

## **DESMATAMENTO NA BACIA DO RIO VERDE GRANDE, NORTE DE MINAS GERAIS – BRASIL**

Carla Milena de Moura **Laurentino**<sup>1</sup>, Lucas Augusto Pereira da **Silva**<sup>2</sup>, Samuel Carlos Santos **Marques**<sup>3</sup>, Marcos Esdras **Leite**<sup>4</sup>

(1 - Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, Graduanda em Geografia Licenciatura, <https://orcid.org/0000-0003-2844-3260>, [carlamilenaml@gmail.com](mailto:carlamilenaml@gmail.com), 2 – Doutorando pela Universidade Federal de Uberlândia, <https://orcid.org/0000-0001-5504-9029>, [lucaskaio1605@gmail.com](mailto:lucaskaio1605@gmail.com), 3 - Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, Graduando em Geografia Licenciatura, <https://orcid.org/0000-0002-0296-3164>, [samuel35marques@gmail.com](mailto:samuel35marques@gmail.com), 4 – Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, Professor Dr. do Departamento de Geociências e do Programa de Pós-Graduação em Geografia, <https://orcid.org/0000-0002-9020-6445>, [marcosesdrasleite@gmail.com](mailto:marcosesdrasleite@gmail.com))

**Resumo:** O desmatamento está presente em vastas áreas do globo, sobretudo em função das pressões antrópicas frente ao modelo capitalista. Em específico no Norte de Minas Gerais, há tendências de conversões sistemáticas de vegetação nativa em sistemas agrícolas. Dessa forma, o objetivo deste artigo foi analisar áreas de vegetação natural que foram convertidas em usos antrópicos na bacia do Rio Verde Grande na porção norte mineira. O estudo justifica-se devido à importância da bacia contextualizando o abastecimento regional. Para a análise, usou-se técnicas de sensoriamento remoto integradas aos sistemas de informações geográficas, e dados disponíveis na biblioteca do MapBiomas no mapeamento. No contexto da bacia analisada, houve decréscimo de 2.643,46 km<sup>2</sup> (21,19%) de vegetação entre 1990 e 2018. Quanto aos padrões de uso e cobertura da terra, notou-se tensões ecológicas em todos os paralelos da bacia. Observou-se que os municípios com maior perda de vegetação foram Porteirinha (-511,61 km<sup>2</sup> ou 74,09%) e São João da Ponte (-480,28 km<sup>2</sup> ou 57,33%). Observou-se regeneração para Varzelândia (252,45 km<sup>2</sup> ou 71,98%) e Riacho dos Machados (114,22 km<sup>2</sup> ou 26,77%). Esse estudo pode servir de direcionamento para tomadas de decisão para a área de estudo, sobretudo por apontar as áreas mais desmatadas em sua extensão.

**Palavras-Chave:** Uso da terra, vegetação, Cerrado, Sensoriamento Remoto e MapBiomas.

## **DEFORESTATION IN THE RIVER VERDE GRANDE BASIN, NORTHERN MINAS GERAIS – BRAZIL**

**Abstract:** Deforestation is present in vast areas of the globe, mainly due to human pressure against the capitalist model. Specifically, in the north of Minas Gerais, there are trends of systematic conversions of native vegetation into agricultural systems. Thus, the objective of this article was to analyze areas of natural vegetation that were converted for human use in the Rio Verde Grande basin, the northern portion of Minas Gerais. The study is justified by the importance of the basin in the context of regional supply. For the analysis, remote sensing techniques integrated with geographic information systems were used, and data available in the MapBiomas library in the mapping. In the context of the analyzed basin, there was a decrease of 2,643.46 km<sup>2</sup> (21.19%) of vegetation between 1990 and 2018. As for the patterns of use and land cover, ecological stresses were observed in all parallels in the basin. It was observed that the municipalities with the greatest loss of vegetation were Porteirinha (-511.61 km<sup>2</sup> or 74.09%) and São João da Ponte (-480.28 km<sup>2</sup> or 57.33%). Regeneration was observed for Varzelândia (252.45 km<sup>2</sup> or 71.98%) and Riacho dos Machados (114.22 km<sup>2</sup> or 26.77%). This study can serve as a guide for decision making for the study area, mainly because it points out the most deforested areas.

**Keywords:** Land use, Vegetation, Cerrado, Remote Sensing and MapBiomas.

## **DEFORESTACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO VERDE GRANDE, NORTE DE MINAS GERAIS – BRASIL**

**Resumen:** La deforestación está presente en vastas áreas del globo, principalmente debido a la presión humana contra el modelo capitalista. Específicamente en el norte de Minas Gerais, existen tendencias de conversión sistemática de vegetación nativa en sistemas agrícolas. Así, el objetivo de este artículo fue analizar áreas de vegetación natural que han sido convertidas a usos humanos en la cuenca del Río Verde Grande en la parte norte de Minas Gerais. El estudio se justifica por la importancia de la cuenca en el contexto del abastecimiento regional. Para el análisis se utilizaron técnicas de teledetección integradas con los sistemas de información geográfica y los datos disponibles en la biblioteca MapBiomas en el mapeo. En el contexto de la cuenca analizada, hubo una disminución de 2.643,46 km<sup>2</sup> (21,19%) de vegetación entre 1990 y 2018. En cuanto a los patrones de uso y cobertura del suelo, se observaron tensiones ecológicas en todos los paralelos de la cuenca. Se observó que los municipios con mayor

pérdida de vegetación fueron Porteirinha (-511,61 km<sup>2</sup> o 74,09%) y São João da Ponte (-480,28 km<sup>2</sup> o 57,33%). Se observó regeneración para Varzelândia (252,45 km<sup>2</sup> o 71,98%) y Riacho dos Machados (114,22 km<sup>2</sup> o 26,77%). Este estudio puede servir de guía para la toma de decisiones para el área de estudio, principalmente porque señala las áreas más deforestadas en su extensión.

**Palabras clave:** Uso del suelo, vegetación, Cerrado, Teledetección y MapBiomass.

## Introdução

A perda de cobertura vegetal em escala planetária vem se intensificando no devir histórico, sobretudo, considerando a busca de exploração das fontes energéticas, expansão agropecuária bem como a expansão no contexto urbano (SILVA, 2010). O modelo econômico vigente persiste em formas inadequadas de uso desordenado dos recursos naturais, o que reflete sistematicamente no status natural dos complexos ecossistêmicos (PEREIRA, 2012).

Tratando-se especificamente do Brasil, que possui um complexo paisagístico diversificado em aspectos físicos, menciona-se o bioma Cerrado, sendo o segundo maior em extensão (antecedendo apenas ao Amazônico) (IBGE, 2004), e que historicamente vem passando por processos severos quanto à perda de cobertura vegetal. Esses acontecimentos estão atrelados a eventos históricos, com: mineração, ferrovias, marcha para o oeste e mecanização agrícola (SILVA, 2009; ARRAES et al., 2012).

