

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

VITOR MENDANHA BAHIA GUIMARÃES

**ESTUDO ACERCA DAS POSSÍVEIS CAUSAS PARA O
DECRÉSCIMO DO VOLUME HÍDRICO NA
LAGOA GRANDE NO MUNICÍPIO DE
SETE LAGOAS - MG**

**Viçosa
Minas Gerais - Brasil
2015**

VITOR MENDANHA BAHIA GUIMARÃES

**ESTUDO ACERCA DAS POSSÍVEIS CAUSAS PARA O
DECRÉSCIMO DO VOLUME HÍDRICO NA
LAGOA GRANDE NO MUNICÍPIO DE
SETE LAGOAS - MG**

Monografia apresentada à Universidade
Federal de Viçosa como requisito para
obtenção do título de bacharel em Geografia.

Orientador: Edson Soares Fialho.

**Viçosa
Minas Gerais - Brasil
2015**

VITOR MENDANHA BAHIA GUIMARÃES

**ESTUDO ACERCA DAS POSSÍVEIS CAUSAS PARA O
DECRÉSCIMO DO VOLUME HÍDRICO NA
LAGOA GRANDE NO MUNICÍPIO DE
SETE LAGOAS - MG**

Monografia apresentada à Universidade
Federal de Viçosa como requisito para
obtenção do título de bacharel em Geografia.

APROVADA: 25 de novembro de 2015.

Prof. Dr.: Edson Soares Fialho
(Orientador)
(UFV)

Prof. Dr.: André Luiz Lopes de Faria
(UFV)

MSc. Paula Cristina Carvalho Lima
(UFV)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me proporcionado saúde para enfrentar os obstáculos oferecidos pela vida.

À toda a minha família, em especial aos meus pais, Suzilane e Geraldo, por me proporcionarem todo o apoio necessário. À minha irmã Luciana pelo companheirismo.

À minha namorada Paula por todo companheirismo e ensinamentos. Aos amigos do curso pela amizade e ajuda durante toda a graduação.

Ao meu orientador Edson por toda orientação e paciência prestada.

Também sou grato as minhas avós Maria, Mariinha e Chica que sempre me apoiaram neste percurso da forma que podiam e que infelizmente não estão mais presentes.

Ao amigo Marzio Henrique que me ajudou a desenvolver este projeto com suas ideias, conselhos e incentivos.

Agradeço a Embrapa Milho e Sorgo de Sete Lagoas pelo fornecimento dos dados climatológicos.

*“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei;
não fosse por elas, eu não teria saído do lugar.
As facilidades nos impede de caminhar.
Mesmo as críticas nos auxiliam muito.”*

Chico Xavier

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE TABELAS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 OBJETIVOS.....	03
2.1 Objetivo Geral.....	03
2.2 Objetivos Específicos.....	03
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	04
3.1 Fatores Históricos, Sociais e Demográficos.....	04
3.2 Município de Sete Lagoas – MG: Histórico e Caracterização.....	04
3.3 Caracterização do Ambiente de Estudo.....	09
3.4 Características Geográficas.....	11
3.4.1 Geologia e Geomorfologia.....	11
3.4.1.1 Relevo.....	15
3.4.1.1.1 Relevo Cárstico.....	17
3.4.2 Clima.....	19
3.5 Problemática Ambiental e Impactos Socioambientais.....	21
3.5.1 Gestão das águas.....	22
4 METODOLOGIA.....	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
6 CONCLUSÕES.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa do município de Sete Lagoas-MG. Fonte: VasGeo Mapas (2011).....	05
Figura 2. Grau de Urbanização – Brasil, Minas Gerais e Sete Lagoas – Ano 2005. Fonte: Prefeitura Municipal de Sete Lagoas – Plano Diretor, 2009.....	06
Figura 3. Identificação da mancha urbana do município de Sete Lagoas/MG no período de 1985-2014. Fonte: Mascarenhas (2014).....	07
Figura 4. Mapa turístico de Sete Lagoas-MG. Fonte: A’Empatia - Agência de gestão de pessoas (2014).....	08
Figura 5. Mapa Geomorfológico do município de Sete Lagoas-MG. Fonte: VasGeo Mapas (2011).....	11
Figura 6. Mapa Geológico do município de Sete Lagoas-MG. Fonte: VasGeo Mapas (2011).....	12
Figura 7. Perfil Geológico de Sete Lagoas/MG. Fonte: Levantamento Geológico do SAAE – Sete Lagoas – Prefeitura Municipal de Sete Lagoas (2009)	15
Figura 8. Mapa Hipsométrico do município de Sete Lagoas-MG. Fonte: VasGeo Mapas (2011).....	16
Figura 9. Principais componentes do sistema cárstico. Fonte: Karmann (2000).....	19
Figura 10. Anomalias na Taxa de precipitação no Brasil. Fonte: De olho no tempo meteorologia. Reprodução/Cptec/Inpe/ONS - Arquivo/Furnas, 2015.....	20
Figura 11. Localização do município de Sete Lagoas. Fonte: Base Cartográfica do IBGE (2009).....	27
Figura 12. Imagem aérea da Lagoa Grande no município de Sete Lagoas (MG). Fonte: A - ortofotocarta CEMIG / Aero data folha 35-10-13, voo 1989; B – imagem de satélite Google Earth Pro, ano 2015.....	28
Figura 13. Balanço Hídrico de Sete Lagoas no período de 1961-1990. Fonte: INMET.....	33
Figura 14. Balanço Hídrico de Sete Lagoas no período de 2002-2014. Fonte: INMET.....	34
Figura 15. Relação entre a insolação diária e a velocidade do vento no período de 2002 a 2014 em Sete Lagoas-MG. Fonte: INMET.....	35
Figura 16. Relação entre a taxa de precipitação e umidade relativa do ar no período de 2002 a 2014 em Sete Lagoas-MG. Fonte: INMET.....	35
Figura 17. Caracterização do testemunho da Lagoa Grande. Fonte: (BERBERT-BORN, 1998).....	36
Figura 18. Dimensionamento da área de caracterização da Lagoa Grande. A- Data: 28/06/2005; B- Data: 13/05/2013; C- Data: 04/05/2014; D- Data: 21/05/2015. Fonte: Google Earth Pro.....	38
Figura 19. Distância real entre a Ambev e a Lagoa Grande. Fonte: Google Earth Pro (2015).....	42
Figura 20. Relação entre a taxa de precipitação anual com as vazões de outorga/requerimento da AMBEV e as vazões anuais. Fonte: INMET, Comissão especial Lagoa Grande (2015)....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características Gerais da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas.....	15
Tabela 2. Dados climático do município de Sete Lagoas-MG. Latitude: 19,47 S, Longitude: 44, 25 W, Altitude: 732 m, Período: 1961-1990. Fonte: INMET.....	28
Tabela 3. Dados climáticos do município de Sete Lagoas-MG. Latitude: 19,47 S, Longitude: 44, 25 W, Altitude: 732 m, Período: 2002-2014. Fonte: INMET.....	29
Tabela 4. Redução da área do Perímetro da Lagoa Grande no período de 2005-2015. Fonte: Dados obtidos pelo Google Earth Pro.....	35
Tabela 5. Registro de consumo de água no período de 1998-2013 em Sete Lagoas-MG. Fonte: SAAE (Serviço autônomo de água e esgoto).....	36
Tabela 6. Relatório técnico de contas e consumo de água do mês de dezembro de 2014 em Sete Lagoas-MG. Fonte: SAAE (Serviço autônomo de água e esgoto).....	37
Tabela 7. Situação das vazões outorgadas/requeridas e situação atual – poços Ambev Nova Minas.....	38

RESUMO

GUIMARÃES, Vitor Mendanha Bahia. **Estudo acerca das possíveis causas para o decréscimo hídrico na Lagoa Grande no município de Sete Lagoas-MG.** Departamento de Geografia. Universidade Federal de Viçosa, Novembro de 2015. Orientador: Edson Soares Fialho.

Atualmente, o principal tópico de pesquisas relacionados aos recursos hídricos refere-se ao constante decréscimo do volume hídrico observado em diversos ecossistemas. Para alguns especialistas, este resultado é o reflexo de um conjunto de problemas ambientais intensificados com outros problemas relacionados à economia e ao desenvolvimento social. O objetivo da presente pesquisa é expor e justificar hipóteses que expliquem as razões pelas quais a Lagoa Grande no município de Sete Lagoas vem tendo o seu volume hídrico reduzido. Foram realizadas contextualizações geográficas, históricas, pedológicas e climáticas do município de Sete Lagoas onde a lagoa está inserida. Para avaliação das possíveis causas para o decréscimo hídrico na Lagoa Grande, são comparados o balanço hídrico do período de 2002 a 2014 com o balanço hídrico do período de 1961 a 1990, para atribuir ou não o fator climático como sendo uma das causas atenuantes. Também é analisado dados de consumo populacionais no período de 1998 a 2014 e dados do consumo industrial da Ambev, localizada à aproximadamente 1,5 quilômetros de distância da lagoa, para relacionar o uso exacerbado dos recursos hídricos como sendo uma das causas mais significativas. É utilizado também imagens de satélite do Google Earth Pro que comparam a área da Lagoa em diversos períodos cronológicos, desde 2005 até 2015, além de uma ortofotocarta da Cemig de 1989 para percepção histórica do volume hídrico da lagoa. Ademais são utilizadas discussões que concernem ao uso e apropriações da água e o grau de urbanização do município de Sete Lagoas. Diante das análises para justificar a redução significativa do volume hídrico da Lagoa Grande, é possível constatar que a redução no volume hídrico não é justificada por um único fator de interferência, e sim por um conjunto de fatores, como a redução pluviométrica da área e o uso intenso da água através de poços artesianos na área que circunda a lagoa, que atrelados podem culminar no efeito de redução do volume hídrico na lagoa pesquisada.

Palavras-chaves: Lagoa Grande, Sete Lagoas, relevo cárstico, análise climática e temporal.

ABSTRACT

GUIMARÃES, Vitor Mendanha Bahia. **Study on the possible causes for the water decrease on Lagoa Grande in the city of Sete Lagoas –MG.** Department of Geography. Universidade Federal de Viçosa, november of 2015. Advisor: Edson Soares Fialho.

Currently, the main topic of research related to water resources refers to the constant decrease of water volume observed in many ecosystems. To some experts, this result is reflective of a set of environmental problems intensified with other issues related to economic and social development. The goal of this research is explain and justify hypotheses to explain the reasons why the Lagoa Grande in Sete Lagoas comes with its low water volume. Were carried geographic, historical, soil and climate contextualization of Sete Lagoas where the lake is located. To evaluate the possible causes for the decrease water in Lagoa Grande are compared the water balance of the period from 2002 to 2014 with the water balance of 1961 to 1990, to allocate or not the climate factor as one of the mitigating causes. Is also analyzed population consumption data for the period 1998-2014 and Ambev industrial consumption data, located at approximately 1.5 kilometers away from the lake, for relating overuse of water resources as one of the most significant causes. It is also used images from Google Earth Pro satellite comparing the area of Lagoa in different chronological periods, from 2005 to 2015as well as a Cemig ortofotocarta of 1989 for historical perception of the water volume of the lake. Besides discussions are used with respect to the use and appropriation of water and the degree of urbanization of the city of Sete Lagoas. In the face the analysis to justify the significant reduction in the water volume of the Lagoa Grande, it is clear that the reduction in water volume is not justified by a single factor interference, but by a set of factors, such as pluviometric measurement of area and the intensive use of water by means of artesian wells in the area surrounding the lake, trailers that may culminate in effect of reduction of the water volume in researched lake.

Keywords: Lagoa Grande, Sete Lagoas, karst relief, climate analysis and temporal.

1 INTRODUÇÃO

A temática ambiental tem se tornado uma das grandes preocupações do mundo contemporâneo, de acordo com Rocha (2013) os principais assuntos discutidos pela sociedade e diversos órgãos de gestão são a respeito da degradação do ambiente, desequilíbrios ecológicos junto ao modo de produção existente e a crescente intervenção que a sociedade faz sobre a natureza.

O uso insustentável dos recursos naturais tornou-se o alvo de estudo de pesquisadores nos últimos anos. A poluição da água e da atmosfera, o desflorestamento, o uso incorreto da terra, a degradação dos recursos hídricos entre outros, caracterizam os problemas ambientais mais agravantes no mundo contemporâneo e estimulam a sensibilização da sociedade para que sejam tomadas providências imediatas, dando primazia à conservação dos recursos essenciais à qualidade de vida do planeta (JÚNIOR, 2012).

Atualmente, o principal tópico de pesquisas relacionados aos recursos hídricos refere-se ao constante decréscimo do volume hídrico observado em diversos ecossistemas. Para alguns especialistas, este resultado é o reflexo de um conjunto de problemas ambientais intensificados com outros problemas relacionados à economia e ao desenvolvimento social (GLEICK, 2000). Para Somlyódy e Varis (2006), o agravamento e a complexidade desse decréscimo dos recursos hídricos, decorrem de problemas reais de disponibilidade e aumento da demanda e de um processo de gestão ainda setorial e de resposta a crises e problemas sem atitude preditiva e abordagem sistêmica.

Sendo assim, Tundisi e Matsumura-Tundisi (2008) acentuam a necessidade de uma abordagem *sistêmica, integrada e preditiva* na gestão das águas, segundo esses autores, uma base de dados consolidada e transformada em instrumento de gestão pode ser uma das formas mais eficazes de enfrentar o problema de escassez de água e deterioração da qualidade.

A partir do exposto, o estudo da Geografia está intimamente relacionado com análises ambientais, podendo otimizar o estudo das causas de diversos problemas ambientais observados atualmente. Concordando assim com a citação de Castrogiovanni (2007) que define a Geografia como ciência que tem por objetivo estudar o espaço geográfico, levando-nos a refletir sobre a análise da dinâmica social, da natureza e da inter-relação entre ambas.

O objeto de estudo está localizado na cidade de Sete Lagoas-MG, que possui 537,476 km² de extensão e uma população de 227.571 habitantes, segundo estimativa do IBGE em 2013, em que a principal atividade econômica da cidade é a industrial, destacando-se plantas

siderúrgicas (ferro gusa) e calcinação. Diante deste contexto, foi observada uma drástica redução no volume hídrico da Lagoa Grande, em que a causa dessa constante redução pode ter diversos motivos.

Para Nogueira (1999), a grande e crescente população de Sete Lagoas tem feito com que grandes montantes de recursos sejam alocados na cidade, especialmente, com o intuito de estabelecer o município como pólo regional dotada de infraestrutura. Neste aspecto, ainda segundo o autor, o município passou a constituir uma área de influência que abrange cerca de 40 municípios das diversas microrregiões limítrofes. Sendo o seu parque industrial considerável, a prestação de serviços múltipla e a boa infraestrutura na área de saúde, fatores que auxiliam a consolidação da cidade como pólo regional.

Pode-se dizer que as alterações do espaço habitado acompanham a maneira como a sociedade humana se expandiu e se distribuiu, acarretando sucessivas mudanças ecológicas, demográficas e sociais. Atrelados à distribuição e expansão da sociedade moderna, os avanços tecnológicos geraram e têm gerado custos ambientais e sociais que estão cada vez mais em evidência (PACHECO et al., 2008).

A despeito da tendência global de busca por um desenvolvimento sustentável, ainda são conduzidas políticas públicas no país orientadas pelo conceito de desenvolvimento ligado ao crescimento econômico, que prevê aumentos crescentes de produção e renda, incentivando comportamentos individualistas e consumistas, além de ser intrinsecamente desigual (FONSECA e BASTOS, 1997).

Os resultados decorrentes dessas propostas têm afetado a sociedade e a natureza causando impactos negativos sobre os recursos naturais (água, solo, fauna e flora), consolidando a afirmação de Passet (1994) de que “o desenvolvimento centrado numa lógica econômica se autodestrói, degradando o meio onde se realiza”. O processo de produção do espaço urbano nas cidades médias passou a receber novas dinâmicas territoriais, que vem sobrecarregar e causar desgaste aos sistemas ambientais, principalmente o que diz respeito aos recursos hídricos. Assim, os sistemas lacustres em especial são alvos de expressiva exploração em função do seu mau uso (ROCHA, 2013).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente estudo propõe-se a analisar as possíveis causas da redução do volume hídrico da Lagoa Grande no município de Sete Lagoas/MG, contextualizando dados do consumo de água, climatológicos e imagens de satélite, visando a confecção de uma base de dados para exposição das principais causas e consequências dos impactos que interferem na disponibilidade hídrica da lagoa em estudo.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar e caracterizar os principais componentes que possam interferir na disponibilidade hídrica da lagoa em estudo;
- Analisar os dados climatológicos (2002-2014) para constatar se há relação entre mudanças climatológicas com a redução do volume hídrico da lagoa;
- Analisar os dados de consumo do SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) para apurar se os dados de consumo de águas (1998-2014) obtidos podem interferir no decréscimo do volume hídrico da lagoa;
- Quantificar a área do perímetro hídrico da Lagoa Grande através de imagens de satélite (2005-2015) para constatação da evolução do déficit hídrico da lagoa.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Fatores Históricos, Sociais e Demográficos

O processo de urbanização das cidades brasileiras se intensificou a partir da década de 1940, acompanhando o processo de industrialização do país, impulsionado a partir da década de 1930. Segundo Santos (1988), houve um crescimento de 653,03% da população urbana brasileira da década de 1940 até a década de 1980, levando a uma triplicação da população total do país, ao passo que a população urbana multiplica-se por sete vezes e meia. Nesse período, portanto, há uma inversão da relação entre população urbana e rural. Essa aceleração do processo de urbanização foi consequência de diversos fatores, entre os quais:

Após 1960 e, sobretudo 1970, a urbanização conhece um novo tempo. A partir deste momento, novos fatores surgem, tornando mais complexo o fenômeno da urbanização. Temos uma modernização e ampliação dos transportes e das comunicações; uma expansão capitalista no campo e nas demais atividades; um movimento de migrações muito forte; uma nova divisão do trabalho social e territorial, que se superpõe a divisão do trabalho social e territorial anterior, etc. Tudo isto tem como resultado, uma aceleração do processo de urbanização. (SANTOS, 1988)

Uma questão crucial no planejamento no Brasil, segundo Moraes (2007), é a falta de internalização da questão ambiental nos processos de gestão da cidade. Para ele o que houve foi uma transformação da gestão ambiental em mais um setor da administração urbana, a qual não incorpora os vários aspectos ligados à questão ambiental, que deveria estar associada a todas as etapas da gestão urbana.

3.2 Município de Sete Lagoas – MG: Histórico e Caracterização

A história de Sete Lagoas (Figura 1) tem seu início no período do ouro, quando bandeirantes adentravam os sertões em busca de ouro e pedras preciosas, o primeiro grupo a chegar à região de Sete lagoas foi o grupo de Fernão Dias. No final da década de 1890 chegam à cidade as primeiras indústrias, exemplo a Cedro e Cachoeira Tecidos, com isso mais uma vez a base econômica do município se altera e consequentemente toda dinâmica da região também, gerando inclusive alterações na estrutura de ocupação e uso do espaço da cidade. O século XX se inicia, e com ele chega ao município a Empresa Brasileira de

Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), impulsionando o advento de indústrias do setor agropecuário, com ênfase para o beneficiamento de grãos. Daí em diante o município sofreu muitas transformações, a mancha urbana seguiu uma tendência de expansão em direção às periferias, as indústrias mudaram a configuração espacial e a dinâmica da cidade (LANDAU et al., 2011).

