, a interatividade e a colaboração com o usuário.

Notas

1 - O percentual do ICMS Ecológico indica o percentual do repasse geral de ICMS correspondente aos critérios ambientais estabelecidos pela Lei 5.100/2007 (Lei do ICMS ECOLÓGICO).

Referências

- ALTMANN, A. Pagamento por serviços ambientais urbanos como instrumento de incentivo para os catadores de materiais recicláveis no Brasil. **Revista de Direito Ambiental**, v. 68, p. 307-322, 2012.
- ALVES, A. K. R.; OLIVEIRA, A. L. E.; CARVALHO, M. V. A. Análise das ferramentas de geoprocessamento para interpolação dos focos de queimadas/incêndios nas unidades de conservação da natureza do Estado do Rio de Janeiro. In: **IV JORNADA DE GEOTECNOLOGIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**. JGEOTEC 2018, Seropédica, RJ, 05 a 08 de novembro de 2018, p. 246-255. Rio de Janeiro: GEOPARTNERS, 2018.
- AMEND, M. Em algumas áreas, a simples mudança no manejo da terra e a retirada de vetores de pressão (gado ou queima) favorecem a regeneração natural sem intervenção do projeto. Área isolada há cerca de 3 anos. In: CASTELLO BRANCO, M. R. (Org.) Pagamento por serviços ambientais: da teoria à prática. **Rio Claro (RJ): ITPA**, p. 111, 2015.
- ANA, Agência Nacional de Águas (Brasil). **Manual Operativo do Programa Produtor de Água**. 2ª Edição. Brasília: ANA, 2012.
- ANDRADE, D. C.; SIMÕES, M. Limitações da abordagem coaseana à definição do instrumento de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). **Sustentabilidade em Debate**, v. 4, n. 1, p. 59-78, 2013.
- BRASIL. **Lei n.º 9.985, 2000, Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm>. Acesso em: 8 fev. 2019.
- CAMPELO PEREIRA, V. H.; MENDONÇA DINIZ, M. T. Geotecnologias e Ensino de Geografia: algumas aplicações práticas. **Caderno de Geografia**, v. 26, n. 47, 2016.
- CASTELLO BRANCO, M. R. Pagamento por serviços ambientais: da teoria à prática. **Rio Claro (RJ): ITPA**, p. 188, 2015.
- CASTRO, B. S.; YOUNG, C. E. F.; SOUZA PEREIRA, V. Iniciativas estaduais de pagamentos por serviços ambientais: análise legal e seus resultados. **Revibec-Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**, p. 44-71, 2018.
- COIMBRA, C. Áreas em processo de restauração e conservação florestal em propriedades rurais do PAF. In: CASTELLO BRANCO, M. R. (Org.) Pagamento por serviços ambientais: da teoria à prática. **Rio Claro (RJ): ITPA**, p. 94, 2015.
- FACCO, D. S.; BENEDETTI, A. C. P.; PEREIRA FILHO, W.; KAISER, E. A.; DAL OSTO, J. V. Geotecnologias para monitoramento florestal no município de Nova Palma-Rio Grande Do Sul-BR. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 417-426, 2016.
- FIGLIARO, F. A.; BARDINI, V. S. dos S.; NOVAES, R. C. Water quality monitoring in payment for environmental services programs: case study in São José dos Campos/SP. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 22, n. 6, p. 1141-1150, 2017.
- FOLETO, E. M.; LEITE, M. B. Perspectivas do pagamento por serviços ambientais e exemplos de caso no Brasil. **Revista de estudos ambientais**, v. 13, n. 1, p. 6-17, 2011.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.
- IRMÃO, I. M. A. P.; MENDONÇA, B. A. F.; CARVALHO, M. G. O uso do geoprocessamento na determinação de unidades geoambientais e análise da recarga hídrica do aquífero poroso da região de Guaratiba/RJ. In: **IV Jornada de geotecnologias do Estado do Rio de Janeiro**. JGEOTEC 2018, Seropédica, RJ, 05 a 08 de novembro de 2018, p. 120-129. Rio de Janeiro: GEOPARTNERS, 2018.
- ITPA, Instituto Terra de Preservação Ambiental. 2017. **Produtores de Água e Floresta (2017)**. Disponível em: <http://www.itpa.org.br/?page_id=497>. Acesso em: 10 set. 2018.
- JARDIM, M. H.; BURSZTYN, M. A. Pagamento por serviços ambientais na gestão de recursos hídricos; o caso de Extrema (MG). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, n. 3, p. 353-360, 2015.

