

Received:
August 8, 2020

Accepted:
October 13, 2020

Published:
November 1, 2020

Study on the susceptibility to desertification of the Mucuri River Basin in Minas Gerais, Brazil

André Rodrigo Brito Alves Maciel¹ , Francisco César Dalmo¹ 

¹ Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni, Brasil.

Email address

rodrigow_@hotmail.com.br (André R.B.A. Maciel)

francisco.dalmo@ufvjm.edu.br (Francisco C. Dalmo) – Corresponding author.

Abstract

Desertification is a process composed of natural and anthropic agents, its intensity and speed of development has increased in some regions due to changes in climate patterns, different ways of life and a bigger exploitation of natural resources. Therefore, an analysis of the desertification susceptibility in the Mucuri River Basin, in Minas Gerais, Brazil, was made through this study. A bibliographic revision was made about the subject to determine the theoretical and methodological procedures to be used, concepts of geoprocessing and its mapping tools were used during the analysis. The following attributes were adopted: slope, soil type, erosivity, vegetation cover and aridity. The results show areas with low and medium environmental susceptibility to erosion and desertification. It is concluded that the degradation of the Mucuri River Basin in Minas Gerais must be monitored and studied more attentively, so that the region does not face more severe economic and social problems.

Keywords: Geoprocessing, Desertification, Degradation.

1. Introdução

O solo, como produto dos processos naturais e efeitos das ações humanas, tem sido cada vez mais estudado diante da influência direta que este pode ter sobre o desenvolvimento das variadas forma de vida. O mesmo é a base para o desenvolvimento humano, mas também, em certos momentos, se apresenta como obstáculo para a evolução da sociedade. Quando o solo é alterado e sua degradação acontece, consequências ambientais e socioeconômicas podem ser observadas em diversos níveis do seu uso e ocupação (Briassoulis, 2019; MMA, 2010; Brasil, 2004).

Com o rápido avanço da sociedade sobre os recursos naturais, de acordo com Briassoulis (2019), observa-se um aumento alarmante de ritmo da degradação dos solos. Assim sendo, esse tema já foi um objeto de estudo nas discussões sobre os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU) na Rio+20, que destaca em seu objetivo de número quinze a proteção, recuperação e promoção do uso sustentável dos ecossistemas terrestres, além

de gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade (ONU, 2015).

A desertificação é uma forma extrema de degradação causada por uma mistura de fatores naturais e humanos, e, juntamente com a seca, ameaça o bom funcionamento dos sistemas terrestres utilizados pela sociedade. De modo geral, a desertificação se diferencia de desastres naturais, como fogos, inundações e terremotos, porque sua distribuição espacial é complexa e de longo prazo causada por diferentes fatores em escala regional (Briassoulis, 2019; MMA, 2010; Brasil, 2004).

As causas e as consequências da desertificação e degradação de solos englobam várias atividades humanas que são interdependentes e que, de forma geral, aplicam diretamente mais de um recurso natural (água, solo e vegetação). Além disso, são relacionadas diretamente a diversos setores econômicos e sociais, que acabam se espalhando por uma rede em nível global (Briassoulis, 2019; Dourado, 2017; MMA, 2010; Brasil, 2004).

O aparecimento da desertificação expõe os recursos naturais e humanos a diversas ameaças, como a perda de solo produtivo e a falta de segurança nos suprimentos alimentícios e de água para o abastecimento público. Ademais como consequência verificam-se dificuldades econômicas e sociais, bem como riscos à saúde da população (Briassoulis, 2019; Dourado, 2017; MMA, 2010; Brasil, 2004).

Em virtude da gravidade das consequências da desertificação foi realizada a 1ª Conferência Sobre Desertificação pela ONU no ano de 1977 em Nairóbi, capital do Quênia. Neste evento, definiu-se a necessidade de abordagens específicas em regiões semiáridas, pois essas possuem características climáticas e ambientais que geram uma maior susceptibilidade à degradação do solo, além de possuírem uma maior carência social que potencializa a gravidade das consequências (; MMA, 2010; Pachêco, Freire e Borges, 2006; Brasil, 2004).

A partir da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD), instituída durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92), no ano de 1992, o Brasil desenvolveu o Plano de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-Brasil), que foi publicado em 2004. Esse plano estabelece conceitos, áreas de abrangência e aplicação, orientações e ações a serem realizadas na temática da desertificação e, conseqüentemente, desenvolvimento das regiões semiáridas (MMA, 2010; Brasil, 2004; Verdum et al, 2001).

Segundo o PAN-Brasil (Brasil, 2004), o estado de Minas Gerais começou em 2004 a desenvolver o Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAE-MG). No entanto, apenas em 2009 o governo estadual intensificou os esforços para a criação do plano, utilizando-se do MMA, da Secretaria de Estado para o Desenvolvimento dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e do Norte de Minas e do Projeto Estruturador de Convivência com a Seca como centro para o desenvolvimento dos planos e ações contra a desertificação. No fim de 2009, a empresa COOMAP foi contratada para a elaboração da versão publicada do PAE-MG, que foi lançado no ano de 2010 (MMA, 2010).

Visto a influência direta da degradação de solos e desertificação sobre o desenvolvimento e qualidade de vida em uma região concebe-se a

importância dos estudos sobre o tema. Assim, o presente estudo tem como objetivo levantar informações sobre a situação do risco à desertificação na região da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri (BHM), no nordeste do estado de Minas Gerais.

2. Referencial teórico

O uso do termo desertificação teve um dos seus registros pela primeira vez no de 1949, pelo engenheiro francês André Aubréville, para definir o aparecimento de savanas em locais que antes eram dominados por florestas tropicais e subtropicais (Dourado, 2017).

Durante a Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação (CNUD), ocorrida em 1977, foi estabelecido o significado do termo, como sendo a ação sequencial de degradações do solo, vegetação e hidrologia, causando degradação biológica ao ecossistema que, com o avançar do processo passa a apresentar características desérticas. Além disso, o processo deve ser causado, de forma conjunta ou não, por mudanças no clima e atividades humanas (CGEE, 2016; Verdum et al, 2001).

A definição estabelecida na CNUD acabou por receber diversas críticas nos anos seguintes, dado a restrição em sua escala, pois apenas áreas de climas áridos e semiáridos poderiam ser desertificadas; como também definia que o processo é irreversível e cria desertos. Desta forma, a definição passou a ser discutida abertamente pela comunidade internacional, a fim de melhor definir metodologias de estudo e combater a desertificação (Dourado, 2017; Sales, 2003).