A exploração mineralógica e a implementação das ferrovias ocasionaram as primeiras devastações no Cerrado (considerando a dinâmica temporal atual), na sequência, o incentivo de ocupação do bioma desencadeou os fluxos migratórios intensificando o desmatamento desenfreado (PEDROSO, 2004). Mencionamos ainda que a falta de planejamento nos projetos agrícolas foi responsável por alterações no ambiente físico no bioma Cerrado, sobretudo quanto ao funcionamento ecossistêmico (ALMEIDA, 2011; CARVALHO, 2011).

Rodrigues et al., (2019) assinalam que áreas extensivas do Cerrado são convertidas sistematicamente por ecossistemas exóticos, tendo proeminência a cana de açúcar e a soja (Sano et al., 2010). Reforçando tal argumentação, menciona-se que em 10 anos, houve um acréscimo de 253% das plantações de soja (CARNEIRO et al., 2010).

É amplamente debatido no contexto científico os efeitos do desmatamento em diversos prismas analíticos, dentre esses, o climático (IPCC, 2007). Assim, a substituição da vegetação natural pode modificar o coeficiente de reflexão, a temperatura de superfície em escala local, a

umidade, distribuição de chuvas e redistribuição energética, (ANGELINI et al., 2017; PAVÃO et al., 2015; FAUSTO et al., 2016). A mudança de uso do solo altera a movimentação dos sedimentos, bem como a quantidade de material que chegam aos rios (KRUSCHE et al., 2005). De maneira geral, as alterações na epiderme da superfície tendem a influenciar diretamente na dinâmica das paisagens ambientais, inferindo nos aspectos bióticos e abióticos.

Nesse sentido, é necessário compreender como essas alterações se dão no tempo e no espaço. Assim, para o monitoramento das mudanças e toda dinâmica que ocorre na vegetação, no Brasil foram desenvolvidos projetos de mapeamentos, como do TerraClass, PROBIO, IBGE, PRODES e MapBiomas. Esses mapeamentos são realizados por meio da utilização de técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (CAPANEMA et al., 2019). De tal forma, essas iniciativas são essenciais para compreender a dinâmica dos ambientes frente às ações antrópicas, com acesso gratuito e de fácil manipulação técnica pela sociedade.

O objetivo deste trabalho é analisar as áreas de vegetação natural que foram convertidas em usos antrópicos na bacia do Rio Verde Grande, entre os anos 1990 e 2018. Este trabalho justifica-se devido a importância que a bacia possui para a região do Norte de Minas Gerais, uma vez que é a maior sub-bacia do rio São Francisco nessa região mineira, além disso destaca a deterioração ambiental que as atividades antrópicas provocaram nessa área nos últimos anos.

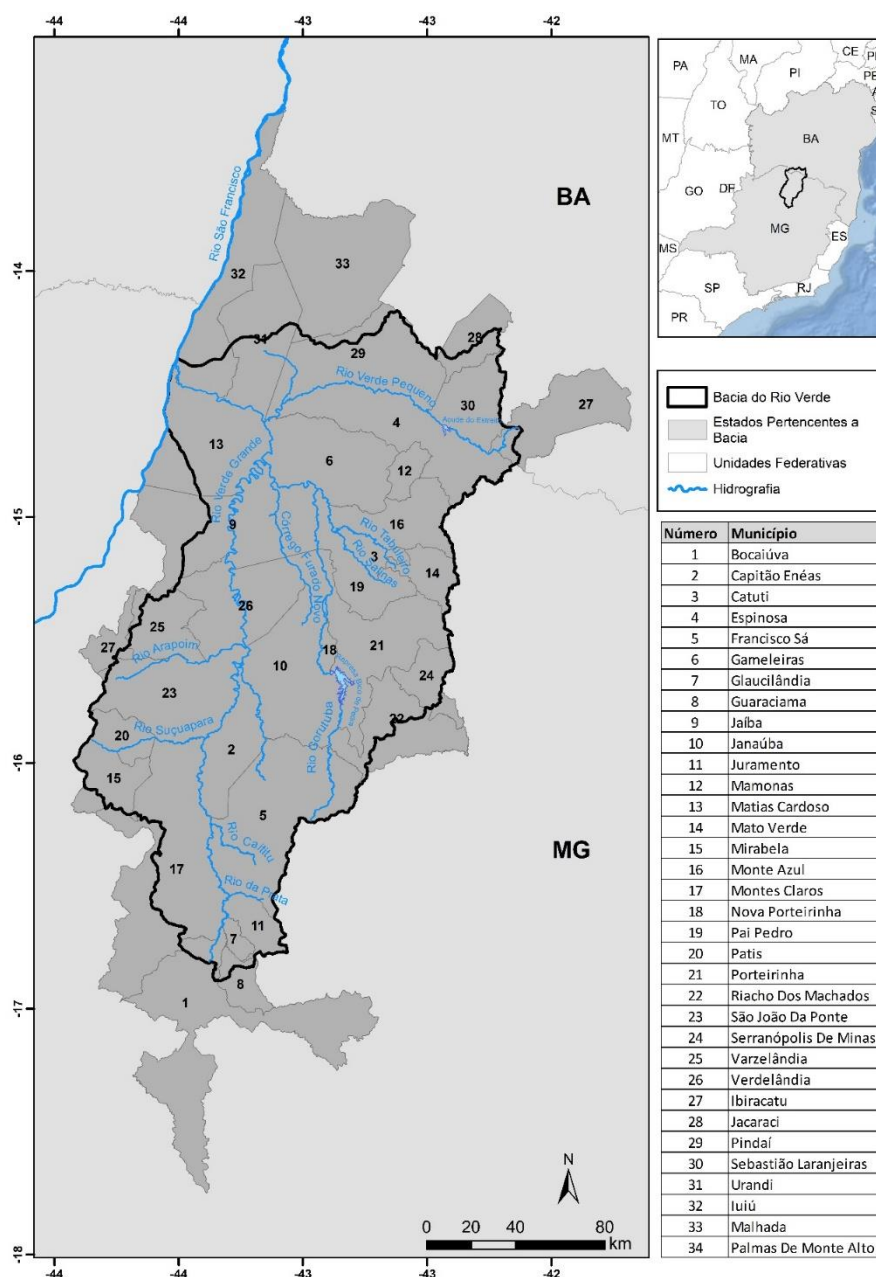
A região vem passando por processos sistemáticos de mudança no uso e cobertura do solo, sobretudo, em função da expansão da pecuária, por isso monitorar o que ocupa o lugar da vegetação natural é fundamental para gerar informações para subsidiar a gestão.

## **Materiais e Métodos**

### *Área de estudo*

A área de estudo são os Afluentes do Rio Verde Grande, está localizada no sudeste do Brasil, na porção norte do estado de Minas Gerais, entre as coordenadas -14 e -16 (de latitude) e -42 e -44 (de longitude) (Figura 1). Limita-se a leste da bacia do Rio Mosquito, a sudeste com o Alto do Jequitinhonha, oeste com Rios Pandeiro e Calindó e no Sudoeste com Pacuí e Jequitáí. Em aspectos demográficos, a área de estudo possui 858.461 habitantes (IBGE, 2010). O IDHMR (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Renda) médio é de 0,63, já o GINI mensurado em 0,50 (IBGE, 2010). A base econômica se dá a partir da agropecuária, a qual, mantém 50% da população ativa economicamente (ANA, 2013).