- JOHNSON, P. A.; SIEBER, R. E. The Geoweb for community-based organizations: Tool development, implementation, and sustainability in an era of Google Maps. **The Journal of Community Informatics**, v. 13, n. 1, 2017.
- JULZARIKA, A.; LAKSONO, D. P.; SUBEHI, L.; DEWI, E. K.; KAYAT, K.; SOFIYUDDIN, H. A. Comprehensive integration system of saltwater environment on Rote Island using a multidisciplinary approach. **Journal of Degraded and Mining Lands Management**, v. 6, n. 1, p. 1553, 2018.
- KAR, B.; SIEBER, R.; HAKLAY, M.; GHOSE, R. Public participation GIS and participatory GIS in the era of GeoWeb. **The Cartographic Journal**, v. 53, n. 4, p. 296-299, 2016.
- LAMIM-GUEDES, V.; FERREIRA, L.; CARVALHO, P. P.; TEIXEIRA DE CAMARGO, P. L. Pagamento por serviços ambientais como instrumento para políticas públicas de conservação ambiental. **InterfaceEHS**, v. 12, n. 1, 2017.
- LAUDARES, S. **Geotecnologia ao alcance de todos**. Editora Appris. Curitiba, 2014.
- LAUDARES, S.; ABREU, J. F. Geotecnologia e inclusão digital: uma experiência no município de Betim. **Caderno de Geografia**, v. 19, n. 31, p. 126-136, 2009.
- LEAL, T. S.; OLIVEIRA, B.; BOURGUIGNON, D.; CHIANELLI, J. BITTENCOURT, P.; BEDRAN, R. Sistema de Gestão de Geoinformação (SIGEO) da prefeitura de Niterói: aplicações para análises ambientais. In: **IV Jornada de geotecnologias do Estado do Rio de Janeiro**. JGEOTEC 2018, Seropédica, RJ, 05 a 08 de novembro de 2018, p. 402-405. Rio de Janeiro: GEOPARTNERS, 2018.
- LEITE, M. E.; FONSECA, G. S.; SILVA, L. A.; LEITE, M. R. Geotecnologias aplicadas a estimativa da temperatura de superfície em diferentes usos e ocupações do solo na Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros–Minas Gerais. **Caderno de Geografia**, v. 28, n. 53, p. 490-509, 2018.
- LIMA, A. P. M.; PRADO, R.B.; SCHULER, A.E.; FIDALGO, E.C.C. Metodologias de monitoramento de programas de pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil. In: **XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 21, novembro, 2015, Brasília, DF.
- LIMA, L. G. S.; JUNQUEIRA, A. A.; OLIVEIRA, A. L.; SOUZA, J. P.; SILVEIRA, C. E. S.; KNUPP, R. O.; BASSO, V. M. Pagamento por serviços ambientais: avaliação do projeto produtores de água e floresta da bacia do rio Guandu? RJ. **Diversidade e gestão**, v. 1, p. 207-218, 2017.
- LONERGAN, C.; HEDLEY, N. Flexible mixed reality and situated simulation as emerging forms of geovisualization. **Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization**, v. 49, n. 3, p. 175-187, 2014.
- MATAVELI, G. A. V.; GUERRERO, J. V. R.; CHAVES, M. E. D.; JUSTINO, R. C.; KAWAKUBO, F. S.; MORATO, R. G. O Programa Conservador das Águas e sua Relação com o Uso da Terra em Extrema-MG. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 36, p. 130-140, 2018.
- MAY, P. H.; FERNANDES, L. S.; OSUNA, V. R. Evolution of public policies and local innovation in landscape conservation in Rio de Janeiro. In: **Strategies and Tools for a Sustainable Rural Rio de Janeiro**. Springer, Cham, 2019. p. 425-441.
- MELO, T. G.; GONZÁLEZ, D. C. M. Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e práticas de agricultura sustentável: contribuições da Análise do Comportamento. **Estudos Interdisciplinares em Psicologia**, v. 8, n. 2, p. 20-42, 2017.
- PAGIOLA, S.; ARCENAS, A.; PLATAIS, G. Can payments for environmental services help reduce poverty? An exploration of the issues and the evidence to date from Latin America. **World development**, v. 33, n. 2, p. 237-253, 2005.
- PAIVA, R. F. P. S.; COELHO, R. C. O. Programa Produtor de Água e Floresta de Rio Claro/RJ enquanto ferramenta de gestão ambiental: o perfil e a percepção ambiental dos produtores inscritos. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 33, p. 51-62, 2015.
- PRINA, B. Z.; TRENTIN, R. Geotecnologias: discussões e análises a respeito da evolução dos sistemas global de navegação por Satélites-GNSS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1258-1270, 2015.