Em consequência, ao longo da Rio-92 a UNCCD estabeleceu a luta contra a desertificação e efeitos da seca como principal material de referência global (IICA, 2015). Nos anos que se seguiram, tendo a UNCCD como base, foi estabelecido pela ONU (1997) um novo conceito de desertificação: “é a degradação da terra em regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de diversos fatores, inclusive de variação climática e de atividades humanas”.

Neste novo conceito, a ONU define que o índice de aridez é, de modo geral, o fator climático dominante ao tentar se definir a susceptibilidade de uma região ao processo de desertificação. Entretanto, novamente, a definição estabelecida mostrou-se restritiva, pois a desertificação é um processo multivariado, que depende do clima,

representado pelo índice de aridez, e também do solo, da vegetação, da hidrologia, entre outros fatores (Pachêco, Freire e Borges, 2006; ONU, 1997).

Desta forma, a desertificação é a diminuição ou desaparecimento da variabilidade biológica de ecossistemas secos. Verifica-se nesses uma redução de produtividade que é causada pela modificação da cobertura vegetal natural da região, mau uso do solo, e modificações no ciclo hidrológico regional. O processo de desertificação está intimamente ligado ao mau uso de recursos naturais, de forma que a escassez desses podem causar dificuldades econômicas e impactos sociais (Dourado, 2017; MMA, 2010; Brasil, 2004).

No Brasil, este fato está associado com o índice de desenvolvimento humano (IDH) das áreas consideradas susceptíveis à desertificação, cujos valores mais baixos de IDH encontram-se nos estados que possuem parte do seu território na região semiárida do país. A seca e a desertificação influenciam diretamente no desenvolvimento sustentável e seus impactos sociais podem ser observados nos problemas sanitários, na escassez de alimentos, na pobreza e na desigualdade social, entre outros (MMA, 2010; Brasil, 2004).

As áreas susceptíveis a desertificação no Brasil estão dispostas na Figura (1).

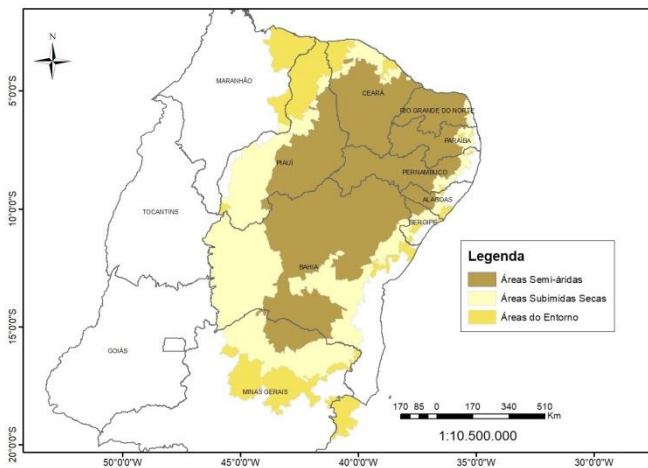


Figura 1 - Áreas susceptíveis à desertificação no Brasil (Modificado de MMA, 2010).

Nota-se na Figura (1) que as áreas semiáridas e subúmidas secas estão concentradas principalmente na região Nordeste do país, e são consideradas as áreas de maior risco, assim, como o norte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo (MMA, 2010; Brasil, 2004).

Em Minas Gerais, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2010), as áreas

susceptíveis à desertificação (ASDs) se concentram majoritariamente na região norte e no Vale do Jequitinhonha, além de alguns municípios com área territorial pertencente aos Vales dos Rios Mucuri, São Mateus e Doce (Figura 2).

Pode-se verificar na Figura (2) que a grande maioria dos municípios pertencentes à BHM não estão dentro dos limites das ASDs (MMA, 2010).

3. Metodologia

Considerando a dimensão multidisciplinar que envolve a desertificação com a aplicação de conceitos das disciplinas de hidrologia, climatologia, solos, geologia entre outras, a abordagem teórico-metodológica adotada neste estudo compreende uma visão holística com base na teoria dos geossistemas de Bertrand e Bertrand (2002) aliada ao uso de ferramentas de geoprocessamento integrantes dos sistemas de informações geográficas.

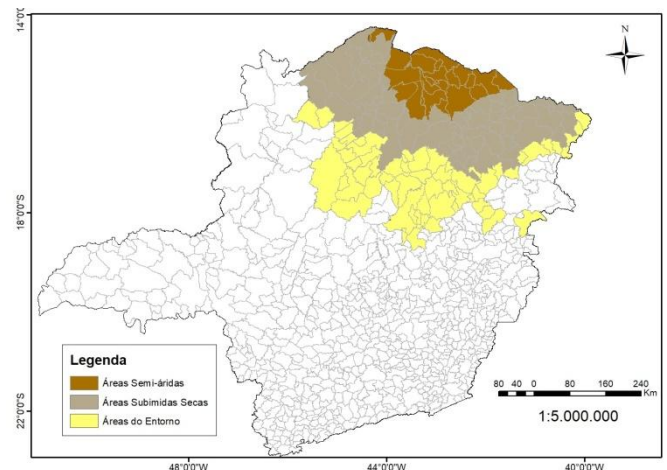


Figura 2 - Áreas susceptíveis à desertificação em Minas Gerais.

3.1 Área de Estudo

Conforme o relatório do Plano de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca de Minas Gerais (PAE-MG), os municípios do Vale do Mucuri que são classificados como ASDs se restringem a: Ataléia, Franciscópolis, Itambacuri, Malacacheta e Setubinha (MMA, 2010). Logo, os estudos sobre a temática no estado são restritos a esses municípios. Sendo assim, a área de estudo referente no presente trabalho foi definida como a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri (BHM), apresentada na Figura (3).