**Figura 1** - Localização da Bacia do Rio Verde Grande, Minas Gerais e Bahia, Brasil.



**Fonte:** IBGE, 2020 / Laboratório de Geoprocessamento UNIMONTES, 2020

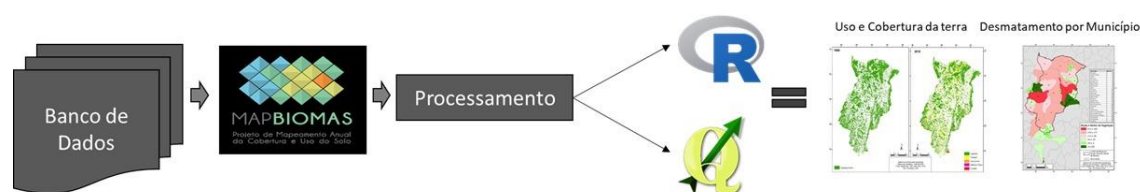
A bacia é marcada por dois tipos climáticos, o semiárido e o semiúmido (IBGE, 2002). A região se insere morfoclimaticamente nas Faixas de Transição, limitando-se aos domínios de Mares do Morros (leste), Cerrados (oeste) e Caatingas (norte) (AB’SABER, 1970). O relevo é marcado por superfícies planas e levemente onduladas por todos paralelos da área de estudo, com influência de áreas de relevo fortemente ondulado e montanhoso. As cotas altimétricas variam entre 557 e 1798, com média de 634,14 metros. No contexto pedológico, a bacia possui

predominância do domínio de Latossolos Vermelho-Amarelo Eutrófico, Vermelho-Amarelo Distrófico, Vermelho Distrófico e Vermelho Eutrófico (UFV, 2010). A vegetação da área de estudo, é marcada por formações savânicas (Cerrado Típico, principalmente) e florestais (Mata Ciliar e Floresta Estacional) (MAPBIOMAS, 2020).

### *Base de dados e Procedimentos Operacionais*

Para realização deste trabalho, inicialmente montou-se um banco de dados, em sequência realizou o processamento em ambiente GIS e posteriori, foram realizadas as análises estatísticas, principalmente para o balanço líquido (Figura 2).

**Figura 2** - Etapas metodológicas.



**Organização:** Os Autores, 2020

Para execução deste trabalho foram utilizados de produtos de sensoriamento remoto, disponibilizados gratuitamente pelo Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil – MapBiomias. Os dados são gerados com o *Random Forest*, um sistema de aprendizagem de máquina (BREIMAN, 2001). A máquina é treinada com amostras coletadas por especialistas do MapBiomias em ambiente computacional, relacionados a cada bioma gerado e validada a partir desses dados, tomando como referência o PROBIO (Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica), além do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e ainda outros órgãos competentes envolvidos com a área, como, o IBGE e a Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Os dados são processados na nuvem da *Google*, a partir da plataforma *Google Earth Engine*, que permite a compilação e análise de mais de 40 anos de imagens de satélites globais, fornecendo ferramentas que podem identificar primariamente o nível de desmatamento, classificação e cobertura da terra, que foram os principais produtos utilizados, e ainda estimativas de biomassa florestal e de carbono (GANEM et al., 2017). Além do método de validação pela equipe MapBiomias ainda foram percorridos

trechos para coleta e validação in loco pelos autores durante a pesquisa na elaboração do Atlas Ambiental de Montes Claros – MG (2020).

Para atender o objetivo do trabalho, selecionou-se intervalos que contemplassem as mudanças na configuração do uso e cobertura da terra na área de estudo, os períodos foram: 1990 e 2018. O projeto utilizou para o primeiro período o satélite Landsat 5 (sensor *Thematic Mapper* – TM) e o último dispôs de imagens do Landsat 8 (sensor *Operational Terra Imager* – OLI). Esses satélites possuem célula mínima de 30 metros, com resolução temporal de 16 dias (ROY et al., 2014).

Selecionou-se os produtos em formato *raster* em ambiente GIS. Na sequência tratamos em ambiente de sistemas de informações Geográficas (SIG), especificamente no software QGIS. Definimos como área de análise o limite da vegetação natural de 1990, a qual, é composta por: formações florestais, savânicas e campestres. Nosso intuito foi analisar as mudanças de uso e cobertura do solo, apenas dentro deste limite, buscando demonstrar perda e ganho de vegetação entre 1990 e 2018.

Com os dados processados, foi feita a análise quantitativa, na qual apresentamos o balanço líquido (BL) de perda de vegetação anualmente na bacia do Verde Grande, conforme Equação 1:

$$BL = LN1990 - 2018 \text{ Equação 1}$$

Onde LN1990 é o limite de vegetação em 1990.

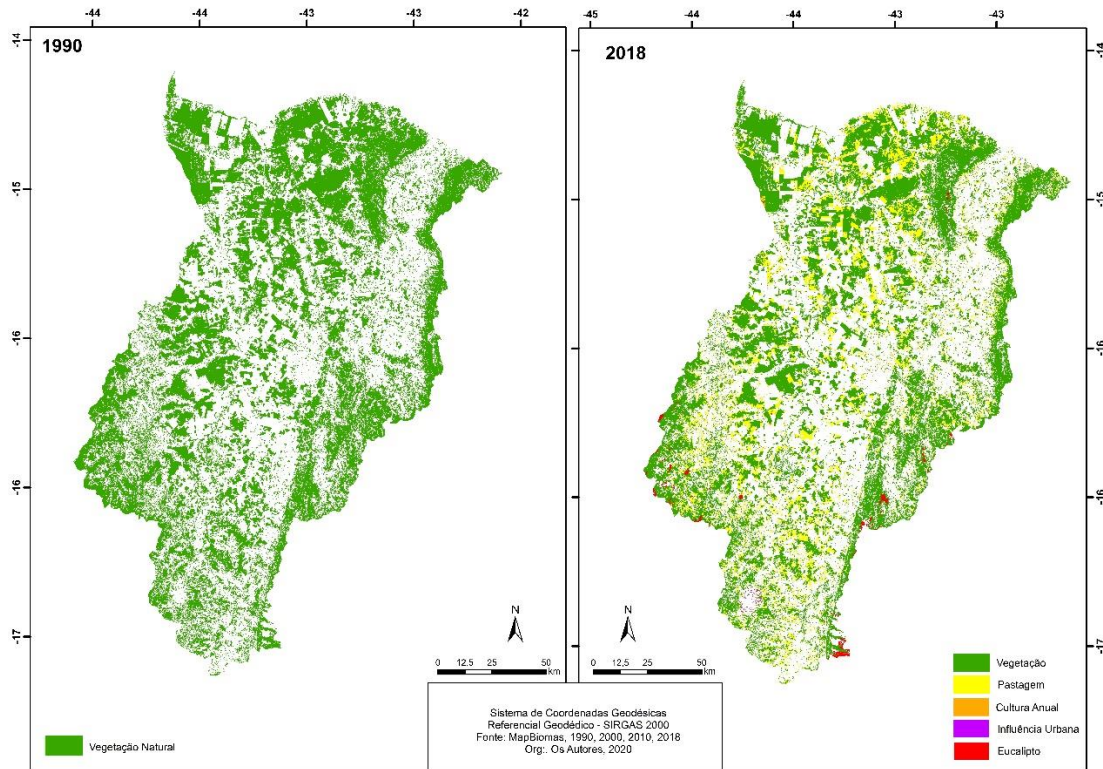
Na sequência, foram plotadas a área de perda e ganho para os municípios que compõem a bacia, para dar fluidez na representação. Todos procedimentos estatísticos foram realizados no software R em integração com o QGIS.