-
- RAMOS, D. A. L.; DE AGUIAR, F. R.; VILLELA, L. E. O projeto Produtores de Água e Floresta em Rio Claro-RJ: uma análise da governança no projeto sob a ótica da gestão social. **O Social em Questão**, v. 19, n. 36, p. 177-196, 2016
- RIO CLARO (2016). **Avaliação do projeto produtores de água e floresta da bacia do Rio Guandu – RJ**. Disponível em: <www.rioclaro.rj.gov.br>. Acesso em: 8 fev. 2019.
- RIO DE JANEIRO. **Contribuição relativa do ICMS ECOLÓGICO na composição do IPM**, 2017. Disponível em: <<http://aemerj.org.br/images/download/ParticipacaoICMSEcologicoIPM2017.pdf>> Acesso em: 29 junho, 2019.
- RIO DE JANEIRO. **Lei 5100/07, Lei nº 5100 de 04 de outubro de 2007**. Altera a Lei nº 2.664, de 27 de dezembro de 1996, que trata da repartição aos municípios da parcela de 25% (vinte e cinco por cento) do produto da arrecadação do ICMS, incluindo o critério de conservação ambiental, e dá outras providências. Rio de Janeiro – RJ, 2007.
- ROSA, F. S.; TONELLO, K. C.; LOURENÇO, R. W. Eleição de áreas prioritárias para pagamento por serviços ambientais: uma análise em nível de microbacia. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 2, p. 448, 2016.
- SILVA, J. K.; LIBÓRIO, M. P.; LAUDARES, S. Geovisualização da Arborização Viária Patrimoniada da Zona Central de Sete Lagoas-MG. **REVSBAU, Piracicaba – SP**, v.11, n.3, p. 56-72, 2016.
- SOUSA, G. M. et al. (org). **JGEOTEC 2018**. In: IV Jornada de Geotecnologias do Estado do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 05 a 08 de novembro de 2018. p. 426. Rio de Janeiro: GEOPARTNERS, 2018. Disponível em: <<http://r1.ufrj.br/jgeotec/>>. Acesso em 23 Jan. 2020.
- SOUZA, G. G. S. C. Análise de dados sobre o desmatamento em unidades de conservação inseridas na Amazônia legal brasileira. In: **IV Jornada de geotecnologias do Estado do Rio de Janeiro**. JGEOTEC 2018, Seropédica, RJ, 05 a 08 de novembro de 2018, p. 175-186. Rio de Janeiro: GEOPARTNERS, 2018.
- SPAROVEK, G.; BARRETTO, A.; KLUG, I.; PAPP, L.; LINO, J. A revisão do Código Florestal brasileiro. **Novos Estudos-CEBRAP**, n. 89, p. 111-135, 2011.
- TEODORO, P. F.; SANTOS, A. F. Qualidade da água da bacia do Rio das Pedras–Guarapuava (PR), baseado nos parâmetros que definem o Índice de Qualidade da Água (IQA). **Guairacá-Revista de Filosofia**, v. 25, n. 1, 2009.
- TRENDS, F.; VALE, F.; AMBIENTAL, P. I. **Incentivos econômicos para serviços ecossistêmicos no Brasil**. Rio de Janeiro: Forest Trends, 2015.
- TUBBS FILHO, D.; ANTUNES, J. C. O.; SILVA VETTORAZZI, J. Bacia hidrográfica dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim: experiências para a gestão dos recursos hídricos. In: **Bacia hidrográfica dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim: experiências para a gestão dos recursos hídricos**. Rio de Janeiro: INEA, 2012.
- WHATELY, M., HERCOWITZ, M. **Serviços Ambientais: conhecer, valorizar e cuidar. Subsídios para a proteção dos mananciais de São Paulo**. Editora: ISA, Instituto Socioambiental. São Paulo, outubro de 2008.
- ZIEMBOWICZ, M. M.; MARCHESAN, J.; BARATTO, J.; ALBA, E.; DA SILVA, R. R.; PEREIRA, R. S. Geotechnology applied in the analysis of the impacts on the land use and land cover caused by the construction of a hydroelectric plant. **Ciência e Natura**, v. 40, p. 17, 2018.