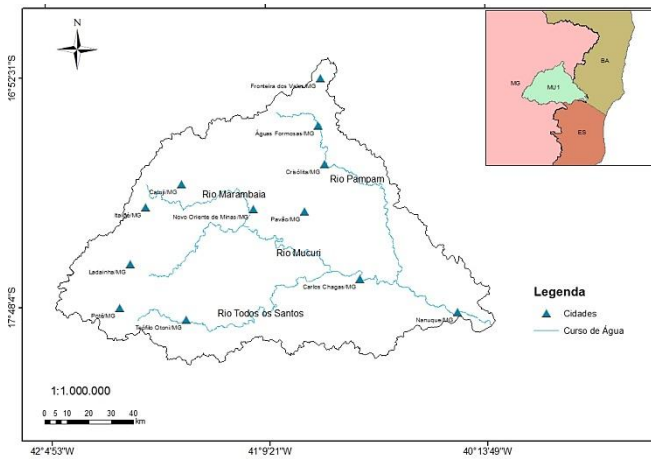


Figura 3 - Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri (BHM).

3.2 Ferramentas e fonte de dados

A avaliação da susceptibilidade a desertificação na BHM foi realizada a partir da utilização de métodos baseados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e através do uso do software ArcMap. O trabalho realizado seguiu o modelo proposto por Santos e Galvêncio (2013) e também aplicado por Marques, Moreira e Nery (2017). Na metodologia utilizada pelos autores, realizou-se a construção de mapas que representam as variáveis necessárias para a classificação, considerando os seguintes atributos: geomorfológico ou classificação da declividade, pedológico ou classificação dos solos, erosividade, uso da terra ou cobertura vegetal.

Os atributos geomorfológicos são representados pelas classes de declividade definidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1979) e foram obtidos por meio do processamento do Modelo Digital de Elevação (MDE) (Santos e Galvêncio, 2013; Marques, Moreira e Nery, 2017). De acordo com a ordem dos pesos (EMBRAPA, 1979), o relevo é classificado conforme a declividade em: plano, suave ondulado, moderadamente ondulado a ondulado, fortemente ondulado e montanhoso.

Tabela 1 - Classificação e pesos dos atributos de susceptibilidade a erosão (Adaptado de EMBRAPA, 1979; Marques, Moreira e Nery, 2017).

Susceptibilidade	Peso	Declividade	Solo	Erosividade	Cobertura	Índice de Aridez
Muito Baixa	1	0-3%	Latossolo	< 3.584	Muito Densa	Subúmido úmido
Baixa	2	3-8%	Argissolo	3.584 – 4.556	Densa	Subúmido seco
Média	3	8-20%	Planossolo e Luvisolo	4.556 – 5.528	Esparsa	Semiárido
Alta	4	20-45%	Cambissolo	5.528 – 6.500	Bastante Esparsa	Árido
Muito Alta	5	> 45%	Neossolo, Gleissolo, Vertissolo, Plintossolo e Nitossolo	> 6.500	Não Vegetada	Hiperárido

No que tange aos atributos pedológicos, esses são constituídos pela fragilidade que um solo possui para ser erodido. A construção do mapa de solos foi realizada a partir do trabalho da Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais (FEAM, 2010).

A erosividade, por sua vez, representa a facilidade com que a precipitação possui de causar erosão. Seu valor foi encontrado com base nos dados de precipitação disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA), e seguindo a aplicação das seguintes Equações 1 e 2 (Santos e Galvêncio, 2013; Marques, Moreira e Nery, 2017).

$$EI = 67,355 \left(\frac{r^2}{P} \right)^{0,85} \quad (1)$$

Onde EI é o índice mensal de erosão em MJmm.ha-1, r é a precipitação média mensal e P a precipitação média anual, ambos representadas em mm.

$$R = \sum EI \quad (2)$$

Onde R é o índice de erosão MJmm.ha⁻¹.ano⁻¹.

O uso da terra diz respeito à cobertura vegetal e sua influência nos processos erosivos. Dessa forma, produziu-se o mapa a partir do uso de geoprocessamento, com a ferramenta índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), a partir das imagens Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), bandas do espectro vermelho e infravermelho próximo, com resolução espacial de 30m.

De forma a melhorar a compreensão do resultado de cada atributo utilizado para a avaliação da susceptibilidade a erosão, eles foram classificados e atribuíram-se pesos de acordo com sua influência sobre o processo de degradação, seguindo os intervalos mostrados na Tabela (1).

Diante da elaboração dos mapas com seus respectivos atributos, utilizou-se a Equação 3 para estabelecer a relação entre os indicadores (Tabela 1) e, assim, construir o mapa de susceptibilidade ambiental à erosão (SE). Considerou-se que este mapa é um dos fatores determinantes para o risco de desertificação como apontado por Santos e Galvêncio (2013) e Marques, Moreira e Nery. (2017).

$$SE = \frac{Declividade + Solo + Erosividade + Cobertura Vegetal}{4} \quad (3)$$

Por fim, procedeu-se a elaboração do mapa de índice de aridez cuja classificação da susceptibilidade climática e seus respectivos pesos podem ser observados na Tabela (1).

4. Resultados e discussões

Diante das ferramentas e dados empregados na metodologia, os seguintes mapas foram elaborados para se obter a susceptibilidade de erosão.

O primeiro deles foi o mapa de declividade (Figura 4).

Verifica-se que a declividade do relevo na BHM é acidentado, com predomínio de relevos montanhosos e fortemente ondulado, onde este último ocorre principalmente na região da faixa mais alta da bacia. Por consequência, há o predomínio dos pesos 4 (alta) e 5 (muita alta), conforme Tabela (1), o que indica uma forte susceptibilidade à erosão.

Em seguida elaborou-se o mapa (Figura 5) de Erosividade considerando os seus respectivos pesos (Tabela 1).

Os maiores índices de erosividade são encontrados, também, na faixa do Alto Mucuri, no sudoeste da bacia. Sendo assim, pode-se perceber um gradiente do alto ao baixo risco erosivo conforme o mapa da Figura (5), começando na região sudoeste da bacia e decaindo ao longo da sua extensão norte e leste.

Na sequência, elaborou-se o mapa de cobertura vegetal (Figura 6).