## Resultados

Na bacia do Rio Verde Grande, encontram-se as formações florestais (Mata Ciliar, Mata Seca, Mata de Galeria e Cerradão) que estão localizadas ao sul e a nordeste da bacia; formações savânicas (cerrado típico, ralo, denso e rupestre) estão dispostas em quase todo o território, apresentando concentração na parte norte e noroeste; formações campestres (campo limpo, campo sujo e rupestre), encontradas no sentido leste (Figura 3). A área original de vegetação em 1990 era de 12.473,89 km<sup>2</sup>, e decresceu para 9.830,43 km<sup>2</sup>, um decréscimo de 21,19% em

38 anos. O uso da terra com maior expressividade de desmatamento foi a Pastagem, que representa em 2018 áreas de 2.980,34 km<sup>2</sup> que representa 23,89% da área.

**Figura 3** – Dinâmica de Conversão de Vegetação Natural em Usos Antrópicos na Bacia do Rio Verde Grande em 1990 e 2018.



As pastagens estão distribuídas em todos os paralelos da bacia, apresentando largas extensões na porção norte. O eucalipto possui porções a sul e sudeste da área de estudo, por fragmentos a sudoeste. Nota-se que as culturas estão distribuídas em fragmentos na borda leste. É visível as conversões de vegetação nativa para os usos antrópicos, com intensificação ao norte. De modo geral, existem tensões ecológicas em todos os usos e coberturas da terra na área de estudo.

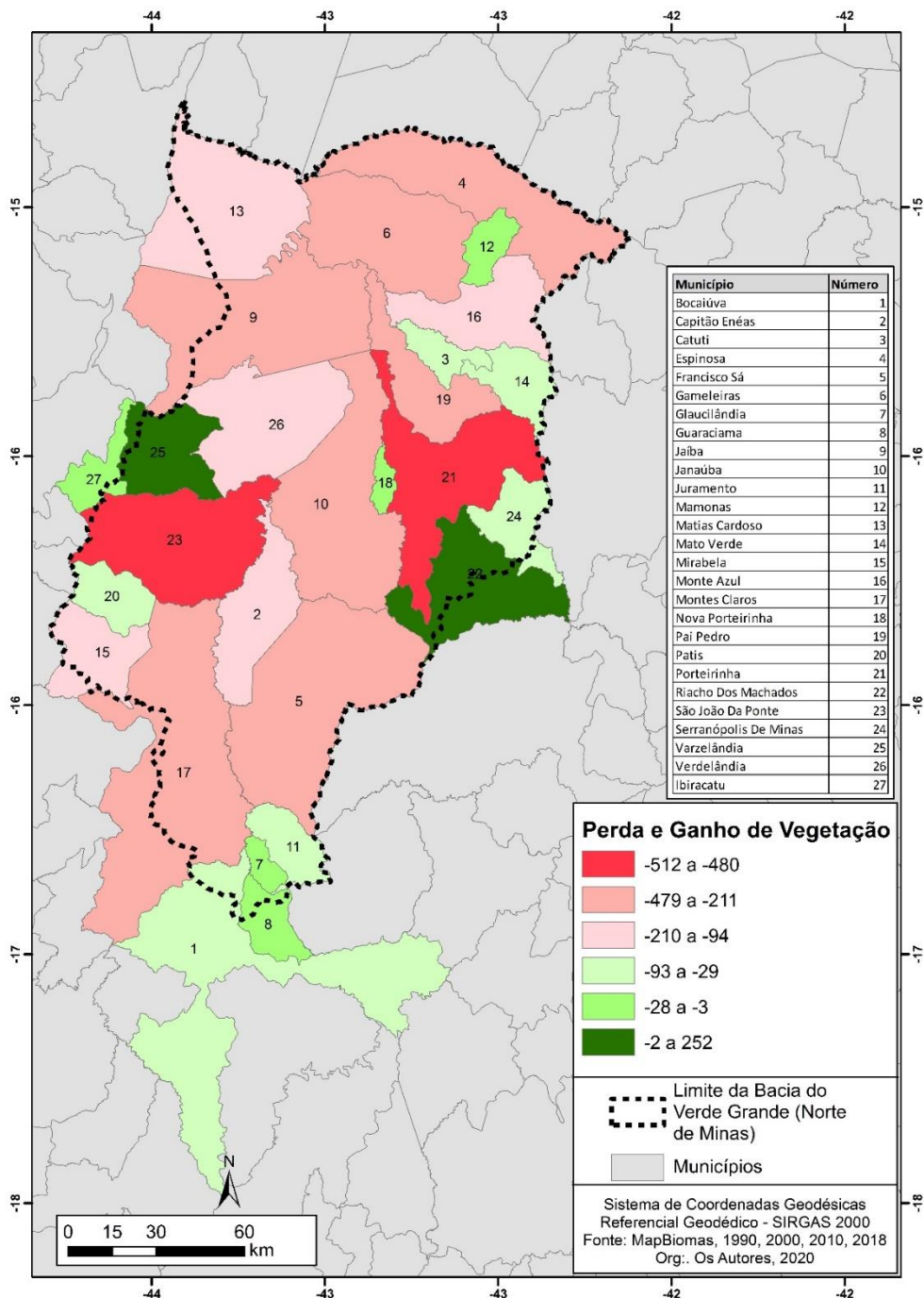
### Desmatamento por Município – 1990 e 2018

Quanto à taxa de desmatamento por município entre 1990 e 2018, destaca-se o município de Porteirinha, que apresentou maior perda de vegetação temporalmente, sendo - 511,61 km<sup>2</sup>, o que compreende a 79,04% de decréscimo em relação a área original. Esse decréscimo representa 10,22% da área do município. O município de Pai Pedro chamou atenção na análise, pois mesmo a perda de vegetação não sendo expressiva em relação a outros



municípios, (a exemplo Porteirinha), em níveis percentuais o desmatamento foi na ordem de ~94%, representando -284,10 km<sup>2</sup> em termos absolutos (Figura 4). São João da Ponte é marcado por perda de -480,28 km<sup>2</sup> (57,33%) da vegetação original. O município com menor perda de vegetação foi Ibiracatu, com área desmatada de 10,71% (-2,65 km<sup>2</sup>).

**Figura4** - Perda e Ganho de Vegetação na Bacia do Rio Verde Grande no Limite Norte Mineiro, por município, entre 1990 e 2018.