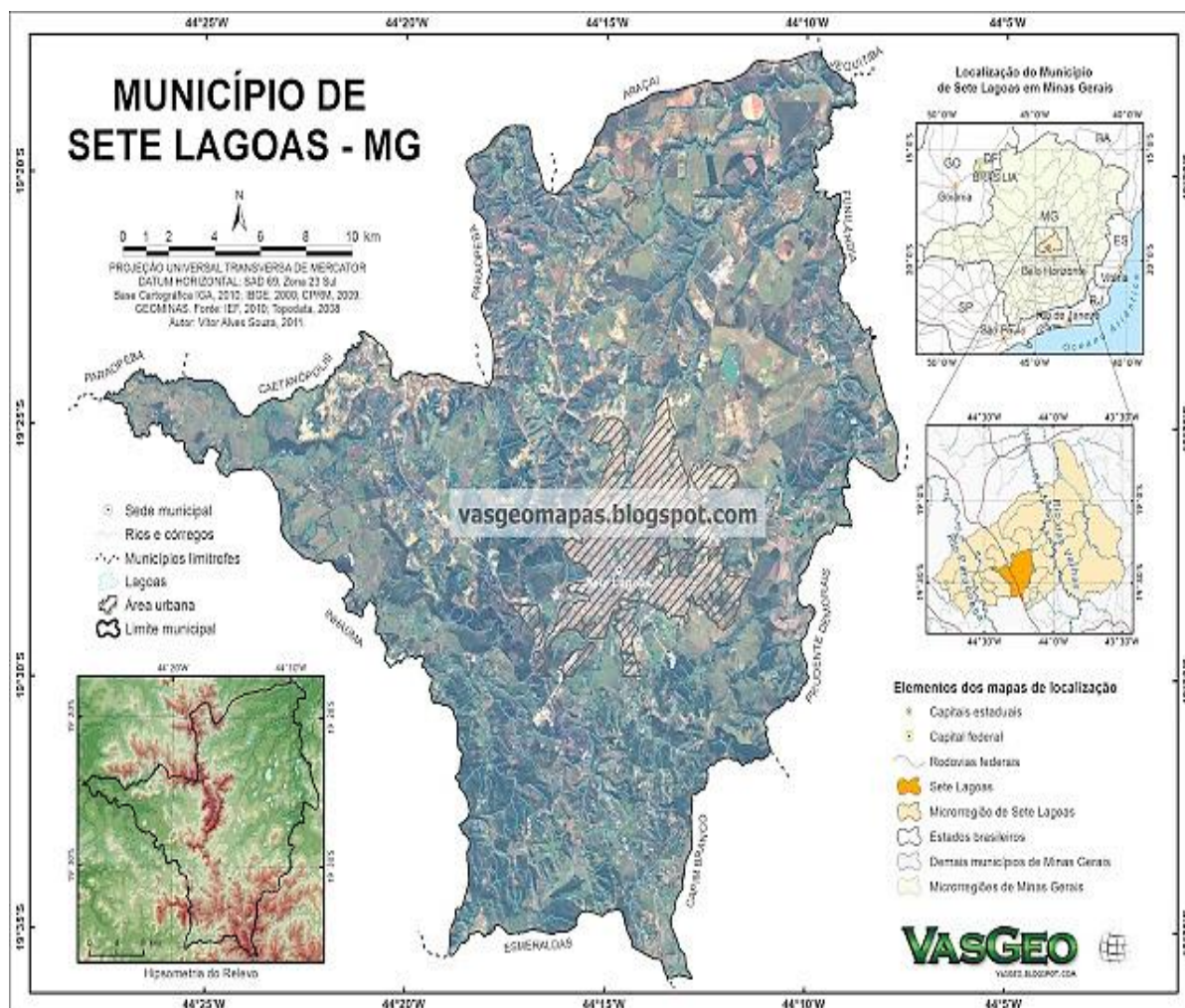


Figura 1. Mapa do município de Sete Lagoas-MG. Fonte: VasGeo Mapas (2011).

Em 1958 foi criada a Sidersete, a primeira indústria siderúrgica do município, fato que elevou Sete Lagoas a uma posição de destaque entre os municípios integrantes da zona metalúrgica de Minas Gerais. Neste período a expansão urbana se dá principalmente em direção ao leste, o setor siderúrgico foi de enorme relevância para o desenvolvimento de Sete lagoas, desde seus primórdios até os dias atuais. Em 1960 em virtude das mudanças políticas e econômicas que o então presidente JK, implementou em todo país, muitas indústrias são

transferidas para Sete lagoas, consolidando no município um importante parque industrial. Neste período um surto industrializante, favoreceu o crescimento urbano do município (LANDAU et al., 2011).

O alto índice de urbanização do município em detrimento dos parâmetros de análise da Figura 2 deve-se especialmente ao grande número de indústrias que se instalaram no município nas décadas de 1990 e 2000 que consequentemente demandaram grande quantidade de mão de obra. Esta demanda provocou “fenômenos” como o êxodo rural e o movimento pendular, além da ampliação do setor de serviços, que segundo Nogueira (1999), implica em um fator condicionante para a atratividade de população urbana instaurada no município.

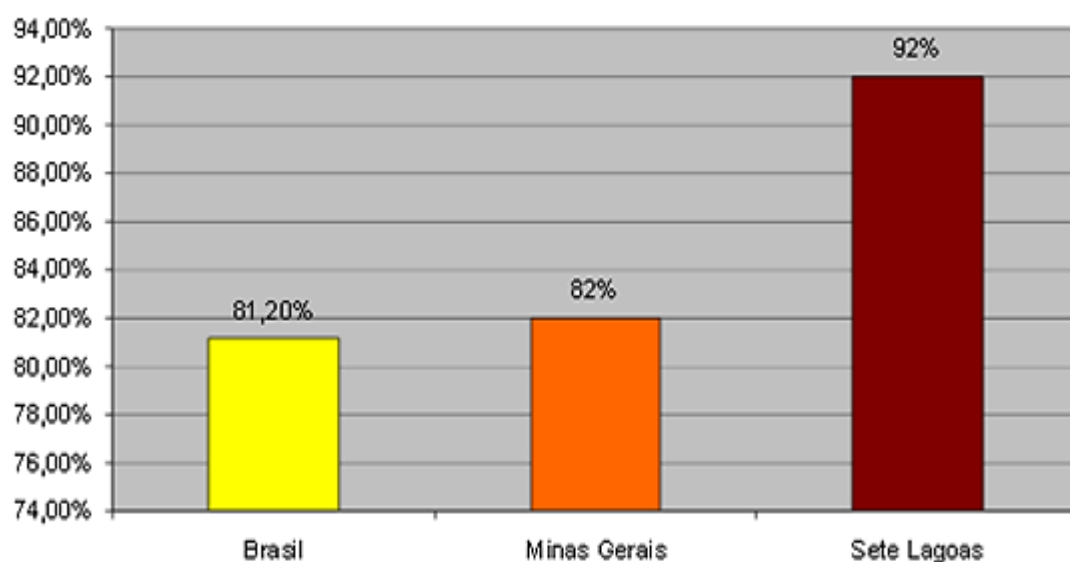


Figura 2. Grau de Urbanização – Brasil, Minas Gerais e Sete Lagoas – Ano 2005. Fonte: Prefeitura Municipal de Sete Lagoas – Plano Diretor, 2009.

O município possui relevância na economia e na política do estado. Segundo dados do IBGE (2010), o município possui crescimento populacional de 2,44% ao ano, que ultrapassa a média do estado que é de 1,15% e também supera os índices da Região Metropolitana de Belo Horizonte que são de 2,09% ao ano, tal crescimento pode ser observado a partir da identificação do crescimento de manchas urbanas que podem ser observadas na Figura 3.

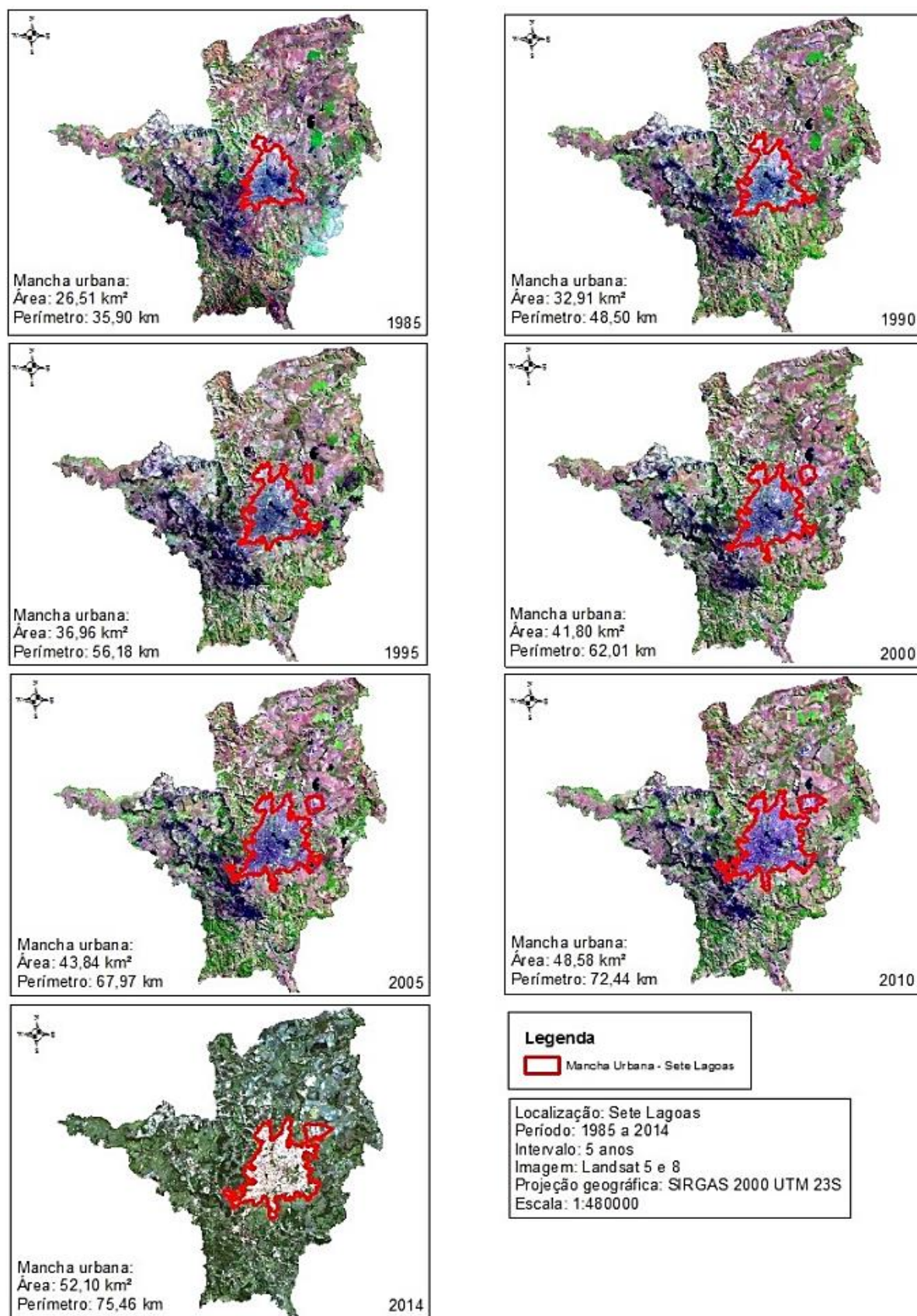


Figura 3. Identificação da mancha urbana do município de Sete Lagoas/MG no período de 1985-2014. Fonte: Mascarenhas (2014).

como isenção fiscal e de desenvolvimento de distritos industriais, fizeram que a cidade pudesse adquirir um considerável parque industrial, com destaque ao ramo siderúrgico na produção de ferro-gusa. A cidade conta ainda, com empresas de grande porte como a fábrica de caminhões e furgões Fiat-Iveco, a SADA Metalúrgica, Elma-Chips, Bombril, Massas Imperatriz e Amália, Ironbras, Itambé, Laticínios Trevinho, Companhia de Fiação e Tecidos Cedro Cachoeira/Santista, unidades dos grupos Belgo e Votorantin, além de centro de pesquisas da EMBRAPA - Milho e Sorgo, filiado ao Ministério da Agricultura.

3.3 Caracterização do Ambiente de Pesquisa

As lagoas são sistemas ambientais pequenos, com pouca profundidade, com exceção àquelas construídos em vales fazendo barramentos (ESTEVES, 2011). Segundo Berbert-Born (1998) a lagoa Grande está situada no município de Sete Lagoas a cerca de 6 km ao norte da zona urbana e pouco a oeste da represa Olho d'água, junto à rodovia MG 328 que segue para a cidade de Jequitibá. Ela faz parte da bacia do ribeirão jequitibá, que é composta pelas lagoas: Lagoa Grande, Lagoa José Felix e represa Olho d'água, em que a bacia possui 561,1 km² com uma rede de drenagem dentrítica de textura leve e localmente fina (esparsa). Nestes locais estão concentradas um grande número lagoas perenes e sazonais.

A Lagoa Grande é uma lagoa perene de grandes dimensões, mas sofre fortes flutuações sazonais do seu nível de água. É alimentada exclusivamente por águas de escoamento superficial, em épocas de grandes cheias, suas águas unem-se as da lagoa dos Patos contígua a nordeste, está bem menor e intermitente. Apresenta menor intensidade de ocupação de suas margens, havendo apenas pequenos sítios circundantes. É utilizada em pequena escala para lazer, inclusive pesca. Um hotel de grande porte recentemente foi construído ao alto de uma de suas veredas (BERBERT-BORN, 1998).

Segundo Berbert-born (1998) toda a bacia da Lagoa Grande está sobre os mapelitos da Serra Santa Helena. O terreno circundante mostra uma superfície suavemente ondulada, com depósitos de cobertura argilosa, pouco espessa, sendo predominantemente latossolos. Existe um voçorocamento linear ativo localizado em um ponto próximo a sua margem sudeste. Como vegetação atual circundante predomina extensas áreas de cerrado, concentradas em seu entorno noroeste, norte, nordeste e leste. Logo junto à sua margem oriental existe uma faixa

de pasto, também presente no entorno sul-sudeste. Há uma área bastante expressiva de floresta plantada de Eucalipto, ao sul e pequenas áreas de cultivo de pomares junto à orla.

As formações Sete Lagoas e Santa Helena são de origem marinha (argilitos, margas, brechas), resultantes de uma transgressão marinha (avanço do mar no continente devido à isostasia – levantamento ou abaixamento continental) que cobriu extensas áreas do Cráton (estrutura cristalina e estável do complexo arqueano) do São Francisco, durante o proterozóico superior. Essa sedimentação realizou-se em superfície peneplanizada, de águas rasas e ambiente de baixa energia, caracterizando uma bacia intracratônica. Os calcários correspondem às fácies químicas desta sedimentação e o restante dos materiais depositados é de origem cárstica. A existência de superfície de erosão nas camadas de brechas intraformacionais (rochas sedimentares cársticas formadas com material in loco) e indícios de estruturas estromatolíticas (formas fósseis de organismos como algas unicelulares com disposição de crescimento e mineralização em camadas nas rochas) indicam que o ambiente apresentava-se ainda relativamente enérgico durante a deposição química dos calcários. A presença de conglomerados também é comum, embora os agentes de arredondamento de material clástico em nossa região não sejam tão severos quanto em outras (SALES e MACHADO, 2015).

O relevo cárstico ou sistema cárstico, é um tipo de relevo geológico caracterizado pela dissolução química (corrosão) das rochas, que leva ao aparecimento de uma série de características físicas, tais como cavernas, dolinas, vales secos, vales cegos, cones cársticos, rios subterrâneos, paredões rochosos expostos e lapiás. O relevo cárstico ocorre predominantemente em terrenos constituídos de rocha calcária, mas também pode ocorrer em outros tipos de rochas carbonáticas, como o mármore e rochas dolomíticas. Para que a carstificação, ou a dissolução das rochas possa acontecer, algumas condições são necessárias. A mais importante delas é a presença de rochas solúveis. Entende-se por rocha solúvel -aquela que, após sofrer intemperismo químico produz pouco resíduo insolúvel (KARMANN, 2000).

As lagoas presentes no município de Sete Lagoas possuem relevo cárstico com formação de dolinas, de acordo com Karmann (2000), as dolinas são depressões fechadas de formato aproximadamente circular, formadas pela dissolução da rocha no terreno abaixo dela ou também por desmoronamento do teto de cavernas. No caso das dolinas por desmoronamento, se ocorrer o evento no teto da caverna pode-se criar uma abertura de acesso às cavernas. As dolinas variam muito de tamanho, de pouco mais de um metro de diâmetro e

pequena profundidade a grandes crateras com centenas de metros de diâmetro, podendo atingir grandes profundidades. Uma vez que as dolinas são formadas pela ação da água em estratos de sustentação, é comum que elas sejam recobertas por solo e vegetação. Em alguns casos, se o solo for suficientemente impermeável, elas podem se manter parcialmente inundadas, originando pequenos lagos.

3.4 Características Geográficas

De acordo com Sales e Machado (2015) a região pesquisada apresenta uma geomorfologia cárstica típica e diversificada (Figura 5), com algumas feições especialmente marcantes: grande quantidade de dolinas em variedade de tamanhos, formas e padrões, muitas vezes limitadas por paredões calcários; grandes maciços rochosos aflorados ou parcialmente encobertos; muitos lagos com diferentes comportamentos hídricos, associados às dolinas ou em amplas planícies rebaixadas; e uma complexa trama de condutos subterrâneos, comumente conectados com o relevo superficial formando cavernas.

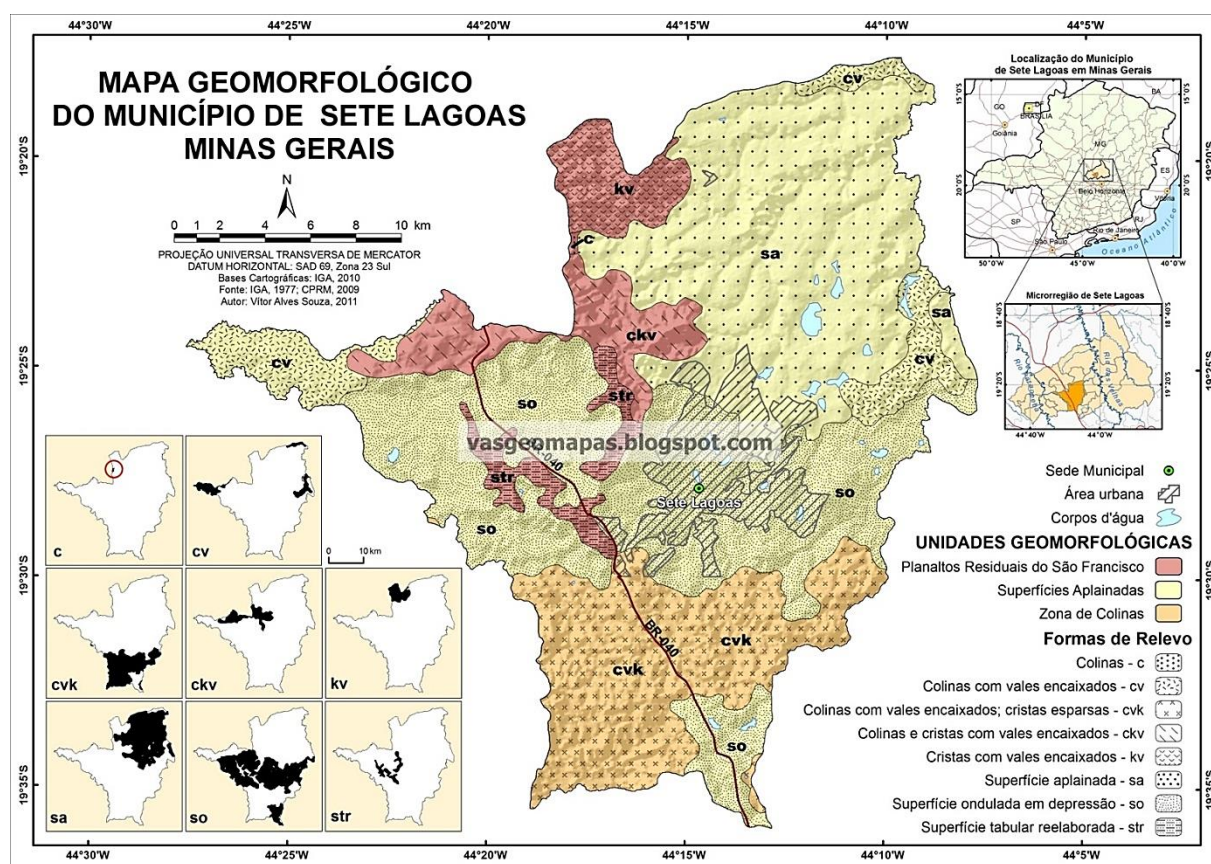


Figura 5. Mapa Geomorfológico do município de Sete Lagoas-MG. Fonte: VasGeo Mapas (2011).