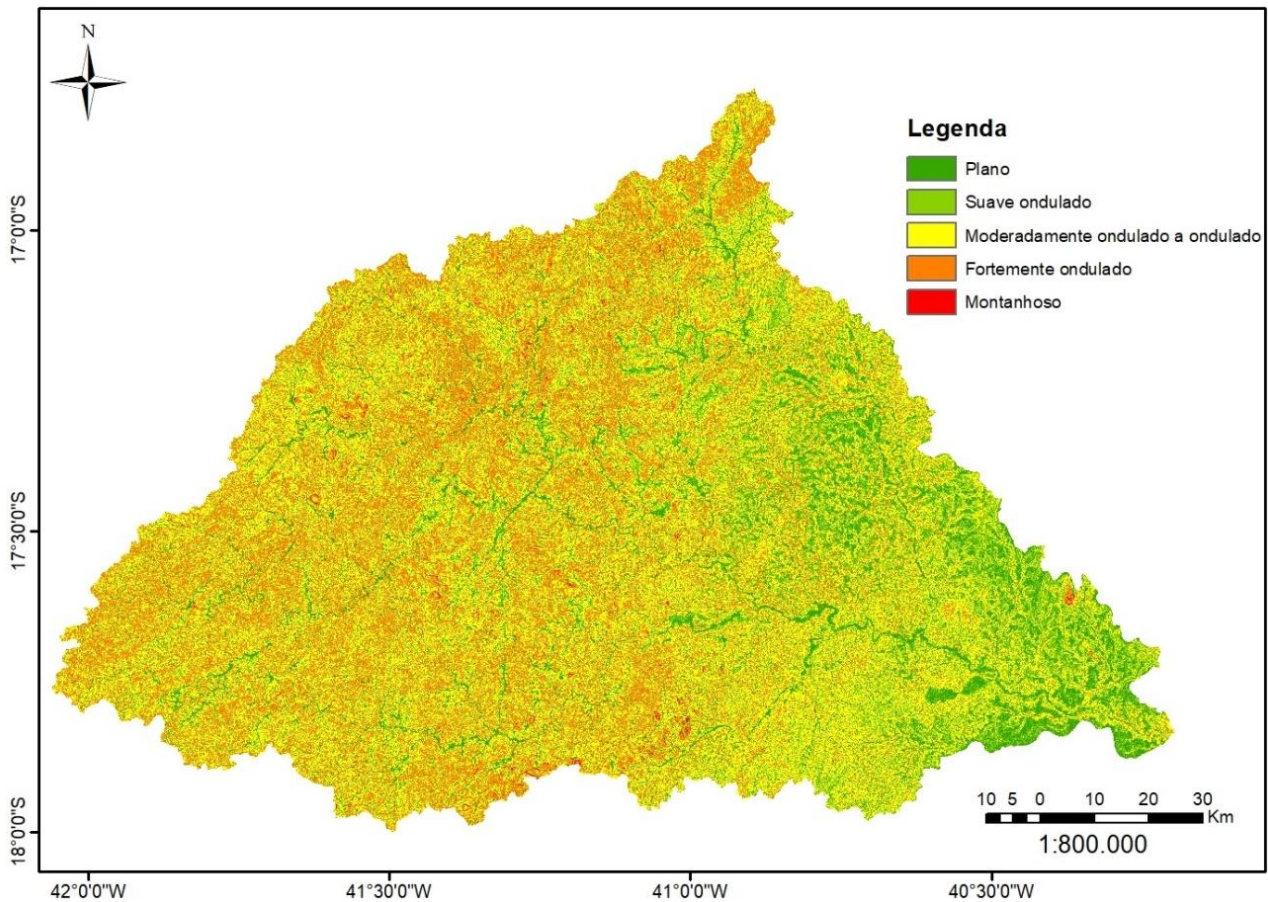


Figura 4 – Declividade da BHM.

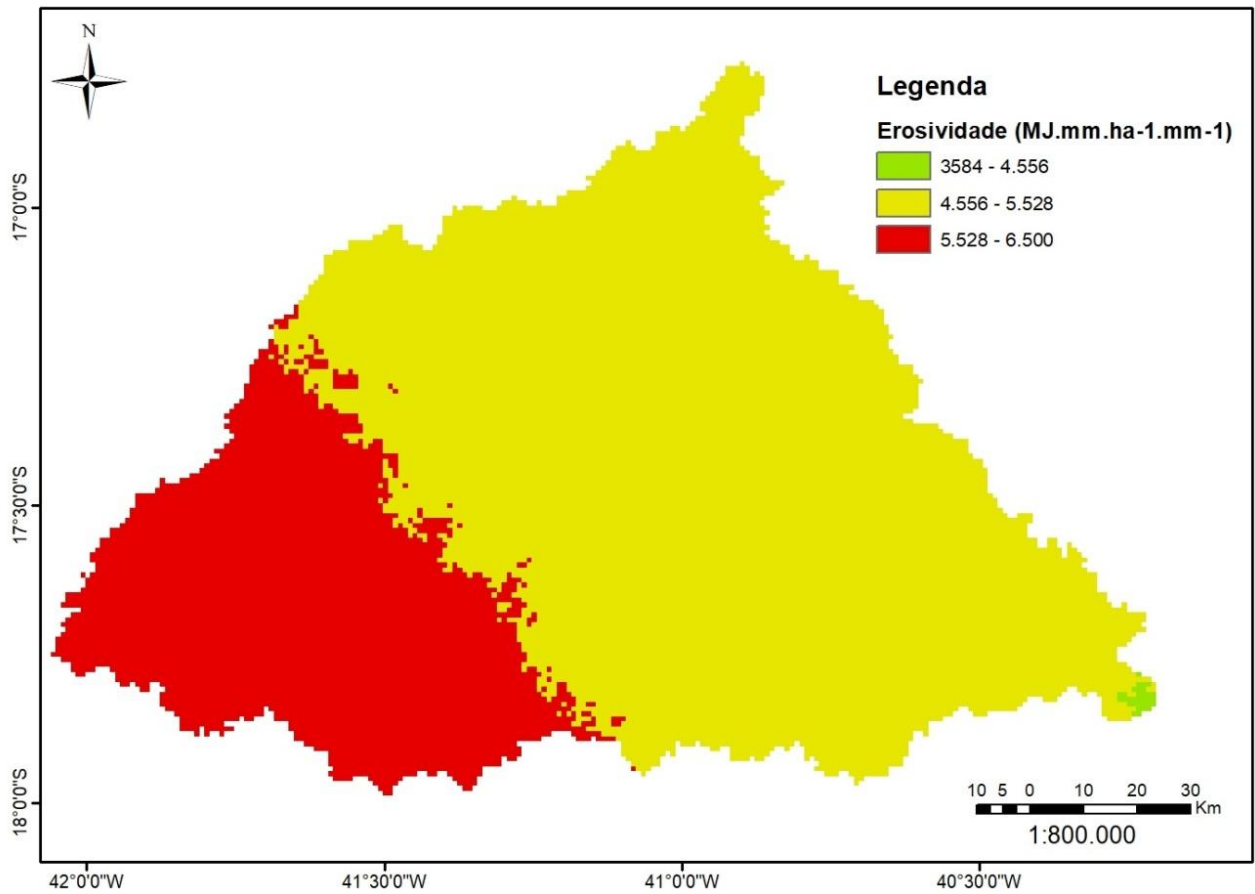


Figura 5 - Erosividade da BHM.