Os municípios de Varzelândia e Riacho dos Machados apresentaram ganho de vegetação entre 1990 e 2018. Varzelândia teve ganho na ordem de 71,98% (242,45 km<sup>2</sup>). Já Riacho dos Machados mostrou ganho de 26,77% (144,22 km<sup>2</sup>). Esses municípios destacam positivamente dentre os 27 que compõem essa bacia, pois o cenário geral foi de perdas sistemáticas de vegetação.

## **Discussão**

O processo de inércia e de ganho da vegetação identificado em alguns municípios pode estar relacionado com as condições físicas do ambiente. Áreas que apresentam impedimento para mecanização, como áreas de relevo ondulado inviabilizam o desmatamento (Francisco et al., 2014). O Norte de Minas apresenta áreas de vegetação da FED (Floresta Estacional Decidual) denominada de Mata Seca, que estão inseridas na lei de proteção da Mata Atlântica (Lei Federal nº 11.428 de 2006). Por essa razão, essas áreas apresentam maior nível de conservação, o que pode explicar a inércia e regeneração em alguns municípios. O Brasil ainda não mantém uma tendência de regeneração, visto que, o país apresenta grandes índices de desmatamento (MMA, 2007; MELO, 2013).

Estudos mostram que o ganho de vegetação, pode atender os protocolos ambientais internacionais quanto à mitigação do aquecimento global (SCHWARTZ et al., 2020), sobretudo considerando que a vegetação é um dos principais absorvedores de carbono atmosférico (QIU et al., 2020). Entende-se ainda que a manutenção da vegetação é importante no panorama da conservação da biodiversidade, principalmente tendo em vista a conectividade vegetacional, pois é essencial no fluxo genético e preservação da fauna (LIMA; FERREIRA e FERREIRA, 2020). Esses autores ainda mostram por meio de cenários ambientais que, na Região Metropolitana de Goiânia, a manutenção da vegetação pode reduzir a perda de solo e consequentemente o potencial erosivo de determinados ambientes.

Em contrapartida, o avanço das pastagens foi em detrimento de ecossistemas naturais, apresentando predomínio entre 1990 e 2018. Esse domínio é algo preocupante em diversos prismas, dentre esses, a pauta climática, pois esses sistemas (de pastagens) apresentam algum grau de degradação em sua extensão (VELOSO et al., 2020), e esse aspecto fomenta a emissão de CO<sub>2</sub> para as camadas atmosféricas. A substituição da vegetação nativa provoca alteração nas condições ambientais locais, como o microclima, pois o menor gasto energia pelas plantas interfere na troca de calor entre a superfície e a atmosfera, o que intensifica a concentração de

calor e elevação da temperatura local (NOBRE, 2007; PAVÃO et al., 2017). Também causa o desaparecimento de espécies de plantas típicas do Cerrado, como pequizeiro (BORGES et al., 2019). A mudança de uso do solo e a pecuária são as atividades que mais contribuem com a emissão de gases de efeito estufa, 55% e 25% respectivamente (BERCHIELLI et al., 2012).

A exposição do solo por meio da criação de pastos contribui para a perda de fertilidade e qualidade do solo. O pisoteio realizado pelo gado compacta o solo, dificulta a permeabilização e a percolação da água até o nível freático, o que pode modificar a dinâmica hidrológica da região. Essas condições favorecem ao elevado escoamento superficial que acelera o processo erosivo (SCHENEIDER et al, 1978; DIASE GARCIA, 2014; LIMA et al., 2018). Ferreira e Silva (2018) mencionam que conforme o MMA (Ministério do Meio Ambiente) no estado de Minas Gerais vastas áreas são susceptíveis ao processo de desertificação, logo, a remoção de vegetação nativa para inserção de usos sem técnicas e práticas conservacionistas tendem a agravar este cenário.

Nesse contexto de ocupações antrópicas, a mineração e o garimpo também constituem uma das atividades antrópicas que marcam a paisagem natural da Bacia do Rio Verde Grande. Há exploração de zinco, chumbo, areia, argila, cascalho, ferro e quartzo em alguns municípios do Norte de Minas, nos municípios de Montes Claros, Riacho dos Machados, Porteirinha, etc., que integram a bacia do Rio Verde Grande (ARAUJO, 2013). A atividade mineradora polui os solos, os corpos hídricos, aumentam o desmatamento e podem causar o processo de subsidência, que é o rebaixamento do relevo em consequência da exploração de recursos do subsolo. Outrora, é oportuno mencionar os efeitos da mineração no contexto de conflitos socioambientais, pois entre 2000 e 2015 constata-se 140 conflitos por terra e 56 por água em áreas do norte de Minas (FERREIRA; SILVA; SILVA, 2017).

Quanto às culturas agrícolas, a bacia do Rio Verde Grande abriga o segundo maior projeto de irrigação do mundo, localizado na cidade de Jaíba, no Norte de Minas, o Projeto Jaíba. A idealização do projeto se dá em quatro partes, que totalizam 100 mil hectares de área irrigada e 130 mil hectares de área de sequeiro. No entanto, essas fases ainda não foram concluídas. Na mesma bacia também se encontra o Projeto Gorutuba, que tem as plantações de banana como produto principal (SANTOS e SILVA, 2018; MOURA, 2013; REIS e SILVEIRA, 2011). Atualmente, o projeto opera com aproximadamente 31 mil hectares de áreas irrigadas. O sistema de captação para irrigação ocorre nos rios Gorutuba e São Francisco. No entanto, os produtos químicos utilizados na plantação poluem os recursos hídricos e compromete a

qualidade e quantidade dos rios, que recebem novamente a água que escorre superficialmente (OLIVEIRA et al., 2017). A bacia do Verde Grande, é marcada por períodos de estiagens, por isso, há a necessidade de uso controlado da água, uma vez que ela passa por períodos de baixa. Assim, em alguns momentos é preciso controle da distribuição da água na região (ALMEIDA et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2017).

A implantação do cultivo de eucalipto para subsidiar emprego e renda para a população do Norte de Minas, desencadeou em problemas socioambientais. Produtores rurais e povos tradicionais foram desapropriados das suas terras de origem para a expansão do eucalipto. Assim, muitos deixaram o campo em direção as cidades, o que contribuiu para o aumento da área urbana e o desemprego dessa população (MENDES et al., 2014; SILVA e GONÇALVES, 2016).

O processo de urbanização dentro do limite da bacia do Verde Grande também favoreceu o desmatamento da vegetação. A influência de empresas, projetos de irrigação e indústrias, serviram como atração populacional para as cidades, o que desencadeou o êxodo rural e o aumento das áreas urbanas (BARROS et al., 2013; FRANÇA e SOARES, 2012).

A mecanização do campo e a abertura de empresas subsidiadas pela SUDENE, levaram a um rápido crescimento horizontal de Montes Claros (FRANÇA e SOARES, 2007; MARCATTI, 2013). A intensificação de atividades antrópicas, prejudicaram nas condições ambientais e a disponibilidade de recursos naturais (AGUIARE DIAS, 2019).

