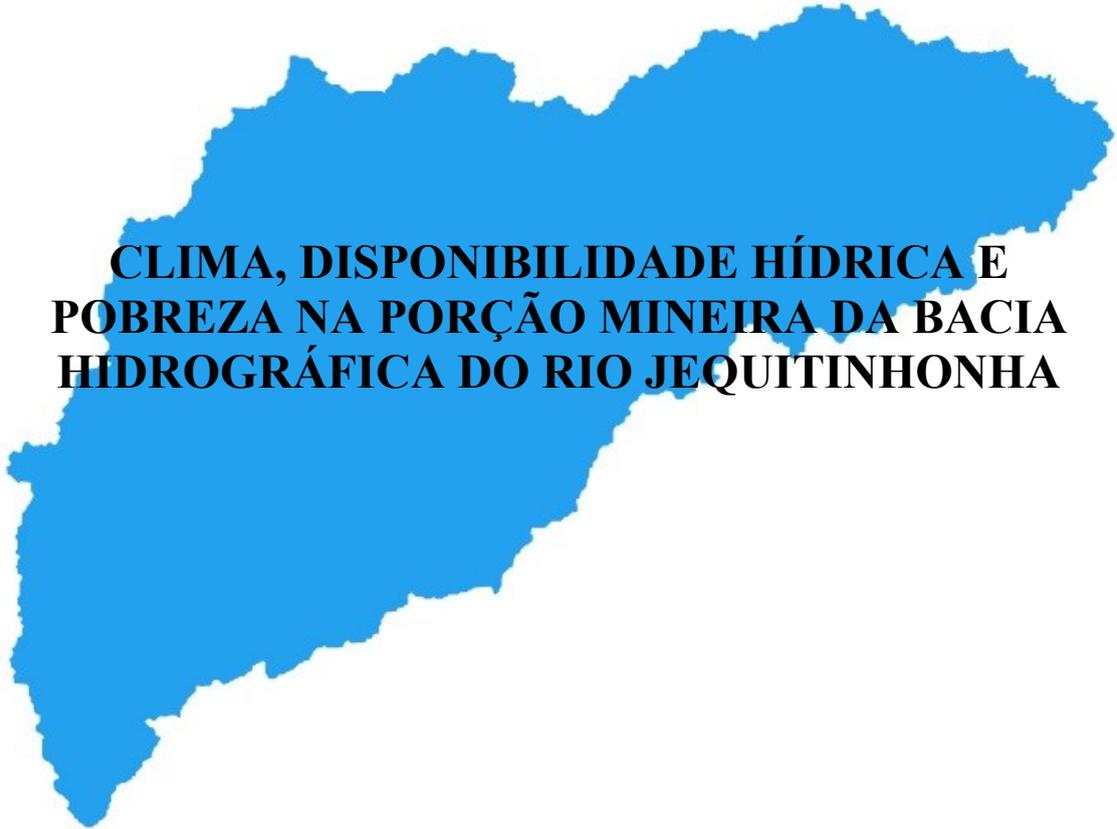




UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GEOGRAFIA E GESTÃO DO TERRITÓRIO



SAMUEL ALVES MACIEL



**CLIMA, DISPONIBILIDADE HÍDRICA E  
POBREZA NA PORÇÃO MINEIRA DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO JEQUITINHONHA**

UBERLÂNDIA/MG  
2021

**SAMUEL ALVES MACIEL**

**CLIMA, DISPONIBILIDADE HÍDRICA E POBREZA NA PORÇÃO  
MINEIRA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO  
JEQUITINHONHA**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Geografia.

**Área de concentração:** Geografia e Gestão do Território.

**Linha:** Análise, Planejamento e Gestão Ambiental / Geoprocessamento.

**Orientador:** Prof. Dr. Vanderlei de Oliveira Ferreira.

**UBERLÂNDIA/MG  
2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

M152c      Maciel, Samuel Alves, 1991-  
2021              Clima, disponibilidade hídrica e pobreza na porção mineira da bacia  
                         hidrográfica do Rio Jequitinhonha [recurso eletrônico] / Samuel Alves  
                         Maciel. - 2021.

                         Orientador: Vanderlei de Oliveira Ferreira.  
                         Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de  
                         Pós-Graduação em Geografia.

                         Modo de acesso: Internet.

                         Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2021.5528>

                         Inclui bibliografia.

                         Inclui ilustrações.

                         1. Geografia. I. Ferreira, Vanderlei de Oliveira, 1967-, (Orient.). II.  
                         Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em  
                         Geografia. III. Título.

---

CDU:910.1



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geografia  
Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1H, Sala 1H35 - Bairro Santa Monica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902  
Telefone: (34) 3239-4381/3291-6304 - www.ppgeo.ig.ufu.br - posgeo@ufu.br



### ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	GEOGRAFIA				
Defesa de:	Tese de Doutorado, Número 213, PPGGEO				
Data:	30 de junho de 2021	Hora de início:	14h:00m	Hora de encerramento:	18h:00m
Matrícula do Discente:	11713GEO009				
Nome do Discente:	SAMUEL ALVES MACIEL				
Título do Trabalho:	CLIMA, DISPONIBILIDADE HÍDRICA E POBREZA NA PORÇÃO MINEIRA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JEQUITINHONHA				
Área de concentração:	GEOGRAFIA E GESTÃO DO TERRITÓRIO				
Linha de pesquisa:	ANÁLISE, PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL/GEOPROCESSAMENTO				
Projeto de Pesquisa de vinculação:					

-se no Anfiteatro/Sala [On Line], Campus [Google Meet], da Universidade Federal de Uberlândia, a Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em GEOGRAFIA, assim composta: Professores Doutores: Rodrigo Correa Teixeira - PUC-MINAS; Marcos Lobato Martins - UFVJM-MG; Jorge Luis Silva Brito - IG-UFU; Rildo Aparecido Costa - UFU - FACIP-MG; e Vanderlei de Oliveira Ferreira - IG-UFU orientador(a) do(a) candidato(a). Em virtude da Pandemia COVID-19, todos os membros participaram de forma on-line.

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a)

Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu público, palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

seguir senhor(a) palavra, pela sucessivamente, examinadores(as), que passaram candidato(a). Ultimada arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de ou Doutor.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.

---



Documento assinado eletronicamente por **Rodrigo Correa Teixeira, Usuário Externo**, em 30/06/2021, às 17:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

---



Documento assinado eletronicamente por **Jorge Luis Silva Brito, Professor(a) do Magistério Superior**, em 30/06/2021, às 18:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

---



Documento assinado eletronicamente por **Marcos Lobato Martins, Usuário Externo**, em 30/06/2021, às 19:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

---



Documento assinado eletronicamente por **Vanderlei de Oliveira Ferreira, Professor(a) do Magistério Superior**, em 30/06/2021, às 20:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

---



Documento assinado eletronicamente por **Rildo Aparecido Costa, Usuário Externo**, em 01/07/2021, às 10:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2852568** e o código CRC **E3309AE2**.

---

Dedico este trabalho à minha família,  
amigos e professores por todo apoio na  
realização desta conquista.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por ter me guiado até este momento e sempre estar atento as minhas orações todas as vezes que precisei. A Ele toda honra e toda glória pelos séculos dos séculos, amém!

Ao meu amigo e orientador, Prof. Dr. Vanderlei Oliveira Ferreira, pela confiança, atenção e dedicação que me permitiram traçar novos horizontes na minha caminhada acadêmica. Sou grato por acreditar em mim e permitir que desenvolvesse este trabalho. Desafios houveram, mas com o seu auxílio e paciência eles foram superados com êxito. Você é inspiração profissional e pessoal para esta e futuras gerações.

A minha gratidão eterna ofereço a minha mãe Cleunice, por ser a minha base e pelo seu amor imensurável prestado todos os dias de maneira gratuita e sincera. Ao meu pai Luís Carlos, pelos conselhos e empenho para que eu pudesse alcançar meus objetivos. Ao meu irmão Rafael por todo amor doado e por ser uma extensão de mim. A minha sobrinha Rafaella que com apenas um sorriso consegue transmitir toda a calma necessária para seguir em frente. A todos os outros familiares por cada palavra e conselho oferecido nestes anos de estudo.

Aos irmãos da Igreja em Uberlândia, por todas orações e palavras amigas. São eles que sorriram, quando sorri e choraram, quando chorei. Vocês também são a minha família!

Obrigado aos meus colegas do Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos e também a todos os outros do PPGEQ, pelo companheirismo e momentos de aprendizagem que jamais irei esquecer. Agradeço por cada desabafo e ajuda no desenvolvimento da tese. Em especial, deixo minha admiração a Aline Roldão, Eduardo Petrucci, Fander de Oliveira, Francielle Siqueira, Geórgia Teixeira, Laira Cristina e Rafael Mendes.

Um agradecimento particular à professora Dra. Patrícia Soares pelas conversas diárias, pelas melhores risadas no laboratório, pelos almoços e por me fazer enxergar novas perspectivas de pesquisa por meio do geoprocessamento.

À professora Dra. Camilla Bertolotti e ao mestre Rafael César por novos ensinamentos climatológicos e pelo apoio na obtenção de dados para o desenvolvimento da tese.

A todos os meus amigos, os de infância, os de colégios, os que permaneceram deste a graduação, os novos que fiz durante a pós-graduação, enfim, eles sabem quem são, estendo minha gratidão a vocês, pois a amizade verdadeira nos torna irmãos!

Agradeço aos professores doutores Ângela Maria e Vicente de Paulo por terem participado da defesa do projeto de pesquisa. Aos professores doutores Jorge Luís Silva Brito e Rildo Aparecido Costa que estiveram comigo desde o momento da qualificação. E aos professores doutores Rodrigo Correa Teixeira e Marcos Lobato Martins com suas contribuições na defesa final. Muito obrigado!

A todos os membros da equipe administrativa, pedagógica e gestora do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) do Instituto de Geografia (IG) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) por me proporcionar a obtenção do título de doutor.

Enfim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram na realização deste sonho!

## RESUMO

A variabilidade climática influencia diretamente na disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas. Na atualidade essa oferta de água tem sido alterada em maiores proporções, devido ao aumento das atividades antrópicas que a tem utilizado de maneira intensa e desenfreada. A falta deste recurso prejudica principalmente regiões do semiárido que muitas vezes tem a escassez de água associada as condições de pobreza. Dessa forma, o objetivo geral desta tese foi avaliar as relações entre os aspectos climatológicos, hidrológicos e indicadores de pobreza em municípios pertencentes à porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha. A bacia de estudo está inserida na região hidrográfica do Atlântico Leste, abrangendo parte do nordeste do estado de Minas Gerais e uma pequena parcela do sudeste da Bahia. Para realização desta pesquisa foram utilizados dados pluviométricos e fluviométricos diários, disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) de 30 postos, sendo 18 para a primeira variável e 12 para a segunda. Ainda foram selecionados mais 19 postos situados no entorno da porção mineira da bacia para as interpolações. Os dados de temperatura foram adquiridos a partir das reanálises do ERA-5 fornecidas pelo Centro Europeu de Previsões Meteorológicas de Médio Prazo (ECMWF). Foram escolhidos 7 indicadores socioeconômicos determinantes para a pobreza, sendo eles: Abastecimento de Água por Rede Geral de Distribuição, Domicílios que vivem abaixo da Linha da Pobreza ou em Situação de Pobreza, Esperança de Vida ao Nascer, Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), Índice de Gini e PIB per capita, fornecidos por institutos e agências, referenciados em 2010 (último censo). Após a tabulação dos dados foram executadas as seguintes etapas metodológicas: delimitação das áreas de contribuição dos postos fluviométricos, análise estatística inicial das variáveis e tratamento dos dados climáticos com a elaboração do Índice de Precipitação Padronizado (SPI), o Balanço Hídrico Climatológico (BHC) e a Classificação Climática de Thornthwaite (1948). Posteriormente realizou-se a determinação das vazões máximas, médias e mínimas, bem como das vazões específicas e os coeficientes de correlação entre chuva-vazão. Por fim, aplicou-se as técnicas de geoprocessamento relacionadas a espacialização dos dados, como a elaboração de mapas coropléticos, interpolação por spline e sobreposição dos mapas. Os resultados demonstraram a identificação de sazonalidade pluviométrica, com período chuvoso de outubro a março e período seco de abril a setembro. Foram identificados 4 tipos climáticos na bacia: semiárido, sub-úmido seco, sub-úmido a úmido e úmido. Quanto as vazões específicas médias anuais, estas são maiores em regiões mais chuvosas, como as próximas as cabeceiras das bacias do alto rio Jequitinhonha e rio Araçuai. Em direção a porção do semiárido na bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha a disponibilidade hídrica diminui. No último posto disponível a jusante (Jacinto) têm-se a média de 4,8 l/s/km<sup>2</sup> ao ano. As sobreposições dos mapas demonstraram que em geral não foi percebida uma relação direta entre a escassez física da água e os respectivos cenários de pobreza. Por exemplo, mesmo que se esteja em áreas de contribuição com maiores disponibilidades hídricas, há municípios com Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) ruins. De modo igual, no semiárido, com baixa oferta de água, encontram-se locais com alta Esperança de Vida ao Nascer e elevados percentuais de Abastecimento de Água por Rede Geral de Distribuição. Em síntese, ainda que a indisponibilidade hídrica de certa maneira influencie em alguns aspectos da pobreza na porção mineira da bacia, acredita-se que outros fatores históricos, políticos, econômicos e sociais sejam mais influentes ao subdesenvolvimento do que a escassez física da água.

**Palavras-Chave:** Aspectos Climatológicos e Hidrológicos. Pobreza. Disponibilidade Hídrica. Porção mineira da bacia do Jequitinhonha.

## ABSTRACT

Climate variability directly influences the hydric availability of hydrographic basins. Nowadays, this water supply has been altered in larger proportions due to the increase of anthropic activities that have used it in an intense and uncontrolled way. The lack of this resource mainly affects the semi-arid regions, where water scarcity is often associated with poverty conditions. Thus, the general objective of this thesis is to evaluate the relationships among climatological and hydrological aspects and poverty indicators in municipalities belonging to the Minas Gerais portion of the Jequitinhonha River watershed. The study basin is inserted in the East Atlantic hydrographic region, covering part of the northeastern part of the state of Minas Gerais and a small portion of southeastern Bahia. For this research, daily rainfall and fluviometric data made available by the National Water Agency (ANA) from 30 stations were used, 18 for the first variable and 12 for the second. A further 19 stations located in the surroundings of the Minas Gerais portion of the basin were selected for the interpolations. The temperature data were acquired from the ERA-5 reanalysis provided by the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). Seven socioeconomic determinants of poverty were chosen, these being: Water Supply by General Distribution Network, Households living below the Poverty Line or in Poverty Situation, Life Expectancy at Birth, Human Development Index (HDI), Gini Index and GDP per capita, provided by institutes and agencies, referenced in 2010 (last census). After tabulating the data, the following methodological steps were performed: delimitation of the contribution areas of the fluviometric stations, initial statistical analysis of the variables and cleaning of climatic data with the elaboration of the Standardized Precipitation Index (SPI), the Climatological Water Balance (BHC) and the Thornthwaite Climate Classification (1948). Subsequently, the maximum, average and minimum flows were determined, as well as the specific flows and the correlation coefficients between rainfall and flow. Finally, the geoprocessing techniques related to data spatialization were applied, such as the elaboration of choropleth maps, spline interpolation and map overlay. The results showed the identification of rainfall seasonality, with a rainy period from October to March and a dry period from April to September. Four climatic types were identified in the basin: semi-arid, dry sub-humid, sub-humid to humid and humid. As for the average annual specific flow rates, these are higher in rainier regions, such as those near the headwaters of the upper Jequitinhonha and Araçuaí River basins. Towards the semi-arid portion of the middle and lower Jequitinhonha River basin the water availability decreases. The last available station downstream (Jacinto) has an average of 4,8 l/s/km<sup>2</sup> per year. The overlapping of the maps showed that in general no direct relationship was perceived between the physical scarcity of water and the respective poverty scenarios. For example, even if one is in contributing areas with higher water availability, there are municipalities with poor Human Development Index (HDI). Likewise, in the semi-arid region, with low water supply, there are places with high Life Expectancy at Birth and high percentages of Water Supply by General Distribution Network. In summary, although the unavailability of water somehow influences some aspects of poverty in the Minas Gerais portion of the basin, it is believed that other historical, political, economic and social factors are more influential to underdevelopment than the physical scarcity of water itself.

**Keywords:** Climatological and hydrological aspects. Poverty. Water availability. Minas Gerais portion of the Jequitinhonha Basin.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esboço do balanço hidrológico em uma bacia hidrográfica .....	56
Figura 2 - Hidrograma .....	59
Figura 3 - Processo de Formação do Indicador Social .....	73
Figura 4 - Fluxograma das fases desenvolvidas na pesquisa.....	100
Figura 5 - Tela de entrada do aplicativo SPI Generator .....	122
Figura 6 - Tela de entrada da planilha de elaboração do BHC (BHídrico GD - 4.0) .....	123
Figura 7 - Proposta de sobreposição entre os mapas .....	134
Figura 8 - Índice Padronizado de Precipitação (SPI) aplicado ao município de Jequitinhonha - MG (1985-2015).....	176
Figura 9 - Índice Padronizado de Precipitação (SPI) aplicado ao município de Itinga - MG (1985-2015).....	177
Figura 10 - Índice Padronizado de Precipitação (SPI) aplicado ao município de Bocaiuva - MG (1985-2015).....	178
Figura 11 - Vazão Média Anual e Pluviosidade Anual no rio Jequitinhonha – trecho a jusante .....	191
Figura 12 - Vazão Média Anual e Pluviosidade Anual na sub-bacia hidrográfica do rio São Francisco.....	195
Figura 13 - Vazão Média Anual e Pluviosidade Anual na sub-bacia hidrográfica do ribeirão São João.....	196
Figura 14 - Vazão Média Anual e Pluviosidade Anual na sub-bacia hidrográfica do rio Araçuaí .....	197
Figura 15 - Vazão Média Anual e Pluviosidade Anual na sub-bacia hidrográfica do rio Gravata .....	199
Figura 16 - Vazão Média Anual e Pluviosidade Anual no rio Jequitinhonha – trecho alto ...	200
Figura 17 - Vazões Máximas Médias Anuais em seções do rio Jequitinhonha .....	204
Figura 18 - Vazões Máximas Médias Anuais em seções dos rios Araçuaí, Gravata, Ribeirão São João, Itacambiruçu, Vacaria e São Francisco .....	206
Figura 19 - Vazões Mínimas Médias Anuais em seções do rio Jequitinhonha .....	209
Figura 20 - Vazões Mínimas Médias Anuais em seções dos rios Araçuaí, Gravata, São Francisco, Vacaria, Ribeirão São João e Itacambiruçu .....	211

Figura 21 - Pluviogramas X Fluviogramas de seções fluviométricas selecionadas na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha .....	218
Figura 22 - Correlações entre chuva-vazão nas seções fluviométricas selecionadas sem considerar o período de retardo .....	220
Figura 23 - Correlações entre chuva-vazão nas seções fluviométricas selecionadas considerando o período de retardo .....	221