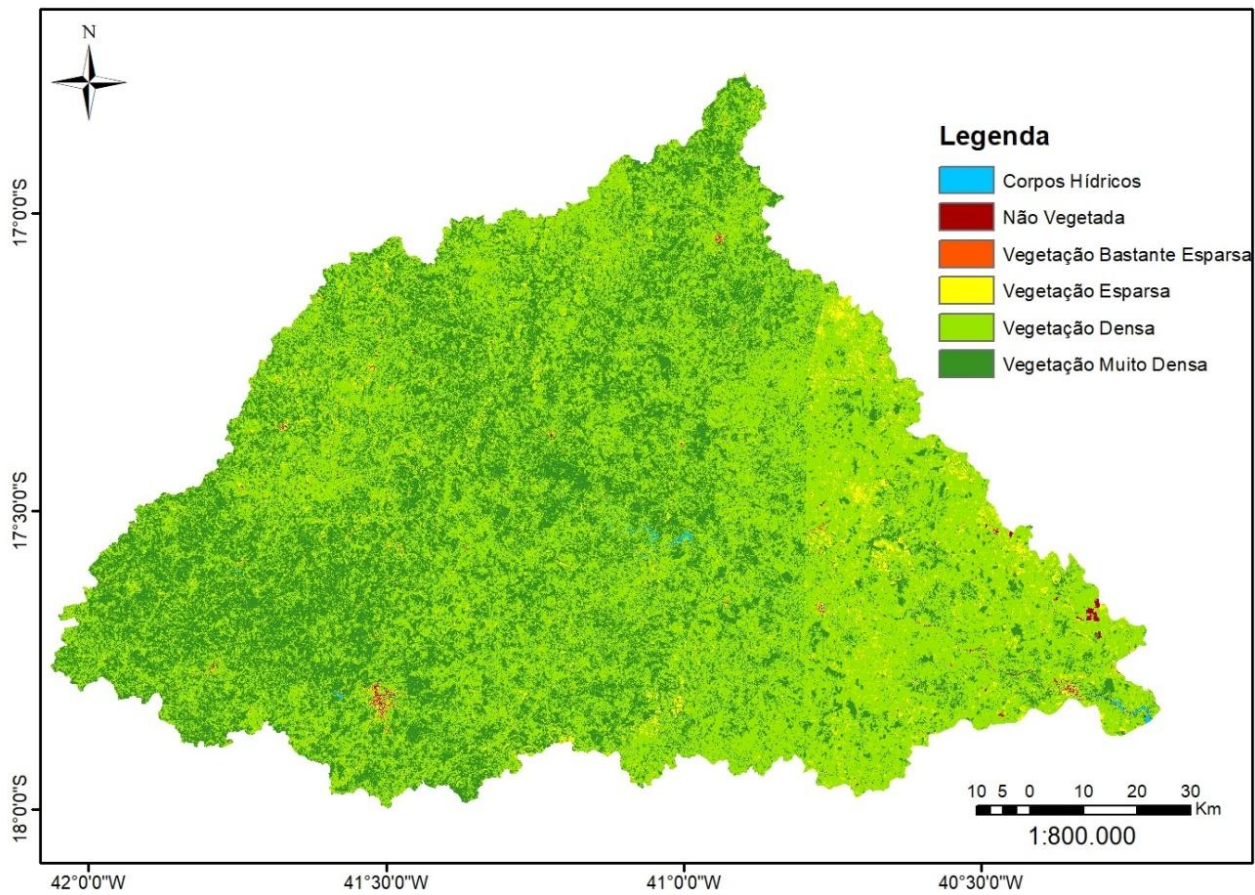


Figura 6 - Cobertura vegetal da BHM.

Observa-se que a situação da bacia não é desfavorável em relação à cobertura vegetal. Nota-se que na porção oeste da bacia, localiza-se a Área de Proteção Ambiental (APA) Alto do Mucuri, com o predomínio da vegetação densa, padrão que se repete mais ao norte da bacia. A situação começa a mudar nas regiões mais centrais e ao leste, onde as vegetações esparsas e bastante esparsas começam a aparecer com maior frequência. A partir da relação com a Tabela (1), verifica-se o predomínio de susceptibilidade com risco baixo e médio à erosão. Em relação as áreas não vegetadas, nota-se que estas ocorrem principalmente nos núcleos urbanos.

O último mapa de atributos a ser elaborado foi o de solos, conforme Figura (7).

Verifica-se na Figura (7) que existe um predomínio de latossolos na bacia. Considerando que esses solos são mais estáveis por serem mais antigos e desenvolvidos, a BHM possui um baixo

risco à erosão causado por solos quando analisados os pesos da Tabela (1).

Diante dos mapas dos quatro atributos considerados, foi possível realizar a confecção do mapa de susceptibilidade ambiental à erosão da BHM conforme Figura (8).

De forma geral, a região de estudo tem predomínio de baixo risco à erosão, principalmente nas áreas norte, central, e leste da bacia. Verifica-se uma susceptibilidade média à erosão na região onde se localiza a APA do Alto Mucuri, ou seja, na porção oeste da bacia.

Sendo assim, é ainda mais importante que as devidas medidas para prevenção de degradação do solo e desertificação sejam tomadas, pois o alto mucuri é uma importante região na manutenção do sistema hídrico da bacia.

Por fim, procede-se a elaboração do mapa com índice de aridez da bacia conforme a Figura (9).