3.4.1 Geologia e Geomorfologia

Segundo Vieira et al. (2007), o município de Sete Lagoas está inserido em dois complexos de rochas de idades e origens bastante divergentes. Um constituído de rochas cristalinas e o outro de rochas carbonáticas de baixo grau de metamorfismo. A região sul do município seria predominantemente de rochas cristalinas, com afloramentos de gnaisses, migmatitos e granitóides foliados. No restante do município ocorrem rochas argilosas e carbonáticas pertencentes às formações Santa Helena e Sete Lagoas do Grupo Bambuí.

Em relação à geologia local (Figura 6), existe uma sequência de calcários atribuída ao Proterozóico superior, pertencente ao Grupo Bambuí, Formação Sete Lagoas e, nos levantamentos geotécnicos, foi denominada Complexo Calcário Santa Helena, compreendendo uma sequência de rochas metapelíticas, representada por siltitos de tonalidade cinza, estratificação plano-paralela, com abundantes venulações de quartzo e mais raramente, argilitos esverdeados (DARDENE, 1979).

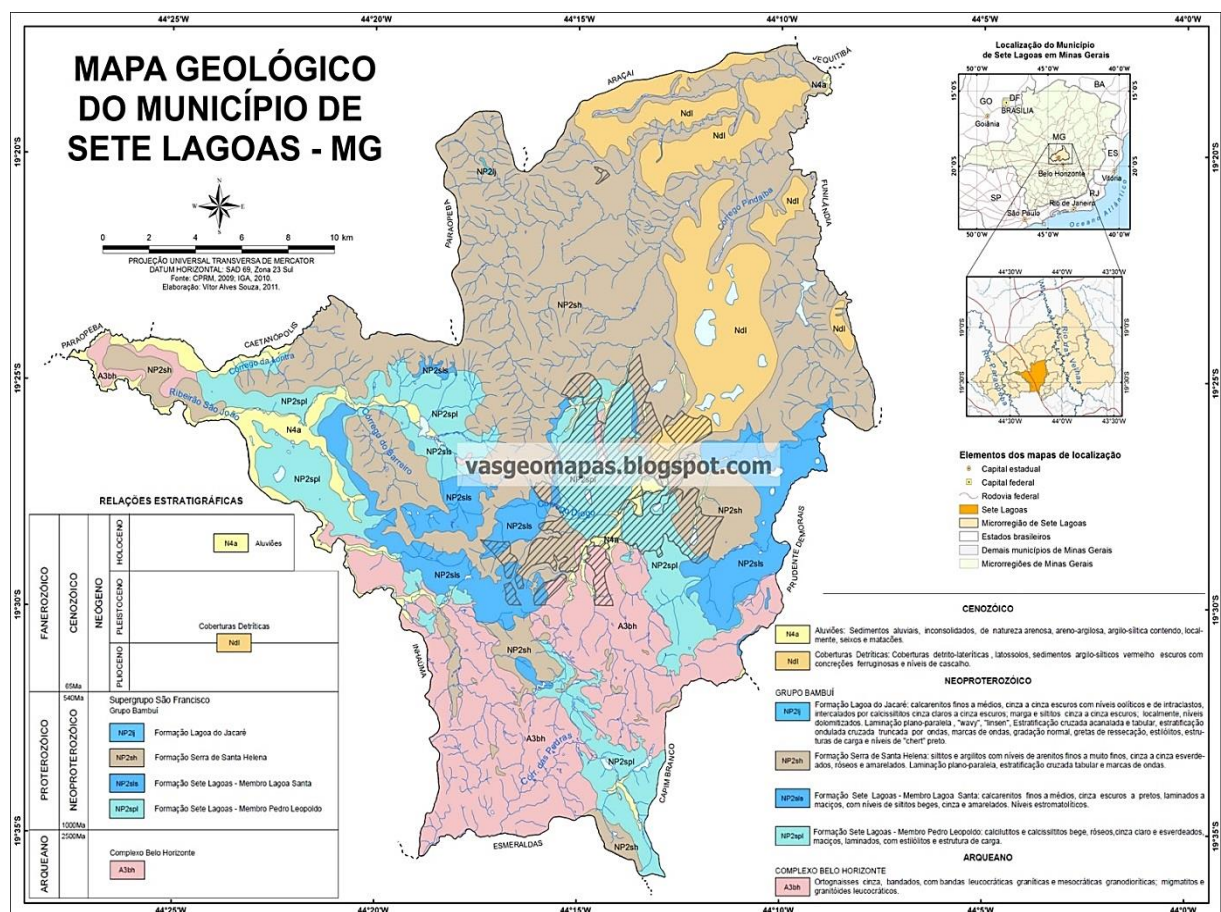


Figura 6. Mapa Geológico do município de Sete Lagoas-MG. Fonte: VasGeo Mapas (2011).

De acordo com o mapeamento geológico executado pela CPRM - Projeto Vida, (TULLER et al., 1991), foram identificadas as seguintes unidades litoestratigráficas:

• **Complexo Gnáissico-Migmatítico Indiferenciado- Agn:** Compreende um conjunto ou associação de rochas gnáissicas diversas que se misturam às porções granitóides e a zonas migmatizadas, com característica polimetamórfica. Ocorre a sudoeste da folha, em uma faixa bem restrita, margeando o ribeirão da Mata. As rochas gnáissicas, granitoides e migmatíticas do complexo metamórfico indiferenciado constituem o substrato mais antigo que serviu de base para a deposição das supracrustais e, conseqüentemente, para a formação da bacia do grupo Bambuí. Apresentam litologicamente bem diversificadas, mas são descritas em conjunto no projeto, sem a preocupação de individualização, por ocuparem uma área mapeável restrita e muito intemperizada (KOHLEER, 1989).

• **Grupo Bambuí:** De acordo com Kohler (1989) correspondem a um calcissiltito e/ou microespatitos/espatitos, micritas, subordinadamente calcarenitos muito finos e margas (Membro Pedro Leopoldo) e calcarenito, espatitos e calcilutitos subordinados (Membro Lagoa Santa).

• **Formação Sete Lagoas – Psbs:** Pelas características regionais da Formação Sete Lagoas, sugere-se a existência de um mar epicontinental à época de sua deposição, cobrindo extensas áreas continentais, extremamente rasas e com declives pequenos, restringindo a circulação da água e provocando sua hipersalinização. Essa estabilidade de condições permitiu igualmente a ampla distribuição de unidades como a Formação supracitada (DARDENE, 1979). Inicialmente, a deposição da Formação Sete Lagoas se deu pela invasão de áreas continentais pelo mar, inundando as partes mais baixas, representadas pelos carbonatos mais finos e claros do membro Pedro Leopoldo. Posteriormente, uma regressão marinha possibilitou a deposição dos calcários mais grosseiros e escuros, pertencentes ao Membro Lagoa Santa e, novamente, uma transgressão marinha, representada pelos clásticos finos da Formação Serra de Santa Helena.

• **Membro Pedro Leopoldo – PSbspl:** Essa unidade acha-se exposta em quase toda a área da APA Carste de Lagoa Santa, ocorrendo, principalmente, na margem esquerda do rio das Velhas, nos vales do ribeirão da Mata, Bebedouro e próximo a Tavares, ao norte e ao sul da Quinta do Sumidouro bordejando a Lagoa Santa e a jusante do ribeirão da Gordura. O membro Pedro Leopoldo situa-se na base da Formação Sete Lagoas, sobrepondo o complexo gnáissico-migmatítico indiferenciado - Agngr, geralmente por falha de descolamento,

mostrando contato brusco e discordante, definido quando observado em exposições favoráveis. Constituem essa unidade os seguintes litótipos: calcissiltitos e/ou microespatitos/ espatitos, micritas, subordinadamente calcarenitos muito finos, margas, e milonitos protoderivados.

• **Membro Lagoa Santa – PSbsls:** Acha-se exposto em aproximadamente, 60% da área do projeto, ocorrendo uma faixa de NWSE. O Membro Lagoa Santa é constituído por calcarenito, calcissiltito e/ou espatito/ microespatito, brecha, estromatólitos e milonitos protoderivados (KOHLE, 1989).

• **Formação Serra de Santa Helena – Psbsh:** Essa formação abrange uma litologia monótona, em que predominam litótipos de origem siliciclástica e, mais raramente, sedimentos carbonáticos, os siliciclásticos ominantemente muito finos, correspondem a siltitos e argilitos. O metamorfismo que atuou sobre as rochas dessa formação apresenta características de baixo grau. A formação Serra de Santa Helena ocorre tipicamente na serra homônima, em Sete Lagoas constituindo uma grande mancha em planta e recobre continuamente a formação subsequente, apresentando com frequência pequenos corpos de formas diversas, que representam resquícios de uma erosão diferenciada e muito intensa, na região (KOHLE, 1989).

A formação Sete Lagoas possui uma espessura em torno de 200 m de calcários cinzentos a negros. Na parte inferior os calcários apresentam-se mais claros, isto devido a maior proporção de quartzo e filossilicatos (ilorita verde-clara e muscovita), e sua granulação é usualmente fina. Na parte superior o calcário se torna mais puro e de cor mais escura, devido a presença de grafita. [...] A formação Serra de Santa Helena possui uma espessura de cerca de 200 m composta por folhetos e siltitos, cinza a cinza esverdeados, intercalados a dois horizontes carbonatados, sendo típico nesta unidade uma laminação fina, dada por alternâncias granulométricas (Argila/silte ou silte/argila). Os siltitos da formação Serra de Santa Helena são de ambientes de águas marinhas mais profundas que as rochas da formação Sete Lagoas, estando estes abaixo da influência das ondas e das correntes de maré que ocorriam no período geológico em questão (GROSSI-SAD e QUADE, 1995).

Quanto à pedologia, segundo a CPRM (1996) são encontrados solos do tipo Cambissolos e Neossolos litólicos de textura vermelho-escuro de textura argilosa; Latossolos vermelho-amarelo e Neossolos flúvicos.

Segundo Ab'Saber (2003), o relevo de uma região é o resultado das ações de agentes físicos, químicos, biológicos e climatológicos que atuam direta e indiretamente sobre a litologia local ativando o sistema erosivo de moldagem. Assim, de acordo com Vieira et al. (2007), o relevo local apresenta formas que variam de ondulada à montanhosa, com topo abaulados e com níveis altimétricos variando de 800 a 1.076 metros, tipos da classificação geológica.

Na área de ocorrência de calcários ocorre um relevo cárstico com áreas planas a pouco onduladas, com muitas dolinas e morros isolados (AB'SABER, 2003). As dolinas são causadas pela dissolução do calcário ou do abatimento do teto de cavernas subterrâneas segundo as concepções de Grossi-Sad e Quade (1995). Sendo que as que estão preenchidas com água são denominadas de lagoas, resultando na principal característica da localidade, que acabaram nomeando o município (Figura 7).

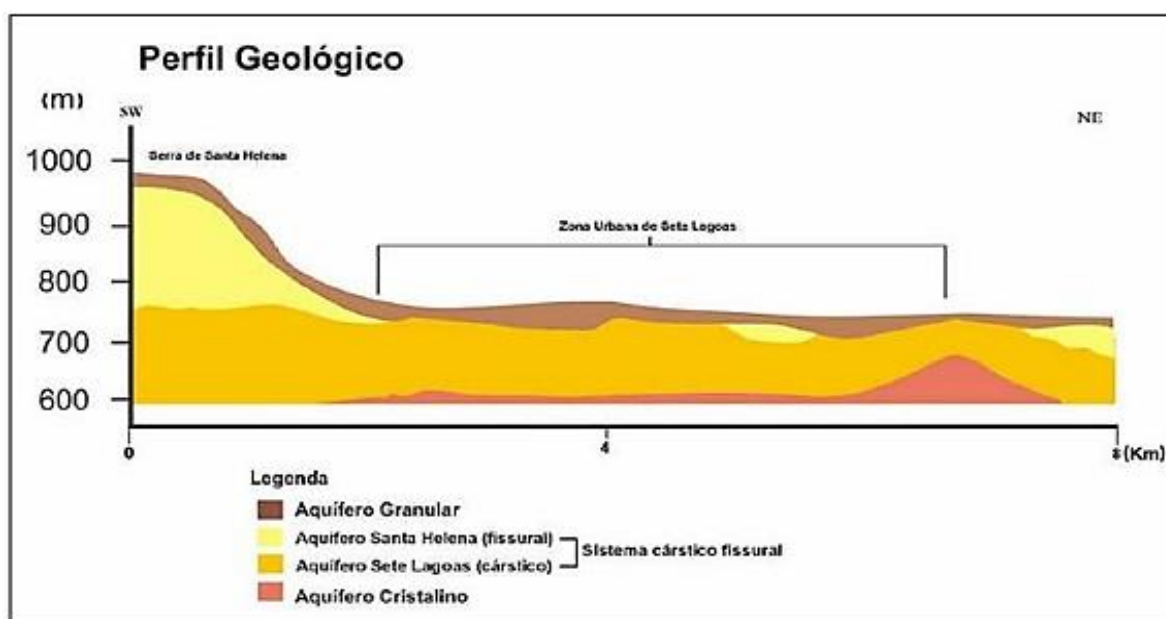


Figura 7. Perfil Geológico de Sete Lagoas/MG. Fonte: Levantamento Geológico do SAAE – Sete Lagoas – Prefeitura Municipal de Sete Lagoas (2009).

3.4.1.1 Relevo

O relevo do município de Sete Lagoas é formado de um imenso Planalto com algumas elevações (Figura 8). Situado dentro da chamada Depressão São Franciscana, o relevo do município de Sete Lagoas é o do tipo ondulado, com altitudes que variam de 700 a 1.076 m. A altitude média do município é de 766,073 metros. Destacam-se na região altitudes

superiores a 1.000m na Serra de Santa Helena, localizada a noroeste da cidade. Esta Serra constitui o principal divisor de água dos rios Paraopeba e das Velhas, das bacias que drenam o município (QSL, 2015).

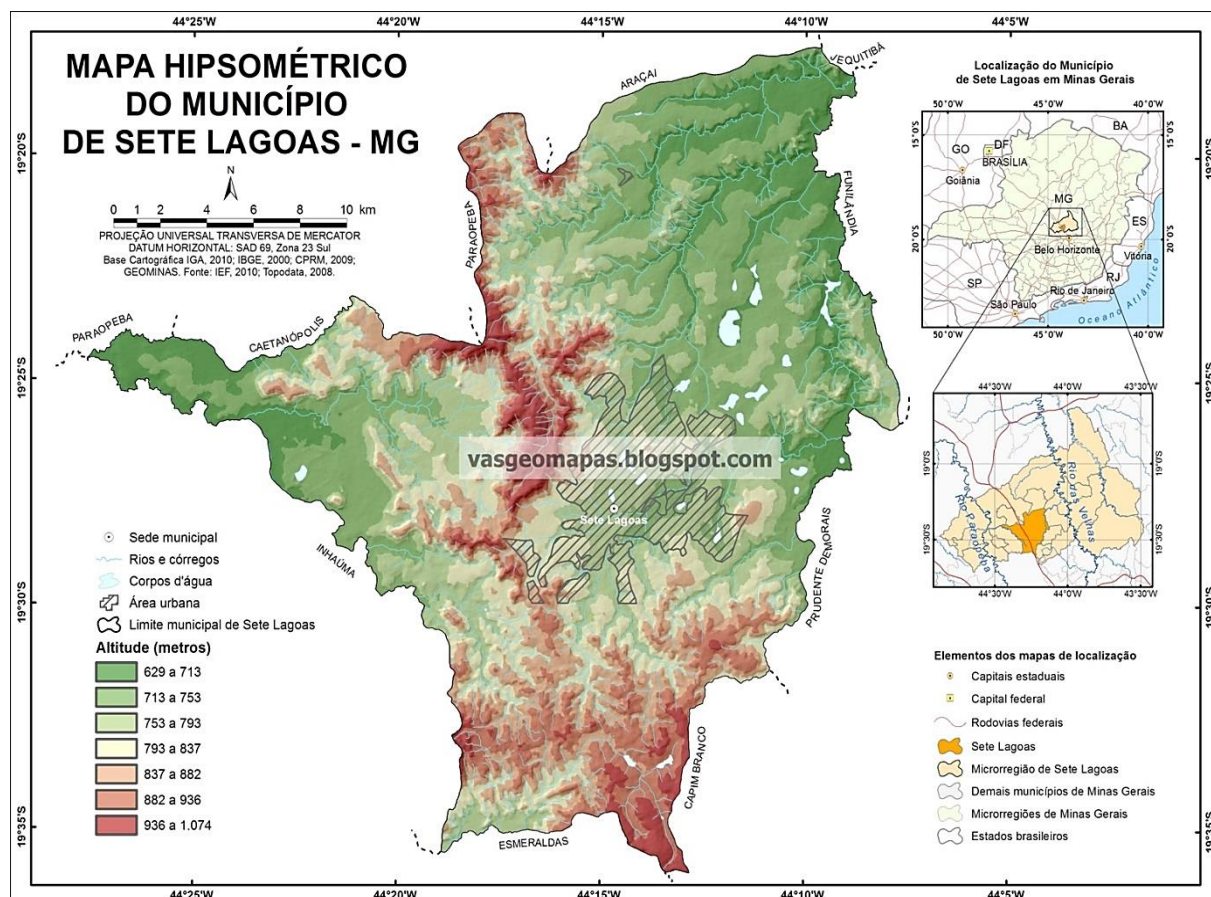


Figura 8. Mapa Hipsométrico do município de Sete Lagoas-MG. Fonte: VasGeo Maps (2011).

Situa-se na Depressão São Franciscana o município de Sete Lagoas e este nas bacias dos rios Paraopeba e das Velhas. Os principais afluentes do Rio das Velhas são: os Ribeirões do Matadouro, Vargem dos Tropeiros e Jequitibá (QSL, 2015). O rio das Velhas apresenta regime de tipo pluvial, como, aliás, a quase totalidade dos rios brasileiros. No período de chuvas (outubro - março), verifica-se uma grande elevação no nível das águas. Os dados gerais da bacia do rio das Velhas estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Características Gerais da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas.