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Climograma da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015).....	53
Gráfico 2 - Temperatura média anual da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015).....	157
Gráfico 3 - Precipitação média anual da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1975-2012).....	164
Gráfico 4 - Médias das alturas pluviométricas mensais e dias com chuva na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015) .....	166
Gráfico 5 – Padrões de distribuição espacial da pluviosidade anual na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015).....	167
Gráfico 6 - Balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955) de Diamantina (MG) .....	184
Gráfico 7 - Balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955) de Araçuaí (MG) .....	185
Gráfico 8 - Balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955) de Jequitinhonha (MG).....	186

## **LISTA DE MAPAS**

Mapa 1 - Localização da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	38
Mapa 2 - Municípios inseridos totalmente e parcialmente na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	40
Mapa 3 – Variação da Densidade Demográfica dos municípios inseridos totalmente e parcialmente na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2000 e 2010)....	47
Mapa 4 - Principais afluentes do rio Jequitinhonha na porção mineira da bacia .....	48

Mapa 5 - Hipsometria da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha .....	49
Mapa 6 - Classes de declividade da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha .....	50
Mapa 7 - Principais tipos de solos da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha .....	51
Mapa 8 - Localização das Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRHs) do estado de Minas Gerais (MG) situadas na bacia do Jequitinhonha .....	95
Mapa 9 - Localização dos postos pluviométricos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	105
Mapa 10 - Localização dos postos fluviométricos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha .....	106
Mapa 11 - Localização das estações de temperatura do ar (ERA5) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	108
Mapa 12 - Áreas de Contribuição dos postos fluviométricos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	115
Mapa 13 - PIB per capita dos municípios localizados na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010).....	140
Mapa 14 - Índice de GINI dos municípios localizados na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010).....	143
Mapa 15 - Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos municípios localizados na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010).....	145
Mapa 16 – Esperança de Vida ao Nascer dos municípios localizados na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010) .....	147
Mapa 17 – Domicílios com Abastecimento de Água por rede geral de distribuição nos municípios localizados na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010) .....	150
Mapa 18 - Domicílios que Vivem Abaixo da Linha da Pobreza nos municípios localizados na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010).....	152
Mapa 19 - Domicílios que Vivem em Situação de Pobreza nos municípios localizados na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010).....	154
Mapa 20 - Temperatura média anual na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015).....	158
Mapa 21 - Temperatura média mensal do trimestre mais ameno (junho a agosto) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio jequitinhonha (1985-2015).....	159

Mapa 22 - Temperatura média mensal do trimestre mais quente (janeiro a março) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015) .....	160
Mapa 23 - Dispersão média anual de temperatura na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015) .....	161
Mapa 24 - Precipitação média anual na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015).....	168
Mapa 25 – Precipitação média mensal do semestre mais chuvoso (outubro a março) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015) .....	169
Mapa 26 - Dispersão média anual de pluviosidade na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015) .....	172
Mapa 27 - Distribuição dos valores de SPI, em escala de 3, 6 e 12 meses, na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015) .....	174
Mapa 28 - Evapotranspiração Potencial (ETP) anual da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015) .....	181
Mapa 29 - Deficiência hídrica anual da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015).....	183
Mapa 30 - Tipos Climáticos da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.	187
Mapa 31 - Vazões específicas médias anuais da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2014).....	214
Mapa 32 – Vazões mínimas específicas médias anuais da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2014) .....	215
Mapa 33 - Vazões máximas específicas médias anuais da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2014) .....	216
Mapa 34 – Relação entre os tipos climáticos de Thornthwaite (1948) e o PIB per capita (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	226
Mapa 35 - Relação entre o DEF médio anual (1985-2015) e o PIB per capita (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha .....	227
Mapa 36 - Relação entre a Disponibilidade Hídrica (1985-2015) e o PIB per capita (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha .....	228
Mapa 37 - Relação entre os tipos climáticos de Thornthwaite (1948) e o Índice de Gini (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	229
Mapa 38 - Relação entre o DEF médio anual (1985-2015) e o Índice de Gini (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha .....	230

Mapa 39 - Relação entre a Disponibilidade Hídrica (1985-2015) e o Índice de Gini (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha .....	231
Mapa 40 - Relação entre os tipos climáticos de Thornthwaite (1948) e o Índice de Desenvolvimento Humano - IDH (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	233
Mapa 41 - Relação entre o DEF médio anual (1985-2015) e o Índice de Desenvolvimento Humano - IDH (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	234
Mapa 42 - Relação entre a Disponibilidade Hídrica (1985-2015) e o Índice de Desenvolvimento Humano - IDH (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	235
Mapa 43 - Relação entre os tipos climáticos de Thornthwaite (1948) e a Esperança de Vida ao Nascer (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	236
Mapa 44 - Relação entre o DEF médio anual (1985-2015) e a Esperança de Vida ao Nascer (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	237
Mapa 45 - Relação entre a Disponibilidade Hídrica (1985-2015) e a Esperança de Vida ao Nascer (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	238
Mapa 46 - Relação entre os tipos climáticos de Thornthwaite (1948) e o Abastecimento de Água por Rede Geral de Distribuição (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	239
Mapa 47 - Relação entre o DEF médio anual (1985-2015) e o Abastecimento de Água por Rede Geral de Distribuição (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	241
Mapa 48 - Relação entre a Disponibilidade Hídrica (1985-2015) e o Abastecimento de Água por Rede Geral de Distribuição (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	242
Mapa 49 - Relação entre os tipos climáticos de Thornthwaite (1948) e Domicílios que vivem abaixo da Linha da Pobreza (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha .....	244
Mapa 50 - Relação entre o DEF médio anual (1985-2015) e Domicílios que vivem abaixo da Linha da Pobreza (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha .....	245
Mapa 51 - Relação entre a Disponibilidade Hídrica (1985-2015) e Domicílios que vivem abaixo da Linha da Pobreza (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha ..	246
Mapa 52 - Relação entre os tipos climáticos de Thornthwaite (1948) e Domicílios que vivem em situação de pobreza (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha .....	247

Mapa 53 - Relação entre o DEF médio anual (1985-2015) e Domicílios que vivem em situação de pobreza (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	248
Mapa 54 - Relação entre a Disponibilidade Hídrica (1985-2015) e Domicílios que vivem abaixo da Linha da Pobreza (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha .	249

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ano de fundação dos municípios inseridos na bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	39
Quadro 2 - Municípios inseridos totalmente e parcialmente na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	41
Quadro 3 - Características dos tipos de solos principais presentes na área de estudo.....	52
Quadro 4 - Algumas definições de pobreza.....	70
Quadro 5 - Instrumentos do modelo sistêmico de integração participativa .....	84
Quadro 6 - Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRHs) da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	94
Quadro 7 - Instrumentos disponíveis nos comitês da porção mineira da bacia do rio Jequitinhonha.....	96
Quadro 8 - Relação e localização dos postos pluviométricos utilizados na pesquisa .....	103
Quadro 9 - Relação e localização dos postos fluviométricos utilizados na pesquisa .....	104
Quadro 10 - Variáveis para análise da pobreza na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	109
Quadro 11 - Descrição das variáveis para análise da pobreza na porção mineira da bacia....	110
Quadro 12 - Critérios de seleção para atribuição dos municípios às Áreas de Contribuição dos postos fluviométricos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha .....	112
Quadro 13 - Parâmetros para análise do comportamento da relação entre os dados de chuva-vazão.....	128
Quadro 14 - Interpolações realizadas na área de estudo.....	132
Quadro 15 - Síntese das sobreposições entre os mapas de aspectos da pobreza e o de classificação climática .....	135
Quadro 16 - Síntese das sobreposições entre os mapas de aspectos da pobreza e o de deficiência hídrica.....	136

Quadro 17 - Síntese das sobreposições entre os mapas de aspectos da pobreza e o de disponibilidade hídrica .....	137
Quadro 18 – Fatores relacionados a pobreza na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	251

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - População dos municípios situados na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha nos censos demográficos de (1991, 2000 e 2010) .....	42
Tabela 2 – Classes do Índice de Precipitação Padronizado (SPI) .....	121
Tabela 3 - Tipos climáticos, com base no Índice de Umidade Anual (Iu), proposto por Thornthwaite (1948).....	125
Tabela 4 - Os dez maiores e menores valores de PIB per capita dos municípios inseridos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010).....	139
Tabela 5 - Os dez maiores e menores valores do Índice de GINI dos municípios inseridos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010).....	142
Tabela 6 - Os dez maiores e menores valores do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos municípios inseridos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010) .....	144
Tabela 7 - Os dez maiores e menores valores de Esperança de Vida ao Nascer dos municípios inseridos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010).....	146
Tabela 8 - Os dez maiores e menores percentuais de Domicílios com Abastecimento de Água por rede geral de distribuição nos municípios inseridos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010).....	149
Tabela 9 - Os dez maiores e menores percentuais de Domicílios que Vivem Abaixo da Linha da Pobreza nos municípios inseridos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010).....	151
Tabela 10 - Os dez maiores e menores percentuais de Domicílios que Vivem em Situação de Pobreza nos municípios inseridos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010) .....	153
Tabela 11 - Médias mensais e anuais de temperatura do ar na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015).....	156

Tabela 12 - Valores de dispersão entre as médias mensais totais (1985-2015) das estações (ERA-5) da porção mineira da bacia hidrográfica do Rio Jequitinhonha .....	161
Tabela 13 - Médias mensais e anuais de precipitação na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015) .....	163
Tabela 14 - Médias mensais de dias chuvosos nos postos pluviométricos estudados na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha .....	165
Tabela 15 - Valores de dispersão entre as médias mensais totais (1985-2015) dos postos pluviométricos da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	170
Tabela 16 - Valores de dispersão entre as médias anuais totais (1985-2015) dos postos pluviométricos da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.....	171
Tabela 17 – Classes do Índice de Precipitação Padronizado (SPI) e categorias de seca.....	174
Tabela 18 - Evapotranspiração Potencial (ETP) da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015).....	180
Tabela 19 - Deficiência hídrica (DEF) da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015).....	182
Tabela 20 - Médias mensais e anuais fluviométricas na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015) .....	190
Tabela 21 - Coeficiente de Correlação de Pearson aplicado as seções fluviométricas selecionadas .....	219

## LISTA DE EQUAÇÕES

(1) Distribuição de Probabilidade de Gama .....	119
(2) Função Gama $\Gamma$ .....	119
(3) Padrões $\alpha$ e $\beta$ .....	119
(4) Padrões $\alpha$ e $\beta$ .....	119
(5) Probabilidade Cumulativa.....	120
(6) Valor Final do SPI .....	120
(7) Valor Final do SPI .....	120
(8) Determinação de $\alpha$ .....	120
(9) Determinação de $\alpha$ .....	120
(10) Índice Hídrico .....	124

(11) Índice de Aridez.....	124
(12) Índice de Umidade .....	124
(13) Vazão Específica.....	126

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional das Águas.

BA – Bahia.

BHC – Balanço Hídrico Climatológico.

CAD – Capacidade de Água Disponível no Solo.

CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica.

CBH JQ1 – Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Rio Jequitinhonha.

CBH JQ2 – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Araçuaí.

CBH JQ3 – Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Médio e Baixo Rio Jequitinhonha.

CEPAL – Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe.

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente.

CV – Coeficiente de Variação.

DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (SUS).

DEF – Déficit Hídrico.

ECMWF – European Centre for Medium-Range Weather Forecasts.

ETP – Evapotranspiração Potencial.

EXC – Excedente Hídrico.

FJP – Fundação João Pinheiro.

GIRH – Gestão Integrada dos Recursos Hídricos.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IDH – Índice do Desenvolvimento Humano.

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada.

Ia – Índice de Aridez.

Ih – Índice Hídrico.

Iu – Índice de Umidade.

MG – Minas Gerais.

MTE – Ministério do Trabalho.

PEA – População Economicamente Ativa.

PIB – Produto Interno Bruto.

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento.

PPC – Paridade do Poder de Compra.

RNH – Rede Hidrometeorológica Nacional.

SIG – Sistema de Informação Geográfica.

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

SNIRH – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.

SPI – Índice de Precipitação Padronizado.

SRTM – The Shuttle Radar Topography Mission.

SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste.

UHE – Usina Hidrelétrica.

UPGRH – Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos.

USGS – United States Geological Survey.

## SUMÁRIO

<b>1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>23</b>
1.1 Objetivos.....	28
1.1.1 Objetivo Geral.....	28
1.1.2 Objetivos Específicos.....	28
1.2 Estruturação da Tese.....	29
<b>2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>31</b>
2.1 Breve histórico de ocupação.....	31
2.2 Localização geográfica.....	37
2.3 Caracterização fisiográfica.....	48
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO - CONCEITUAL.....</b>	<b>54</b>
3.1 Clima e a dinâmica hidrológica de bacias hidrográficas.....	54
3.2 Pobreza: Conceitos e dimensões.....	62
3.3 Disponibilidade hídrica e pobreza.....	74
3.4 Gestão Integrada das águas.....	80
3.4.1 Gestão dos recursos hídricos no Brasil.....	85
3.4.2 Gestão dos recursos hídricos na bacia do Jequitinhonha.....	93
<b>4 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....</b>	<b>99</b>
4.1 Construção do Referencial Teórico - Conceitual.....	101
4.2 Organização do banco de dados.....	101
4.2.1 Fonte e seleção de dados pluviométricos e fluviométricos.....	102
4.2.2 Fonte e seleção de dados de temperatura do ar.....	106
4.2.3 Fonte e seleção de dados socioeconômicos.....	108
4.3 Delimitação das áreas de contribuição dos postos fluviométricos.....	111
4.4 Análise estatística inicial dos dados selecionados.....	116
4.4.1 Estatística prévia dos dados.....	116
4.4.2 Estatística básica dos dados.....	116
4.5 Tratamento dos dados climáticos.....	117
4.5.1 Índice Padronizado de Precipitação (SPI).....	118
4.5.2 Balanço Hídrico Climatológico (BHC) e Classificação Climática de Thornthwaite (1948).....	122
4.6 Tratamento dos dados hidrológicos.....	125
4.6.1 Determinação das vazões máximas, médias e mínimas.....	125
4.6.2 Relação entre as variáveis chuva e vazão.....	127
4.7 Técnicas de geoprocessamento aplicadas à espacialização dos dados climatológicos, hidrológicos e relacionados às condições de pobreza.....	129
4.7.1 Construção de mapas coropléticos.....	130
4.7.2 Interpolação por Spline.....	131
4.7.3 Sobreposição e integração das variáveis.....	133

<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>138</b>
5.1 Aspectos das condições de pobreza por meio de indicadores socioeconômicos.....	138
5.2 Aspectos Climatológicos .....	155
5.2.1 Temperatura do Ar .....	155
5.2.2 Pluviosidade .....	162
5.2.3 Índice de Precipitação Padronizado (SPI).....	173
5.2.4 Balanço Hídrico Climatológico (BHC).....	179
5.2.5 Classificação Climática de Thornthwaite (1948) .....	187
5.3 Aspectos hidrológicos .....	188
5.3.1 Vazões Máximas, Médias e Mínimas .....	189
5.3.2 Vazões Específicas Máximas, Médias e Mínimas .....	213
5.3.3 Relação Chuva-Vazão .....	217
5.4 Relações entre os aspectos climatológicos, hidrológicos e a pobreza.....	223
5.4.1 Climatologia, Disponibilidade Hídrica e Indicadores Econômicos .....	225
5.4.2 Climatologia, Disponibilidade Hídrica e Indicadores Sociais .....	232
5.4.3 Climatologia, Disponibilidade Hídrica e Linha da Pobreza.....	243
5.5 Outros fatores - históricos, políticos, econômicos e sociais – relacionados a pobreza ....	250
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>255</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>260</b>

## ***1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS***

O clima é um dos principais fatores físicos interferentes no processo de entrada e saída de água em uma bacia hidrográfica. Por conseguinte, sua variabilidade influencia diretamente na disponibilidade hídrica dos lugares. Todavia, na atualidade, essa mesma oferta de água tem sido alterada em maiores proporções, pelas diversas atividades antrópicas que têm utilizado este recurso de forma intensa e desenfreada.

No Brasil, a distribuição de água entre os diversos setores usuários ainda ocorre de maneira desequilibrada e ineficiente, proporcionando quadros de escassez hídrica em muitas bacias. Áreas como as de abastecimento público, agropecuária, comercial, industrial, lazer, mineração e serviços têm sofrido prejuízos que comprometem a manutenção de suas atividades devido à ocorrência de conflitos.

Dentre as regiões submetidas à falta de água para os diversos usos, destacam-se aquelas situadas em ambientes semiáridos, como é o caso de parte da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha, área de estudo desta pesquisa. Ambientes como estes, apresentam irregularidade intensa no regime de chuvas, longo período de estiagem anual e altas taxas de evapotranspiração, o que de certa forma, abre margem para reflexões e trabalhos quanto à escassez hídrica destas unidades territoriais e sua repercussão em cenários de pobreza.

Desta maneira, é imprescindível envolver a questão da água em estudos voltados para o desenvolvimento socioeconômico dos lugares, especialmente em áreas de carência hídrica e conseqüentemente com inúmeros problemas de distribuição, preservação e conservação. Percebe-se que as populações com suprimento inferior de água para necessidades primárias têm uma menor capacidade de gerar renda perante a diminuição da qualidade de vida em aspectos de capacidade produtiva, saúde e educação. (LUNA, 2007)

Nesta mesma abordagem sobre o uso da água, surgem situações relacionadas à manutenção da biodiversidade local, a utilização desta como fonte para o desenvolvimento de atividades econômicas, a resolução de conflitos por meio dos processos de gerenciamento, a própria disponibilidade física, bem como, o seu provimento para áreas mais pobres.

Embora ainda sejam poucos, o que justifica a relevância desta tese, distintos diagnósticos já apontavam as restrições hídricas e as secas periódicas como agentes cruciais para o baixo desempenho da agropecuária na bacia do Jequitinhonha, que responde por aproximadamente 30% do Produto Interno Bruto (PIB) local. Tais fatores, associados à falta de investimentos públicos e privados, justificam o fato de a região ser vista também como foco de expulsão populacional. (GONÇALVES, 1997).

Concomitante a este processo, na maioria dos casos, têm-se ainda a ineficiente gestão das águas, que geralmente ocorre de forma setorial e com superposição de atuações entre órgãos e planos governamentais, mesmo tendo como premissa a política recente que orienta o gerenciamento de forma sistêmica e participativa.

Dentre todos os problemas ambientais e sociais existentes no país, associados a uma gestão ineficiente e desigual dos recursos hídricos, a parcela da população brasileira mais afetada neste quadro é a pobre. É esta a que mais sofre com a escassez e o mau gerenciamento das águas, a deficiência dos serviços e a insalubridade ambiental devido à falta de sistemas adequados de abastecimento, esgotamento sanitário e tratamento de águas residuárias. Destaca-se que a gestão hídrica e a maior acessibilidade aos sistemas de saneamento têm como pontos positivos a geração de empregos, a melhoria nas condições de saúde e elevação da qualidade ambiental nos assentamentos humanos, iniciativas estas, que se tornam essenciais à redução da pobreza. (MEJIA et al., 2003).

Para se avaliar os impactos socioeconômicos oriundos das mudanças climáticas e alterações no regime hidrológico à população residente em determinadas bacias, principalmente aquelas marcadas por grau de subdesenvolvimento, é preciso, antes de tudo, definir e delimitar qual o grau de pobreza associado a cada uma delas.