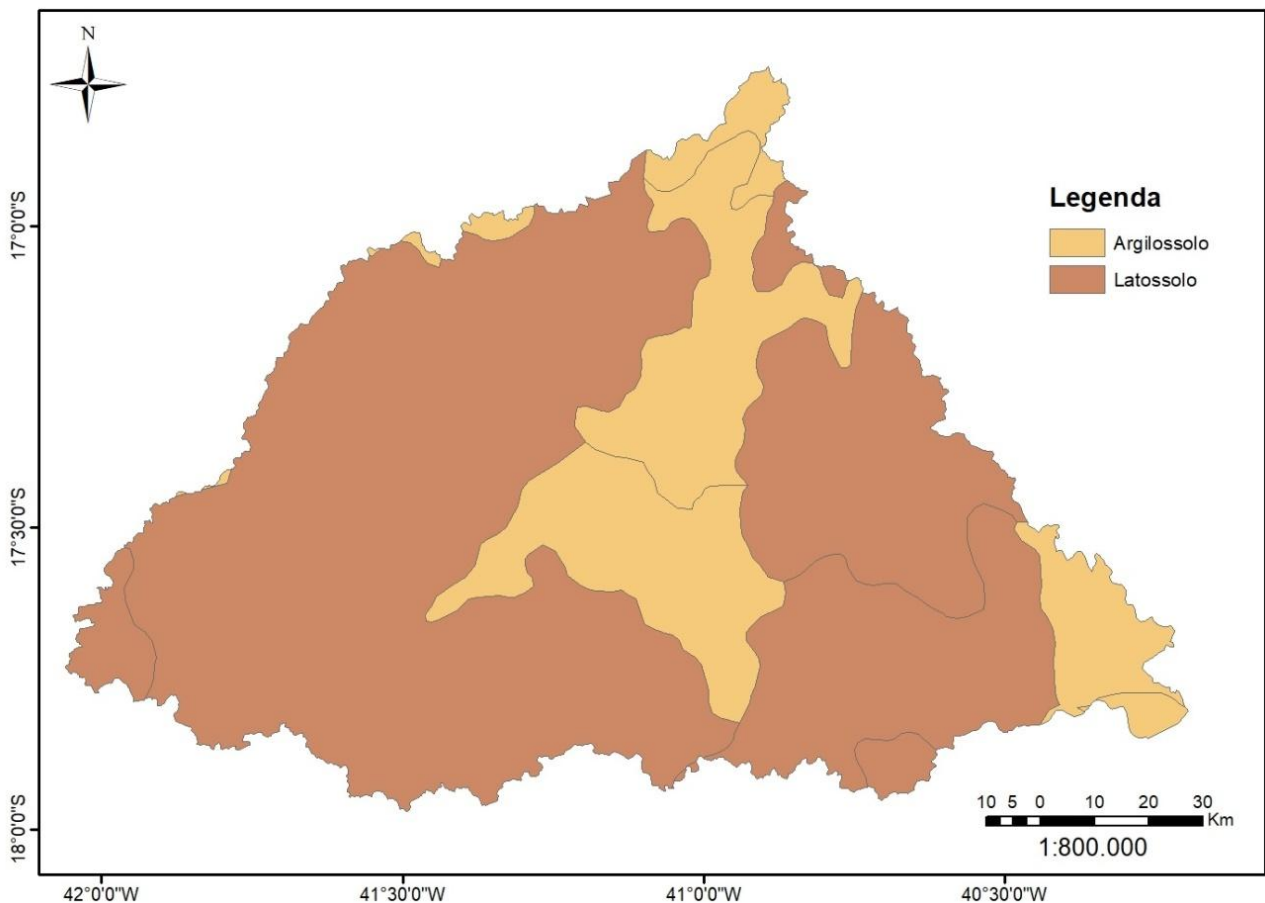


Figura 7 – Solos da BHM.

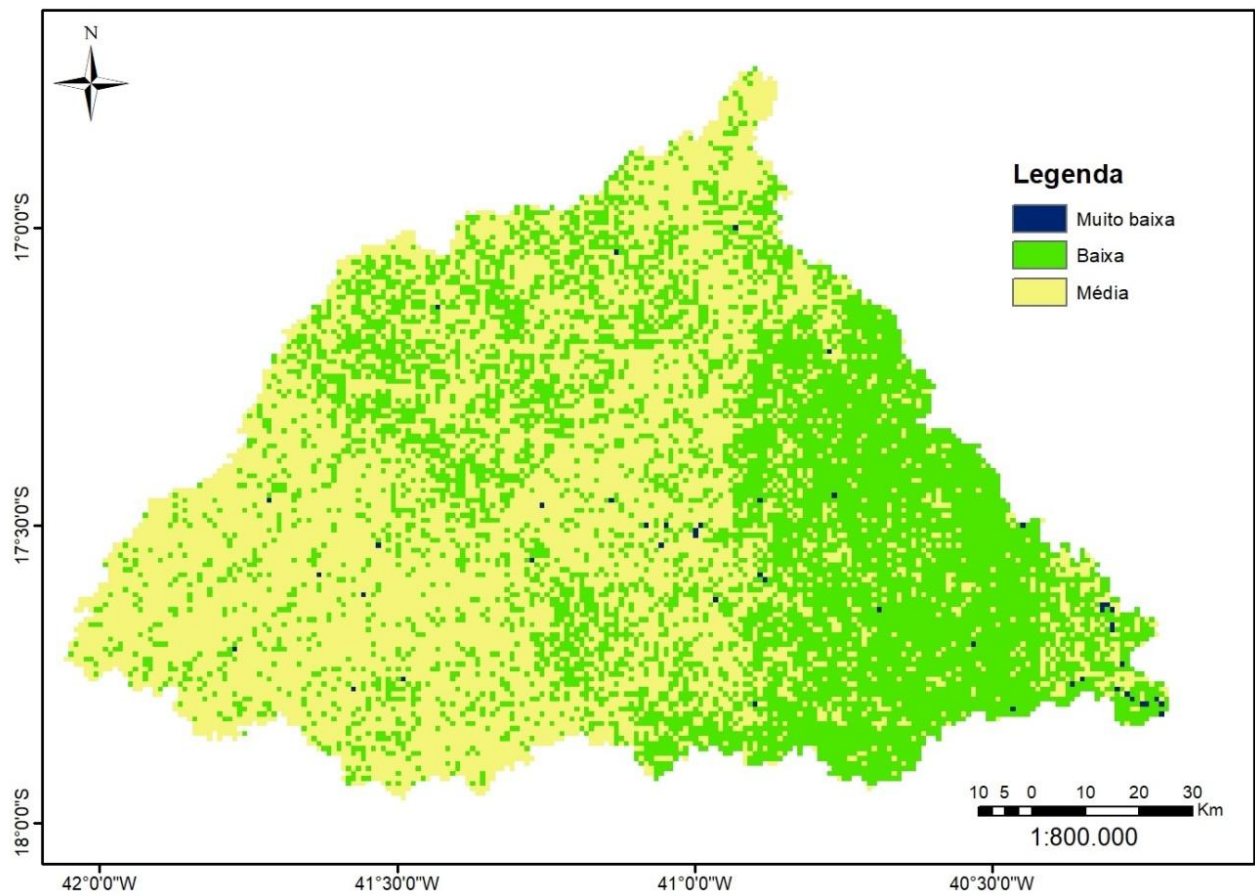


Figura 8 – Susceptibilidade à erosão da BHM.