Característica Gerais da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas	
Área da bacia	29.173 km ²
Extensão do curso principal	802 km
Localização	Região Central de Minas Gerais
	Lat. 17° 15' – 20° 25' S
	Long. 43° 25' – 44° 50' W
Ocupação	51 municípios, sendo 14 contidos parcialmente na bacia e 15 na RMBH.
População (IBGE, 2010)	4.858.241 habitantes
Outorgas superficiais vigentes (2013)	717 outorgas
Outorgas subterrânea vigentes (2013)	1536 outorgas

Fonte: IGAM (2013).

A bacia do rio das Velhas oferece grande variedade de bens minerais entre metálicos e não - metálicos, com maior diversificação e concentração dessas riquezas no alto curso da bacia, entre São Bartolomeu e Sete Lagoas. O quadrilátero ferrífero, que possui parte da sua área cortada pela bacia do rio das Velhas, é uma região muito importante economicamente para Minas Gerais e para o país, por possuir importantes reservas minerais de ferro, manganês, cobre, antimônio, arsênio, ouro, alumínio e urânio. Na distribuição da arrecadação do ICMS, em 1994, a atividade extrativa mineral preponderou no alto rio das Velhas, com 96% do total da arrecadação do setor (IGAM, 2013).

3.4.1.1.1 Relevo Cárstico

Os relevos cárstico perfazem o total de aproximadamente 10% do globo terrestre, sendo que, cerca de 5% a 7% estão no território brasileiro. Constituindo um importante componente nas paisagens do Brasil, o sistema cárstico é tido como uma das mais espetaculares paisagens, com cavernas, cânions, paredões rochosos e relevos ruiformes produzidos pela ação geológica da água subterrânea sobre rochas que possuem características de dissolução. O que o torna detento de um considerável potencial turístico (KARMANN, 2000).

Os fatores essenciais e marcantes do carste consistem nas águas que descem verticalmente desde que existam fissuras e na formação de depressões fechadas, assim o carste consiste em todas as feições elaboradas pelos processos de dissolução, corrosão e abatimento. Segundo Karmann (2000) para que ocorra o desenvolvimento do sistema cárstico são necessárias três condições:

- Rocha solúvel com permeabilidade de fraturas.
- Relevo com gradientes hidráulicos moderados e altos.
- Clima com disponibilidade de água, pois a dissolução é a causa principal da formação destes sistemas, o seu desenvolvimento é mais intenso em climas úmidos.

O Carste possui termos peculiares às suas características, são eles relatados por Boegli (1980):

- Feições Cársticas, são todas as formas de relevos ativos elaborados, sobretudo pelos processos de corrosão (química) e pelos processos de abatimentos (físicos). Exemplo: dolinas e uvalas funcionais;
- Feições “cársticas”, elaboradas por processos de corrosão (química) e abatimentos (físicos) hoje não mais ativos (funcionais), são denominadas paleocársticas. Exemplo: sumidouros e ressurgências inativas, dolinas inativas e parcialmente assoreadas;
- Feições do tipo “carste”, não elaboradas por processos de corrosão (química) e abatimentos (físico) são denominadas pseudocársticas. Exemplo: cavernas de origem vulcânica, depressões fechadas de origem glacial;
- Exocarste, representa os relevos superficiais, nos seus domínios prevalecem às feições negativas como poliés, uvalas e dolinas;
- Endocarste, caracteriza as formas subterrâneas de domínio da espeologia. Um relevo exocárstico, segundo o autor é resultado, na maioria das vezes, da evolução do endocarste. Nas cavernas existem grandes exemplos, elas são decoradas por espeleotermas, cortinas, véus, assoalhos, nichos, estalactites, estalagmites, entre outros;
- Fluviocárste – O curso de água com trechos em superfície, outros subterrâneos que direcionam a funcionalidade do carste;
- Microcarste, são as formas recentes e de pequena dimensão. Exemplo: lapíás;
- Macrocarste, são os relevos bastante evoluídos e de grandes dimensões.

Algumas das feições do Carste podem ser observadas na Figura 9, dos principais componentes cársticos. O Sistema Cárstico apresenta-se um pouco complexo, principalmente no tocante da sua ocupação, autores como Boegli (1980), e Karmann (2000) concordam que a ocupação de uma região cárstica só é possível após profundo conhecimento da dinâmica dos parâmetros: gênese e evolução da paisagem, associadas às características ambientais da litosfera, biosfera e atmosfera.

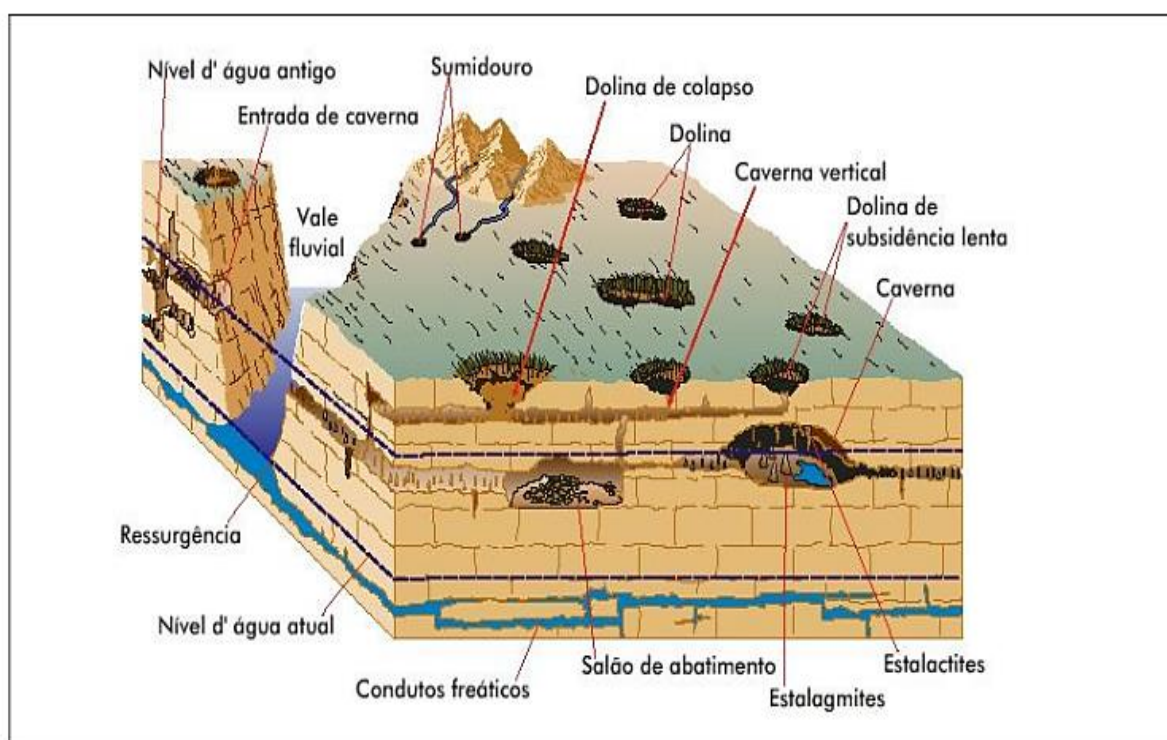


Figura 9. Principais componentes do sistema cárstico. Fonte: Karmann (2000).

3.4.2 *Clima*

Segundo Guimarães et al. (2004), o clima da região é caracterizado como tropical semi-úmido, com médias pluviométricas anuais entre 1500 e 1750 mm e com duas estações distintas: inverno e verão. Sendo o período de menor índice pluviométrico entre os meses de maio e setembro e o de maior índice o de outubro a maio, com maiores taxas em dezembro e janeiro, a temperatura média é de aproximadamente 20° C, com 30° C de máxima e 12° C de temperatura mínima. A Figura 10 caracteriza alguns aspectos de precipitação e anomalias causadas nesse parâmetro no período de janeiro de 2014 a março de 2015 no Brasil.

As temperaturas mínimas, médias e máximas entre os anos 1920 e 2000, acompanharam a tendência estabelecida por Guimarães et al. (2004) em seu estudo. Sendo que tal parâmetro de tendência foi estabelecido de acordo com o comportamento climático da região em que o município está inserido.

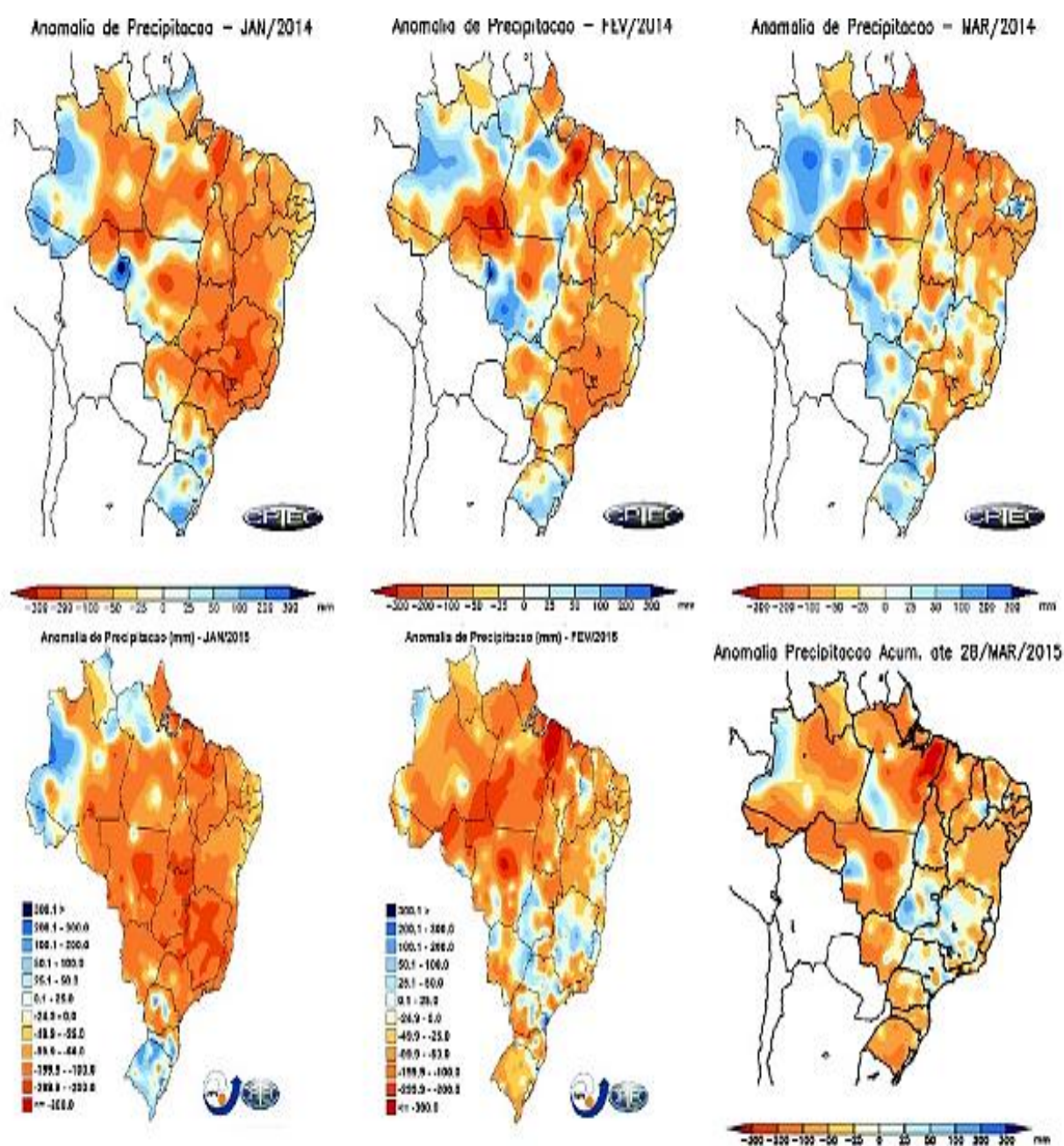


Figura 10. Anomalias na Taxa de precipitação no Brasil. Fonte: De olho no tempo meteorologia. Reprodução/Cptec/Inpe/ONS - Arquivo/Furnas, 2015.

Assim como a altitude, segundo Dajoz (2005), o remanescente vegetacional de uma determinada região pode ser notadamente capaz de amenizar a sensação térmica local. As florestas têm influência direta sobre o clima, provocando variações na temperatura, na umidade relativa do ar e na transpiração e evapotranspiração dos seres vivos. Também reduzem a velocidade dos ventos, favorecendo a recreação ao ar livre e proporcionando um perfeito intercâmbio entre o ar puro e o poluído, principalmente, nas áreas urbanas.

O pesquisador Daniel Pereira Guimarães, da EMBRAPA Milho e Sorgo, de Sete Lagoas (MG), relata que a seca que atingiu o Nordeste entre 2011 e 2013 também atingiu o Sudeste, situação que reduziu a recarga dos lençóis freáticos. Agravando fortes quedas nas vazões dos recursos hídricos e a diminuição do fornecimento de energia hidrelétrica. Em que, as chuvas de julho de 2014 causaram o efeito de “seca verde” e a existência de água nas camadas superficiais dos solos mascarou, visualmente, a forte estiagem que se abateu nessa região. Os lençóis freáticos não foram abastecidos suficientemente e os resultados são claros na redução do volume de água dos recursos hídricos com os graves problemas para a geração de energia hidrelétrica, abastecimento humano, perdas na agricultura e aumento vertiginoso da incidência de queimadas. Além da falta de chuva, também há outros problemas, como índices menores de umidade do ar, ondas de calor e elevada ocorrência de queimadas. Destaca-se que Minas Gerais apresenta a situação mais crítica e as mesorregiões do Oeste mineiro e metropolitana de Belo Horizonte (SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA, 2015).

3.5 Problemática Ambiental e Impactos Socioambientais

Nas últimas décadas, o processo de produção do espaço urbano nas cidades médias passou a receber novas dinâmicas territoriais, que vem sobrecarregar e causar desgaste aos sistemas ambientais, principalmente o que diz respeito aos recursos hídricos. Assim, os sistemas lacustres em especial são alvos de expressiva exploração em função do seu mau uso. Problemas como as ocupações irregulares, o despejo direto e indireto de esgotos in natura nos cursos d’água, a precariedade ou falta do saneamento ambiental na cidade, ligações de esgoto clandestino, construção de residências nas áreas de planície de inundação, desmatamento da vegetação original, assoreamento, aterramento e outros impactos negativos relacionados à ausência de planejamento urbano, causam degradação a esses ecossistemas (ROCHA, 2013). Impacto socioambiental é a reação na sociedade ou na natureza a uma ação ou atividade

humana. A análise das ações e critérios aplicados pode determinar se um empreendimento causa mais benefícios ou malefícios a um determinado lugar (CRUZ, 2001).

Muitos dos problemas ambientais, referem-se a degradação do ambiente, tendo que áreas degradadas são locais onde os processos naturais encontram-se em situação de desequilíbrio e uso indisponível, além de existir substâncias que venham prejudicar a saúde da sociedade e do ecossistema. Sendo assim, o termo degradação traz em seu significado a perda ou processo de degeneração de elementos do ambiente (solo, biodiversidade, vegetação, recursos hídricos, etc.); a perda das funções ambientais (proteção do solo contra erosão, margens de rios, do aquífero subterrâneo, do regime hídrico, da redução dos ecossistemas); alterações na paisagem, risco a saúde e segurança da sociedade (SÁNCHEZ, 2006).

Segundo o Decreto Federal de Nº 97.632 de 10 de Abril de 1989, em seu Art. 2º são considerados como degradação “os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades tais como: a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais”. Desse modo, a degradação ambiental é um conceito de múltiplos significados que ocorrem por consequências de ações antrópica ou por meio de mudanças climáticas adversas (ROCHA, 2013).

3.5.1 Gestão das águas

Historicamente, pode-se destacar que a gestão das águas, no Brasil, ocorreu de forma fragmentada e centralizada. Como destacam Abers e Jorge (2005), ocorreu de forma fragmentada porque cada setor – energia elétrica, agricultura irrigada, saneamento, preservação ambiental, etc. – realizava seu próprio planejamento e propunha medidas correlatas e ocorreu de forma centralizada porque o governo federal e, em menor medida, os governos estaduais definiam a política das águas sem que houvesse a participação dos governos municipais, dos usuários da água e da sociedade civil.

Cabe ressaltar que é amplamente divulgada a existência de três modelos básicos de gerenciamento de recursos hídricos, a saber (YASSUDA, 1989; TONET e LOPES, 1994; LANNA, 1999):

- O burocrático - mais antigo e difundido - que tem como principais características a racionalidade e a hierarquização das ações, bem como o estabelecimento de

dispositivos legais específicos – leis, normas, decretos – e a inclusão de dispositivos sobre as águas na própria Constituição;

- O econômico-financeiro que se caracteriza pela “[...] utilização predominante de instrumentos econômicos e financeiros para induzir ou mesmo forçar a obediência às normas e disposições legais”, em sua maioria, estabelecidas pelo modelo anterior (YASSUDA, 1989);
- O sistêmico de integração participativa que aproveita os aspectos positivos dos modelos anteriores e adota alguns procedimentos e mecanismos inovadores como: adoção da bacia hidrográfica como unidade referência para a gestão e o planejamento; adoção de novos processos de tomada de decisão, mediante a discussão e deliberação multilateral e descentralizada, entre os diferentes participantes da sociedade e do Estado; descentralização do gerenciamento que passa a ser realizado de forma compartilhada pelo Estado e pela sociedade em espaços criados para esta finalidade – os conselhos, comitês ou agências de bacia hidrográfica; garantia da “[...] participação formal dos usuários da água e dos representantes das classes sociopolítica e empresarial da bacia em questão na análise e aprovação dos planos e programas de utilização e conservação múltipla e integrada dos recursos hídricos.” (YASSUDA, 1989); valorização e adoção do planejamento estratégico regional, com a inclusão de metas, prazos e propostas; e adoção da cobrança direta pelo uso da água, visando obter recursos para cobrir gastos de interesse comum e induzir o comportamento dos usuários para que poluam menos e usem água com parcimônia e sem desperdício (YASSUDA, 1989; LANNA, 1999).

O modelo de gestão das águas no Brasil, em vigor atualmente, é fruto de um processo que, em linhas gerais, se iniciou na passagem dos anos 1970 para os 1980. Era um momento no qual a crença no modelo de gestão baseado no “comando e controle” e numa análise tradicional de custo e benefício esgotou-se. Chegava-se a uma situação na qual não era mais possível desconsiderar os impactos socioambientais nem excluir os diferentes atores do processo de tomada de decisão. Estresse hídrico e um número crescente de conflitos em virtude da disputa pelo recurso tornaram-se presentes em diferentes localidades. Passou-se a questionar, então, a maneira como vinham sendo abordados e geridos os usos da água; a localização dos centros decisórios; o foco das políticas de águas e a unidade de referência a

ser adotada pela mesma; e os atores considerados e incluídos neste processo (CAMPOS e FRACALANZA, 2010).

Delineou-se, então, uma nova proposta que, por um lado, preocupava-se com as condições de disponibilidade e qualidade da água e com as condições dos ecossistemas, em geral, fundamentada no paradigma da sustentabilidade, e, por outro, baseava-se em determinados princípios e instrumentos que possibilitariam um novo modelo de governabilidade: “[...] uma combinação de estruturas hierárquicas, dinâmicas participativas, ação associativa e mecanismos de mercado”, baseada “em uma cultura de diálogo, negociação, cidadania ativa, subsidiariedade e fortalecimento institucional” (CASTRO, 2002).