Segundo Ferreira e Saadi (2013) a bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha ao longo dos anos tem sido objeto de inúmeros planos e iniciativas de gerenciamento idealizados com a finalidade de superação do seu quadro de subdesenvolvimento. Neste ponto, uma eficiente gestão dos recursos naturais renováveis é fundamental para criação de um novo cenário social e econômico na região, tendo como princípio uma economia justa, socialmente digna, politicamente participativa e integrada.

Diante da complexidade deste processo, faz-se necessário apresentar às instituições acadêmicas e à sociedade em geral, propostas como as deste estudo, que pretende colaborar para o entendimento da disponibilidade das águas a partir da integração do sistema natural ao sistema socioeconômico, princípio este também usado como base preponderante em estudos geográficos. Tal enfoque tem produzido avanços na gestão dos recursos hídricos no país, ainda que sejam poucos os diagnósticos e trabalhos que de fato realizam este mesmo tipo de associação em seus objetivos.

Devido as dimensões territoriais do país a variabilidade climática anual e sazonal é significativa. Tal variabilidade é o principal fator condicionante de disponibilidade hídrica, constituindo-se como um mecanismo de sustentabilidade das atividades socioeconômicas (TUCCI; HESPANHOL e NETO, 2001). Como elementos climáticos para compreensão desta relação com os níveis de desenvolvimentos das bacias, torna-se importante neste caso, envolver a dinâmica pluviométrica e as taxas de evapotranspiração.

A própria Política Nacional dos Recursos Hídricos, instituída pela lei 9.433/97, em suas diretrizes gerais de ação, apresenta no parágrafo III do artigo 3º, a necessidade de se realizar o gerenciamento das águas a partir da relação entre as dimensões físico-naturais e sociais em bacias hidrográficas. Segundo a normativa, deve-se centrar os esforços na adequação da gestão dos recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais nas diversas regiões do território brasileiro.

Cunha (2002) reafirma este fato ao mencionar que a gestão integrada dos recursos deve sempre obedecer a um determinado número de critérios essenciais relacionados com condicionantes naturais, econômicas e sociais. Detalhadamente, há que se assegurar que este gerenciamento seja ambientalmente sustentável, economicamente eficiente e socialmente equitativo.

Todavia é preciso lembrar que a gestão da água é extremamente complexa, pois deve ser realizada com enfoque multidisciplinar, com a presença de todos os setores usuários e como já mencionado, envolver tantos os aspectos físicos como socioeconômicos na sua estruturação. O que pode representar um obstáculo a ser superado, principalmente em algumas regiões, como a da bacia do rio Jequitinhonha, com enfoque na porção mineira, que por um lado têm a irregularidade e os baixos índices pluviométricos que acabam repercutindo no volume de rios e reservatórios, e por outro, o sistema de gerenciamento das águas em andamento, que tenta superar as altas demandas de água de forma sustentável a todos, na medida do possível.

Nesta tese, procurou-se, portanto, uma abordagem descritiva, mas também quantitativa dos processos envolvidos na relação entre os elementos climáticos e a vazão fluvial. Sobre os aspectos climatológicos priorizou-se as variáveis do Balanço Hídrico Climatológico (BHC), índices de precipitação e classificação climática. Quanto ao comportamento hidrológico, as principais análises tiveram maior enfoque no escoamento superficial das respectivas áreas de contribuição e as respostas deste aos diferentes eventos pluviométricos.

Em relação ao entendimento das situações de pobreza ao longo da bacia, recorreu-se ao estudo dos indicadores socioeconômicos. Geralmente, estes – Cobertura de Serviços Urbanos (Abastecimento de Água por Rede Geral), Esperança de Vida ao Nascer, Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), Índice de Gini, Percentuais de Domicílios que Vivem Abaixo da Linha ou em Situação de Pobreza ou Produto Interno Bruto (PIB) per capita, dentre outros – são encontrados, na maioria das vezes, apenas em relatórios técnicos ou documentos específicos governamentais. Todavia, também é necessário incluir esses indicadores em pesquisas acadêmicas, pois, podem contribuir na revalorização de políticas públicas que promovam a superação dos problemas sociais recorrentes.

Embora sejam encontradas algumas referências sobre a utilização dos indicadores sociais em diversas partes do mundo nos anos de 1920 a 1930, o desenvolvimento da área ainda é recente, tendo tido formato mais científico em meados de 1960, no início das tentativas de organização de sistemas com maiores proporções de acompanhamento das transformações sociais e da avaliação do impacto das políticas públicas nas sociedades desenvolvidas e subdesenvolvidas (JANNUZZI, 2012).

No Brasil em específico, a aplicação dos indicadores socioeconômicos foi projetada, principalmente, em escala municipal e setores censitários, entretanto, estudos como este representam um esforço metodológico como proposta de adequação destes à escala de bacia hidrográfica. Para tanto, foram propostas áreas de contribuição dos postos fluviométricos ao longo da área de estudo que adaptassem aos dados socioeconômicos.

Além da análise de diversas metodologias com enfoque em índices e outras relações numéricas, para entender o comportamento climático e fluviométrico da bacia, bem como, a pobreza do lugar, na tentativa de integração destas como resultados da pesquisa, aplicou-se técnicas de geoprocessamento muito utilizadas em estudos hidrológicos. Desta maneira, os mapas foram

gerados por meio de interpolação de dados e a interação entre a dinâmica ambiental e social se deu por meio da sobreposição dos mapas.

Em síntese, partindo da necessidade de uma gestão integrada e participativa dos recursos hídricos na bacia do rio Jequitinhonha (porção mineira), bem como, da imprescindibilidade de pesquisas que envolvam tanto fatores naturais, quanto socioeconômicos para compreender os fenômenos no ambiente, esta tese procurou explicar como a dinâmica climática repercute na disponibilidade hídrica da área de interesse, bem como, se a pobreza ao longo da bacia está associada a escassez física ou ao mau gerenciamento das águas.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

A presente tese tem como objetivo geral avaliar as relações entre aspectos climatológicos, hidrológicos e indicadores de pobreza em municípios pertencentes à porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos consistem em:

. Analisar aspectos climatológicos da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha, com ênfase em variáveis do Balanço Hídrico Climatológico (BHC), do Índice de Precipitação Padronizado (SPI) e da Classificação Climática de Thornthwaite (1948) em áreas da bacia com qualidade adequada de dados.

- . Analisar aspectos hidrológicos em áreas de contribuição dos postos fluviométricos utilizados, com qualidade adequada de dados e com destaque para as vazões máximas, médias e mínimas.
- . Analisar e compreender eventuais relações entre o comportamento climatológico e hidrológico na bacia, sobretudo considerando a disponibilidade de água.
- . Entender a dinâmica da pobreza nos municípios pertencentes à porção mineira da bacia, a partir do comportamento de indicadores socioeconômicos.
- . Identificar e avaliar eventuais relações entre as variáveis climáticas, hidrológicas e a pobreza na bacia hidrográfica a partir do uso de classificações, indicadores socioeconômicos e técnicas estatísticas e de geoprocessamento.

## 1.2 Estruturação da Tese

Apresentadas as considerações iniciais e os objetivos da pesquisa, posteriormente têm-se a **Localização e Caracterização da Área de Estudo**, a partir de um breve histórico de ocupação da área, juntamente com a localização da porção mineira da bacia e os principais aspectos fisiográficos da mesma.

Em seguida é elucidado o **Referencial Teórico – Conceitual** que foi utilizado como suporte para a fundamentação teórica, a configuração metodológica e os resultados encontrados. Esta parte, contribui com o desenvolvimento da tese a partir das seguintes temáticas: a relação entre os aspectos climatológicos e a dinâmica hidrológica em bacias, os principais conceitos e dimensões atribuído à pobreza, a interação entre a disponibilidade de água e a pobreza e a gestão dos recursos hídricos no território brasileiro e na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.

Posteriormente, segue-se com os aparatos que constituíram os **Procedimentos Metodológicos** necessários para alcançar os objetivos propostos. Inicialmente, aponta-se a forma de estruturação do referencial teórico, os tipos de dados utilizados – pluviométricos, temperaturas, fluviométricos e socioeconômicos –, as fontes e as extensões das séries históricas e a localização espacial. Segue-se com os procedimentos necessários para delimitação da porção mineira da bacia e áreas de contribuição dos postos fluviométricos selecionados na pesquisa, análise estatística das variáveis envolvidas, estudo do balanço hídrico climatológico, do índice de precipitação e da classificação dos dados climáticos e entendimento do regime hidrológico, correlação linear entre as variáveis chuva-vazão e aplicação de técnicas de geoprocessamento, sobretudo, pela elaboração de mapas coropléticos, interpolações e sobreposições.

Os **Resultados e Discussões** trazem as principais análises obtidas a partir dos resultados encontrados, tendo como principais enfoques as reflexões sobre as condições de pobreza, os aspectos climatológicos e hidrológicos, bem como a relação entre tais variáveis. Por fim, ainda são abordados outros fatores (históricos, políticos, econômicos e sociais) determinantes para a pobreza ao longo da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.

Ao final, encontram-se as respectivas **Considerações Finais** acerca de toda tese desenvolvida e relevantes para o fechamento da pesquisa.

## ***2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO***

Nesta seção apresenta-se a caracterização e a localização da área de estudo desta tese. Inicialmente tem-se um breve histórico de ocupação da área com os principais acontecimentos ocorridos em sua formação territorial, seguido da localização geográfica, evidenciando características dos municípios inseridos na bacia. Tendo por último, uma descrição fisiográfica com enfoque na formação da rede de drenagem, na variação altimétrica e de declividade, na disposição dos solos, e, por fim, no comportamento climático geral.

### **2.1 Breve histórico de ocupação**

O povoamento do Vale do Jequitinhonha foi propriamente iniciado no século XVIII a partir do alto curso do rio<sup>1</sup> com a exploração do ouro de aluvião, exatamente nas proximidades da nascente, deslocando-se lentamente ao decorrer do tempo em direção a sua foz, o baixo curso (FREIRE, 2001).

Todavia, Freire (2001) ressalta que já no final do século XVII, as bandeiras paulistas que também saíram em busca de metais e pedras preciosas, encontram no Serro, pela primeira vez, grandes quantidades de ouro. Os mineradores desbravaram o leito do Jequitinhonha e seus afluentes, caminhando pelas suas trilhas. O ouro e o diamante fizeram com que diversos aventureiros explorassem a superfície de seus leitos em busca de riqueza.

Desde à ocorrência do minério, vilas começaram a ser formadas ao longo dos rios, por parte de atuação dos colonos. Da cabeceira à bacia do Rio Araçuaí surgiram os primeiros municípios,

---

<sup>1</sup> O Alto Jequitinhonha, localiza-se montante da foz do rio Araçuaí, é caracterizado pelas grandes extensões de terras planas (as chapadas), que foram apropriadas por empresas, opondo-se às vertentes (as grotas), que foram ocupadas pelos agricultores familiares. Já, o baixo curso, é configurado pela grande propriedade rural dedicada à criação extensiva de gado (RIBEIRO; GALIZONI, 2006).

como Minas Novas, Chapada do Norte, Berilo, Virgem da Lapa e Araçuaí, com distância de 20 a 25 km entre uma sede e outra. Tais povoações, expressam o que geralmente é conhecido como Vale do Jequitinhonha: região caracterizada por apresentar agricultura familiar, artesanato e cultura popular ricas, forte migração e estagnação econômica histórica (RIBEIRO; GALIZONI, 2006).

Durante todo este período, a região do Jequitinhonha serviu de caminhos para o escoamento da produção de ouro e diamantes e também para a circulação de diversos alimentos, tanto em direção ao Rio de Janeiro, quanto em direção à Bahia. As tropas encontravam ao longo da margem do rio, alimentos e repouso para os animais de cargas, necessários nestes deslocamentos desgastantes (BOTELHO, 2003).

No decorrer do século XIX a produção de lavouras dessa região entrou em declínio, devido ao esgotamento das terras, o que ocasionou na diminuição da fertilidade dos solos. Em consonância a este processo, ocorreu a decadência das atividades de mineração. Embora a natureza abastecesse a população ricamente, as terras de chapadas<sup>2</sup> não serviam para lavouras, e os poucos capões de mata das grotas – que após serem desmatados tornavam-se terras de cultura ou apenas culturas – foram desfrutados pelas primeiras levas de moradores que extraíram a sua fertilidade (RIBEIRO; GALIZONI, 2006).

Portanto, notou-se ao longo dos anos que as condições de sobrevivência se tornaram mais difíceis, pois a fertilidade da terra diminuía progressivamente ao passo que crescia a exploração, e assim, havia uma redução na atividade mercantil com o declínio da produção. Ao longo do tempo, parte da população saía, a terra dividia-se entre herdeiros e as explorações agrícolas tornavam-se menores. (RIBEIRO; GALIZONI, 2006).

---

<sup>2</sup> As chapadas na bacia do Jequitinhonha são terras altas, que apresentam vegetação típica do Cerrado, sem recursos hídricos na superfície, e geralmente, são usadas para criação extensiva, ou “solta”, de animais e para o extrativismo. Grotas são as depressões entre as chapadas, os vales entre as terras altas com diferentes inclinações e profundidades, sendo que nestes lugares correm riachos e lagos, e são cobertos por vegetação de porte elevado (PEREIRA; RIBEIRO, 2014).

Segundo Ribeiro (2013), menos de um século depois uma parcela da população do Alto Jequitinhonha inicia o processo de migração em direção à Mata Atlântica, que até então cobria as regiões do Baixo Jequitinhonha e do Mucuri. Sendo assim, deu-se a matriz para o povoamento da vasta região de floresta a nordeste de Minas Gerais, e os migrantes manteriam laços de parentesco e negócios, além da proximidade cultural que uniria os dois rios por um século e meio. Já, no início do século XX, os baianos do sudoeste deslocaram-se em massa para o Baixo Jequitinhonha e o Mucuri, que acabaram por se ligar um ao outro pela origem comum dos povoadores, pelo estruturado domínio fazendeiro, pela cultura material e pela ótima pecuária de corte mantida até os anos de 1960 pela fama do zebu das águas.

Todavia, o mesmo autor, menciona que o declínio da produção das minas não acabara com a mineração e nem desertou o Alto Jequitinhonha por completo. Parte da extração de ouro e pedras preciosas continuou garantindo o sustento modesto, chegando a criar até pequenas fortunas, trazendo ocupação para lavradores no garimpo durante a estação seca e estimulando um movimento permanente de uma parcela da população que ia lentamente para as matas do Mucuri e do Baixo Jequitinhonha. Estes não buscavam apenas lavras novas, mas também a caça aos índios para preação.

De acordo com o Plano de Desenvolvimento para o Vale do Jequitinhonha (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2017), com a perda da importância da mineração durante o século XIX, a agropecuária se tornou relevante no Alto Jequitinhonha, com a expressiva presença de agricultura familiar e de subsistência, estabelecida principalmente nas margens dos rios e córregos.

No Alto Jequitinhonha, sobretudo na Microrregião Mineradora de Diamantina, a de maior adensamento demográfico, a estrutura agrária achava-se marcada pela prevalência do binômio latifúndio/ minifúndio na distribuição fundiária havendo, ademais, significativa produção agrícola de gêneros de subsistência. Por outro lado, no Médio Jequitinhonha, não somente na Microrregião Pastoril de Almenara, como também na maior parte da Pastoril

de Pedra Azul, observa-se, já nos anos cinquenta, o domínio quase absoluto do latifúndio pastoril, sendo baixa a participação de pequenas propriedades, comparada à situação do Alto Jequitinhonha, e inexpressiva a produção agrícola (SILVA, 1990, p.105).

Silva (1990) aponta que após a mineração, a preferência pela pecuária também foi condicionante para organização produtiva e social do Vale do Jequitinhonha. Deu origem e preservou intacta, até a fase atual, uma estrutura fundiária de características tradicionais e concentrada e deixou o legado de um padrão de espacialidade das atividades produtivas que se distinguem por determinadas individualidades ao longo das unidades geográficas.

Em consonância, a partir do século XIX, ocorreu a consolidação do povoamento do Médio Jequitinhonha, todavia, algumas localidades já tinham surgido no século anterior associadas principalmente, à pecuária extensiva e à agricultura, base do abastecimento às regiões mineradoras (PLANO TERRITORIAL DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL – PTDRS, 2010).

Por outro lado, pode-se dizer ainda, que o Alto Jequitinhonha teve a atenção voltada para si por parte dos grandes centros desde a época colonial até a República Velha, enquanto que o Médio Jequitinhonha esteve isolado, sem a existência de estradas, comunicando-se internamente por um tímido transporte fluvial, alternado pelo cavalo de sela, pela tropa de burros e carros de bois (PLANO TERRITORIAL DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL – PTDRS, 2010).

Diante deste cenário histórico, nota-se que grande parte das cidades que foram povoadas até o terceiro quarto do século XVIII, período de declínio do ciclo do ouro, estão situadas no Alto Jequitinhonha. Entretanto, algumas localidades como: Araçuaí, Pedra Azul e Salinas, localizadas no Médio Jequitinhonha, tiveram suas atividades concentradas em setores da agropecuária. Outras, como: Almenara, Jequitinhonha e Salto da Divisa, povoadas no início do

século XIX, com a decadência da atividade mineradora se empenharam no desenvolvimento de uma pecuária extensiva. (CODEVALE, 1982).

A partir da década de 1950 outras culturas passaram a ser introduzidas na região do vale, como a algodão e o reflorestamento, sem desarticular as atividades que ainda hoje também compõem o quadro econômico da região (PLANO TERRITORIAL DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL – PTDRS, 2010).

Da década de 1970 adiante, o Estado iniciou o processo de implantação de novas políticas públicas de desenvolvimento para região do Alto Jequitinhonha, dentre elas, a de reflorestamento com eucaliptos para a produção de carvão, onde diversas empresas receberam concessão das terras de chapada, cujas condições topográficas eram excelentes para o plantio e conseqüentemente, para destinarem a produção de carvão ao abastecimento de siderúrgicas e demais indústrias (ASSIS; MELO; SILVESTRE, 2004).

Tais áreas de chapada já eram utilizadas pelos agricultores para extração e pastagens. No entanto, como eram manejadas em comum, não possuíam registro de propriedade em cartório, sendo consideradas terras devolutas, pertencentes ao governo estadual ou nacional. Assim, ao chegarem na região, as empresas reflorestadoras desalojaram de seu local uma grande quantidade de produtores que ali desempenhavam suas atividades, causando grandes prejuízos (ASSIS; MELO; SILVESTRE, 2004, p.5).

Tendo como base um programa de reflorestamento do governo federal, as empresas especializadas tinham como foco principal o abastecimento de indústrias siderúrgicas de papel e celulose. Neste período, grande parcela do cerrado foi substituída pela monocultura do eucalipto, o que promoveu rupturas no sistema grota-chapada, restringindo à ocupação dos camponeses em áreas de grotas – terras baixas -, onde não havia suprimentos necessários para manutenção das famílias que viviam nessas áreas (PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO E BAIXO JEQUITINHONHA – IGAM, 2014).

Anos depois, iniciou-se uma grande expansão de eucalipto nas áreas de chapada, onde Silva (2014) menciona que o reflorestamento desse produto só foi possível, devido ao custeio das empresas florestais e incentivos do estado, como já mencionado, além da cessão do uso das terras, isenção dos impostos e construção da infraestrutura necessária para a produção do carvão, visando o abastecimento dos autoforos das siderúrgicas da região próximo ao município de Ipatinga e da região central de Minas Gerais.