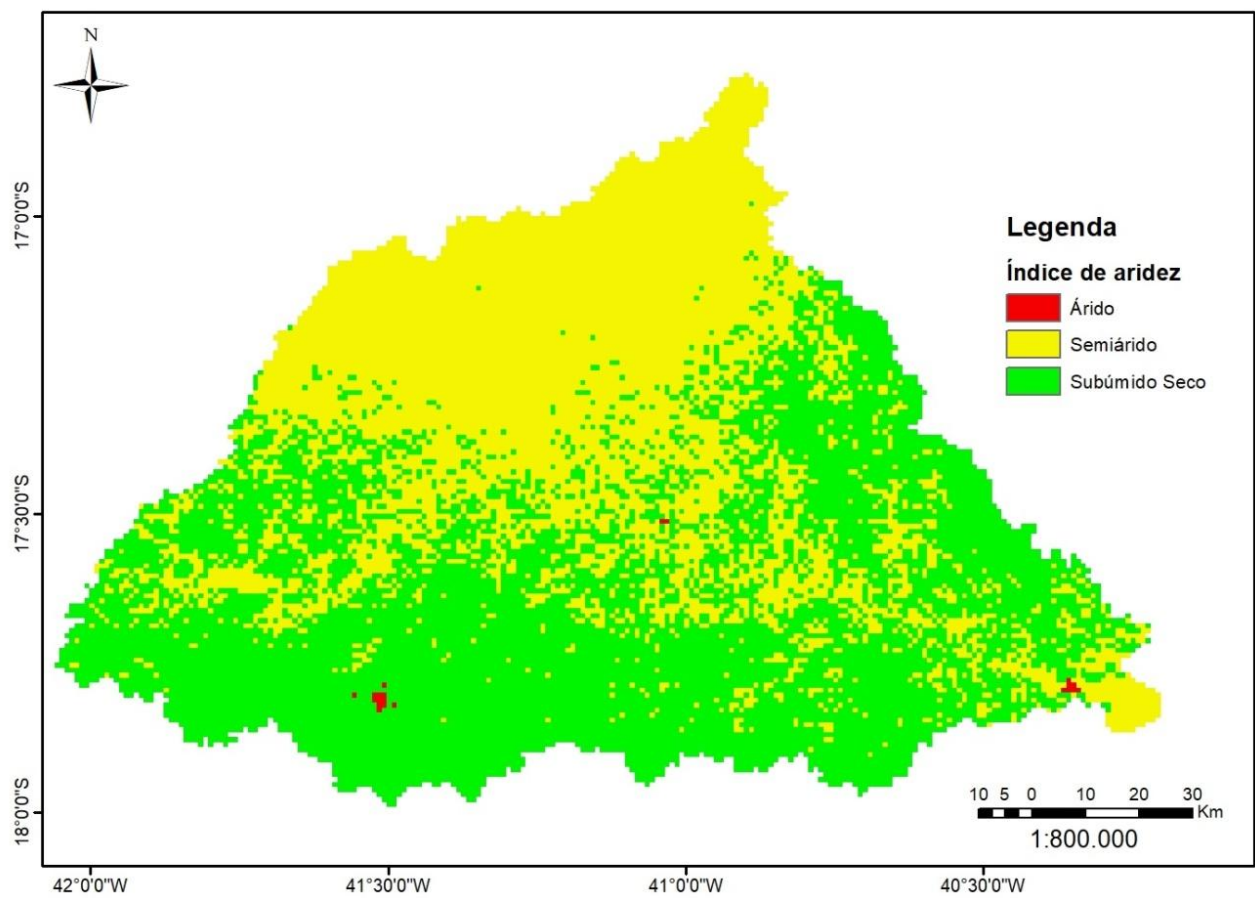


Figura 9 – Índice de aridez na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

Diante dos mapas da Figura (8 e 9) procedeu-se então a elaboração do mapa constante na Figura (10), que representa o índice de susceptibilidade à desertificação da BHM.

A susceptibilidade é majoritariamente baixa nas porções sul e leste da bacia. Já região central, oeste e norte, verifica-se uma susceptibilidade à erosão média.