As diretrizes desta nova proposta estabelecem que os problemas relacionados à água devam ser resolvidos, em sua maioria, mediante um processo de negociação política e social, envolvendo diferentes níveis de governo e atores sociais. Mas, para que esta proposta se concretize, é necessário superar os limites do processo de negociação em função do déficit de articulação entre as instâncias de gestão dos recursos hídricos e os governos municipais, bem como de comunicação e participação dos diferentes atores envolvidos (FRACALANZA, CAMPOS e JACOBI, 2009).

Quanto à governança da água, o movimento descentralizador que existe promovendo uma gestão por bacias hidrográficas é fundamental. A bacia hidrográfica – uma unidade biogeofisiográfica – que drena para um rio, lago ou oceano é a unidade natural de pesquisa e gestão (LIKENS, 1992; TUNDISI, 2003; TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008). Uma bacia hidrográfica tem todos os elementos para integração de processos biogeofísicos, econômicos e sociais, é a unidade natural que permite integração institucional, integração e articulação da pesquisa com o gerenciamento, e possibilita ainda implantar um banco de dados que funcionará como uma plataforma para o desenvolvimento de projetos com alternativas, levando-se em conta os custos destas. É cada vez mais evidente que novas tecnologias como ecotecnologias e eco-hidrologias com soluções que incluem os usos de sistemas naturais e dos processos naturais serão utilizadas intensivamente na conservação e recuperação de lagos, represas e rios, e na conservação de águas subterrâneas e manutenção dos aquíferos (ZALEWSKI, 2007).

Tundisi (2008) destacam que alterações climáticas terão papel relevante no ciclo hidrológico e na quantidade e qualidade da água. Essas alterações podem promover inúmeras mudanças na disponibilidade de água e na saúde da população humana. De um modo geral e

com alterações diversas em continentes e regiões, três problemas fundamentais devem ser estudados para promover soluções:

- Extremos hidrológicos – extremos hidrológicos que ocorrerão em diferentes continentes e regiões deverão afetar populações humanas em razão de desastres (enchentes, deslizamentos, transbordamentos nas várzeas) ou secas intensas (aumento na semi-aridez e aridez), comprometendo a saúde humana, a segurança alimentar e aumentando a vulnerabilidade dos ciclos e processos biogeoquímicos; áreas urbanas poderão ser extremamente afetadas por estes extremos hidrológicos;
- Contaminação – os estudos desenvolvidos em muitas regiões apontam para um aumento acentuado de contaminação agravado por salinização e descontrole nos usos do solo, interferindo com os ciclos do fósforo, nitrogênio e metais pesados (MARTINELLI et al., 1999) – a eutrofização de águas superficiais (rios, lagos e represas) deverá aumentar em razão do aumento da temperatura da água e da resistência térmica à circulação: como consequência, espera-se maior frequência dos florescimentos de cianobactérias (PAERL e HUSSMANN, 2008), agravando a toxicidade das nascentes e fonte naturais de abastecimento;
- Água e economias regionais e nacionais.

No amplo contexto social, econômico e ambiental do século XXI, os seguintes principais problemas e processos são as causas principais da “crise da água” (TUNDISI, 2008):

- Intensa urbanização, aumentando a demanda pela água, ampliando a descarga de recursos hídricos contaminados e com grandes demandas de água para abastecimento e desenvolvimento econômico e social (TUCCI, 2008).
- Estresse e escassez de água em muitas regiões do planeta em razão das alterações na disponibilidade e aumento de demanda.
- Infra-estrutura pobre e em estado crítico, em muitas áreas urbanas com até 30% de perdas na rede após o tratamento das águas.
- Problemas de estresse e escassez em razão de mudanças globais com eventos hidrológicos extremos aumentando a vulnerabilidade da população humana e comprometendo a segurança alimentar (chuvas intensas e período intensos de seca).

- Problemas na falta de articulação e falta de ações consistentes na governabilidade de recursos hídricos e na sustentabilidade ambiental.

Esses problemas contribuem para: aumento e exacerbação das fontes de contaminação; alteração das fontes de recursos hídricos – mananciais – com escassez e diminuição da disponibilidade, aumento da vulnerabilidade da população humana em razão de contaminação e dificuldade de acesso à água de boa qualidade (potável e tratada). Sendo que esse conjunto de problemas está relacionado à qualidade e quantidade da água, e, em respostas a essas causas, há interferências na saúde humana e saúde pública, com deterioração da qualidade de vida e do desenvolvimento econômico e social (TUNDISI, 2008).

4 METODOLOGIA

A área de estudo está localizada a 44°11'53.72"O e 19°23'51.18"S, no município de Sete Lagoas (Figura 11) a cerca de 6 km ao norte da zona urbana e pouco a oeste da represa Olho d'água, junto à rodovia MG 328 que segue para a cidade de Jequitibá. Ela faz parte da bacia do ribeirão Jequitibá, que é composta pelas lagoas: Lagoa Grande, Lagoa José Feliz e represa Olho d'água, em que a bacia possui 561,1 km² com uma rede de drenagem dentrítica de textura leve e localmente fina. Na Figura 12 podem ser observadas imagens da Lagoa Grande.

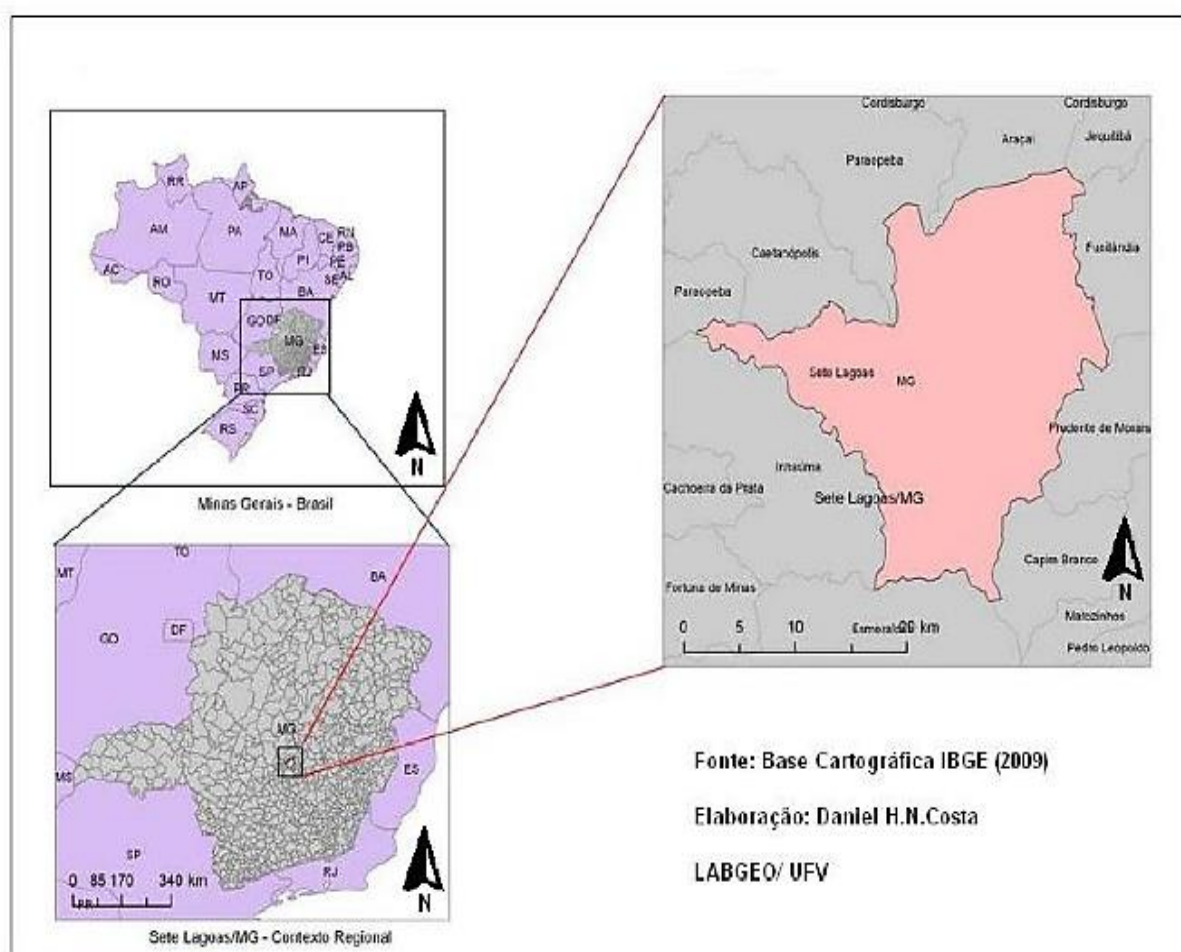


Figura 11. Localização do município de Sete Lagoas. Fonte: Base Cartográfica do IBGE (2009).

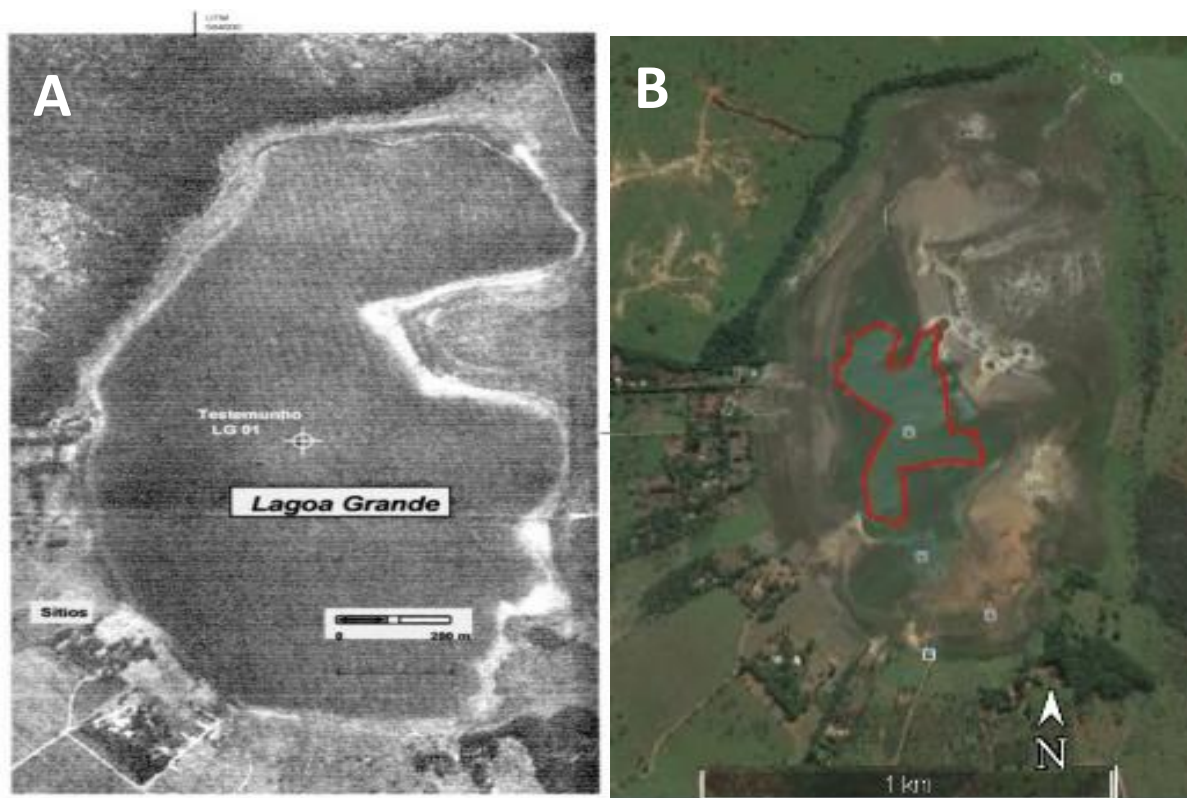


Figura 12. Imagem aérea da Lagoa Grande no município de Sete Lagoas (MG). Fonte: A - ortofotocarta CEMIG / Aero data folha 35-10-13, voo 1989; B – imagem de satélite Google Earth Pro, ano 2015.

De acordo com Christofolletti (1999) na análise ambiental, a compreensão pelo conceito de ambiente torna-se necessário para evitar incoerências em sua aplicação. No contexto ambiental para se fazer à análise é preciso a operacionalização dos critérios de avaliação e procedimentos analíticos. No entanto, esta pesquisa considera o termo meio ambiente como “representando um conjunto dos componentes da geosfera - biosfera, condizente com o sistema ambiental físico”. Sendo assim, a metodologia será dividida de acordo com os seguintes Critérios:

I. Material Bibliográfico: Informações e referencial teórico. Serão considerados os aspectos da dinâmica do cerrado, sua estrutura, seus processos naturais, e aspectos relacionados à ação da sociedade. Os dados pluviométricos foram obtidos a partir de registros da estação meteorológica principal da EMBRAPA – Milho e sorgo, Sete Lagoas – MG em parceria com o INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) no período de 2002 a 2014 e os dados de consumo de recursos hídricos foram obtidos a partir de registros do SAAE (Serviço

autônomo de água e esgoto) no período de 1998 a 2013 e relatórios técnicos de contas e consumo mensais do ano de 2014.

Foi realizado o levantamento das licenças ambientais (licença prévia, licença de instalação e licença de operação) junto aos documentos de compensação ambiental da empresa Ambev.

II. Dimensionamento da área de caracterização da Lagoa Grande: os mapas da região da lagoa foram obtidos através de software de captura de imagem por satélite Google Earth Pro, onde foi realizada a coleta das coordenadas da Lagoa Grande, visando a análise do perímetro e área aproximada da lagoa para melhor visualização da redução do volume hídrico sob objeto de estudo no período de 2005 a 2015. Para aquisição dos perímetros da lagoa nos diferentes períodos primeiramente no ícone relógio é feita a escolha do ano que são: 2005, 2013, 2014 e 2015, em seguida utilizando da ferramenta régua e selecionando a opção caminho é feito o cálculo do perímetro de cada ano, feito isso também utilizando a ferramenta régua é selecionado a opção polígono para calcular a área hídrica da lagoa nos respectivos anos.

III. Análise dos resultados: Foi utilizado o Microsoft Excel para o desenvolvimento das rotinas que envolvem os cálculos e análise gráfica. Foi utilizada a metodologia de Thornthwaite e Mather (1955) para o cálculo do balanço hídrico com a metodologia de Nimer e Brandão (1985) para estimativa da evapotranspiração potencial, a fim de obter uma análise mais representativa para a região de interesse.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A condição singular do Brasil como nação com grande riqueza hídrica sempre nos levou a um acomodamento quanto aos riscos das variações naturais sobre o desenvolvimento da sociedade. A sofisticação do cenário nacional e internacional atual exige entretanto maior conhecimento técnico-científico sobre a variabilidade climática e seus impactos sobre os recursos hídricos, bem como sobre a vulnerabilidade dos diferentes setores socioeconômicos que dependem essencialmente desses recursos (TUCCI, 2007).

Um dos fenômenos mais significativos do início do século XXI é o agravamento das condições ambientais do planeta originado, principalmente, pelo uso incorreto dos recursos ambientais. A ação antrópica sobre a natureza acaba por ser uma das grandes responsáveis pelo aumento de fenômenos naturais (como enchentes, deslizamentos de terra e contaminação de água) que afetam o meio urbano (CHRISTOFOLETTI, 2002). As atividades antrópicas sobre o meio ambiente envolvem variáveis complexas, em que o ser humano é incapaz de perceber a totalidade dos impactos causados por suas ações. Sendo assim, essas atividades devem ser analisadas com os instrumentos da geografia física e da geografia humana (GEORGE, 1990).

De acordo com Tucci (2007) a sociedade e o meio ambiente estão sujeitos a riscos naturais relacionados com o clima. O Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2001) define modificação climática como as mudanças de clima no tempo, devido à variabilidade natural e/ou como resultado das atividades humanas (ações antrópicas). Já a United Nations Framework Convention on Climate Change (convenção formulada na Rio-92) adota para o mesmo termo a significação de mudanças associadas direta ou indiretamente à atividade humana que alterem a variabilidade climática natural observada num determinado período.

A variabilidade hidrológica, por sua vez, é entendida como as alterações que possam ocorrer na entrada e na saída dos sistemas hidrológicos. As principais entradas são a precipitação e a evapotranspiração (que depende de outras variáveis climáticas), enquanto que as principais variáveis de saída são o nível e a vazão de um rio. Os efeitos mais importantes da variabilidade hidrológica estão relacionados com: a) a variabilidade natural dos processos climáticos; b) o impacto da modificação climática; c) os efeitos do uso da terra e a alteração dos sistemas hídricos. A relação entre as variáveis de entrada e saída dos sistemas hidrológicos apresenta um comportamento não-linear (TUCCI, 2007). O processo é ainda

mais marcante em climas tropicais, em que a evapotranspiração diminui ou aumenta de forma significativa com a existência ou não de precipitação. Este efeito é chamado de elasticidade do escoamento (SCHAAKE, 1990).

A Lagoa Grande que não é uma das sete lagoas que originam o nome da cidade já foi a maior lagoa do município, no entanto ela está passando por processo de decréscimo da quantidade de água, que causa concomitante degradação do solo e da vegetação no entorno da Lagoa grande, em vista dessa premissa pode-se estabelecer as hipóteses de que o volume de água da Lagoa Grande está sendo reduzido em função do decréscimo do índice pluviométrico da área nos últimos anos ou que o volume de água está sendo reduzido devido à intensificação do uso indiscriminado da população e do setor industrial.

Devido a situação de estiagem e atividades antrópicas que comprometem a qualidade e uso de recursos naturais, essa pesquisa teve como base o trabalho da Comissão Especial Lagoa Grande que apresentou um relatório contendo “dados alarmantes para a situação do esvaziamento da lagoa e da falta d’água na cidade, como um todo”. A comissão foi criada após constantes denúncias sobre o esvaziamento da Lagoa Grande em virtude do consumo de água para finalidades industriais, afetando inclusive o abastecimento de água nas residências (COMISSÃO LAGOA GRANDE, 2015).

Dentre as hipóteses o grupo discutiu a questão de a Lagoa Grande ser proveniente de águas subterrâneas, e seu abastecimento pode provir de uma falha ou fratura no sistema rochoso. “Como o aquífero cárstico mantém seu abastecimento através das áreas de recarga, a falta de chuvas, a impermeabilização do solo e o consumo excessivo dos recursos (poços residenciais e industriais) geram um desequilíbrio no abastecimento da lagoa”, ressaltou a comissão. A segunda hipótese diz respeito a possibilidade de a lagoa ter surgido do afloramento do lençol freático, como consequência da construção da barragem do Ribeirão Jequitibá e que o rompimento desta teria provocado seu desabastecimento. O terceiro fator levantado foi a sazonalidade climática que pode ser o fator responsável por alterar o nível de água da lagoa. O relatório da Comissão Lagoa Grande também destacou o consumo de água pela fábrica da Ambev, concluindo que chega a 60% da água faturada pelo SAAE em toda a cidade (COMISSÃO LAGOA GRANDE, 2015).

Os dados climáticos do município de Sete Lagoas-MG são apresentados nas Tabelas 2 e 3, em que são analisados dois intervalos cronológicos (1961-1990 e 2002-2014). A partir dos dados foram confeccionados os gráficos de balanço hídrico, contextualizando com Pereira

et al. (2002) onde relatam que o balanço hídrico é um modelo conceitual de avaliação quantitativa dos recursos hídricos de uma região, relacionando os processos intervenientes no ciclo hidrológico.