### **Considerações Finais**

- Os resultados constataram que houve decréscimo sistemático da vegetação natural na bacia do Verde Grande em quatro décadas. A maior expressão das conversões foi destinada aos sistemas de pastagens. Os municípios com maior perda de vegetação foram Porteirinha, São João da Ponte e Ibiracatu. Enquanto, Riacho dos Machados e Varzelândia mostraram a maior taxa de regeneração.
- Quanto às técnicas usadas nesse trabalho, destacamos os produtos de mapeamento sistemático de uso e cobertura do solo no Brasil, realizados a partir de sensoriamento remoto, pois foram essenciais para as análises feitas nesse estudo. A vantagem do uso dessas técnicas é, sobretudo, o tempo operacional, pois os produtos estão disponíveis em plataformas digitais. A desvantagem pode ser o fator escala, pois, esses dados são levantados para escala nacional.

- Este estudo apresenta-se como relevante pois aponta norteamentos que podem ser utilizados por gestores no contexto ambiental, sobretudo no controle e aplicação de políticas públicas de proteção à cobertura natural de vegetação.

## Referências

AB'SÁBER, A. N. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1970. p. 26

AGUIAR, F. S.; DIAS, O. A. (2019) Avaliação Da Qualidade Das Águas Da Lagoa Do Parque Municipal Milton Prates, Montes Claros (Mg). *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 8, n. 2, p. 198-212. DOI: 10.19177/rgsav8e22019198-212

ANA – Agência Nacional Das Águas. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande. Disponível em: [http://arquivos.ana.gov.br/servicos/planejamento/planoderecursos/20150902\\_PRH\\_Verde\\_Grande.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/servicos/planejamento/planoderecursos/20150902_PRH_Verde_Grande.pdf).

ANDRADE, R. G.; BOLFE, E. L.; VICTORIA, D. de C.; NOGUEIRA, S. F.. (2020) Avaliação das condições de pastagens no cerrado brasileiro por meio de geotecnologias. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 7, n. 1, p. 34-41. Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/160082/1/Cnpgl-2017-RBAS-Avaliacao.pdf> >

ANGELINI, L. P, SILVA, P. C. B. S. e, FAUSTO, M. A, MACHADO, N. G, BIUDES, M. S. (2017) Balanço de Energia nas Condições de Mudanças de Uso do Solo na Região Sul do Estado de Mato Grosso. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 32, n. 3, p. 353-363. 2017. <https://doi.org/10.1590/0102-77863230003>

ARAUJO, F. O. Campo-cidade-região: transformações prováveis a partir da implantação de empreendimentos mineradores no Norte de Minas Gerais. 2013. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Ufmg, Minas Gerais, 2013.

ARRAES, R. de. A. e; MARIANO, F. Z.; SIMONASSI, A. G.. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 50, n. 1, p. 119-140, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032012000100007>.

BARROS, K. de. O. MARCATTI, G. E., COSTA, F. R., OLIVEIRA, J. C., RIBEIRO, C., ANTONIO, A. S., SOARES, V. P., SILVA, E. (2013) Análise temporal das classes de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Vieira, Montes Claros, Minas Gerais. *Revista Agrogeoambiental*, v. 5, n. 2, p. 43-54. <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v5n22013441>

BERCHIELLI, T. T.; MESSANA, J. D.; CANESIN, R. C. (2012) Produção de metano entérico em pastagens tropicais. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 13, n. 4, p. 954-968. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402012000400010>.

BORGES, M. B.; RODRIGUES, H. L. A.; LEITE, M. E. (2019) Sensoriamento Remoto Aplicado ao Mapeamento do Cerrado no Norte de Minas Gerais e suas Fitofisionomias. *Caderno de Geografia*, v. 29, n. 58, p. 819-835, 31. <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2019v29n58p819-835>

BREIMAN, L. *Random Forests*. Statistics Department. University of California, Berkeley, CA, v. 4720, 2001.

CAPANEMA, V. d. P.; SANCHES, I. D. A.; ESCADA, M. I. S. *Comparação Entre Os Produtos Temáticos De Uso E Cobertura Da Terra Do Terraclass Amazônia E Mapbiomas: Teste De Aderência Entre Classes*. In: Anais Do Xix Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 2019, Santos. Anais eletrônicos... São José dos Campos, INPE, 2019.

CARNEIRO FILHO, A. *A expansão da soja no Cerrado. Caminhos para a ocupação territorial, uso do solo e produção sustentável*. São Paulo: Agroicone, 2016. 30 p. Disponível em: [https://www.inputbrasil.org/wp-content/uploads/2016/11/A-Expans%C3%A3o-da-Soja-no-Cerrado\\_Agroicone\\_INPUT.pdf](https://www.inputbrasil.org/wp-content/uploads/2016/11/A-Expans%C3%A3o-da-Soja-no-Cerrado_Agroicone_INPUT.pdf).

CARVALHO, H. P. NETO, D. D.; TEODORO, R. E. F.; MELO, B. de. (2011) Balanço hídrico climatológico, armazenamento efetivo da água no solo e transpiração na cultura de café. *Bioscience Journal*, v. 27, n. 2.

CASTRO, D. D. de.; ABDALA, K.; SILVA, A. A.; BORGES, V. (2010) A Expansão Da Cana-De-Açúcar No Cerrado E No Estado De Goiás: Elementos Para Uma Análise Espacial Do Processo. *Boletim Goiano de Geografia*, v. 30, n. 1, p. 171-191. <https://doi.org/10.5216/bgg.v30i1.11203>

CLIMAS DO BRASIL, IBGE *Mapa*. Rio de Janeiro: IBGE; 2002. Escala, v. 1, n. 5.000, p. 000.

DIAS, J. E; GARCIA, J. M. P. (2014) Aplicação Do Mapa De Unidades Geomorfológicas Para Fins De Planejamento De Uso E Ocupação De Territórios Por Meio Da Ferramenta De Geoprocessamento: Estudo De Caso No Município De Volta Redonda, Rj. *Revista Georaguai*, v. 4, n. 2.

DURÃES, M. C. O.; FILHO, B. P. M.; BARBOSA, V. V.; FIGUEIREDO, F. P. de. (2017) Caracterização dos impactos ambientais da mineração na bacia hidrográfica do rio São Lamberto, Montes Claros/MG. *Caderno de Ciências Agrárias*, v. 9, n. 1, p. 49-61.

ESTRABIS, N. V.; MARCATO JUNIOR, J.; PISTORI, H. (2019) Mapeamento da Vegetação Nativa do Cerrado na Região de Três Lagoas-MS com o Google Earth Engine. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 71, n. 3, p. 702-725.

FAUSTO, M. A. ANGELINI, L. P.; MARQUES, H. O.; FILHO, A. S.; MACHADO, N. G.; BIUDES, M. S. (2016) Impact of land-use change in the net radiation of the Cerrado of the southern Mato Grosso. *Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science*, v. 11, n. 2, p. 350-361. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1843>.

FERNANDES, P. A.; PESSÔA, V. L. S. (2011) O Cerrado e suas atividades impactantes: uma leitura sobre o garimpo, a mineração e a agricultura mecanizada. *Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia*, v. 3, n. 7.