A principal consequência dos programas de crédito e reflorestamento no Alto Jequitinhonha não foi na produção, na técnica, no emprego ou na chegada de novas empresas, nem ao menos na mudança de novos valores. A real transformação ocorreu na renda fundiária: as chapadas tornaram-se ativos financeiros; a pressão por plantio de mantimentos nas terras férteis que ainda sobravam das grotas, fez com que as pequenas áreas de culturas dos sítios se tornassem tão escassas que a renda cobrada pela cessão da terra nua para lavoura alcançou um terço do volume bruto da produção. (RIBEIRO et al., 2007).

Por fim, para Silva (1990) a expansão da frente capitalista ao longo da área de estudo foi formada por três atividades principais: o reflorestamento, a cafeicultura e a pecuária. Lembrando que, a produção de café no Alto Jequitinhonha, também teve início em meados da década de 1970, tendo sua maior concentração nos arredores dos municípios de Capelinha e Angelândia, embora encontrasse algumas plantações em outros municípios como Carbonita, Diamantina e Turmalina (SILVA, 2014).

Todo este processo de atividades ligadas a agropecuária, deu-se sob forte impulsionamento do Estado, a partir da realização de melhorias na infraestrutura de transporte e energia, através da assistência técnica e, sobretudo, pela concessão de recursos de incentivos fiscais e créditos rurais providos àquelas atividades prioritárias na estratégia de desenvolvimento econômico nacional. Tal expansão de linhas produtivas, acabou por favorecer a articulação entre

agricultura/indústria, fazendo com que a agropecuária passasse a depender de meios de produção industrial, aumentando o mercado interno no vale do Jequitinhonha (SILVA, 1990).

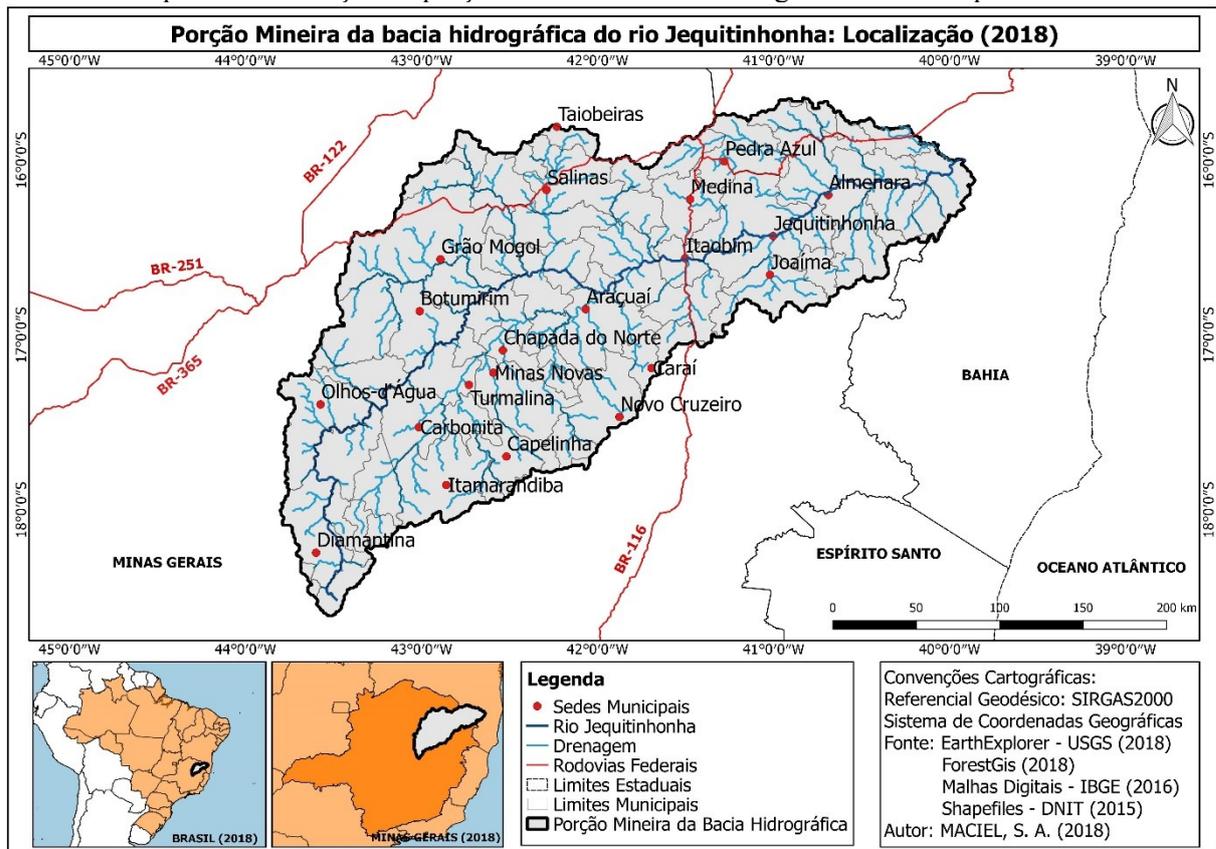
## **2.2 Localização geográfica**

Á área de estudo corresponde à porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha que está inserida na região hidrográfica do Atlântico Leste, abrangendo parte do nordeste do estado de Minas Gerais (MG) e uma pequena parcela do sudeste da Bahia (BA), sendo esta última não utilizada no desenvolvimento da tese. Esta porção foi retirada devido à inexistência de postos pluviométricos e fluviométricos consistentes.

A bacia possui uma área de drenagem de 69.071 km<sup>2</sup>, dos quais 65.054 km<sup>2</sup> ou 94,18% correspondem à porção mineira e 4.017 km<sup>2</sup> ou 5,82% distribuem-se no território baiano. Em sua repartição, integra três mesorregiões de Minas Gerais: (Jequitinhonha, Norte de Minas e Vale do Mucuri). Na Bahia, a parte que à corresponde delimita-se a setores das mesorregiões do Centro-Sul e Sul baiano.

O mapa 1 apresenta a localização da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha com destaque da sua porção no estado de Minas Gerais

Mapa 1 - Localização da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



Elaboração: MACIEL, S. A. (2018).

Os primeiros municípios que foram fundados ao longo da área da bacia tiveram sua instalação entre o início do século XVIII e século XIX, tais como Bocaiuva, Diamantina, Itamarandiba Minas Novas e Serro. Esta ocupação inicial se deu em função da exploração do ouro e do diamante realizada nas porções situadas nas proximidades das nascentes do rio principal. Posteriormente, ao longo do final do século XIX e metade do século XX a população começou a se deslocar em direção ao Médio e Baixo Jequitinhonha, onde novos núcleos urbanos foram formados e elevados à categoria de municípios.

Na década de 1960, outra parte dos municípios são instalados, principalmente na região do setor médio da bacia. Com destaque, para os anos de 1962 e 1963 em que 28 municípios foram fundados, entre eles Chapada do Norte, Cristália, Francisco Badaró, Itaobim, Padre Paraíso, Riacho dos Machados, Rubelita, dentre outros.

A partir da década de 1990 novos municípios foram estabelecidos na bacia, sendo que a maioria deles foram criados pelo desmembramento de outros por aplicação de lei estadual, como por exemplo: Angelândia oriundo de Capelinha, Aricanduva desdobrado de Itamarandiba, Fruta de leite desvinculado de Salinas e Monte Formoso destituído de Joáima. Já, em 1997, 10 municípios foram instalados na bacia, tais como, Josenópolis, Leme do Prado, Padre Carvalho e Veredinha, conforme apresentado no quadro 1.

Quadro 1 - Ano de fundação dos municípios inseridos na bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha

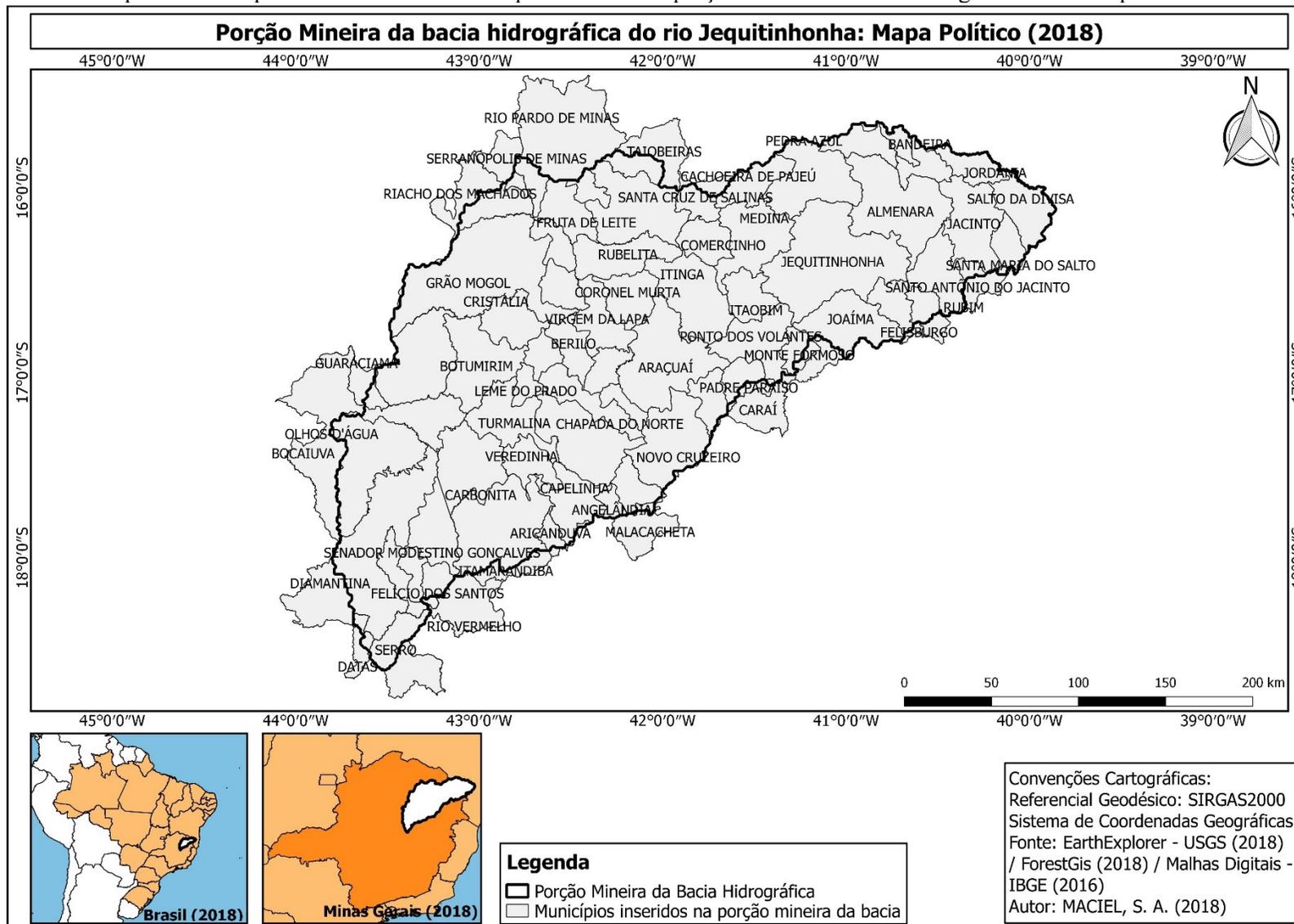
<b>Município</b>	<b>Ano de Fundação</b>
Serro	1714
Minas Novas	1730
Diamantina, Rio Pardo de Minas	1831
Grão Mogol	1858
Itamarandiba	1862
Araçuaí	1871
Salinas	1880
Bocaiuva	1890
Capelinha, Jequitinhonha, Pedra Azul	1911
Malacacheta	1923
Almenara, Medina, Rio Vermelho	1938
Itinga, Jacinto, Novo Cruzeiro, Rubim	1943
Itapebi	1944
Caraí, Comercinho, Joáima, Jordânia, Salto da Divisa, Turmalina, Virgem da Lapa	1948
Coronel Murta, Rio do Prado, Taiobeiras	1953
Itapebi	1958
Itarantim	1961
Bandeira, Berilo, Botumirim, Carbonita, Chapada do Norte, Couto de Magalhães de Minas, Cristália, Datas, Felício dos Santos, Francisco Badaró, Itagimirim, Itaobim, Padre Paraíso, Riacho dos Machados, Santa Maria do Salto, Santo Antônio do Jacinto	1962
Felisburgo, Itacambira, Maiquinique, Rubelita, Senador Modestino Gonçalves	1963
São Gonçalo do Rio Preto	1986
Cachoeira de Pajeú	1989
Divisópolis, Mata Verde	1992
Angelândia, Aricanduva, Fruta de Leite, Jenipapo de Minas, Monte Formoso, Ponto dos Volantes, Serranópolis de Minas	1995
Guaraciama, José Gonçalves de Minas, Josenópolis, Leme do Prado, Novorizonte, Olhos-D'Água, Padre Carvalho, Santa Cruz de Salinas, Setubinha, Veredinha	1997

Dados: IBGE (2018).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2018).

Ao longo da bacia têm-se distribuídos 75 municípios, 50 inseridos totalmente e 25 parcialmente. Em relação à quantidade de municípios por estado, a porção mineira compreende 70 no total, sendo estes ilustrados no mapa 2 e no quadro 2 de apoio.

Mapa 2 - Municípios inseridos totalmente e parcialmente na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



Elaboração: MACIEL, S. A. (2018).

Quadro 2 - Municípios inseridos totalmente e parcialmente na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha

Nº	Município	Inserção	Nº	Município	Inserção
1	Almenara	Total	36	José Gonçalves de Minas	Total
2	Angelândia	Total	37	Josenópolis	Total
3	Araçuaí	Total	38	Leme do Prado	Total
4	Aricanduva	Parcial	39	Malacacheta	Parcial
5	Bandeira	Total	40	Mata Verde	Total
6	Berilo	Total	41	Medina	Total
7	Bocaiuva	Parcial	42	Minas Novas	Total
8	Botumirim	Total	43	Monte Formoso	Parcial
9	Cachoeira de Pajeú	Total	44	Novo Cruzeiro	Total
10	Capelinha	Total	45	Novorizonte	Total
11	Carai	Parcial	46	Olhos-D'Água	Total
12	Carbonita	Total	47	Padre Carvalho	Total
13	Chapada do Norte	Total	48	Padre Paraíso	Parcial
14	Comercinho	Total	49	Pedra Azul	Total
15	Coronel Murta	Total	50	Ponto dos Volantes	Total
16	Couto de Magalhães de Minas	Total	51	Riacho dos Machados	Parcial
17	Cristália	Total	52	Rio do Prado	Parcial
18	Datas	Parcial	53	Rio Pardo de Minas	Parcial
19	Diamantina	Parcial	54	Rio Vermelho	Parcial
20	Divisópolis	Total	55	Rubelita	Total
21	Felício dos Santos	Total	56	Rubim	Total
22	Felisburgo	Parcial	57	Salinas	Total
23	Francisco Badaró	Total	58	Salto da Divisa	Total
24	Fruta de Leite	Total	59	Santa Cruz de Salinas	Parcial
25	Grão Mogol	Total	60	Santa Maria do Salto	Total
26	Guaraciama	Parcial	61	Santo Antônio do Jacinto	Parcial
27	Itacambira	Total	62	São Gonçalo do Rio Preto	Total
28	Itamarandiba	Parcial	63	Senador Modestino Gonçalves	Total
29	Itaobim	Total	64	Serranópolis de Minas	Parcial
30	Itinga	Total	65	Serro	Parcial
31	Jacinto	Total	66	Setubinha	Total
32	Jenipapo de Minas	Total	67	Taiobeiras	Parcial
33	Jequitinhonha	Total	68	Turmalina	Total
34	Joáima	Parcial	69	Veredinha	Total
35	Jordânia	Total	70	Virgem da Lapa	Total

Dados: IBGE (2018).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2018).

Tendo como referência os censos demográficos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (1991, 2000 e 2010), foi possível quantificar o total populacional dos municípios que integram a porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha ao longo destas décadas, sendo este disposto na tabela 1.

Alguns municípios, tais como: Angelândia, Aricanduva, Divisópolis, Fruta de Leite, Guaraciama, Jenipapo de Minas, José Gonçalves de Minas, Josenópolis, Leme do Prado, Mata Verde, Monte Formoso, Novorizonte, Olhos-D'Água, Padre Carvalho, Ponto dos Volantes, Santa Cruz de Salinas, Serranópolis de Minas, Setubinha e Veredinha, não apresentaram dados populacionais censitários de 1991, pois, foram desconstituídos da condição de distrito ou desmembrados de outro município e elevados a categoria de município autônomo somente a partir de 1992.

Tabela 1 - População dos municípios situados na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha nos censos demográficos de (1991, 2000 e 2010)

Nº	Censos Municípios	1991			2000			2010		
		Rural	Urbana	Total	Rural	Urbana	Total	Rural	Urbana	Total
1	Almenara	13.066	32.350	45.416	7.615	27.770	35.385	7.025	31.750	38.775
2	Angelândia	-	-	-	4.242	3.226	7.468	3.967	4.036	8.003
3	Araçuaí	17.236	16.590	33.826	15.252	20.461	35.713	12.578	23.435	36.013
4	Aricanduva	-	-	-	3.195	1.060	4.255	3.075	1.695	4.770
5	Bandeira	3.887	1.926	5.813	2.977	2.341	5.318	2.610	2.377	4.987
6	Berilo	15.635	2.110	17.745	9.948	3.031	12.979	8.412	3.888	12.300
7	Bocaiuva	17.524	29.521	47.045	10.360	32.446	42.806	10.054	36.600	46.654
8	Botumirim	4.926	2.303	7.229	3.528	3.306	6.834	3.027	3.470	6.497
9	Cachoeira de Pajeú	6.278	2.496	8.774	5.388	3.135	8.523	4.498	4.461	8.959
10	Capelinha	13.677	16.661	30.338	11.165	20.066	31.231	10.050	24.753	34.803
11	Carai	17.021	4.757	21.778	14.280	6.701	20.981	15.152	7.191	22.343
12	Carbonita	4.564	3.631	8.195	3.405	5.562	8.967	2.410	6.738	9.148
13	Chapada do Norte	14.237	1.553	15.790	10.362	4.863	15.225	9.495	5.694	15.189
14	Comercinho	7.929	2.311	10.240	6.864	3.340	10.204	4.751	3.547	8.298
15	Coronel Murta	3.974	5.217	9.191	2.657	6.477	9.134	2.424	6.693	9.117
16	Couto de M. de Minas	832	3.180	4.012	386	3.621	4.007	369	3.835	4.204
17	Cristália	3.538	1.465	5.003	2.988	2.595	5.583	2.707	3.053	5.760
18	Datas	2.443	2.259	4.702	2.418	2.622	5.040	2.123	3.088	5.211
19	Diamantina	9.690	34.609	44.299	6.485	37.774	44.259	5.816	40.064	45.880
20	Divisópolis	-	-	-	1.576	4.904	6.480	2.571	6.403	8.974
21	Felício dos Santos	4.415	1.387	5.802	3.735	1.994	5.729	2.913	2.229	5.142
22	Felisburgo	2.156	3.845	6.001	1.695	4.546	6.241	1.789	5.088	6.877
23	Francisco Badaró	14.075	3.102	17.177	7.798	2.511	10.309	7.057	3.191	10.248
24	Fruta de Leite	-	-	-	4.735	2.042	6.777	3.904	2.036	5.940
25	Grão Mogol	13.700	6.584	20.284	9.393	4.831	14.224	9.633	5.391	15.024
26	Guaraciama	-	-	-	2.063	2.406	4.469	1.693	3.025	4.718
27	Itacambira	6.357	450	6.807	3.902	656	4.558	3.982	1.006	4.988
28	Itamarandiba	17.960	14.546	32.506	11.683	17.717	29.400	10.187	21.988	32.175
29	Itaobim	5.619	14.739	20.358	5.195	16.076	21.271	5.222	15.779	21.001

Continua.