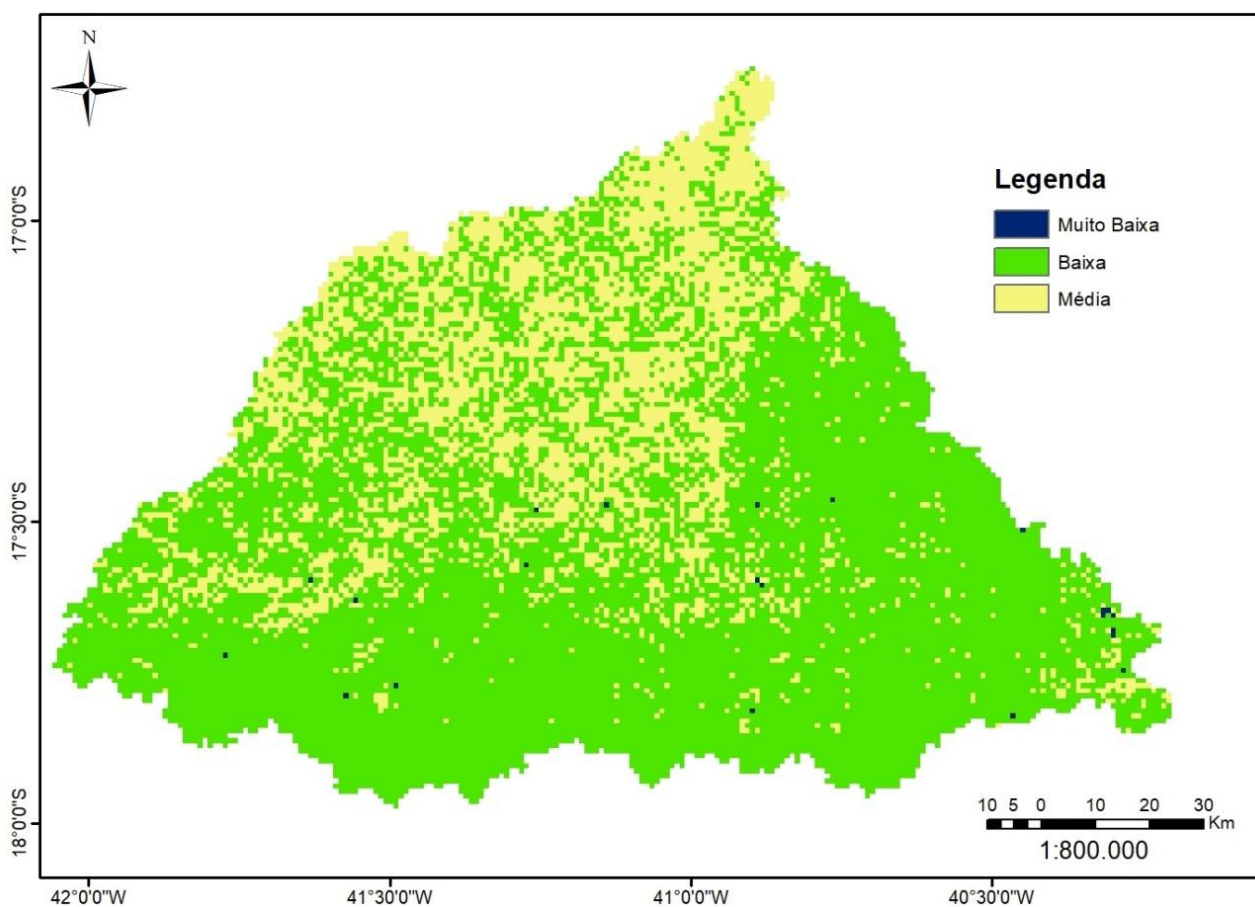


Figura 10 – Susceptibilidade à desertificação da BHM.

5. Conclusão

Ao longo do desenvolvimento do trabalho ficou evidenciado que faltam informações acerca do tema desertificação da Bacia Hidrográfica do rio Mucuri no estado de Minas Gerais.

Deste modo, buscou-se por meio da elaboração de mapas através de técnicas de geoprocessamento, o levantamento de informações que pudessem trazer a luz, o básico de conhecimento sobre a situação e o risco que a região corre em relação aos processos de degradação e desertificação.

Assim, os objetivos do trabalho foram alcançados, diante da elaboração dos mapas da susceptibilidade ambiental a erosão e do índice de aridez, que culminaram no mapa de susceptibilidade à desertificação, demonstrando que a BHM possui um baixo risco a desertificação.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha do Mucuri, ao Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia, *Campus* do Mucuri e ao Núcleo Estratégico e Interdisciplinar de Engenharia do Mucuri (NEIEMUC) pelo incentivo.

Referências

Bertrand, G. and Bertrand, C., 2007. *Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades*. Maringá: Massoni.

Brasil, Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos, 2004. *Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca Pan-Brasil*: Edição Comemorativa dos 10 anos da Convenção das

- Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca-CCD. Brasília: Ministério do Meio Ambiente Secretaria de Recursos Hídricos.
- Briassoulis, H., 2019. *Combating Land Degradation and Desertification: The Land-Use Planning Quandary*. Land, 8(27), pp.1-16. <https://doi.org/10.3390/land8020027>
- CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2016. *Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil*, Brasília. pp.252.
- Dourado, C.S., 2017. *Áreas de risco de desertificação: cenários atuais e futuros frente às mudanças climáticas*. Doutorado. Universidade Estadual de Campinas.
- Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1979. Súmula da X reunião técnica de levantamento de solos. In: Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1). Rio de Janeiro. pp.27.
- FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. *Mapa de solos do Estado de Minas Gerais*.
- IICA – Instituto Interamericano de Cooperação Para A Agricultura, 2015. *Desertificação*. Disponível em: <<http://www.iicadesertification.org.br>> [Acessado em 15 junho 2019].
- Marques, M.V.A., Moreira, A.A. and Nery, C.V.M. *Diagnóstico da desertificação na região norte de Minas Gerais por meio de técnicas de geoprocessamento*. Boletim de geografia, 35(2), pp.99-116. Maringá. <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v35i2.27361>
- MMA – Ministério do Meio Ambiente, 2010. *Plano de ação estadual de combate à desertificação e Mitigação dos efeitos da seca de Minas Gerais-PAE/MG*.
- ONU – Organização das Nações Unidas, 1997. *Convenção das Nações Unidas de combate a desertificação nos países afetados por seca grave e/ou desertificação, particularmente na África*. Brasília: MMA, 1997. 93/036/MMA/PNUD/Fundação Grupo Esquel Brasil, com apoio da FAO.
- ONU – Organização das Nações Unidas, 2015. *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015; A/RES/70/1; 4th Plenary Meeting; United Nations: New York, NY, USA.
- Pachêco, A.P., Freire, N.C.F. and Borges, U.N.A., 2006. *Transdisciplinaridade da Desertificação*. Geografia, 15(1), pp.5-34. <http://dx.doi.org/10.5433/2447-1747.2006v15n1p5>
- Santos, A.M., Galvêncio, J.D., 2013. *Mudanças Climáticas e Cenários de Susceptibilidade Ambiental à Desertificação em Municípios do Estado de Pernambuco*. OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia, 5(13), pp.66-83.
- Sales, M.C.L., 2003 *Degradação Ambiental em Gilbués, Piauí*. Mercator, 2(4), pp.115-124.
- Verdum, R., Quevedo, D., Zanini, L.S.G. and Cândido, L.A., 2001. *Desertificação: Questionando as Bases Conceituais, Escalas de Análise e Consequências*. Geographia, 3(6), pp.83-91. <https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2001.v3i6.a13413>