FERREIRA, G. H. C.; DA SILVA, R. G.; DA SILVA, F. A. (2017) A territorialização camponesa e do agronegócio no Norte de Minas: algumas leituras preliminares. *Boletim Paulista de Geografia*, n. 97, p. 21-41.

FERREIRA, G. H. C.; SILVA, L. A. P. da. (2018) Mapeamento do uso da terra no município de Várzea da Palma por geotecnologias. *Elisee: Revista de geografia da UEG*, v. 7, n. 1, p. 85-102.

FERREIRA, R. R. M.; TAVARES FILHO, J.; FERREIRA, V. M. (2010) Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, n. 4, p. 913-932.

FRANÇA, I. S. de. *A cidade média e suas centralidades: O exemplo de Montes Claros no Norte de Minas Gerais*. 2007. 283 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

FRANÇA, I. S. de; SOARES, B. R. (2012) Rede urbana regional, cidades médias e centralidades: estudo de montes claros e dos centros emergentes de pirapora, janaúba e januária no norte de minas gerais. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 14, n. 2, p. 169-185.

FRANCISCO, P. R. M. CHAVES, I. de. BRITO.; LIMA, E. R V. de. (2014) Tecnologia Da Geoinformação Aplicada No Mapeamento Das Terras À Mecanização Agrícola. *Revista Educação Agrícola Superior*, [S.L.], v. 29, n. 1, p. 45-51. *Revista Educação Agrícola Superior - ABEAS*. <http://dx.doi.org/10.12722/0101-756x.v29n01a12>.

GANEM, K. A. BAPTISTA, G. M. de. M, ROCHA, W. J. S. F.; VASCONCELOS, R. N.; ROSA, M. R.; SOUZA, D. T. M. (2017) Comparação Entre Dados Com E Sem Correção Atmosférica Na Classificação Da Cobertura Da Terra De Uma Área Da Caatinga Utilizando O Google Earth Engine. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 69, n. 6.

GOMES, L. C.; BIACHI, F. J. J. A.; CARDOSO, I. M.; SCHULTE, R. P. O.; ARTS, B. J. M.; FERNANDES FILHO, E. I. (2020) Land use and land cover scenarios: an interdisciplinary approach integrating local conditions and the global shared socioeconomic pathways. *Land Use Policy*, [S.L.], v. 97, p. 104723-104736. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104723>.

IBGE. Censo. 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 jul. 2020.

JESUS MENDES, J.; RODRIGUES, S. G.; DOS SANTOS, G. R. (2014) Monocultura de eucalipto e a questão territorial: o caso da comunidade Vale das Cancelas no norte de Minas Gerais. *Florestan*, n. 1, p. 110.

KRUSCHE, A. V.; BALLESTER, M. V. R.; VICTORIA, R. L.; BERNARDES, M. C.; LEITE, N. K.; HANADA, L.; VICTORIA, D. C.; TOLEDO, A. M.; OMETTO, J. P.; MOREIRA, M. Z.; GOMES, B. M.; BOLSON, M. A.; NETO, S. G.; BONELLI, N.; DEEGAN, L.; NEILL, C.; THOMAS, S.; AUFDENKAMPE, A. K.; RICHEY, J. E. (2005) Efeitos das mudanças do uso da terra na biogeoquímica dos corpos d'água da bacia do rio Ji-Paraná, Rondônia. *Acta Amazônica*, [S.L.], v. 35, n. 2, p. 197-205, 2005. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0044-59672005000200009>.



LEITE, M. E. (org.). *Atlas Ambiental de Montes Claros / MG*. Montes Claros: Unimontes, 2020. 67 p. Disponível em: <https://www.posgraduacao.unimontes.br/uploads/sites/7/2020/03/atlas-compactado.pdf>.

LEITE, M. E.; SILVA, L. A. P.; VELOSO, G. A.; FILHO, R. M. (2020) Comportamento E Influência Do Albedo E Temperatura De Superfície No Balanço De Radiação Em Áreas De Cerrado. *Caminhos de Geografia*, [S.L.], v. 21, n. 73, p. 131-147. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/rcg217347387>.

LEITE, M. E.; ALMEIDA, J. W. L.; DA SILVA, R. F. (2012) Geotecnologias aplicadas à extração automática de dados morfométricos da bacia do rio Pacuí/MG. *Revista brasileira de cartografia*, n. 64/3.

LEITE, M. E.; SANTOS, I. S.; ALMEIDA, J. W. L. Mudança de Uso do Solo na Bacia do Rio Vieira, em Montes Claros/MG (Change of Land Use on River Basin Vieira, in Montes Claros/MG). *Revista Brasileira de Geografia Física*, [S.l.], v. 4, n. 4, p. 779-792. ISSN 1984-2295. doi:<https://doi.org/10.26848/rbgf.v4.4.p779-792>.

LIMA, G. S. A.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E. (2018) Modelagem da Perda Superficial de Solo para Cenários de Agricultura e Pastagem na Região Metropolitana de Goiânia. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 70, n. 4, p. 1510-1536.

MAPBIOMAS. *Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil*. 2020. Disponível em: <http://mapBiomass.org>.

MELO, F. P. L.; ARROYO-RODRIGUEZ, V.; FAHRIG, L.; MARTINEZ-RAMOS, M.; TABERELLI, M. (2013) On the hope for biodiversity-friendly tropical landscapes. *Trends In Ecology & Evolution*, [S.L.], v. 28, n. 8, p. 462-468. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2013.01.001>.

MMA. *Definição de vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no estado de Minas Gerais*. 2007. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=537>.

MOURA, A. C. de. *Trajetórias, memórias e experiências dos trabalhadores rurais do projeto Jaíba, MG*. 2014. 164 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de História, Universidade Federal de

Uberlândia, Uberlândia, 2014. Disponível em: <

<http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/16472> >

NOBRE, C. A; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L. (2007) Mudanças climáticas e Amazônia. *Cienc. Cult*, v. 59,n. 3,p. 22-27. Disponível em: <

[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252007000300012](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252007000300012) >

OLIVEIRA, S. C.; AMARAL, R. C.; ALMEIDA, K. C. de. B.;PINTO, C. C. (2017) Qualidade das águas superficiais do Médio São Francisco após a implantação dos perímetros irrigados de Gorutuba/Lagoa Grande e Jaíba. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 22, n. 4, p. 711-721. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522017136784>.

PAVÃO, V. M. et al. (2015) Temperatura E Albedo Da Superfície Por Imagens Tm Landsat 5 Em Diferentes Usos Do Solo No Sudoeste Da Amazônia Brasileira. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 16, p. 169-183.

PEDROSO, I. L. P. B. (2004) Meio ambiente, agroindústria e ocupação dos cerrados: o caso do município do Rio Verde no sudoeste de Goiás. *Revista Urutágua*, v. 6, p. 1-10.

PEREIRA, S. S.; CURI, R. C. (2012) Meio ambiente, impacto ambiental e desenvolvimento sustentável: conceituações teóricas sobre o despertar da consciência ambiental. *Reunir: Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade*, v. 2, n. 4, p. 35-57.