Conclusão.

Nº	Censos Municípios	1991			2000			2010		
		Rural	Urbana	Total	Rural	Urbana	Total	Rural	Urbana	Total
30	Itinga	15.858	6.754	22.612	8.156	5.738	13.894	7.853	6.554	14.407
31	Jacinto	5.539	6.630	12.169	3.389	8.698	12.087	2.937	9.197	12.134
32	Jenipapo de Minas	-	-	-	4.468	2.022	6.490	4.233	2.883	7.116
33	Jequitinhonha	7.216	15.522	22.738	6.823	16.079	22.902	7.070	17.061	24.131
34	Joáima	8.641	9.663	18.304	4.296	10.259	14.555	4.668	10.273	14.941
35	Jordânia	3.315	6.209	9.524	2.807	7.058	9.865	3.103	7.221	10.324
36	José G. de Minas	-	-	-	3.913	783	4.696	3.415	1.138	4.553
37	Josenópolis	-	-	-	2.233	2.020	4.253	2.122	2.444	4.566
38	Leme do Prado	-	-	-	3.195	1.541	4.736	3.043	1.761	4.804
39	Malacacheta	24.359	10.794	35.153	8.324	10.926	19.250	6.958	11.818	18.776
40	Mata Verde	-	-	-	1.396	5.689	7.085	1.486	6.388	7.874
41	Medina	8.574	13.186	21.760	7.148	14.493	21.641	5.934	15.092	21.026
42	Minas Novas	27.168	6.463	33.631	22.916	7.730	30.646	18.210	12.584	30.794
43	Monte Formoso	-	-	-	3.032	1.379	4.411	2.956	1.700	4.656
44	Novo Cruzeiro	24.249	6.499	30.748	22.075	8.378	30.453	20.203	10.522	30.725
45	Novorizonte	-	-	-	3.368	1.242	4.610	3.246	1.717	4.963
46	Olhos-D'Água	-	-	-	2.394	1.890	4.284	2.401	2.866	5.267
47	Padre Carvalho	-	-	-	2.257	2.970	5.227	2.372	3.462	5.834
48	Padre Paraíso	7.204	10.123	17.327	6.788	10.687	17.475	7.329	11.520	18.849
49	Pedra Azul	4.552	17.516	22.068	3.518	20.090	23.608	2.883	21.006	23.889
50	Ponto dos Volantes	-	-	-	7.469	3.060	10.529	7.314	4.031	11.345
51	Riacho dos Machados	8.397	1.804	10.201	6.274	3.084	9.358	4.861	4.499	9.360
52	Rio do Prado	7.365	6.036	13.401	2.498	2.892	5.390	2.487	2.730	5.217
53	Rio Pardo de Minas	38.307	10.500	48.807	16.742	10.495	27.237	17.407	11.692	29.099
54	Rio Vermelho	12.472	3.390	15.862	9.860	5.045	14.905	8.164	5.481	13.645
55	Rubelita	8.295	1.711	10.006	7.678	2.521	10.199	5.256	2.516	7.772
56	Rubim	3.503	7.269	10.772	2.132	7.534	9.666	2.216	7.703	9.919
57	Salinas	31.306	19.543	50.849	10.442	26.278	36.720	8.462	30.716	39.178
58	Salto da Divisa	2.380	5.408	7.788	1.208	5.571	6.779	1.110	5.749	6.859
59	Santa Cruz de Salinas	-	-	-	3.890	911	4.801	3.246	1.151	4.397
60	Santa Maria do Salto	2.281	3.031	5.312	1.745	3.693	5.438	1.542	3.742	5.284
61	Santo A. do Jacinto	7.868	4.225	12.093	6.040	6.104	12.144	5.417	6.358	11.775
62	São G. do Rio Preto	1.652	1.344	2.996	1.239	1.724	2.963	1.102	1.954	3.056
63	Senador M. Gonçalves	4.139	1.170	5.309	3.736	1.454	5.190	2.771	1.803	4.574
64	Serranópolis de Minas	-	-	-	2.471	1.567	4.038	2.697	1.728	4.425
65	Serro	9.575	9.766	19.341	9.221	11.791	21.012	7.940	12.895	20.835
66	Setubinha	-	-	-	7.859	1.432	9.291	8.083	2.802	10.885
67	Taiobeiras	8.349	18.324	26.673	5.552	21.795	27.347	5.857	25.060	30.917
68	Turmalina	10.862	8.547	19.409	5.497	10.158	15.655	5.129	12.926	18.055
69	Veredinha	-	-	-	2.137	3.120	5.257	1.780	3.769	5.549
70	Virgem da Lapa	9.850	4.075	13.925	7.789	5.883	13.672	6.779	6.840	13.619
<b>População Total da Bacia</b>		<b>524.015</b>	<b>423.094</b>	<b>947.109</b>	<b>419.265</b>	<b>523.864</b>	<b>943.129</b>	<b>381.536</b>	<b>595.856</b>	<b>977.392</b>

Dados: IBGE (2018).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2018).

Nota: ... municípios sem dados que foram criados a partir de 1992.

Em 1991, a porção mineira da bacia apresentou um total populacional de 947.109 habitantes, sendo que destes, 524.015 (55,3%) residiam na zona rural e 423.094 (44,7%) na zona urbana. O Plano Diretor para o Jequitinhonha produzido pela Fundação João Pinheiro (1988), já apontava que desde 1960 o estado de Minas Gerais sinalizava perca de população rural absoluta muito maior, quando comparado ao da região de estudo. Tal questão só começa a mudar no vale do Jequitinhonha a partir de 1970, mesmo assim com taxas relativamente menores.

Ressalta-se que neste mesmo período, entre 1970 a 1980, o número de migrantes também aumentou consideravelmente, a partir da intensificação da migração sazonal pela chegada das empresas de eucalipto nas áreas de chapada, custeadas por empresas estatais e incentivadas pelo Estado, por meio de transferência de posse de uso das terras, isenção de impostos e construção de infraestrutura para produzir o carvão, visando abastecer os autoforos das siderúrgicas da região, localizadas, principalmente, próximo ao município de Ipatinga e da região central de Minas Gerais. (SILVA, 2014).

Tais empresas, restringiram o modo de vida de uma parcela dos camponeses que residiam nas chapadas, e, também, chegaram concomitantemente com a expansão de empreendimentos agrícolas no interior do estado de São Paulo, com destaque às culturas de cana-de-açúcar, da laranja e do café, que demandava um número expressivo de mão-de-obra barata e pouco industrializada, o que acarretou no aumento do fluxo migratório de moradores do vale, principalmente os que moravam na zona rural, para esta região. (CASTRO, 2014).

Até meados dos anos de 1990, a migração ocorria justamente nos meses de estiagem no Vale do Jequitinhonha, coincidindo, assim, com períodos de menor demanda de trabalho no interior das propriedades. Ou seja, a migração também era condicionada pela atividade da agricultura, sendo este outro fato que foi aos poucos se modificando com o tempo. Mas o que interessa demonstrar aqui é o fato de que a migração já estava incorporada com uma das atividades que compunham as estratégias dos meios de vida dos camponeses do Vale muito antes das transformações inseridas. (CASTRO, 2014, p.34).

No ano 2000, há uma redução na quantidade total de habitantes da área, passando a ter 943.129 habitantes, o que representa uma diminuição de 3.980 pessoas. Neste mesmo ano, a população rural passa a ser de 419.265 ou 44,4% e a população urbana aumenta, chegando a atingir 523.864 ou 55,6%.

Em 2010, o total populacional da porção mineira da bacia volta a crescer, totalizando 977.392 habitantes, o que significa um aumento de 34.263 pessoas, com 381.536 ou 39,0% pertencendo a zona rural e 595.856 ou 61,0% a zona urbana. Tal realidade, faz referência ao crescimento do número de pessoas migrando do campo em direção às cidades.

Entre os anos de 1991 a 2010, 34 municípios ou (48,5%) tiveram variação positiva para a população total, dentre eles, pode-se citar: Araçuaí, Capelinha, Caraí, Diamantina, Itaobim, Jequitinhonha, Serro, Taiobeiras, dentre outros.

Os municípios que apresentaram o menor número de população total em relação aos demais são: Couto de Magalhães de Minas (4.012), Cristália (5.003), Datas (4.702), São Gonçalo do Rio Preto (2.296) e Senador Modestino Gonçalves (5.309), em 1991; Aricanduva (4.255), Couto de Magalhães de Minas (4.007), Josenópolis (4.253), São Gonçalo do Rio Preto (2.963) e Serranópolis de Minas (4.038), em 2000; e, Couto de Magalhães de Minas (4.204), José Gonçalves de Minas (4.553), Santa Cruz de Salinas (4.397), São Gonçalo do Rio Preto (3.056) e Serranópolis de Minas (4.425), em 2010.

Os municípios com maior número de população total em relação ao demais são: Almenara (45.416), Bocaiuva (47.045), Diamantina (44.299), Rio Pardo de Minas (48.807) e Salinas (50.849), em 1991; Almenara (35.385), Araçuaí (35.713), Bocaiuva (42.806), Diamantina (44.259), Salinas (36.720), em 2000; e, Araçuaí (36.013), Almenara (38.775), Diamantina (45.880) e Bocaiuva (46.654) e Salinas (39.178), em 2010.

Ao todo, 41 municípios ou (58,5%) tiveram variação positiva para a população urbana com redução da população rural (1991 a 2010), como por exemplo: Almenara, Araçuaí, Bocaiuva, Capelinha, Diamantina, Itamarandiba, Jequitinhonha, Padre Paraíso, Pedra Azul, Salinas, Serro, Taiobeiras, Turmalina e demais. O que demonstra, por sua vez, uma expressiva parcela da população da porção mineira da bacia residindo nas cidades.

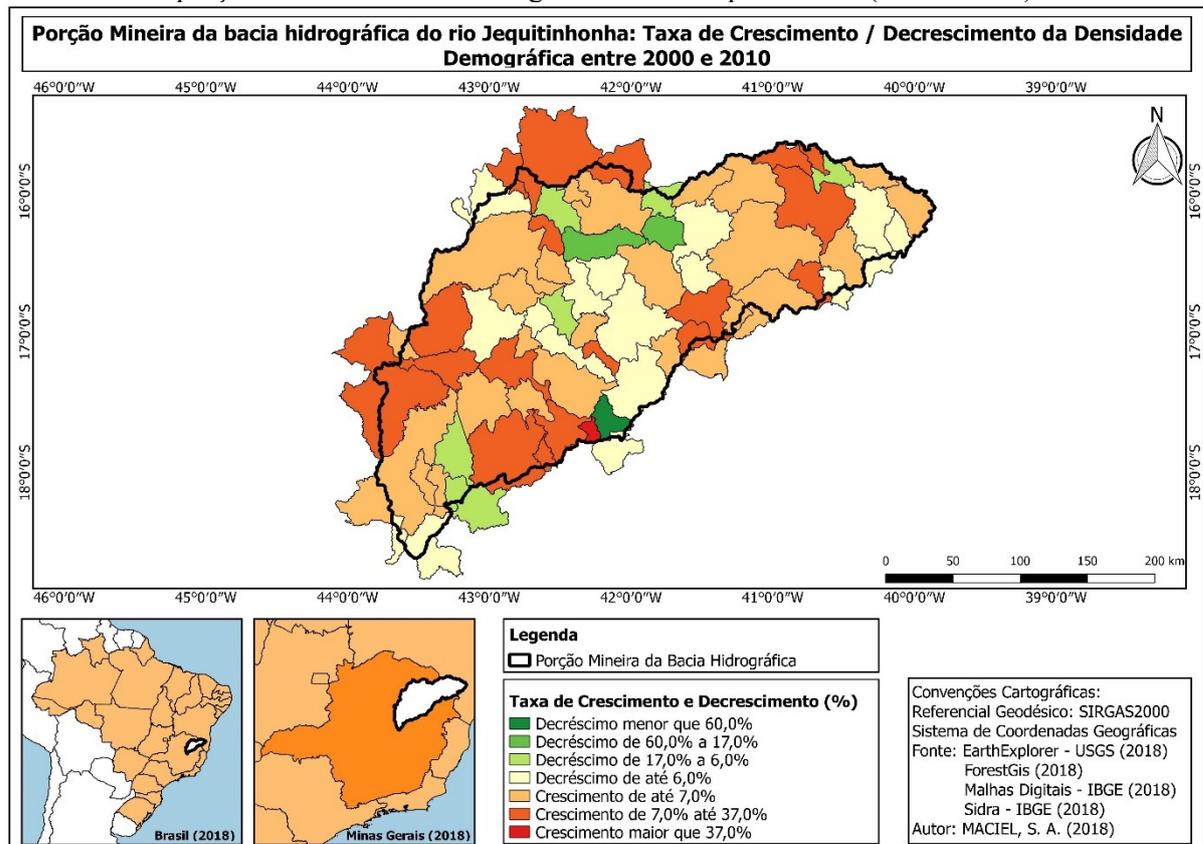
Para Castro (2014), a diminuição do contingente populacional rural em comparação ao urbano pode ser explicada desde as décadas de 1960 e 1970, quando aconteceram mudanças a partir da expansão capitalista na região do Vale do Jequitinhonha. Neste período, ocorreu a inserção de trabalhadores como assalariados em empreendimentos urbanos e rurais, dentro da região.

Por outro lado, Silva (2014), afirma que esta explicação se dá pelo próprio processo de modernização da agricultura na região e a chegada da maioria das instituições do Estado nas sedes municipais. Tal questão fez com que o número de habitantes nas cidades aumentasse consideravelmente em relação aos que viviam no campo, atraído pela dinâmica e melhor qualidade de vida dos lugares urbanos.

Silva (2014) ainda complementa como justificativa para o aumento das populações das cidades, o incentivo à silvicultura, cafeicultura e implementação de energia elétrica e estradas que facilitassem a chegada ao vale.

O mapa 3 traz uma comparação percentual de crescimento ou de decréscimo da densidade demográfica entre os censos de 2000 e 2010 para os municípios inseridos parcialmente ou totalmente na porção mineira da bacia do rio Jequitinhonha.

Mapa 3 – Variação da Densidade Demográfica dos municípios inseridos totalmente e parcialmente na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2000 e 2010)



Elaboração: MACIEL, S. A. (2018).

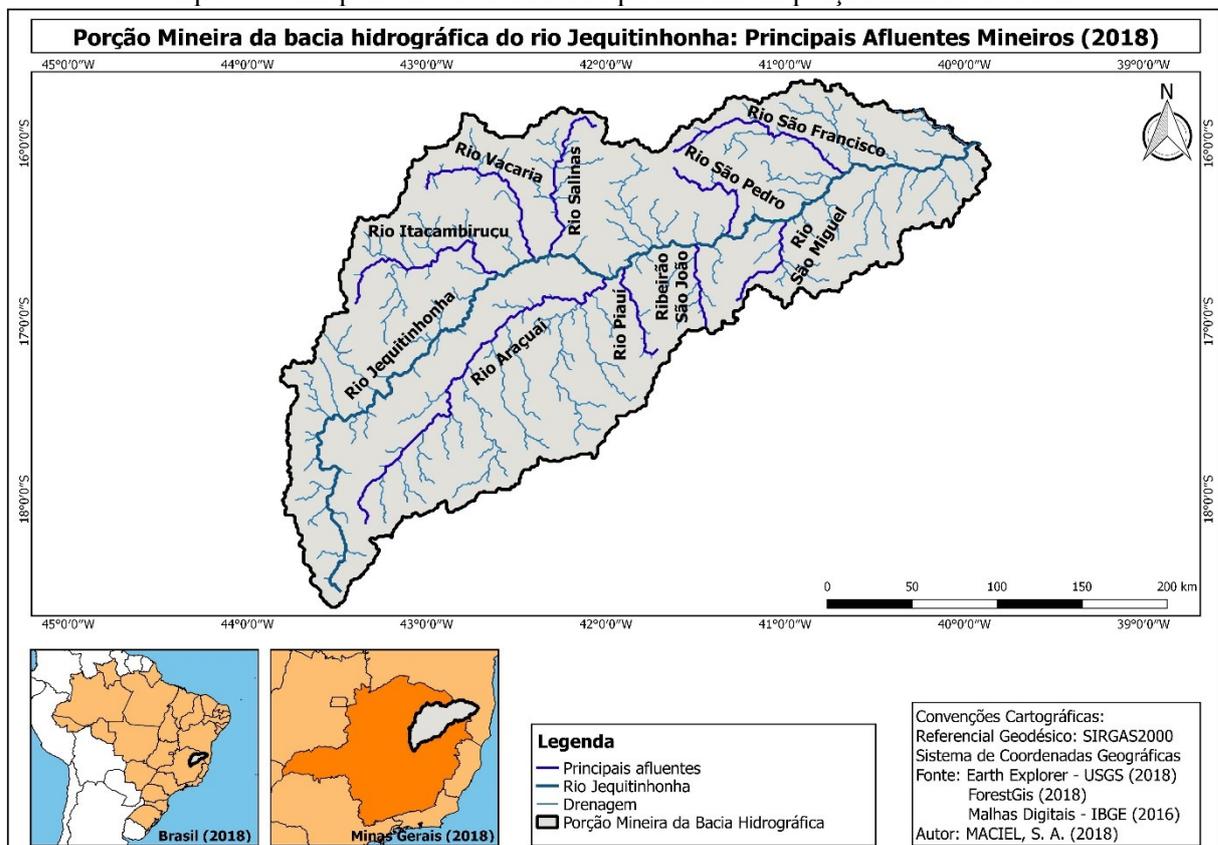
Dos 70 municípios inseridos parcialmente ou totalmente na porção mineira da bacia, 22 ou 31,4% apresentaram decréscimo da população total por área entre 2000 e 2010. Dentre eles, pode-se citar, Araçuaí, Botumirim, Capelinha, Comercinho, Diamantina e Felisburgo. Por outro lado, 48 ou 68,6% dos municípios tiveram um crescimento populacional, como por exemplo, Grão Mogol, Itaobim, Jequitinhonha, Monte Formoso, Pedra Azul, Veredinha e demais.

Destes, destacam-se dois municípios localizados na bacia do rio Araçuaí, Setubinha que teve um decréscimo menor que 60% de densidade demográfica e Angelândia que teve um crescimento maior que 37% de população por área. Em síntese, em sua grande maioria, as bacias do alto rio Jequitinhonha e a do rio Araçuaí apresentaram aumento populacional entre 2000 e 2010. Enquanto que no médio rio Jequitinhonha houve um esvaziamento e no baixo rio Jequitinhonha voltamos a ter um aumento da densidade demográfica.