As Figuras 13 e 14 representam o balanço hídrico de ambos os intervalos cronológicos avaliados, onde é possível perceber um aumento de 3,1% na temperatura média, 4,55% na evapotranspiração potencial ajustada, 41,39% na deficiência hídrica e 8,6% no excesso hídrico, ao passo que houve redução de 5,17% na taxa de precipitação, 7,37% no volume de armazenamento e 1,81% na evapotranspiração real. Tais dados revelam que houve um elevado aumento na deficiência hídrica no período de 2002-2014 em relação ao de 1961-1990 devido ao fato de que houve maior evapotranspiração real do que reposição hídrica no sistema.

Os dados contextualizam com os de Suzuki e Chagas (2005) que observaram que a Lagoa Açú (ambiente estudado) apresentou gradientes horizontais sob influências marinhas e continentais maiores ou menores, além de demonstrar padrões de sazonalidade correlacionados com variáveis macroclimáticas tais como precipitação e evaporação, que determinam a dinâmica de nutrientes (entrada, disponibilidade, ciclismo).

Tabela 2. Normal climatológica do município de Sete Lagoas-MG. Latitude: 19,47 S, Longitude: 44, 25 W, Altitude: 732 m, Período: 1961-1990. Fonte: INMET.

Mês	T (°C)	P (mm)	ETP	ARM (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	22,9	289	106	100	106	0	183
Fev	23,0	161	98	100	98	0	63
Mar	22,8	133	103	100	103	0	30
Abr	21,2	53	80	76	77	3	0
Mai	19,3	26	63	53	50	14	0
Jun	17,9	10	50	35	27	23	0
Jul	17,5	14	49	25	24	24	0
Ago	19,3	10	62	15	20	42	0
Set	20,9	33	76	10	38	38	0
Out	22,1	116	94	32	94	0	0
Nov	22,1	217	95	100	95	0	54
Dez	22,3	266	103	100	103	0	163
TOTAIS	251,3	1.328	979	745	835	144	493
MÉDIAS	20,9	111	82	62	70	12	41

* Em que, T: temperatura média, P: Precipitação Média, ETP: evapotranspiração potencial ajustada, ARM: armazenamento, ETR: evapotranspiração real, DEF: Deficiência, EXC: excedente.

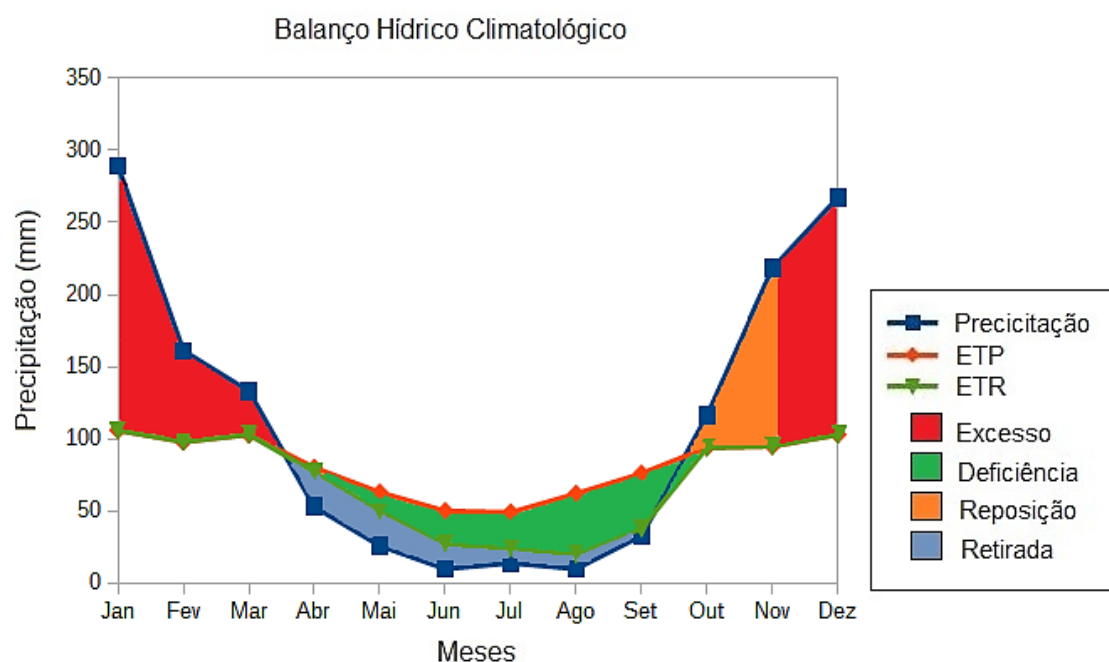


Figura 13. Balanço Hídrico de Sete Lagoas no período de 1961-1990. Fonte: INMET.

Tabela 3. Normal climatológica do município de Sete Lagoas-MG. Latitude: 19,47 S, Longitude: 44, 25 W, Altitude: 732 m, Período: 2002-2014. Fonte: INMET.

Mês	T (°C)	P (mm)	ETP	ARM (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	23,3	255,5	116,2	100	116,2	0	139,3
Fev	23,3	123,4	102,0	100	102,0	0	21,4
Mar	22,8	181,1	103,9	100	103,9	0	77,2
Abr	22,0	57,4	87,3	74	83,4	3,9	0
Mai	19,6	21,3	63,3	48	47,3	16	0
Jun	18,7	3,2	52,4	29	22,2	30,2	0
Jul	18,5	10,2	44,6	20	19,2	25,4	0
Ago	19,7	4,7	65,3	10	14,7	50,6	0
Set	21,7	30,0	84,0	6	34,0	50,0	0
Out	23,3	80,6	110,1	4	82,6	27,5	0
Nov	22,9	186,0	78,2	100	78,2	0	107,8
Dez	23,3	305,9	116,2	100	116,2	0	189,7
TOTAIS	259,1	1259,3	1023,5	691	819,9	203,6	535,4
MÉDIAS	21,6	104,9	85,3	57,6	68,3	16,9	44,6

* Em que, T: temperatura média, P: Precipitação Média, ETP: evapotranspiração potencial ajustada, ARM: armazenamento, ETR: evapotranspiração real, DEF: Deficiência, EXC: excedente.

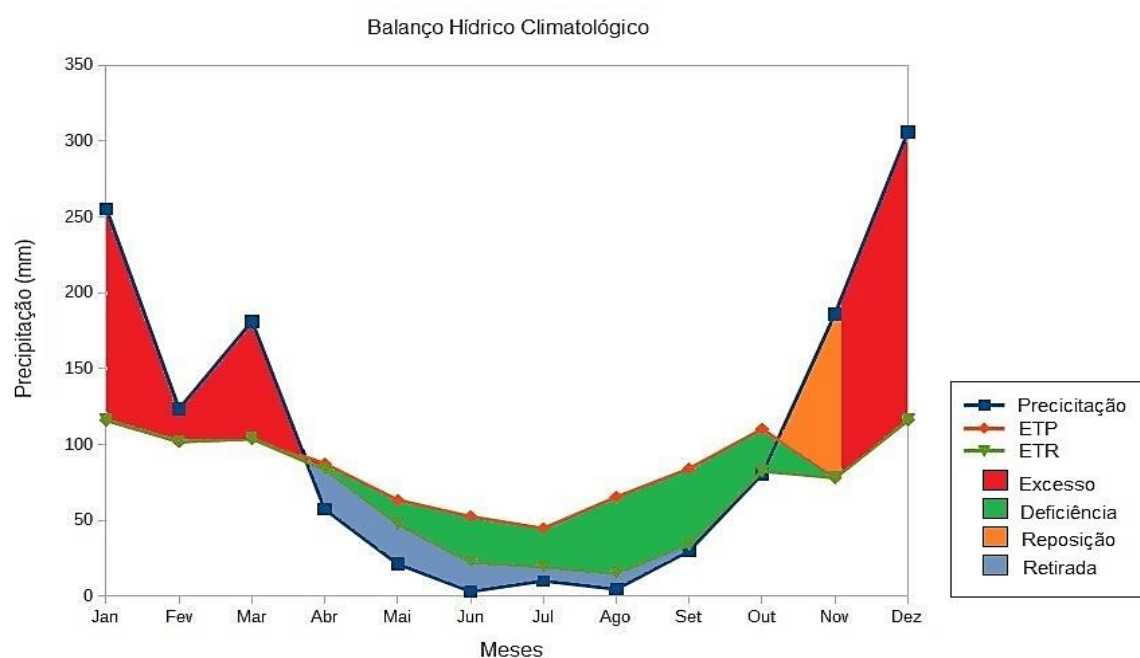


Figura 14. Balanço Hídrico de Sete Lagoas no período de 2002-2014. Fonte: INMET.

É possível observar que no período de 2002-2014 houve uma tendência de aumento nas variáveis: insolação diária e velocidade do vento, ao passo que houve decréscimo na taxa de precipitação e umidade relativa do ar (Figuras 15 e 16). Os resultados obtidos podem também estar associadas a processos erosivos no entorno da Lagoa. De acordo com Holanda et al. (2011) dentre os fatores que efetivamente influenciam no avanço do processo erosivo, expondo o barranco aos movimentos de massa de solo, destaca-se: a irregularidade das enchentes, a mudança do curso principal do rio provocada pela construção das barragens, o vento, a correnteza e o desmatamento, sendo estes juntamente com a amplitude da vazão.

Para diminuir o processo erosivo, também é importante manter a mata ciliar no entorno da Lagoa, Durlo e Sutili (2005) afirmam que a vegetação ripária é importante no que diz respeito ao controle de erosão em áreas fluviais, pois, de modo geral, produzem os seguintes efeitos sobre os taludes fluviais: interceptam a água das chuvas, aumentam a evapotranspiração, adicionam peso, ancoram o talude, produzem efeito de alavanca sobre o mesmo e recobrem o solo pelo acúmulo de serrapilheira na superfície.

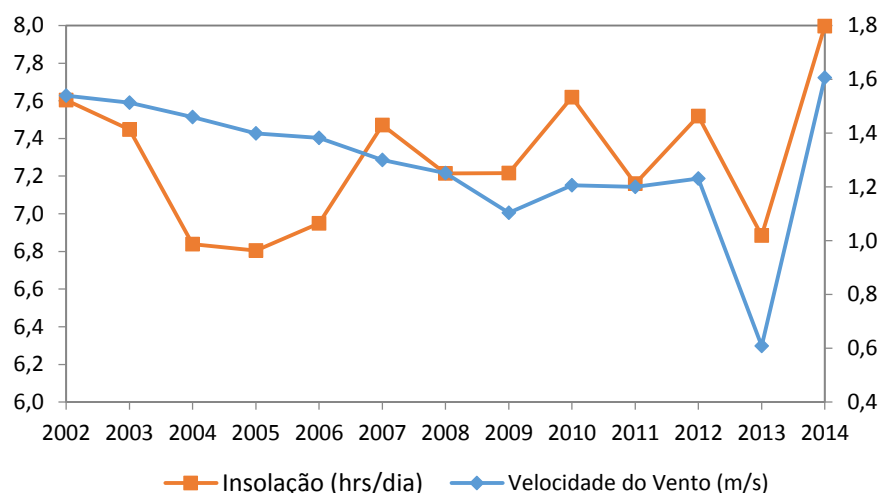


Figura 15. Relação entre a insolação diária e a velocidade do vento no período de 2002 a 2014 em Sete Lagoas-MG. Fonte: INMET.

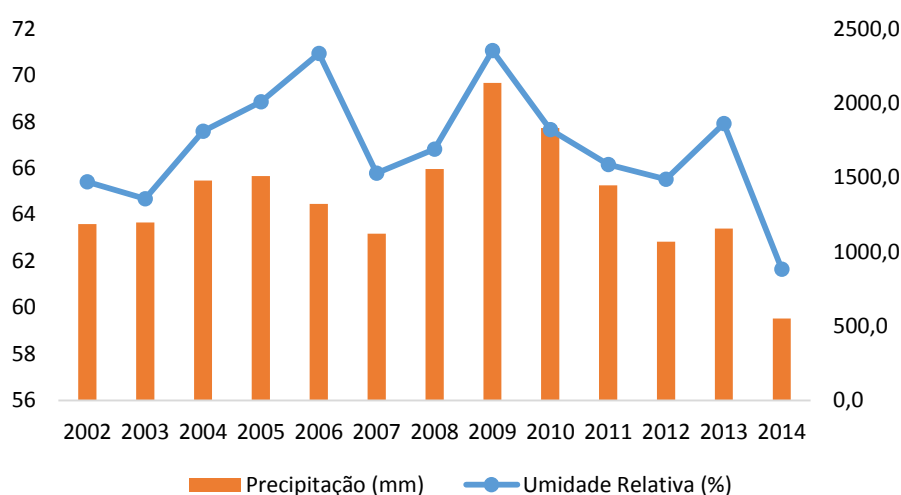


Figura 16. Relação entre a taxa de precipitação e umidade relativa do ar no período de 2002 a 2014 em Sete Lagoas-MG. Fonte: INMET.

Ambientes cársticos têm grande capacidade de armazenamento água, o que os torna importantes fontes deste recurso em diferentes regiões do planeta. A água obtida a partir de regiões cársicas abastece 25% da população mundial e 50% da população de regiões alpinas (FORD e WILLIAMS, 2007). A disponibilidade hídrica em áreas cársicas é devido à elevada permeabilidade do solo. Em que esta mesma característica está sujeita aos impactos resultantes de atividades humanas, de modo que estes aquíferos necessitam de proteção especial (ANDREO et al., 2006).

Bernardo Marques, que trabalhou no setor de prevenção, emergências ambientais e eventos críticos da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (Semad), explica que Sete Lagoas é uma área com muitos sumidouros e que a composição do solo é basicamente calcário (Figura 17). “As fraturas no solo são praticamente naturais e costumam abrigar grande volume de água. Esse fluxo subterrâneo de água tem uma recarga. Toda água da chuva infiltra no solo e abastece também o lençol freático. Em virtude dessa escassez hídrica, toda aquela água subterrânea vai sendo conduzida para uma região mais abaixo, chamada jusante, mesmo superficialmente, e algumas lagoas vão de fato reduzir esse nível de água e até secar”. Marques explica que a escassez hídrica, assim como as inundações, é um processo natural e recorrente em qualquer parte do mundo, mas que podem ser intensificados por ações humanas, que utilizam os recursos hídricos de maneira intensa e intervêm de alguma forma no meio ambiente (FERREIRA, 2015).

Nível	Intervalo (cm)	Cor	Composição	Conteúdo Orgânico	Estruturação	Informações Adicionais
A1	0-5	Bruno-acinzentado-escuro a bruno-oliváceo 2,5Y 4/3	Argila sitosa “filamentosa”, friável, porosa, agregados (grumos) irregulares muito finos, seixos e nódulos negros submilimétricos pouco frequentes.	Espículas em razoável proporção, alguns fragmentos vegetais.	Transição para o nível inferior gradativamente mais escuro e “filamentoso”.	Sinais de oxidação na superfície do corte.
A2	5-10	Bruno-acinzentado a bruno-acinzentado-escuro 2,5Y 4,5/2	Argila sitosa muito “filamentosa”, friável, porosa, agregados “aciculares” finos, grãos de quartzo angulosos, granulometria areia fina eventuais.	Predomínio de espículas (grande quantidade) entremeados por argila, fragmentos vegetais eventuais.	Nível mais escuro ao topo do intervalo, com aproximadamente 1,5 cm de espessura, limites pouco definidos.	
B1	10-15	Cinza escuro a cinza muito escuro 2,5Y 3,5/1	Argila sitosa “filamentosa”, friável, gradando para horizontes menos filamentosos, porosa e mais firme (coesa).	Espículas em grande quantidade tendendo a uma redução na base do intervalo.	Do topo para a base deste intervalo há uma gradação textural relevante.	
B2	15-20	Cinza claro 2,5Y 7/2	Argila muito fina, pouco porosa, muito firme com alguns grãos de quartzo angulosos mais finos.	Pequenos fragmentos vegetais esparsos, redução brusca e intensa da proporção de espículas.	Limite inferior abrupto neste intervalo e superior em rápida gradação. Mosqueados difusos sutis.	
C1	20-25	Cinza 5Y 5/1	Argila muito fina, pouco porosa, homogênea, muito firme (coesa), grãos angulosos de quartzo e areia grossa dispersos na matriz.	Fragmentos vegetais eventuais, espículas muito raras.	Tendência a constância até a base do testemunho.	Há sinais de oxidação na superfície do corte, seguindo nodulação em torno de um ponto central.
C2	25-30	Idem	Idem, anterior com maior proporção de grãos de quartzo com granulometria progressivamente maior.	Não visualizados componentes orgânicos.	Tendência a constância, com leve clareamento em direção à base.	Idem. Há uma tendência ao aumento da proporção de grãos grosseiros de quartzo.
D	30-40	Idem	Idem	Idem		

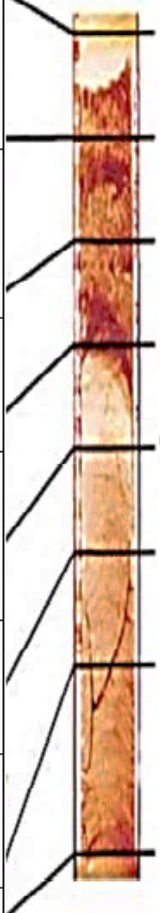


Figura 17. Caracterização do testemunho da Lagoa Grande. Fonte: (BERBERT-BORN, 1998).

Ramon Lamar explica que os lençóis subterrâneos que abastecem as lagoas não estão a grandes profundidades. Com o crescimento da cidade e a consequente impermeabilização do solo, o volume de água que infiltra na terra foi alterado, segundo ele. “Está saindo mais água do subsolo do que entrando”, informa o biólogo, lembrando que Sete Lagoas têm 220 mil habitantes e 100% da captação de água é subterrânea (FERREIRA, 2015).

Em relação à redução do volume hídrico da lagoa grande, foi feito o requerimento nº 1.164/2013 para o início das investigações pelo Legislativo, foi proposto pelo vereador Dalton Andrade (PT) e ganhou o apoio dos vereadores Marcelo Coopertt (PMN), Renato Gomes (PV), Cláudio Caramelo (PT), Milton Martins (PSC) e Douglas Melo (PSC). O presidente da Câmara Municipal, Márcio Paulino Lulu (PMN), confirma que esse trabalho está sendo motivado pela suspeita de exploração excessiva de água. “A Comissão pretende averiguar o possível esvaziamento da Lagoa Grande em virtude do consumo de água para finalidades industriais, afetando inclusive o abastecimento de água nas residências”, explica (JORNAL SETE DIAS, 2015).

Para os sete-lagoanos, a captação de água subterrânea aumentou por causa do crescimento industrial e a falta de chuvas agrava um problema já antigo no município. “Estão sugando toda a água lá de baixo e a daqui de cima está evaporando”, acredita o operador de produção Rodrigo Aloísio Amaral, de 30 anos. Segundo ele, a Lagoa Grande tinha mais de 10 quilômetros de extensão, onde era possível nadar e pescar. “Hoje, o lugar mais profundo não passa de 2 metros”, lamenta. Ele conta que a lagoa secou em menos de um ano e aponta o local onde antes pescava traíras e outros peixes. Além da falta de chuvas, outra causa da seca da Lagoa Grande, segundo o biólogo Ramon Lamar, pode ser a presença de dolinas. São depressões no solo formadas pela dissolução química de rochas calcárias abaixo da superfície. “Há uma linha de dolinas na Lagoa Grande. As cavidades subterrâneas podem afundar com o tempo e a água pode estar sendo drenada”, disse Ramon, que defende um estudo geológico mais aprofundado para confirmar a sua suspeita (FERREIRA, 2015).