PEREIRA, S. B.; PRUSKI, F. F; SILVA, D. D.; RAMOS, M. M. (2007) Estudo do comportamento hidrológico do Rio São Francisco e seus principais afluentes. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 11, n. 6, p. 615-622. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662007000600010>

PERES, R. G. *Proposta de formação de corredores ecológicos no alto da Bacia do Rio Verde Grande, no Norte de Minas Gerais*. 2014. 66 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais, Ufmg, Montes Claros, 2014.

PONZONI, F. J. PACHECO, L. R. F.; SANTOS, S. B. dos.; FILHO, C. O. A. (2015) Caracterização Espectro-Temporal De Dosséis De Eucalyptus Spp. Mediante Dados Radiométricos TM/Landsat5. *Cerne*, v. 21, n. 2, p. 267-275. <https://doi.org/10.1590/01047760201521021457>

QIU, Z. FENG, Z.; SONG, Y.; LI, M.; ZHANG, P. (2020) Carbon sequestration potential of forest vegetation in China from 2003 to 2050: predicting forest vegetation growth based on climate and the environment. *Journal of Cleaner Production*, v. 252, p. 119715-119764. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119715>

RATTER, J. A.; BRIDGEWATER, S.; ATKINSON, R.; RIBEIRO, J. F. (1996) Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation II: comparison of the woody vegetation of 98 areas. *Edinburgh Journal Of Botany*, v. 53, n. 2, p. 153-180. <https://doi.org/10.1017/S0960428600002821>.

REIS, P. R. da. C.; SILVEIRA, S. de. F. R.; RODRIGUES, P. E. L. (2012) Impactos da Política Nacional de Irrigação sobre o desenvolvimento socioeconômico da região Norte de Minas Gerais: uma avaliação do Projeto Gorumtuba. *Revista de Administração Pública*, v. 46, n. 4, p. 1101-1130. <https://doi.org/10.1590/S0034-76122012000400010>.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. *Fitofisionomias do bioma Cerrado*. Embrapa Cerrados- Capítulo em livro científico (ALICE), 1998. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/554094>

ROCHA, G. F. et al. (2011) Detecção de desmatamentos no bioma Cerrado entre 2002 e 2009: padrões, tendências e impactos. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 63, n. 3.

RODRIGUES, T. da. S.; SANO, E. E.; PRIETO, J. D.; ALMEIDA, T. de.; CHAVES, J. M. (2019) Detecção de mudanças na cobertura vegetal natural do Cerrado por meio de dados de radar (Sentinel-1A) e plataforma Google Earth Engine. *Sociedade & Natureza*, v. 31, p. 1-22. <https://doi.org/10.14393/SN-v31-2019-46315>

ROY, D. P.; WULDER, M. A.; LOVELAND, T. R.; WOODCOCK C.E.; ALLEN, R. G.; ANDERSON, M. C.; HELDER, D.; IRONS, J. R.; JOHNSON, D. M.; KENNEDY, R.; SCAMBOS, T. A.; SCHAAF, C. B.; SCHOTT, J. R.; SHENG, Y.; VERMOTE, E. F.; BELWARD, A. S.; BINDSCHADLER, R.; COHEN, W. B.; GAO, F.; HIPPLE, J. D.; HOSTERT, P.; HUNTINGTON, J.; JUSTICE, C. O.; KILIC, A.; KOVALSKYY, V.; LEE, Z. P.; LYMBURNER, L.; MASEK, J. G.; MCCORKEL, J.; SHUAI, Y.; TREZZA, R.; VOGELMANN, J.; WYNNE, R. H.; ZHU, Z. (2014) Landsat-8: science and product vision for terrestrial global change research. *Remote Sensing of Environment*, v. 145, p. 154-172. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.001>

SALGADO, A. A. R.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. (2006) Impactos da silvicultura de eucalipto no aumento das taxas de turbidez das águas fluviais: o caso de mananciais de abastecimento público de Caeté/MG. *Revista Geografias*, p. 47-57.

SANO, E. E. ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L, G.(2009) Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 166, n. 1-4, p. 113-124. DOI 10.1007/s10661-009-0988-4

LIM, G. A. S. A. de; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E. (2020) Qualidade da paisagem e perdas de solo frente à simulação de cenários ambientais no Cerrado, Brasil. *Sociedade & Natureza*, v. 32, p. 427-439. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <https://doi.org/10.14393/SN-v32-2020-47029>

SANTOS, G. R.; DOS SANTOS SILVA, R. (2018) Os irrigantes do projeto Jaíba: da produção de subsistência à agricultura moderna. *Cadernos do Desenvolvimento*, v. 5, n. 7, p. 349-372.

SCHNEIDER, P. R.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. (2006) Influência Do Pisoteio De Bovinos Em Áreas Florestais. *Floresta*, v. 9, n. 1, p. 19-23.

SCHWARTZ, N. B.; AIDE, T. M.; GRAESSER, J.; RICARDO GRAU, H.; URIARTE, M. (2020) Reversals of Reforestation Across Latin America Limit Climate Mitigation Potential of Tropical Forests. *Frontiers in Forests and Global Change*, v. 3, p. 1-10. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.00085>

SILVA, C. E. M.; PORTO-GONÇALVES, C. Wr. (2016) Água, cerrado, eucalipto e gente. *Cadernos do CEAS: Revista crítica de humanidades*, n. 222, p. 41-44.

SILVA, E. B. da. *Taxas de desmatamento anuais no bioma Cerrado: uma análise a partir de dados MODIS para o período de 2003 a 2007*. 2009. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

SILVA, E. B. da.; FERREIRA JÚNIOR, L. G. (2010) Taxas de Desmatamento e Produção Agropecuária em Goiás - 2003 a 2007. *Mercator*, v. 09, n. 18, p. 1221-134. DOI: 10.4215/RM2010.0918.0010

SILVA, L. A.; LEITE, M. R. (2018) Estimativa por sensoriamento remoto do comportamento da temperatura de superfície diante da conversão de Cerrado à Pastagem na bacia do Rio Jatobá no Norte de Minas Gerais. *Geografia em Atos (Online)*, v. 1, n. 5, p. 1-20.

SOARES, A. A.; ALMEIDA, F. T.; MANTOVANI, E. C.; RAMOS, M. M.; MAENO, P. (2003) Eficiência de Irrigação na Cultura da Banana no Projeto Gorutuba. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 8, n. 2, p. 187-193.

UFV; CETEC; UFLA; FEAM. *Mapa de Solos de Minas Gerais*. 2010. Disponível em: <http://www.feam.br/-qualidade-do-solo-e-areas-contaminadas/mapa-de-solos>

VELOSO, G. A.; FERREIRA, M. E.; FERREIRA JUNIOR, L. G.; SILVA, B. B. da.(2020) Modelling gross primary productivity in tropical savanna pasturelands for livestock intensification in Brazil. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, v. 17, p. 100288-100296. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100288>

WRIGHT, S. J.; MULLER-LANDAU, H. C. (2006) The Future of Tropical Forest Species1. *Biotropica*, v. 38, n. 3, p. 287-301. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2006.00154.x>