### 2.3 Caracterização fisiográfica

O rio Jequitinhonha nasce na Serra do Espinhaço, especificamente no município de Serro (MG). Ao Norte a bacia do Jequitinhonha se limita com a bacia do rio Pardo, ao sul com a do rio Doce, ao sudeste com a do rio Mucuri e várias outras bacias independentes (Sucuruçu, Itanhém, Buranhém e Peruípe). A oeste se limita com a bacia do rio São Francisco e a leste atravessa as fronteiras entre os estados de MG e BA no município de Salto da Divisa, seguindo em direção ao Oceano Atlântico, na costa litorânea do município de Belmonte, no extremo sul da BA. Os principais afluentes mineiros do rio Jequitinhonha são: Itacambiruçu, Salinas, São Francisco, São Pedro e Vacaria na margem esquerda, e Araçuaí, Piauí, Ribeirão São João e São Miguel pela margem direita, sendo estes representados no mapa 4.

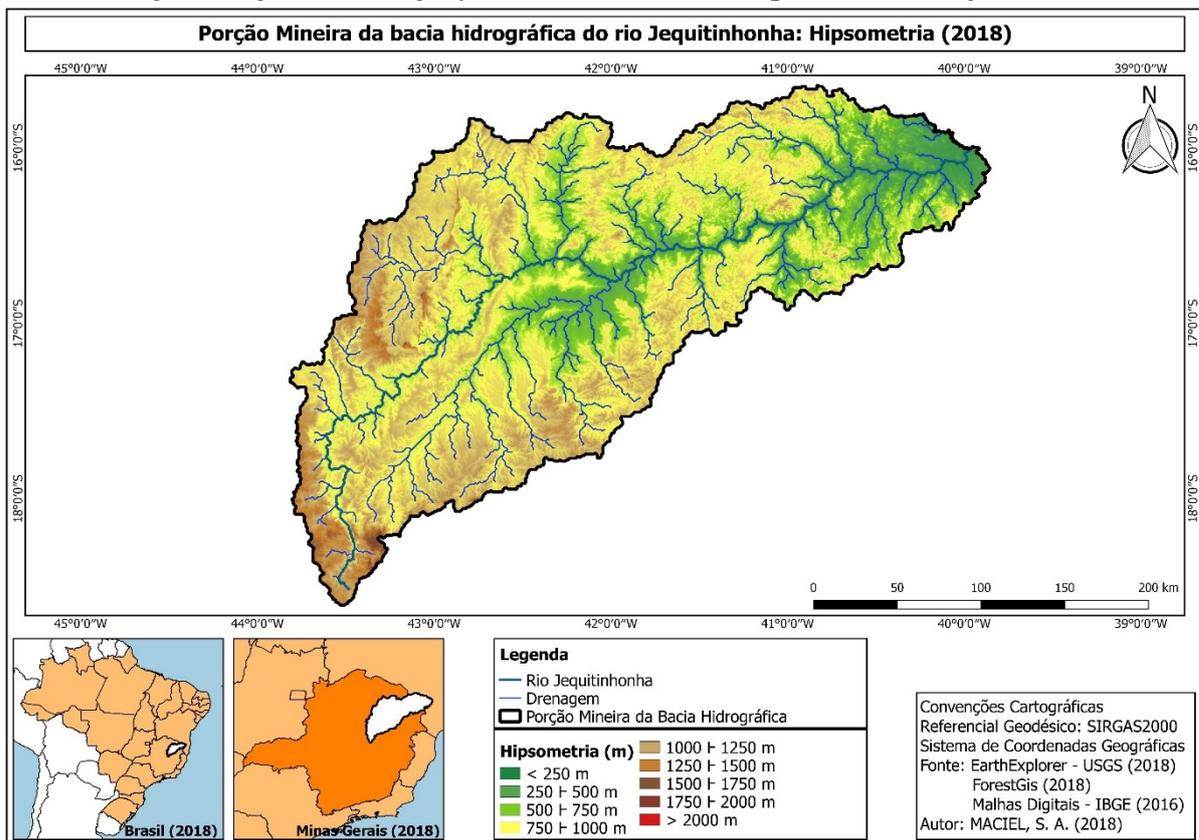
Mapa 4 - Principais afluentes do rio Jequitinhonha na porção mineira da bacia



Elaboração: MACIEL, S. A. (2018).

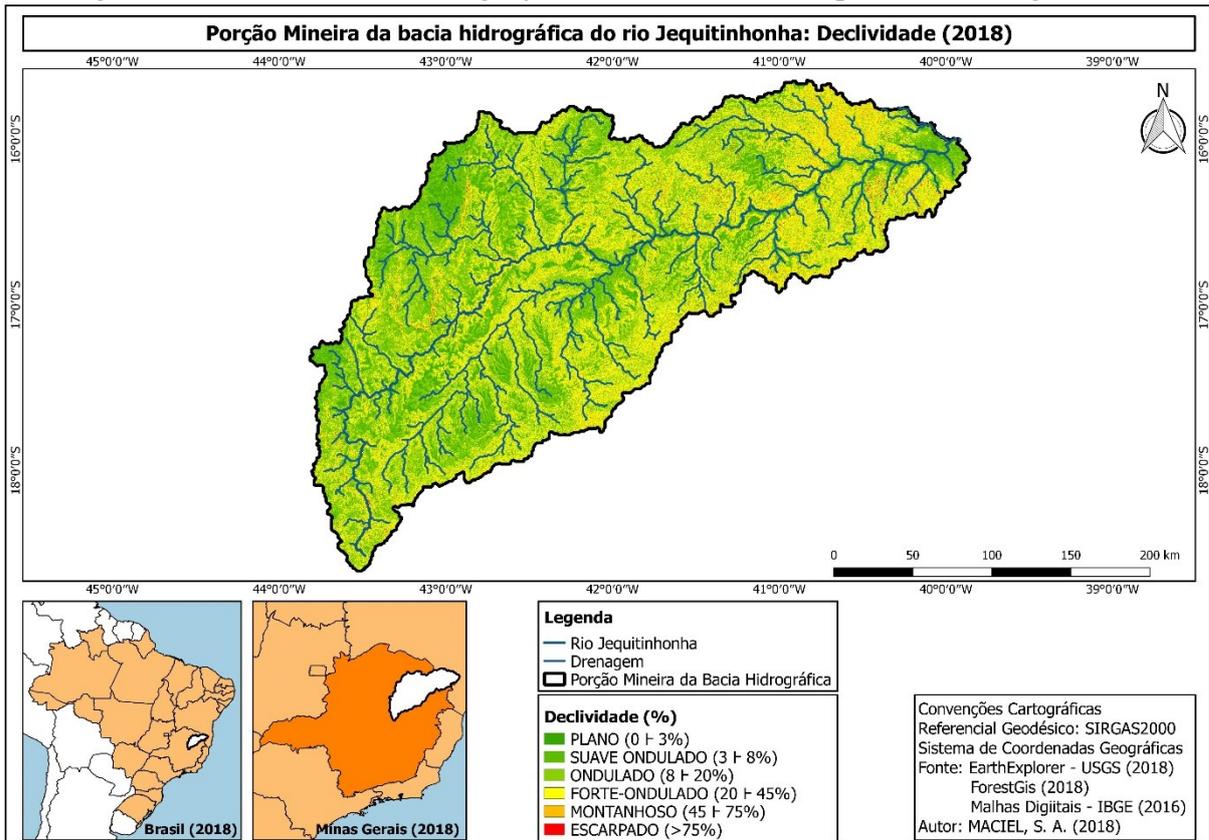
O mapa 5 traz a distribuição das classes altimétricas e o mapa 6 a declividade dos terrenos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha. No geral, percebe-se que as altitudes na bacia atingem até 2.000 m, tendo apenas uma pequena parte ao sul da bacia do rio Araçuaí que ultrapassa esta cota. As maiores elevações são encontradas na porção oeste da bacia, na Serra do Espinhaço, onde as declividades são classificadas entre ondulado a fortemente ondulado. Ressalta-se, que nesta região ainda existem alguns picos com altitudes que chegam a superar 1.750 m, com manchas de relevo montanhoso a escarpado, demarcando a divisão da bacia do rio Jequitinhonha com a bacia do rio São Francisco.

Mapa 5 - Hipsometria da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



Elaboração: MACIEL, S. A. (2018).

Mapa 6 - Classes de declividade da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



Elaboração: MACIEL, S. A. (2018).

As porções norte e central do alto rio Jequitinhonha e a bacia do rio Araçuaí, regiões de planaltos, apresentam altitudes situadas entre 750 a 1.500 m, com manchas de relevo fortemente ondulado entremeadas por áreas suavemente onduladas dos relevos tabulares das chapadas, conforme também constatado por Ferreira (2007).

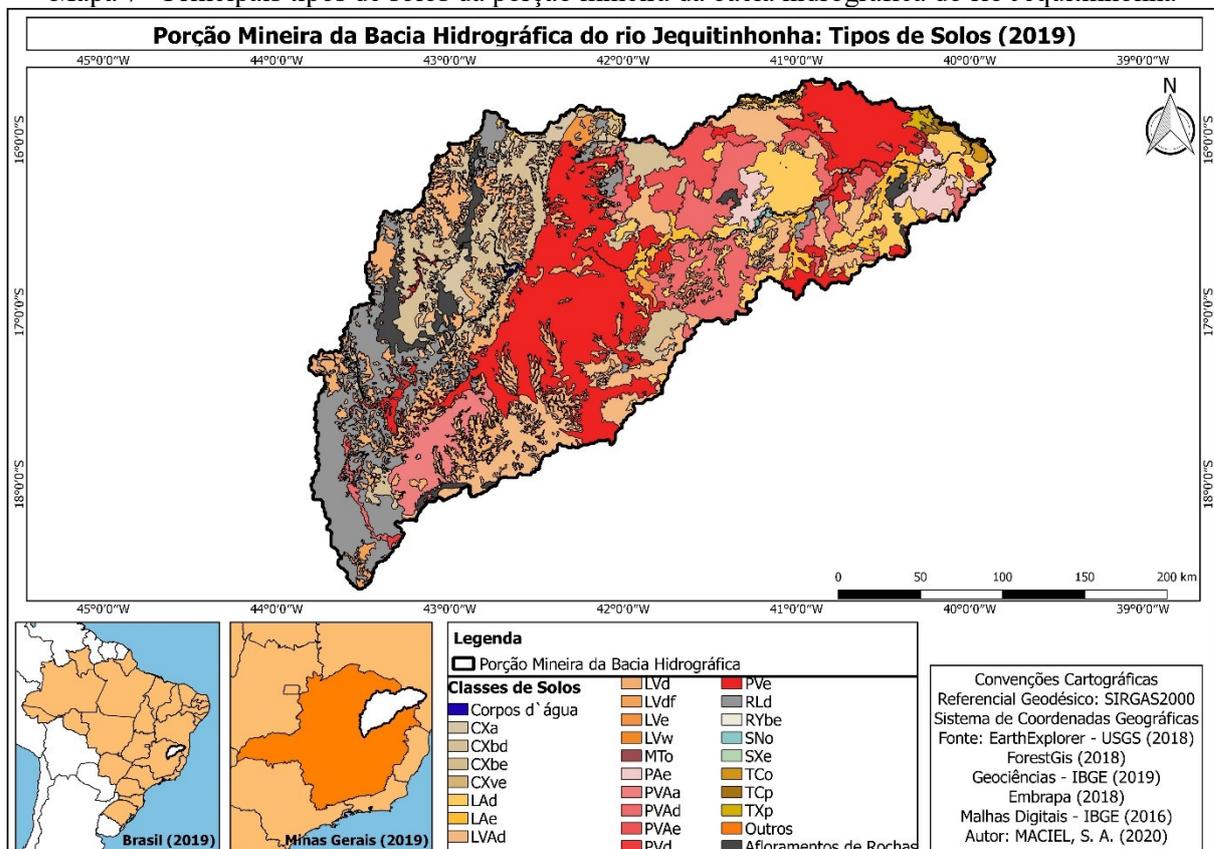
Em porções do médio e baixo rio Jequitinhonha, com relevos que vão de planaltos do rio Jequitinhonha a planaltos mais dissecados na direção leste da bacia, encontram-se altitudes menores, não ultrapassando à 1.000 m, com relevo variando de ondulado a forte ondulado.

Em áreas localizadas ao longo do vale do rio Jequitinhonha, em alguns dos seus afluentes e no baixo Jequitinhonha em direção ao oceano Atlântico - porções de depressões na bacia - as altitudes são relativamente mais baixas, sendo estas, menores que 750 m, com relevos que vão de planos a ondulados.

Quanto aos tipos de solos, dispostos no mapa 7, presentes na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha há predominância de argissolos, latossolos, cambissolos e neossolos. Ressalta-se que ocorrem também afloramentos rochosos, principalmente nas áreas de exposição do Supergrupo Espinhaço, sendo algumas áreas não representadas devido às restrições de escala.

Os argissolos ocupam 38% da área de estudo, seguidos pelos latossolos com 33%, cambissolos com 12% e neossolos com 11%. Ocorrem ainda pequenas manchas de chernossolo, luvisolo e planossolos. De maneira geral, todos os solos da região possuem algum ponto limitador aos níveis de produtividade. Quando explorados inadequadamente, podem atingir patamares de degradação, cuja recuperação é inviável na perspectiva econômica (FERREIRA, 2007).

Mapa 7 - Principais tipos de solos da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Os argissolos estão localizados principalmente ao norte da bacia do rio Araçuaí, no médio rio Jequitinhonha e em grande parte do baixo rio Jequitinhonha. Os latossolos encontram-se melhor distribuídos ao longo da bacia, tendo uma maior concentração no baixo rio Jequitinhonha, seguido do alto rio Jequitinhonha. Os cambissolos tem sua maior ocorrência ao centro e ao norte do alto rio Jequitinhonha. E por fim, os neossolos são mais presentes próximo a nascente do rio Jequitinhonha e em maiores extensões no alto rio Jequitinhonha.

O quadro 3 traz algumas características morfológicas dos principais solos contidos na área de estudo e alguns aspectos da dinâmica hidrológica destes que são importantes para a pesquisa:

Quadro 3 - Características dos tipos de solos principais presentes na área de estudo

<b>Tipo</b>	<b>Características morfológicas</b>	<b>Dinâmica hidrológica</b>
Argissolos	São solos formados por material mineral, com horizonte B textural imediatamente do A ou E, com argila de atividade baixa ou alta desde que conjugada com saturação por bases baixa ou com teor de alumínio na maior parte do horizonte B.	A fertilidade é variável, dependendo principalmente do seu material de origem. A retenção de água ocorre em maior proporção no horizonte abaixo da superfície, que podem por exemplo, se constituir um reservatório de águas para as plantas.
Latossolos	São solos formados por material mineral, com horizonte B latossólico precedido de qualquer tipo de horizonte A dentro de 200 cm a partir da superfície do solo ou dentro de 300 cm, caso o horizonte A tenha mais que 150 cm de espessura. São muito porosos, profundos, friáveis e permeáveis.	São pouco férteis. Dependendo das condições do horizonte A, facilitam o processo de infiltração, por conseguinte, apresenta limitações quanto a disponibilidade hídrica, a água escapa do ambiente por meio do escoamento de base.
Cambissolos	São constituídos por material mineral com horizonte B exordial subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial ou horizonte A chernozêmico quanto o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases altas. Caracterizados pela ausência de grande desenvolvimento pedogenético. Possuem pequena profundidade, elevado teor de minerais primários, presença significativa de fragmentos de rocha na massa do solo e outros indícios de intemperismo.	São solos altamente susceptíveis aos problemas ambientais, como por exemplo, elevadas perdas de materiais e contaminações hídricas, já que são solos em processo de formação, geralmente, com elevados teores de silte. A infiltração da água se torna reduzida, justamente pela presença de partículas de areia, silte e argila, dificultando a entrada de água.
Neossolos	São solos pouco evoluídos, formados por material mineral ou orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando nenhum tipo de horizonte B. São caracterizados por serem rasos ou pelo predomínio de areias quartzosas ou por camada distintas oriundas do material de origem.	São solos com baixa profundidade e retenção de água ou ainda de elevada susceptibilidade a altos volumes de escoamento de água. São necessárias técnicas de manejo agrícola conservacionistas para evitar a sua degradação.

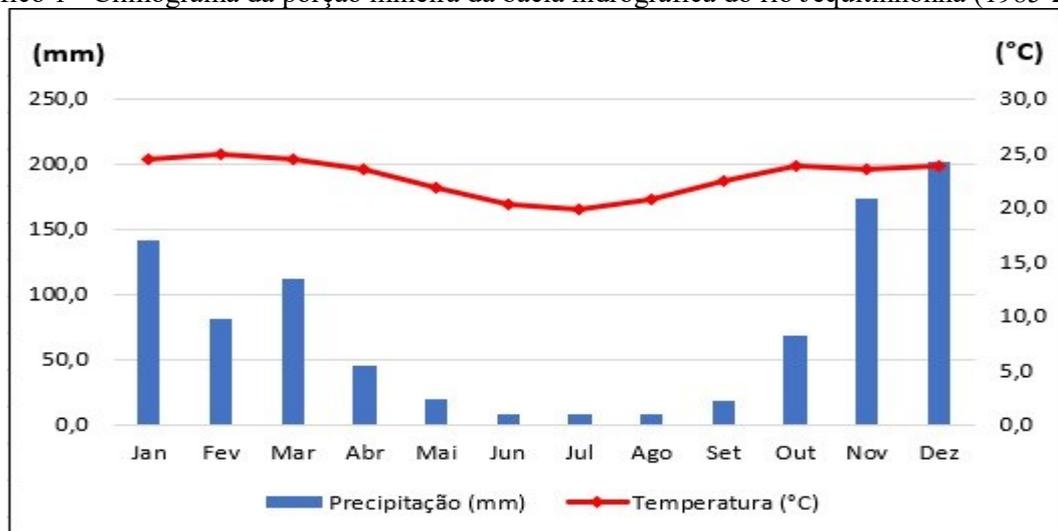
Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2018); IAC (2015); FERREIRA. 2007  
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

O comportamento climático da porção mineira da bacia hidrográfica do Rio Jequitinhonha varia de cenários de clima úmido a semi-árido, também confirmado por Ferreira e Silva (2012). Apresenta chuvas mais concentradas de outubro a março e os demais meses demarcam a seca (abril a setembro). Essa característica aponta para uma sazonalidade bem definida, onde ocorre durante o ano um período com menores índices de chuvas e temperaturas mais amenas e outro chuvoso com temperaturas mais elevadas.

Conforme o gráfico 1, os meses que apresentam as menores temperaturas estão entre junho a agosto, 20,2°C, 19,8°C e 20,7°C, sendo estes, os mesmos com os menores valores de precipitação (8,4 mm, 8,3 mm e 8,4 mm). Em relação aos meses mais quentes, estão entre janeiro a março, com temperatura médias mensais de 24,4°C, 24,8°C e 24,4°C respectivamente, enquanto que novembro a janeiro são sinalizados como os que registram os maiores acumulados de chuva (173,3 mm, 201,3 mm e 140,8 mm).