Na Figura 18 e Tabela 4 são mostrados os dimensionamentos da área de caracterização da Lagoa Grande (captura de imagem por satélite - Google Earth Pro).

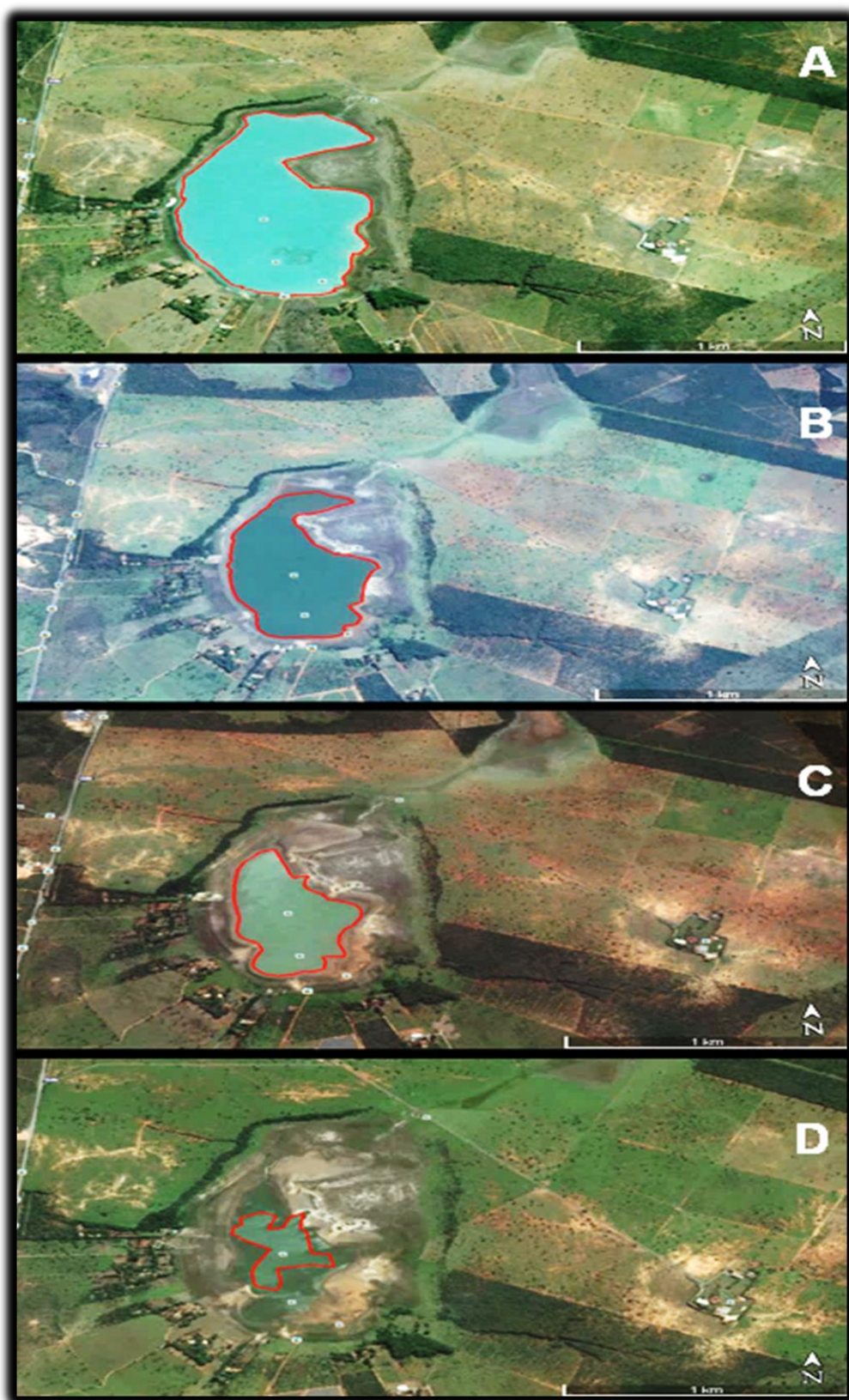


Figura 18. Dimensionamento da área de caracterização da Lagoa Grande. A- Data: 28/06/2005; B- Data: 13/05/2013; C- Data: 04/05/2014; D- Data: 21/05/2015. Fonte: Google Earth Pro.

Tabela 4. Redução da área do Perímetro da Lagoa Grande no período de 2005-2015. Fonte: Dados obtidos pelo Google Earth Pro.

Data de Avaliação	Perímetro (m)	Porcentagem Relativa de Redução	Área do Perímetro (m²)	Porcentagem Relativa de Redução
28/06/2005	6.432	-	797.473	-
13/05/2013	3.768	41,4%	499.228	37,4%
04/05/2014	2.805	25,6%	306.609	38,6%
21/05/2015	2.491	11,2%	82.026	73,3%

Em 2005 a lagoa apresentava um perímetro de 6.432 m e em 2015 mostrava 2.491 m, havendo uma redução de 61,3 % de seu perímetro. Já em relação à área do perímetro, em 2005 a lagoa apresentava uma área de 797.473 m² e em 2015 mostrava uma área de 82.026 m² havendo uma significativa redução de 89,7% de sua área, sendo mais significativa entre o período de 2014 a 2015, confirmando que o ambiente de estudo está apresentando uma intervenção muito significativa em seu volume hídrico. Estes resultados confirmam que a situação é alarmante, e pode ser constatada a partir de declarações abordadas pela Comissão especial da Lagoa Grande (2015) em que os vereadores Milton Martins e Padre Décio também lembraram que cidades que tiveram empresas que consumiam grande quantidade de recursos hídricos deixaram esses municípios desertificados e em poucos anos se retiraram do local. "Todo lugar que já teve uma fábrica de cervejas, quando ela fecha, fica uma fábrica abandonada e a falta de água" comentou Milton Martins. "Enquanto isso vai beber a água de um rio natimorto como o Rio das Velhas", completou Padre Décio.

Diante desse fato, até mesmo a zona de amortecimento do Monumento Natural Estadual Gruta Rei do Mato pode ser afetada mesmo que indiretamente devido ao grande sistema cárstico formado por diversas cavernas subterrâneas e as interligações dos aquíferos que Sete Lagoas está inserida, causando sérias intervenções no ecossistema da região. Essa declaração foi relatado no item de interferência em cavernas, abrigos ou fenômenos cársticos e sítios paleontológicos e interferência em unidades de conservação de proteção integral (IEF, 2014).

Nas Tabelas 5 e 6 são mostrados um registro de consumo de água no período de 1998-2013 e um relatório técnico de contas e consumo de água do mês de dezembro de 2014 em Sete Lagoas-MG. Quando se compara os dados referentes ao ano de 2013 com o relatório técnico de contas e consumo de água do mês de dezembro de 2014, é possível perceber um aumento de 3,8% na quantidade de ligações totais de água (ativas ou cortadas) e 2,99% na quantidade de economias ativas de água, seguidas por um elevado aumento de 8.387,9% no volume de água faturado, 7.173,3% no volume de água consumido e 7.997,8% no volume de água micromedido.

Tabela 5. Registro de consumo de água no período de 1998-2013 em Sete Lagoas-MG.
Fonte: SAAE (Serviço autônomo de água e esgoto).

ANO	PTAA	VAP	VEC	LAA	LAAM	EAA	LTA	VAM	VAC	VAF
1998	177.592	17.958	9.146	44.398	42.974	53.387	44.596	8.640	13.140	9.930
1999	184.695	18.964	10.996	46.956	44.649	55.415	47.192	8.990	13.694	10.227
2000	196.050	24.700	13.239	49.211	46.791	58.070	49.424	9.840	14.935	12.140
2001	196.488	26.094	13.669	48.476	46.814	56.802	50.792	9.896	15.485	9.945
2002	203.980	26.406	14.840	48.646	46.913	56.940	52.543	8.160	16.600	9.980
2003	205.430	28.134	16.185	49.107	48.513	57.127	53.908	8.160	16.600	9.980
2004	205.833	25.859	16.300	55.297	48.700	66.079	55.610	8.316	16.809	10.479
2005	210.468	26.538	16.718	54.093	51.244	66.452	57.839	8.593	17.250	16.449
2006	215.069	26.711	19.013	55.570	51.329	66.500	58.278	10.986	21.369	22.410
2007	217.288	31.493	19.750	59.122	55.401	66.700	59.532	11.530	17.951	13.542
2008	221.542	27.519	20.487	57.496	55.451	60.296	61.271	12.074	18.163	16.512
2009	225.133	31.311	20.500	58.483	56.417	61.597	62.855	13.738	20.100	18.700
2010	213.937	25.576	15.908	60.166	58.971	63.429	64.364	13.738	16.763	15.276
2011	216.183	25.576	14.562	61.970	60.944	65.312	66.620	13.738	15.345	10.252
2012	216.388	25.576	14.562	63.488	62.823	65.886	68.639	13.738	15.345	10.252
2013	225.295	32.868	9.200	65.761	63.672	68.357	70.743	9.427	11.354	12.105
TOTAIS	3.331.371	421.283	245.075	878.240	841.606	988.349	924.206	169.564	260.904	208.178
MÉDIAS	208.211	26.330	15.317	54.890	52.600	61.772	57.763	10.598	16.306	13.011

* Em que, PTAA: População total atendida com abastecimento de água (número de habitantes), VAP: Volume de água produzido (1.000 m³/ano), VEC: Volume de esgotos coletado (1.000 m³/ano), LAA: Quantidade de ligações ativas de água, LAAM: Quantidade de ligações ativas de água micromedidas, EAA: Quantidade de economias ativas de água, LTA: Quantidade de ligações totais de água (ativas ou cortadas), VAM: Volume de água micromedido (1.000 m³/ano), VAC: Volume de água consumido (1.000 m³/ano), VAF: Volume de água faturado (1.000 m³/ano).

Tabela 6. Relatório técnico de contas e consumo de água do mês de dezembro de 2014 em Sete Lagoas-MG.

Zona(s): A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, Y, Z							
ÁGUA	Dom. (A1)	Dom. (A)	Com. (B)	Ind. (C)	Púb. (D)	Out. (O)	Total
Ligações ativas	-	63.379	3.224	166	421	53	67.243
Ligações ativas micromedidas	-	63.188	3.224	166	417	53	67.048
Economias ativas	-	66.484	3.280	166	421	53	70.404
Economias ativas micromedidas	-	66.293	3.280	166	417	53	70.209
Total ligações (ativas e cortadas)	-	68.609	3.993	237	556	55	73.450
Volume micromedido	-	663.352	48.976	27.682	23.106	840	763.956
Volume consumido	-	700.236	55.237	33.315	24.769	908	814.465
Volume faturado	-	876.970	67.963	43.627	25.813	984	1.015.357
Consumo em M3	Dom. (A1)	Dom. (A)	Com. (B)	Ind. (C)	Púb. (D)	Out. (O)	Total
Volume Real	-	693.519	54.627	33.266	24.681	898	806.991
Volume Faturado	-	876.970	67.963	43.627	25.813	984	1.015.357
ESGOTO	Dom. (A1)	Dom. (A)	Com. (B)	Ind. (C)	Púb. (D)	Out. (O)	Total
Ligações ativas	-	60.320	3.151	173	384	54	64.082
Economias ativas	-	63.119	3.207	1.158	391	54	67.929
Total ligações (ativas e cortadas)	-	65.030	3.885	225	515	56	69.711

Fonte: SAAE - Serviço autônomo de água e esgoto (2014).

Tais dados confirmam o aumento exacerbado do consumo de água, que podem influenciar diretamente na redução do volume hídrico da Lagoa Grande. Diante disso, Dalton Andrade explica que o presidente do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), Marcos Joaquim Matoso, não confirmou o problema, mas também não descartou a possibilidade. O vereador acredita que a lagoa pode estar perdendo água por causa de uma fratura geológica que teria aparecido em função do alto consumo de água das indústrias. “Só a Ambev explora 20 milhões de litros de água do lençol freático por dia”, argumenta. As informações da outorga de exploração da Ambev podem ser visualizadas na Tabela 7 e foram confirmadas pela Superintendência Regional de Regularização Ambiental (SUPRAM) (JORNAL SETE DIAS, 2015).

Na Figura 19 é possível também identificar uma distância relativamente pequena entre a cede da AMBEV Nova Minas e a área do objeto de estudo (cerca de 1,52 km), onde este fato pode associar-se com o compartilhamento do mesmo aquífero subterrâneo, levando ao decréscimo superficial da lagoa. Tal fato pode associar-se também ao decréscimo da taxa de precipitação anual, uma vez que a AMBEV Nova Minas aumentou suas vazões anuais nos últimos anos, ao passo de que houve quedas significativas na taxa de precipitação (Figura 20).

Tabela 7. Situação das vazões outorgadas/requeridas e situação atual – poços Ambev Nova Minas.

N.º Portaria / Processo em análise	N.º Poço Local	Vazões de outorga/requerimento			Vazões médias atuais		
		m³/h	h/dia	m³/dia	m³/h	h/dia	m³/dia
Portaria 1205/2009	Poço 1	130	22	2.860	110	16	1.760
Portaria 1206/2009	Poço 2	250	22	5.500	60	16	960
Portaria 1207/2009	Poço 3	56	22	1.232	0	0	-
Portaria 327/2010	Poço 4	134	20	2.680	110	16	1.760
Portaria 328/2010	Poço 7	113	20	2.260	95	16	1.520
Portaria 329/2010	Poço 8	89	20	1.780	89	16	1.424
Sub total (m³/dia)		16.312			7.424		
Processo 18762/2012	Poço 5	180	16	2.880	135	16	2.160
Processo 18763/2012	Poço 6	48,8	16	781	48,8	16	781
Sub total (m³/dia)		3.661			2.941		
Processo 6084/2013	Poço 9	120	16	1.920	120	16	1.920
Processo 6085/2013	Poço 10	67	16	1.072	67	20	1.340
Sub total (m³/dia)		2.992			3.260		
Total Geral (m³/dia)				22.964	13.624,8		
Total Geral médio c/ um poço parado (m³/dia)				20.084	11.464,8		

Fonte: AMBEV (2013).



Figura 19. Distância real entre a Ambev e a Lagoa Grande. Fonte: Google Earth Pro (2015).

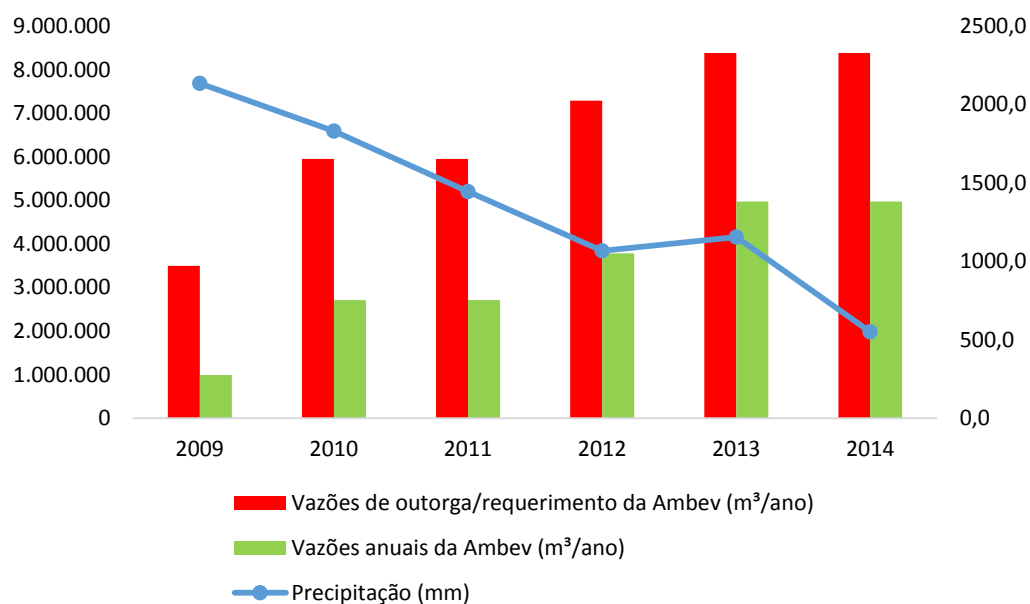


Figura 20. Relação entre a taxa de precipitação anual com as vazões de outorga/requerimento da AMBEV e as vazões anuais. Fonte: INMET, Comissão especial Lagoa Grande (2015).

De acordo com declarações da Comissão Especial Lagoa Grande (2015), o vereador Gilberto Doceiro questionou os reais benefícios da presença da Ambev na cidade. "O que ela dá de recompensa ao município? Qual a contrapartida dessa empresa milionária? Erramos por não conhecer os impactos negativos", argumentou.

Um caso ocorrido em Pedro Leopoldo reforça as suspeitas de Dalton Andrade. Ele recorda que no município da Região Metropolitana de Belo Horizonte ficou comprovado, através de trabalhos técnicos, que uma lagoa foi esvaziada porque indústrias estavam extraíndo água, de forma exagerada, do subsolo. "Gastaram uma quantidade absurda de cimento para resolver o problema. O certo que o que está ocorrendo com a Lagoa Grande não é normal. O esvaziamento é constante e não há recuperação em momento algum há meses", comenta (JORNAL SETE DIAS, 2015).

No trabalho de Calijuri et al. (2012) as atividades antrópicas tiveram impacto sobre a qualidade da água na área de estudo, incluindo os poços artesianos, que são utilizados na residências. A descarga direta de efluentes domésticos e o aporte de sedimentos, além do escoamento superficial de terra impermeável ou de culturas, são fatores ligados à expansão urbana e população crescimento que promovem a degradação dos corpos de água,

comprometendo a disponibilidade de recursos hídricos para os diferentes usos, tal fato merece atenção, dada a alta vulnerabilidade natural dos ambientes cársticos.

De acordo com Tucci (2007), a fragilidade dos sistemas de abastecimento urbanos está relacionada com a falta de monitoramento, por parte da maioria das companhias de abastecimento, da disponibilidade hídrica dos mananciais, que fica sempre sujeita à variabilidade interanual e ao racionamento. As companhias priorizam o tratamento da água e de alguma forma se preocupam com o tratamento de esgoto (com pouco sucesso), mas geralmente não tratam de conhecer a disponibilidade do seu insumo básico, que é a água. Este cenário gera maiores incertezas com relação à sustentabilidade da quantidade e qualidade da água de abastecimento, pois qualquer anomalia maior sobre o sistema hídrico poderá gerar impactos significativos. A forma de mitigar tais cenários é desenvolver estudos que proponham alternativas emergenciais eficazes e mecanismos de segurança para atender aos problemas.

Pode-se dizer que as alterações do espaço habitado acompanham a maneira como a sociedade humana se expandiu e se distribuiu, acarretando sucessivas mudanças ecológicas, demográficas e sociais. Atrelados à distribuição e expansão da sociedade moderna, os avanços tecnológicos geraram e têm gerado custos ambientais e sociais que estão cada vez mais em evidência. A escala e ritmo dos impactos humanos sobre os ecossistemas aceleraram ao longo do último meio século, juntamente com o crescimento populacional e o consumo. Observamos também que é cada vez mais frequente uma preocupação, por parte de alguns grupos sociais, com as questões ambientais e as discussões sobre quais questões se intensificaram, de modo geral, no mundo, a partir de 1970 (PACHECO et al., 2008).

Entretanto, a discussão sobre a questão ambiental é bastante complexa, pois também envolve a tomada de decisões sobre quando, como e onde utilizar os recursos naturais. E, dependendo do modo como são tomadas as decisões, poucos podem ser beneficiados em detrimento de muitos (PACHECO et al., 2008). Diante disto, podemos afirmar que o acesso e a apropriação dos recursos naturais envolvem diferentes interesses e podem gerar conflitos e que percepção do que é ou não um problema ambiental também está impregnado destes interesses não sendo apenas fruto de um conhecimento cognitivo (QUINTAS, 2005).

Sobre os aspectos da legislação, a Lei 9.433/97 (Lei das Águas) apresenta que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada, contando com a participação dos usuários, da comunidade em geral e do poder público, e ainda alega que a gestão deve sempre

proporcionar o uso múltiplo das águas (BRASIL, 1997). Sendo assim, do ponto de vista da gestão ambiental pública é importante considerar como os recursos hídricos estão sendo utilizados, por quem e de que modo poderiam ser encaminhados mecanismos para a gestão desses recursos (PACHECO et al., 2008).

O meio hídrico por suas características intrínsecas e suas relações explícitas e intensas com a sociedade, manifesta de forma marcante seu acentuado grau de degradação. O impacto a este meio acompanha o modelo exploratório, apresentando uma carga excessiva de esgotamento sanitário e efluentes industriais, gerados, respectivamente, pela concentração urbana e pela industrialização (SOUZA JR., 2004). Senso assim, para Tundisi (2008) a solução para o enfrentamento das consequências dos efeitos das mudanças globais nos recursos hídricos é adaptar-se a essas alterações, promovendo melhor governança em nível de bacias hidrográficas, desenvolvendo tecnologias avançadas de monitoramento e gestão, ampliando a participação da comunidade – usuários e público em geral – nessa gestão e no compartilhamento dos processos tecnológicos que irão melhorar a infra-estrutura do banco de dados e dar maior sustentabilidade às ações.

5 CONCLUSÕES

- Com a pesquisa foi possível averiguar que as motivações para a redução do volume hídrico da lagoa não apresentam uma causa específica, mas sim fatores que atrelados atuam concomitantemente para este problema ambiental;
- Através de dados climáticos, foi possível inferir que há variabilidade pluvial, porém, não houve como vincular a mesma a questão das mudanças climáticas, em função do limitado período de dados disponíveis;
- A exploração industrial pelos recursos hídricos pode ser o agente mais significativo para a redução do volume hídrico da Lagoa Grande, visto que as demais lagoas do município não tiveram o seu volume hídrico reduzido mesmo com as alterações dos índices pluviométricos;
- Deve-se atentar ao exemplo de outras cidades que já receberam em algum momento empresas que demandam de grandes vazões de água, finalizam as suas atividades deixando os municípios com características desérticas e abandonando a fábrica após terem esgotados todos os recursos hídricos disponíveis;
- Se faz necessário que a SUPRAM (Superintendência Regional de Meio Ambiente), seja mais criteriosa em suas autorizações de exploração de água e fiscalizem com rigor as outorgas já concedidas, para garantir que não haja, por exemplo, nenhum empreendimento que esteja explorando mais água do que o permitido;
- Para a área pesquisada sugere-se a aplicação de um PRAD (Plano de Recuperação de Áreas Degradadas) e um estudo geológico mais detalhado para análise mais criteriosa sistema cárstico onde a lagoa está inserida;
- Também se faz necessário a organização de propostas para mitigação do problema ambiental junto às autoridades locais e comunicar à população, para que se conscientizem deste grave problema ambiental e possam auxiliar quanto à cobrança de fiscalização e realização de projetos para recuperação da área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABERS, R.; JORGE, K. D. Descentralização da gestão da água: por que os comitês de bacia estão sendo criados? **Ambiente e Sociedade**, v. 8, n. 2, p. 99-124, 2005.
- AB'SABER, A. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 159p.
- ANDREO, B.; GOLDSCHIEDER, N.; VADILLO, I.; VÍAS, J. M.; NEUKUM, C.; SINREICH, M.; JIMENÉS, P.; BRECHENMECHER, J. CARRASCO, F.; HÖTZ, H. PERLES, M. J.; ZWAHLLEN, F. Karst groundwater protection: First application of a Pan-European Approach to vulnerability, hazard and risk mapping in the Sierra de Lívar (Southern Spain). **Science of the Total Environment**, v.357, p.54–73, 2006.
- BERBERT-BORN, M. L. C. 1998. 201p. **Geoquímica dos sedimentos superficiais de Lagoas da região cárstica de Sete Lagoas – Lagoa Santa (MG), e os indícios de interferência antrópica**. Dissertação – (Mestrado em Geologia), Universidade Federal de Ouro Preto, 1998.
- BOEGLI, A. **Karsthydrology and physical speleology**. Nova York: Springer, 1980. p.13-17.
- BRASIL. **Lei 9.433/97 (Lei das Águas)**. 1997. Disponível em <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/leis/L9433.htm>>. Acesso em: 07 nov. de 2015.
- CALIJURI, M. L.; COUTO, E. A.; CAMARGO, R. A.; SILVA, M. D. F. M. Evaluation of the Influence of Natural and Anthropogenic Processes on Water Quality in Karstic Region. **Water Air Soil Pollution**, v.223, p.2157–2168, 2012.
- CAMPOS, V. N. O.; FRACALANZA, A. P. Governança das águas no Brasil: conflitos pela apropriação da água e a busca da integração como consenso. **Ambiente e Sociedade**, v.13, n.2, p.365-382, 2010.
- CASTRO, J. E. La construcción de nuevas incertidumbres, tecnocracia y la política de la desigualdad: el caso de la gestión de los recursos hídricos. **Revista Iberoamericana de Ciencias, Tecnología, Sociedad e Innovación**, v.2, 2002. Disponível em: <www.campusoei.org/revistactsi/numero2/esteban.htm>. Acesso em: 07 nov. 2015.
- CASTROGIOVANNI, A. N. **Para entender a necessidade de práticas prazerosas no ensino de geografia na pós-modernidade**. In: REGO, N.; CASTROGIOVANNI, A. C.; KAERCHER, N. A. (orgs.) *Geografia práticas pedagógicas para o ensino médio*. Porto Alegre, editora Artmed, 2007. p.35-46.
- CHRISTOFOLETTI, A. G. Caracterização do Sistema Ambiental. In: **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. 236p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geografia física no estudo das mudanças ambientais**. In: CHRISTOFOLETTI, A.; BECKER, B. K.; DAVIDOVICH, F. R.; GEIGER, P. P. *Geografia e Meio Ambiente no Brasil*. São Paulo: Editora Hucitec e Anna Blume, 2002. 395p.

- COMISSÃO LAGOA GRANDE - **Comissão apresenta relatório sobre situação da Lagoa Grande, 20 Fevereiro 2014.** Disponível em: <<http://www.setelagoas.com.br/noticias/cidade/23915-comissao-apresenta-relatorio-sobre-situacao-da-lagoa-grande>> Acesso em: 10 jun. de 2015.
- COMISSÃO ESPECIAL LAGOA GRANDE. **Relatório: dados alarmantes para a situação do esvaziamento da lagoa e da falta d'água na cidade, como um todo.** 2013, 24p. Disponível em: <http://www.mediafire.com/view/boy0s7n0b65r5b5/Comiss%C3%A3o_Lagoa_Grande.pdf> Acesso em: 09 nov. 2015.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Informações Básicas para a Gestão Territorial: região de Sete Lagoas - Lagoa Santa.** Belo Horizonte, 1996.
- CRUZ, R. de C. A. da. **Introdução à Geografia do Turismo.** São Paulo: Roca, 2001.
- DAJOZ, R. **Princípios de Ecologia.** Porto Alegre: Artmed, 2005. 125p.
- DARDENE, M. A. **Les mineralisations de plomb, zinc, fluor du Protérozoïque Supérieur dans le Brésil Central.** Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Paris, 1979. 251p.
- DURLO, M. A.; SUTILI, F. J. **Bioengenharia: Manejo biotécnico de cursos de água.** Porto Alegre: EST Edições. 2005. 189p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Banco de dados climáticos do Brasil.** EMBRAPA, Monitoramento por Satélite. USP/ESALQ. Disponível em: <<http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/balanco.php?UF=&COD=103>> Acesso em: 03 nov. de 2015.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia.** Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826p.
- FERREIRA, P. **Sete Lagoas tenta salvar patrimônio natural que dá nome à cidade.** 2014. Disponível em: <http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2014/10/19/interna_gerais,581087/sete-lagoas-tenta-salvar-patrimonio-natural-que-da-nome-a-cidade.shtml> Acesso em: 06 nov. de 2015.
- FRACALANZA, A. P.; CAMPOS, V. N. O.; JACOBI, P. R. Governança das águas da Região Metropolitana de São Paulo (Brasil) – o caso do Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. In: JACOBI, P. R.; SINISGALLI, P. A. (Org.). **Dimensões político institucionais da governança da água na América Latina e Europa.** São Paulo: Annablume, 2009. p.57-81.
- FONSECA, V.; BASTOS, E. A. (Orgs.). **Sertão do Baixo São Francisco sergipano: bacia hidrográfica como unidade de estudo.** Aracaju: UFS/CODEVASF/CNPq. 1997, 62p.
- FORD, D. C.; WILLIAMS, P. W. **Karst hydrogeology and geomorphology.** Chichester: Wiley, 2007. p.576.
- GEORGE, P. **Le métier de géographe.** Paris, Armand Colin Éditeur, 1990. 250p.

- GLEICK, P. H. **The world's water. 2000-2001.** Report on Freshwater Resources. Island Press, 2000. 315p.
- GROSSI-SAD, J. H.; QUADE, H. **Revisão estratigráfica do Grupo Bambuí em Minas Gerais.** Sociedade Brasileira de Geologia. Belo Horizonte: Núcleo de Minas Gerais, 1995.
- GUIMARÃES, D. P.; SANS, L. M. A.; FARIA, C. M. Variações da temperatura entre 1926-2003, em Sete Lagoas, MG. IN: XIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – Situação Atual e Perspectivas da Agrometeorologia. Santa Maria, **Anais...** 2004.
- HOLANDA, F. S. R.; SANTOS, L. C. G.; ARAUJO FILHO, R. N.; PEDROTTI, A.; GOMES, L. J.; SANTOS, T. O.; CONCEIÇÃO, F. G. Percepção dos ribeirinhos sobre a erosão marginal e a retirada da mata ciliar do rio São Francisco no seu baixo curso. **Revista RA´EGA**, v.22, p.219-237, 2011.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sete Lagoas - Minas Gerais.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=316720>>. Acesso em: 09 nov. de 2015.
- IEF. Instituto Estadual de Florestas. **Parecer único de compensação ambiental nº.: 070/2014.** 2014. 21p.
- IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas - Governo do Estado de Minas Gerais. **Identificação de municípios com condição crítica para a qualidade de água na bacia do rio das Velhas,** Belo Horizonte, 2013. 49p.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability.** A Report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001. 1032p.
- JORNAL SETE DIAS. **Seca da Lagoa Grande será investigada.** 2013. Disponível em: <<http://www.setedias.com.br/caderno-noticias/7879-seca-da-lagoa-sera-investigada>> Acesso em: 06 nov. de 2015.
- JÚNIOR, E. F. Os impactos ambientais decorrentes da ação antrópica na nascente do rio Piauí Riachão do Dantas/SE. **Revista eletrônica da Faculdade José Augusto Vieira**, ano V, n.7, setembro, 2012.
- KARMANN, I. **Ciclo da Água, Água subterrânea e sua ação geológica.** In TEIXEIRA, W. *et al.* Decifrando a Terra. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p.114-136.
- KOHLER, H. C. 1989. 113f. **Geomorfologia cárstica na região de Lagoa Santa/MG.** São Paulo. (Tese de Doutorado, Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo), 1989.
- LANNA, A. E. **Gestão das Águas.** IPH – UFRGS, 1999. Notas de aulas. Disponível em <www.iph.ufrgs.br/posgrad/disciplinas/hip78.html>. Acesso em: 07 nov. de 2015.
- LANDAU, E. C.; OLIVEIRA, R. P. de; SANTOS, M. A.; GUIMARÃES, D. P. **Expansão Urbana da Cidade de Sete Lagoas/MG entre 1949 e 2010.** Disponível em:

<<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/888266/1/Expansaourbana.pdf>>
Acesso em: 09 de jun. de 2015.

- LIKENS, G. E. **The ecosystem approach: its use and abuse**. Oldenhorf / Luhe: Ecology Institute, Oldendorf / Luke, Germany, 1992. 166p.
- MARTINELLI, L. A., KRUSCHE, A. V.; VICTORIA, R. L.; CAMARGO, P. B.; BERNARDES, M.; FERRAZ, E. S.; MORAES, J. M.; BALLESTER, M. V. Effects of Sewage on the Chemical Composition of the Piracicaba River, Brazil. **Water, Air and Soil Pollution**, v.110, p.67-79, 1999.
- MASCARENHAS, A. W. F. **Monitoramento da expansão da mancha urbana de Sete Lagoas/MG no período de 1985-2014, através do uso de imagens Landsat**. 2014. 47f. Monografia (Departamento de Geografia - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 2014.
- MORAES, A. C. R. **Cidade, planejamento e qualidade ambiental**. In: TÂNGARI, V. R. (Org.). **Águas urbanas: uma contribuição para a regeneração ambiental como campo disciplinar integrado**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007, v.1, p.93-97.
- NIMER, E.; BRANDÃO, A. M. P. M. Balanço hídrico anual a partir de valores normais e tipologia climática. **Revista Brasileira de Geografia**, v.47, n.3/4, p.373-416, 1985.
- NOGUEIRA, M. **Sobre o desenvolvimento socioespacial de Sete Lagoas-MG**. In: **Cadernos Geográficos (PUCMG)**, Belo Horizonte, v.9, n.13, p.30-47, 1999.
- PACHECO, M. D.; MARINHO, R. V.; SANTOS, L. M. F.; LOPES, A. F.; BOZELLI, R. L. Percepção de Problemas Ambientais Relacionados aos Usos dos Recursos Hídricos em Municípios do Interior do Estado do Rio de Janeiro. In: IV Encontro Nacional da Anppas, Brasília-DF. **Anais...** 2008, p.1-15.
- PAERL, H. W.; HUSSMANN, J. Blooms like it hot. **Science**, v.320, p.57-58, 2008.
- PASSET, R. A. **Co-gestão do desenvolvimento econômico e da biosfera**. Tradução de FERREIRA, A. D. In: **Cadernos de desenvolvimento e Meio Ambiente**. UFPR, n.1, 1994. 190p.
- PEREIRA, R.; GUIMARÃES JUNIOR, G. C.; MATTOS, A. Avaliação do impacto da captação d'água na lagoa do Bonfim, RN- Brasil. **Revista de Águas Subterrâneas**, n.16, p.75-84, 2002.
- PMSL. **Prefeitura Municipal de Sete Lagoas**. Disponível em: <<http://www.setelagoas.mg.gov.br>> Acesso em: 10 de junho de 2015.
- QUINTAS, J. S. **Introdução à Gestão Ambiental Pública**. Série Educação Ambiental. Brasília: IBAMA. 2005. 132p.
- QSL – **A história de Sete Lagoas – MG**. Disponível em: <<http://www.qsl.net/py4gec/setelagoas.htm>> Acesso em: 10 de jun. de 2015.

- ROCHA, G. S. A. **Degradação das águas superficiais da cidade de Sobral (CE): Os sistemas lacustres da zona urbana.** 2013. 133p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual do Ceará, 2013.
- SAAE - Serviço autônomo de água e esgoto. **Relatório técnico de contas e consumo do mês de dezembro de 2014.** Sete Lagoas-MG. 2014. 2p.
- SALES, A.; MACHADO, A. C. **Geoturismo no Circuito das Grutas – Estudo de caso em Sete Lagoas e Cordisburgo.** 2009. Disponível em: <<https://bhturismo.wordpress.com/2009/01/29/geoturismo-no-circuito-das-grutas-%E2%80%93-estudo-de-caso-em-sete-lagoas-e-cordisburgo/>> Acesso em: 05 nov. 2015.
- SÁNCHEZ, L. E. **Recuperação de Áreas Degradadas.** Rio Claro: Escola Politécnica da USP [UNESP], 2006.
- SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 4 ed., 2 reimpressão, 2006. 384p.
- SCHAAKE, J. C. **From climate to flows.** In: WAGONNER, P. E. *et al.* (ed.). **Climate changes and U. S. Water Resources.** New York: Wiley & Sons, 1990. p. 177-206.
- SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. **Estiagem atinge níveis críticos e afeta o campo, alerta pesquisador da Embrapa.** 2014. Disponível em: <<http://sna.agr.br/estiagem-atinge-niveis-criticos-e-afeta-o-campo-alerta-pesquisador-da-embrapa/>> Acesso em: 10 jun. de 2015.
- SOMLYODY, L; VARIS, O. Freshwater under pressure. **International Review for Environmental Strategies**, v.6, n.2, p.181-204, 2006.
- SOUZA JR., W. C. A. **A gestão das águas no Brasil Reflexões, diagnósticos e desafios.** São Paulo: Ed. Peirópolis, 2004. 164p.
- SUZUKI, M. S.; CHAGAS, G. G. Seasonal Hydrochemical Variation in a Tropical Coastal Lagoon (Açu Lagoon, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v.65, n.4, p.597-607, 2005.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance.** Publications in climatology. Laboratory of Climatology, New Gersey, v.8, 1955. 104p.
- TONET, H. C.; LOPES, R. G. F. **Alternativas organizacionais mais adequadas para viabilizar o uso dos instrumentos de Avaliação de Impactos Ambientais e Gerenciamento de Bacia Hidrográfica.** Texto de Consultoria em Gestão Pública para Projeto de Tecnologias de Gestão Ambiental do IBAMA. Brasília, DF, 1994.
- TUCCI, C. E. M. Mudanças climáticas e impactos sobre os recursos hídricos no Brasil. **Ciência & Ambiente**, v.34, p.137-156, 2007.
- TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, v.22, n.63, p.1-16, 2008.
- TUNDISI, J. G. **Água no século 21: enfrentando a escassez.** RIMA/IIIE, 2003. 247p.

- TUNDISI, J. G.; MATSU MURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 631p.
- TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, v.22, n.63, p.07-16, 2008.
- TULLER, M. P.; RIBEIRO, J. H.; DANDERFER FILHO, A. **Geologia da região de Lagoa Santa e Sete Lagoas**. Belo Horizonte: CPRM/CETEC, 1991. [Projeto Vida/Inédito].
- VIEIRA, V. S.; PEDROSA-SOARES, A. C.; SILVA, L. C. Significado do Grupo Rio Doce no Contexto do Orógeno Araçuaí. In: Simpósio de Geologia do Sudeste, 10, Diamantina. SBG-MG, **Resumos...** 2007.
- YASSUDA, E. R. O gerenciamento de bacias hidrográficas. **Cadernos FUNDAP**, v.9, n.16, p.46-53, 1989.
- ZALEWSKI, M. Ecohydrology in the face of the Anthropocene. **Ecohydrology and Hydrobiology**, v.7, n.2, p.99-100, 2007.