Por fim, o clima da porção mineira da bacia apresenta uma média anual de temperatura de 22,8°C e um total pluviométrico médio anual de 884,2 mm. Em específico, sobre a amplitude térmica anual, nota-se que a mesma é moderada, com uma variação interanual de 5,0°C.

Gráfico 1 - Climograma da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015)



Dados: ANA/HidroWeb (2018). Organização: MACIEL, S. A. (2019).

### ***3 REFERENCIAL TEÓRICO - CONCEITUAL***

Nesta seção serão abordados conhecimentos teóricos e conceituais pertinentes à proposta de análise desta pesquisa. Para tanto, este referencial traz inicialmente a relação existente entre os elementos climáticos, tendo como principal enfoque os utilizados no cálculo do balanço hídrico climatológico (precipitação, temperatura e evapotranspiração), e, como estes influenciam à dinâmica hidrológica de bacias, sobretudo no regime de vazões. Em seguida, tem-se a conceituação de pobreza e sua interação com a disponibilidade hídrica dos lugares. Por fim, buscou-se também priorizar uma noção geral do gerenciamento de recursos hídricos tanto no Brasil, quanto na bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.

#### **3.1 Clima e a dinâmica hidrológica de bacias hidrográficas**

As primeiras relações sobre a influência das condições climáticas no regime de vazões, passam a serem perceptíveis a partir da compreensão do funcionamento do ciclo hidrológico. Este é caracterizado por um fenômeno natural de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera (principalmente na troposfera) dirigido pela energia solar, associada à gravidade e à rotação terrestre (LORANDI; CANÇADO, 2005).

Dentro das possibilidades de análise do ciclo hidrológico na superfície terrestre, a bacia hidrográfica é uma das principais escalas de estudo associativa a tal. Ela é formada basicamente por um conjunto de superfícies vertentes e de cursos d'água confluentes que formam uma rede de drenagem até o rio principal ou de base, até que o mesmo alcance seu exutório. A precipitação que cai sobre a bacia atinge as vertentes e infiltra-se no solo até que o mesmo atinja sua saturação, permitindo, assim, a percolação para aquíferos profundos e/ou escoamento

superficial nas vertentes para os cursos d'água que transporta a água até o seu exutório ou seção de saída (LORANDI; CANÇADO, 2005).

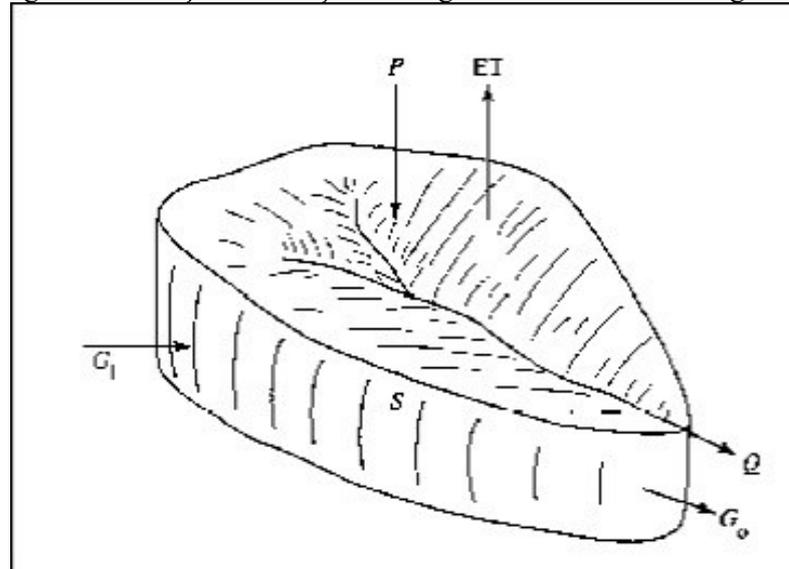
Nesse processo, parte da água da chuva é interceptada pela vegetação e outras barreiras, de onde se evapora posteriormente. Do volume que atinge a superfície do solo, uma parcela é retida em depressões do terreno, outra se infiltra e o restante escoam pela superfície logo que a intensidade de precipitação ultrapasse a capacidade de infiltração no solo e os espaços nas superfícies retentoras tenham sido preenchidos (MARTINS, 1973).

Tucci (2002) caracteriza os processos hidrológicos na bacia hidrográfica em duas direções predominantes de fluxo: o vertical e o longitudinal. O vertical refere-se aos processos de precipitação, evapotranspiração, umidade e fluxo no solo, enquanto que o longitudinal representa o escoamento na direção dos gradientes de superfície (escoamento superficial e rios) e do subsolo (escoamento subterrâneo).

Especificamente, sobre o volume de água escoada superficialmente, Christofolletti (1981) comenta que o mesmo em determinada seção transversal do rio (débito, descarga ou vazão do rio) varia no decorrer do tempo, enquanto que, a variação do nível das águas fluviais ao longo do ano corresponde ao regime fluvial.

Para Calasans, Levy e Moreau (2005) no estudo do balanço hidrológico de uma bacia de interesse (figura 1), os elementos meteorológicos que influenciam nas vazões podem ser divididos em duas classes: a precipitação, que é responsável pela entrada de água no sistema; e a evapotranspiração, que é controlada na maioria do tempo pela combinação da irradiância solar, temperatura, umidade do ar, nebulosidade, velocidade e direção do vento, e que determina a taxa de retorno da água para a atmosfera.

Figura 1 - Esboço do balanço hidrológico em uma bacia hidrográfica



Fonte: (CALASANS; LEVY; MOREAU, 2005, p.53).

Sendo  $P$  = precipitação;  $ET$  = evapotranspiração;  $S$  = armazenamento;  $Q$  = vazão;  $G_i$  = contribuição de água subterrânea e  $G_o$  = afluxo de água subterrânea.

Diante da influência das chuvas sobre o escoamento superficial, cita-se a interferência gerada a partir da intensidade e da duração da mesma, pois quanto maior a intensidade, mais rápido o solo alcança a sua capacidade de infiltração gerando um excesso de precipitação que escoará superficialmente. A duração também apresenta o mesmo comportamento proporcional de escoamento, pois para chuvas de intensidade constante, haverá maior volume escoado, quanto mais alta for a sua duração. É preciso ressaltar ainda, a ocorrência de chuvas antecedentes, uma vez que, uma precipitação que ocorre quando o solo está úmido devido a chuvas anteriores, terá maior facilidade de escoamento (VILLELA; MATOS, 1975).

Mendonço e Rocha (2015) reafirmam esse fato ao mencionarem que a geração de escoamento superficial nos eventos de precipitação, em perda da infiltração da água e geração de escoamento básico, e como possíveis desdobramentos a inundações, será um impacto incentivado pelas mudanças climáticas globais na medida em que se confirmarem o aumento da frequência e/ou da intensidade dos eventos extremos de precipitação. De forma contrária, a

maior ocorrência de eventos extremos de estiagem, geralmente associados a ondas de calor, poderá provocar uma perturbação expressiva no padrão de evapotranspiração e conseqüentemente uma diminuição significativa do estado de umidade do solo devido ao aumento da demanda evaporativa.

Ainda em consonância as diversas observações feitas ao impacto das precipitações nas vazões, nota-se que para anos cujos valores extremos – inundações ou secas – são encontrados, a resposta da bacia se amplifica com relação a variação adimensional da precipitação. Nos anos mais úmidos, o aumento da precipitação produz maior aumento da vazão já que a infiltração é pouco maior e a evapotranspiração potencial diminuiu pelo maior volume de chuva, o que aumenta proporcionalmente as taxas de escoamento. Em sentido oposto, nos anos secos, a diminuição da precipitação e o aumento da evapotranspiração reduz de forma mais intensa a magnitude da vazão. Portanto, as respostas da bacia hidrográfica amplificam os efeitos na precipitação, se levarmos em consideração unicamente o efeito da anomalia da precipitação (TUCCI, 2002).

Tucci (2002) também relata que em climas semi-áridos, como é o caso de parte da bacia de análise deste estudo, a combinação entre a diminuição da precipitação e o aumento da evapotranspiração potencial é significativo e o escoamento deve ser percebido, principalmente, através da combinação de efeitos entre essas duas variáveis climáticas.

Ainda sobre essas áreas, também é preciso incluir nas diversas pesquisas, a análise das vazões de estiagem. Naghettini e von Sperling (2007) comentam que uma bacia hidrográfica com um longo período de tempo sem a ocorrência de chuva conduz à estiagem, período o qual as vazões dos cursos d'água perenes são alimentadas pela lenta drenagem da água armazenada nos lençóis subterrâneos. Durante este momento, exemplificado pela estação seca, as descargas são inferiores aos seus valores médios anuais e os rios apresentam profundidades e velocidades relativamente menores. Essas características do período de estiagem podem ser ainda mais

acentuadas, a depender da duração do intervalo de tempo sem a ocorrência de chuvas importantes ou da insuficiente recarga dos aquíferos durante as estações chuvosas precedentes, dando lugar a anos secos e críticos do ponto de vista do abastecimento de água de escalas locais a regionais.

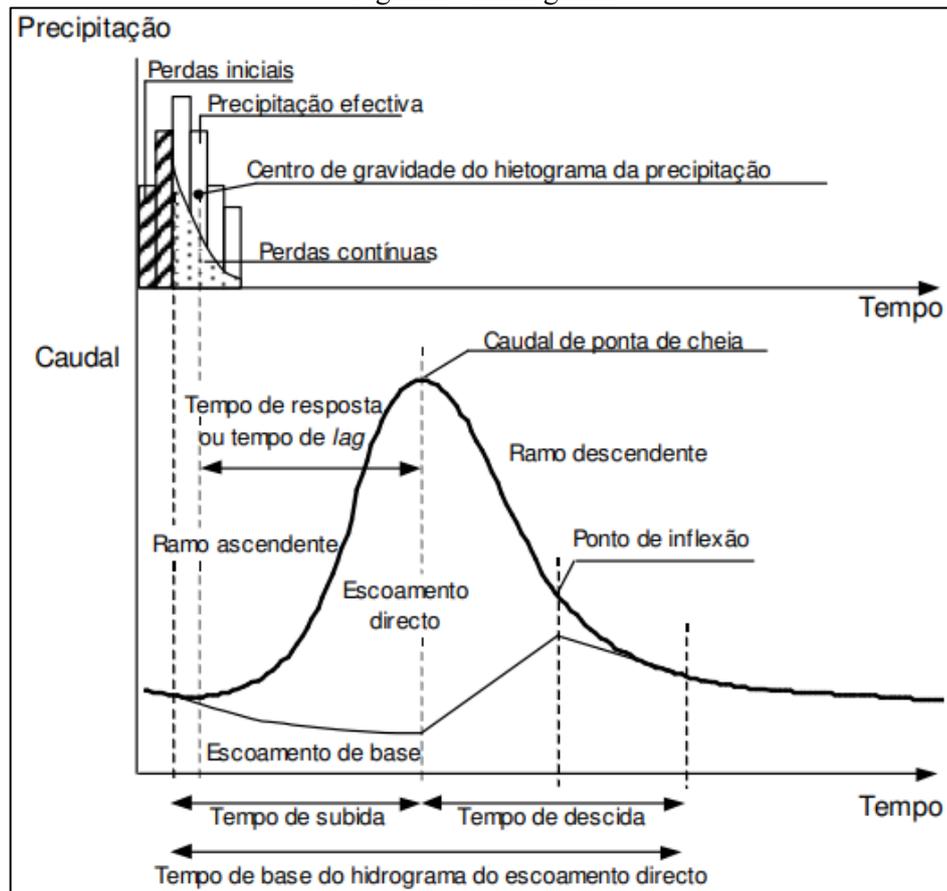
Um dos métodos mais utilizados e de fácil entendimento da relação chuva-vazão é a construção de hidrogramas. Este é realizado a partir de um gráfico que relaciona a vazão no tempo. Essa distribuição é resultado, justamente, da interação de todos os componentes do ciclo hidrológico entre a ocorrência da precipitação e a vazão na bacia hidrográfica (TUCCI, 2004).

Sobre o comportamento do hidrograma típico de uma bacia, após a ocorrência de uma sequência de precipitações, o autor afirma:

Após o início da chuva, existe um intervalo de tempo em que o nível começa a elevar-se. Este tempo retardado de resposta deve-se às perdas iniciais por interceptação vegetal e depressões do solo, além do próprio retardo de resposta da bacia devido ao tempo de deslocamento da água na mesma. A elevação da vazão até o pico apresenta, em geral, um gradiente maior que a parte posterior ao mesmo. O escoamento superficial é o processo predominante neste período, refletindo a resposta ao comportamento aleatório da precipitação (TUCCI, 2004, p.391).

Portanto, em geral, a inclinação da parte que se eleva no hidrograma, figura 2, até alcançar o pico é mais acentuada que a parte superior. Isso é representativo para todos os hidrogramas. Em cursos d'água que transportam vazão significativa antes do evento de precipitação, é realizado uma distinção entre o escoamento anterior, denominado escoamento de base, e o escoamento decorrente da precipitação, chamado escoamento superficial (GRIBBIN, 2009).

Figura 2 - Hidrograma



Fonte: (PORTELA, 2009, p.96).

No que diz respeito, especificamente, à influência dos fatores fisiográficos no regime de vazões, os mais relevantes são a área da bacia, a forma, a permeabilidade e a textura dos solos, e, ainda, a topografia da bacia hidrográfica. Quanto à interferência antrópica no meio, destacam-se as diversas formas de uso e ocupação do solo, sendo que quase todos concorrem para uma maior impermeabilização dos solos (VILLELA e MATTOS, 1975).

Alguns autores, como é o caso do Garcez (1967), trazem em sua obra a influência destes mesmos fatores mencionados sobre as vazões:

- A) a descarga anual aumenta com o aumento da área da bacia contribuinte;
- B) as variações de vazão instantâneas são tanto mais notáveis quanto menor a área da bacia;
- C) as vazões máximas instantâneas dependem tanto mais da intensidade da chuva, quanto menor for a área da bacia; à medida que se consideram bacias

maiores as chuvas que causam maiores inundações serão aquelas de intensidade menor, porém de duração e área de precipitação maiores;

D) as vazões máximas instantâneas serão tanto maiores, para a mesma área contribuinte, e dependerão tanto mais das chuvas de grande intensidade quanto maiores forem as declividades do terreno, menores as depressões detentoras e retentoras, mais retilíneo for o curso d'água a montante, menor for a infiltração do solo, menor for a área recoberta por vegetação;

E) o coeficiente de deflúvio (ou de escoamento superficial), definido pela razão entre a vazão total escoada e o volume precipitado num certo intervalo de tempo (ou para uma dada precipitação), será tanto maior quanto menor for a capacidade de infiltração do solo, os volumes acumulados e as detenções de água a montante;

F) o coeficiente de escoamento em um longo intervalo de tempo (mês, estação, ano), depende sobretudo das perdas por evapotranspiração; para certas naturezas do terreno e disposição de camada geológicas a maior capacidade de infiltração poderá ser fator favorável ao aumento do citado coeficiente (GARCEZ, 1967, p.167).

Por último, em relação a participação da evapotranspiração no processo de escoamento das águas, Martins (1973) irá defini-la sobre duas classificações. Na primeira, a evaporação, que é o conjunto dos fenômenos da natureza física que transformam em vapor de água da superfície do solo, a dos cursos de água, lagos reservatórios de acumulação e mares. Na segunda, a transpiração, que é a evaporação devida à ação fisiológica dos vegetais. As plantas, por meio de suas raízes, retiram do solo a água para suas atividades vitais. Uma parcela dessa água é cedida a atmosfera, sob a forma de vapor, na superfície de folhas. A união dessas categorizações denomina-se evapotranspiração.

De acordo com Villela e Mattos (1975) a evapotranspiração pode ser analisada em duas maneiras: a evapotranspiração potencial, que representa a perda d'água observada por evaporação e transpiração de uma superfície natural que esteja totalmente coberta e o teor de umidade seja próximo a capacidade de campo; e, a evapotranspiração real, que quantifica a perda d'água por evaporação ou transpiração, nas condições reinantes atmosféricas e de umidade do solo.

Para Tucci e Beltrame (2004) a evapotranspiração deve ser considerada como a perda de água, tanto pela evaporação do solo, quanto pela transpiração da planta, sendo esta, importante para

o balanço hídrico de uma bacia como todo. Este, envolve a continuidade de massa e a troca de energia entre os sistemas envolvidos, no tempo e no espaço. Seus componentes principais são: precipitação, evaporação, evapotranspiração, escoamento superficial e subterrâneo. Portanto, o balanço hídrico corresponde à avaliação de cada um desses processos mencionados num sistema.

Por exemplo, uma mesma precipitação pluvial poderá mostrar-se alta e suprir totalmente o consumo de água pela evapotranspiração durante os períodos frios, quando esta é baixa, mas revelar-se, por outro lado, insuficiente e incapaz de manter ao maior consumo de água, pela evapotranspiração, quando se mostra elevada, como ocorre nos meses quentes e de dias longos durante o verão (CAMARGO, 1962).

Dentre os fatores interferentes nas taxas de evapotranspiração, pode-se citar ainda a temperatura. A elevação desta tem influência direta neste processo, porque eleva o valor da pressão de saturação do vapor de água, possibilitando que maiores quantidades de vapor de água possam estar presentes no mesmo volume de ar, para o estado de saturação (MARTINS, 1971). Para cada 10°C de aumento de temperatura, a pressão do vapor d'água de saturação torna-se aproximadamente o dobro (GARCEZ, 1967).

Ferreira e Silva (2012) afirmam que esta variável indica a oferta energética do ambiente, exercendo papel importante no desenvolvimento de fotossíntese, respiração e evapotranspiração. Os dados de temperatura são muito utilizados para estimativa desta última, por meio da aplicação de métodos simplificados. Na verdade, qualquer caracterização climática realizada em escala regional deve se basear nos dados de temperatura, devido às interações deste elemento com outras variáveis, que no caso, pode ser associada ao regime de vazões tendo em vista as repercussões nas taxas de evapotranspiração.

Nas regiões tropicais, por exemplo, nos meses de verão do hemisfério sul - dezembro a março -, correspondentes ao trimestre mais úmido, as chuvas ocorrem como uma espécie reguladora da temperatura, sendo comum a diminuição em alguns graus da temperatura após as chuvas convectivas do verão. Do mesmo modo, os chamados “veranicos”, períodos de uma ou duas semanas sem chuvas nestes meses, são períodos de temperaturas médias mais altas, e consequentemente alta evapotranspiração (COLLISCHONN; TUCCI,2014).

Em síntese, na hipótese de alteração do regime de evapotranspiração pelas mudanças climáticas, pode vir a ocorrer uma alteração da vazão superficial média anual, e consequentemente da oferta hídrica na escala de grandes bacias e microbacias. Para analisar este ponto, os seguintes aspectos podem ser elencados: como o estado da atmosfera controla a alteração da evapotranspiração, entendida como um processo biofísico do sistema solo-vegetação; como será alterada as taxas de evaporação nos reservatórios de abastecimento; e como se revelam as projeções do clima das próximas décadas para a evapotranspiração em escala regional/continental (MEDIONDO; ROCHA, 2015).

### **3.2 Pobreza: Conceitos e dimensões**

O termo pobreza traz consigo uma expressiva complexidade de conceituação, pois apresenta diversas definições de análise. Ao estudá-lo há uma série de abordagens que podem ser consideradas, tais como, se a pobreza se limita ou não a insuficiência de renda, se a condição do pobre é absoluta ou deve ser alternada com a evolução financeira da sociedade, se a pobreza deve estar relacionada de maneira direta com os aspectos nutricionais, ou se ainda, as necessidades básicas são dependentes de parâmetros sociais e culturais (SOARES, 2009).

Em uma compreensão mais imediatista e geral, a pobreza se refere à pouca ou à falta de renda, sendo esta, uma visão unidimensional. Uma definição mais rigorosa vai entender a pobreza a

partir de um estado de carência, de privação, que pode colocar em ameaça a própria condição humana. Assim, ser pobre é ter sua humanidade em perigo, seja pela não satisfação de necessidades básicas (fisiológicas e outras), como também representada pela incapacidade de impulsionar esforços e meios que possam suprir tais necessidades (LAVINAS, 2002).

A visão unidimensional preponderante em muitos trabalhos, ocorre ao menos por dois motivos. Em primeiro lugar, deve-se ao fato de que as medidas de pobreza baseadas na insuficiência de renda são por natureza escalares. Em segundo, como é comum que as famílias tenham acesso aos bens e serviços que garantam o seu bem-estar por meio de mercados e para poder usufruir deles é preciso que estas tenham recursos financeiros, faz com que a falta de renda acabe sendo um dos principais fatores determinantes para a população carente e, por tanto, uma forte opção para mensurá-la (BARROS; CARVALO; FRANCO, 2006).

As diversas tentativas de compreensão da pobreza têm se voltado a estabelecer medidas-sínteses que possam caracterizá-la, enumerando quais aspectos devem ser priorizados quanto ao nível de bem-estar das pessoas. Neste apontamento, a perspectiva das capacitações deu início a interpretação da pobreza como formada por diferentes dimensões, envolvendo além dos elementos relativos ao enfoque das necessidades básicas, à capacidade dos indivíduos em que pese as suas opções de escolhas quanto aos critérios de bem-estar e as maneiras de alcançá-los (DINIZ; DINIZ, 2009).

Portanto, para um grupo de autores a pobreza deve ser vista como um fenômeno multidimensional e diverso. Sendo que, ela envolve tanto aspectos absolutos, quanto relativos. Os primeiros a compreendem como independente de um padrão particular de vida (bem-estar) da sociedade, e, os segundos, a definem tendo como base o estilo de vida do restante da sociedade (COMIM; BAGOLIN, 2002).

A percepção da pobreza como relativa tem uma maior aproximação à desigualdade na distribuição de renda. A pobreza é vista a partir do padrão de vida vigente na sociedade: em que os pobres são aqueles que se situam na camada inferior da distribuição de renda, contrapostos a parcela da população com maiores poderes aquisitivos nessa divisão. Já a pobreza absoluta está relacionada a padrões fixados como “nível mínimo” ou “suficiente” de necessidade – também denominado como a linha ou o limite da pobreza – e se quantifica a percentagem da população que vive abaixo desse nível. Portanto essa concepção, representa uma opinião coletiva derivada da percepção de que cada indivíduo tem o direito de viver em sociedade em condições satisfatórias à dignidade humana (ROMÃO, 1982).

Tanto o conceito de pobreza absoluta quanto o de relativa, é uma interpretação de tendência macroeconômica. A pobreza relativa é enunciada com base em um padrão de vida vigente em sociedade que separa os pobres como aqueles situados de forma inferior à distribuição de renda, quando equiparada a parcela da população com maiores poderes aquisitivos. Portanto, este conceito é estabelecido como uma situação em que o indivíduo, quando contraposto aos demais, tem menos de uma característica desejada, seja renda, poder ou condições favoráveis de emprego (CRESPO, GUROVITZ, 2002).

Uma possibilidade de estudo da pobreza não limitante à renda, é recorrer ao conceito de necessidades básicas insatisfeitas, em que além desta, leva-se em consideração questões de saneamento, educação, habitação e demais, privilegiando o caráter multidimensional da pobreza, já mencionado, ou seja, o reconhecimento da inter-relação entre as inúmeras carências. Uma solução, por exemplo, é a construção de indicadores sintéticos como o IDH (FERREIRA; DINI; FERREIRA, 2002).

Para Sen (1999), a pobreza também deve ser avaliada não apenas como baixo nível de renda, mas pelo foco da privação das capacidades básicas. O que os apontamentos da capacidade fazem na análise da pobreza é melhorar sua compreensão em relação a sua natureza, causas e

privações, retirando o foco dos meios (e de um meio específico que geralmente tem a renda, com atenção exclusiva) para os fins que os indivíduos tem motivos para buscar e correspondentemente, para as liberdades de adquirir os fins. As privações são vistas em um nível mais relevante – mais próximo das demandas informacionais da justiça social. Neste ponto, está a importância da pobreza baseada na capacidade.

A “capacidade” de uma pessoa está nas combinações alternativas de funcionamentos cuja realização é praticável para ela. Assim, a capacidade é um tipo de liberdade: a liberdade substancial de fazer associações alternativas de funcionamentos (ou, menos formalmente expresso, a liberdade para ter modos de vida diversos). A perspectiva avaliatória da capacidade pode ser sobre os funcionamentos realizados – o que uma pessoa realmente faz – ou ainda, sobre o conjunto capacitário de possibilidades que ela possui, ou seja, suas oportunidades reais (SEN, 1999).

O autor ainda menciona que também há uma relação entre a privação de capacidades individuais com o baixo nível de renda, interação que se dá em via de mão dupla, como por exemplo, o baixo nível de renda pode ser preponderante para o analfabetismo e saúde precária, além de fome e subnutrição, todavia, saúde e educação de qualidade ajudam a obter-se rendas mais elevadas. Em síntese, o papel da renda e da riqueza, embora sejam necessários, devem ser integrados a um âmbito maior e completo de êxito e privação.

Neste mesmo sentido, Scalón (2011) afirma que é importante perceber que o conceito de pobreza não pode ser reduzido apenas a precariedade de renda, mas deve ser compreendido de maneira mais complexa e abrangente. Portanto, deve ser vista como a privação de capacidades básicas que repercutem na vulnerabilidade, carência de poder, exclusão social, proibição de participação e voz, exposição à violência, enfim, desprovimento de direitos básicos e bem-estar.

Por outro lado, Yazbek (2012) aborda a pobreza em suas pesquisas a partir de uma nova concepção. A autora a vê como uma das manifestações da questão social, por conseguinte, como expressão direta das relações vigentes na sociedade, localizando o termo no domínio das relações constitutivas de um padrão de desenvolvimento capitalista, imensamente desigual, em que convivem a miséria e a acumulação. Desta maneira, os “pobres” acabam sendo produtos destas relações, que produzem e reproduzem a desigualdade no âmbito econômico, político, social e cultural, estabelecendo um lugar para eles na sociedade. Um lugar, onde geralmente, este são desqualificados de suas crenças, expressões e comportamentos, sinais de aspectos indesejáveis que lhe são conferidos por sua classe de origem, por sua condição social.

Alguns trabalhos, ao invés de estabelecer uma linha de pobreza, vão se preocupar em definir uma linha de riqueza. Tais propostas fundamentam-se na tentativa de, em populações com a presença da desigualdade social, promover a erradicação da pobreza por meio de transferência de recursos dos mais ricos aos mais pobres. A percepção de riqueza utilizada irá depender totalmente da intensidade da pobreza em uma sociedade. Diante de alguns fatores, a linha de riqueza proposta é uma linha de “antipobreza” que busca justificativa no pensamento de que a pobreza em meia a sociedade é inadmissível e de que o bem-estar individual gerado por quantidade adicionais de recursos diminui à medida que o seu volume aumenta (MEDEIROS, 2001).

Diante dessas abordagens teóricas, em específico, na tese, optou-se por considerar como pobres aqueles que possuem menor acesso às necessidades básicas de sobrevivência e a serviços públicos de qualidade. Recorreu-se assim, a definição de pobreza absoluta, que embora seja sintetizadora, foi a que mais se adequou aos objetivos pretendidos. Este enfoque foi associado às famílias que possuem renda per capita inferior ao nível mínimo necessário para satisfazer suas necessidades de primeira ordem. Todavia, também, utilizou-se outros indicadores socioeconômicos que podem ser relacionados a qualidade de vida e ao bem-estar em sociedade.

Em consonância a tal proposta de análise, inicialmente recorreu-se aos estudos de uma das instituições mais relevantes que assumiu o compromisso de erradicar a pobreza no mundo em todas as suas esferas, o Banco Mundial. O órgão tem como missão principal acabar com a pobreza extrema dentro de uma geração, mas também promover a prosperidade compartilhada de forma sustentável a todos. Apesar da abrangência que o termo carrega, a concepção de pobreza adotada por essa entidade governamental passou a vigorar na maioria dos estudos que abordam esta temática.

Em meio às suas publicações, a mais conhecida, intitulada “World development report” de 1990, traz a pobreza como tema central de discussão. De acordo com documento a pobreza não possui o mesmo significado que desigualdade. Enquanto a primeira refere-se ao padrão de vida absoluto de uma parte da sociedade – os pobres -, a segunda diz respeito à padrões de vida relativos de toda a sociedade.

Entre os lugares, os pobres são posicionados como aqueles que possuem menos acesso a bens e infraestrutura públicos do que os demais grupos. Geralmente, os governos não conseguem garantir seus benefícios aos pobres que vivem na zona rural. Mesmo, na zona urbana os bairros pobres são os que possuem menos serviços básicos à população (BANCO MUNDIAL, 1990).

Em outras palavras, a pobreza é definida como a incapacidade de atingir um padrão de vida mínimo. Para medi-lo, é preciso levar em consideração além da renda e dos gastos familiares per capita, outras medidas como nutrição, expectativa de vida, mortalidade infantil e índices de matrícula escolar (BANCO MUNDIAL, 1990). No relatório de 2000/2001, acrescenta-se ainda a vulnerabilidade e à exposição riscos, assim como a falta de influência e poder.

Mesmo ampliando o conceito de pobreza, o Banco Mundial ainda apresenta em seus documentos uma classificação de caráter mais econômico em função da renda. Em valores absolutos, verifica-se no relatório que a maior parcela de pobres no mundo está classificada

entre aqueles que vivem com menos de US\$370 por ano, ou seja, indivíduos que sobrevivem com menos de um dólar por dia. Esse range, diz respeito a construção de uma “linha de pobreza”: o limite crítico de renda ou o consumo abaixo do qual um indivíduo ou um domicílio é considerado pobre. (BANCO MUNDIAL, 1990).

Tal enfoque do Banco Mundial, faz referência a definição do termo como pobreza absoluta. Essa classificação se faz pelo estabelecimento da fixação de um padrão de vida mínimo ou suficiente para as necessidades básicas, conhecido como limite ou linha da pobreza, determinando a porcentagem da população que vive abaixo desse nível. Esse padrão mínimo, elaborado sobre diversas formas, sejam nutricionais, de moradia e de vestuário, é geralmente avaliado segundo preços relevantes, calculando a renda necessária para custeá-las. Para o estabelecimento da linha da pobreza utilizam-se diferentes aspectos: ou biológico, ou das necessidades básicas e ou dos salários mínimos (CRESPO; GUROVITZ, 2002).

O enfoque biológico define a linha da pobreza a partir dos requisitos nutricionais mínimos da dieta alimentar, definindo o valor aproximado para a renda a ser gasta para o atendimento desses requisitos. Por básicas entendem-se as necessidades como alimentação, moradia, vestuário e serviços essenciais: água potável, saneamento, transporte público, serviços médicos e escolas. Já o enfoque dos salários mínimos lida com a ideia de que exista um salário mínimo oficial que deve ser uma boa aproximação do montante em dinheiro necessário para o nível de vida mínimo (CRESPO; GUROVITZ, 2002, p.4).

Ainda hoje, a identificação dos pobres pela mensuração das “linhas de pobreza” se mantém em alta em publicações internacionais e no Brasil, mesmo que sua concepção seja embasada de forma restrita ao corte de renda. Os critérios variam da oscilação do salário mínimo à padrões monetários internacionais, como por exemplo, o dólar per capita ao dia, atingindo até valores suficientes (ou não) para adquirir uma cesta básica de alimentos, sendo este último, identificado

como a linha de indigência proposta pela Comissão Econômica para América Latina e o Caribe (CEPAL) (MAURIEL; RAIS, 2013).

Rocha (2006) também apresenta um conceito de pobreza mais próximo às quantificações de renda. Para autora, nesta definição é necessário estabelecer um valor monetário associado ao custo de atendimento das necessidades médias de uma pessoa, diante de uma determinada população. Ao se referir especificamente às necessidades nutricionais, esse valor é chamado de linha de indigência, ou de pobreza extrema, em correspondência ao caráter essencial das necessidades alimentares. Quando se diz respeito ao conjunto mais amplo das necessidades, torna-se referente à linha de pobreza, como já referido. Tais parâmetros, são utilizados como critérios para distinguir na população total, dois subgrupos de acordo com sua renda: indigentes e não-indigentes, no caso da linha de indigência, e pobres e não-pobres, quando se define pela linha de pobreza.

Dessa forma, além da renda, outra possibilidade de identificação da pobreza é adotar um critério de acordo com as necessidades básicas (basic needs). Essa conceituação vai além da renda e das necessidades alimentares humanas, passando a incorporar uma gama mais ampla, tais como educação, saneamento, habitação e demais. Há, portanto, uma diversidade de critérios para julgamentos de valor associado à esta definição, a maneira de ordenar os pobres em função do número de necessidades não atendidas e a ponderação relativa direcionada a cada uma das necessidades consideradas. (ROCHA, 2006).

Outros autores continuam a propor diferentes conceituações sobre o termo, como Kotler e Lee (2010). Em sua obra eles definem, quantificam, localizam e explicam o porquê de a existência de uma parte da população ser caracterizada como pobre. O quadro 4 abaixo traz as definições de pobreza mais comuns, selecionadas por estes:

Quadro 4 - Algumas definições de pobreza

<b>DEFINIÇÕES DE POBREZA</b>	
<b>TIPOS DE DEFINIÇÃO</b>	<b>DEFINIÇÃO</b>
Definição Absoluta	A partir de 2005, o Banco Mundial define as pessoas que vivem na pobreza extrema como as que ganham menos de US\$1,25 por dia, e as que vivem em pobreza moderada como as que ganham entre US\$1.25 e \$2,00 por dia.
Definição baseada na alimentação	Define um limiar que diz que o custo da obtenção de quantidade suficiente de alimentos para um determinado tamanho de família não deve exceder 33% da renda disponível da família. Assim, uma família de quatro pessoas deve ganhar pelo menos US\$19.991,00 ao ano porque precisa gastar US\$6.663,00 para conseguir uma quantidade adequada de alimentos. Essa família será definida como pobre se ganhar pelo menos de US\$19.991,00 por ano. Essa medida tem sido usada historicamente nos Estados Unidos, mas não pela maioria dos outros países.
Definição do índice de pobreza humana	O Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas define um índice composto por quatro fatores: a probabilidade de uma criança não ultrapassar os 60 anos, a taxa de analfabetismo funcional, o desemprego ao longo prazo e a população que vive com menos de 50% da renda média nacional.
Definição por situação	A ONU define a pobreza como “uma condição humana caracterizada pela privação crônica ou contínua de recursos, capacidades, escolhas, segurança e poder necessários para desfrutar de um padrão adequado de vida e de outros direitos civis, culturais, econômicos, políticos e sociais.
Definições pelo local em que os pobres moram	Os pobres de aldeias são encontrados em milhares de aldeias na África, na Ásia e em todos os locais onde pouco se cultiva e onde existem poucas indústrias. Os pobres rurais vivem em pequenas comunidades que estagnaram em consequência de seca ou de abandono de indústrias e onde existem poucas oportunidades de emprego. E os pobres urbanos moram em pobreza relativa ou, nos piores casos, em favelas apinhadas e sujas.

Fonte: Adaptado de Kotler e Lee (2010). Elaboração: MACIEL, S. A. (2019).

Já, Pinheiro, Poppovic e Kahn (1994) analisam a pobreza a partir da perspectiva dos direitos humanos. Neste contexto, dois aspectos precisam ser levados em consideração: inicialmente, a pobreza, como desrespeito a direitos econômicos e sociais básicos de grupos e indivíduos, representando uma violação de direitos humanos de acordo com a definição de normativas internacionais; posteriormente, a pobreza e a consequente marginalização das populações construindo obstáculos à aplicação dos direitos civis e políticos, na medida em que as privações prejudicam os laços de solidariedade e a marginalização econômica e social enfraquece a participação política.

Na tentativa de erradicação da pobreza, os governos nacionais utilizam-se da aplicação de indicadores socioeconômicos visando orientar melhor suas ações políticas a favor do desenvolvimento e do bem-estar social da população. Nesse sentido, as pesquisas acadêmicas também passam a integrar esses indicadores como recurso metodológico de representação da realidade social à qual pretendem analisar.

A medida que os conceitos são modificados, tanto no tempo quanto no espaço, os indicadores selecionados para substanciar esses conceitos também são transformados. Assim, ao se propor um indicador, dois pontos aparecem como fundamentais. O primeiro é a definição de qual aspecto da realidade será tratado e o segundo é definir qual o conceito abstrato que será levado em consideração para a explicação do fenômeno estudado (SOLIGO, 2012).

Jannuzzi (2012) define o indicador social com uma medida que geralmente é quantitativa, dotada de significado social substantivo, sendo usado para quantificar, operacionalizar e substituir um conceito social abstrato, de interesse teórico ou pragmático. Em outras palavras, é um recurso metodológico, empiricamente definido, que traduz aspectos da realidade social ou mudanças que estão sendo processadas na mesma.

Em sua obra - “O tamanho da pobreza: economia política da distribuição de renda” -, Salama e Destremau (1999) já afirmavam da importância de se utilizar diversos indicadores para compreender a pobreza. Para eles, limitar o fenômeno à apenas um indicador, faz com que este, se torne reducionista, portanto, pouco eficiente. Analisado a partir de indicadores variados e levando em consideração algumas das diferentes dimensões da pobreza, o estudo torna-se mais operacional, pois possibilita o entendimento da sua evolução. Ações realizadas a partir de diversos critérios e indicadores permitem, então, direcionar uma ideia dos esforços a serem feitos (redistribuição de salários, medidas fiscais...) e, ao mesmo tempo, da origem desses esforços (programas nacionais ou dirigidos) para diminuí-la.

A construção de indicadores de pobreza não é menos complexa. Sua elaboração é realizada em diversas etapas, sendo que em cada uma delas se assumem hipóteses propostas. Em síntese, o pesquisador deve tomar como base o espaço de análise, a unidade relevante (indivíduos ou famílias), a estimação da linha de pobreza, a forma de agregação dos dados e se serão operacionalizadas comparações temporais ou regionais (SOUZA, 2004).

Como nenhum indicador, por mais representativo que seja, é suficiente para expressar em sua totalidade os fatos ou as realidades, para Siedenberg (2003), também é necessário promover relações e combinações de um maior número de indicadores para reduzir o erro de interpretações e conclusões irreais sobre um determinado fenômeno social. Devendo ter uma abordagem agregada, principalmente quando o foco for sintetizar e comparar dados. Levando-se em consideração a qualidade e os parâmetros dos indicadores.

Para pesquisas acadêmicas, o uso de indicadores sociais, representa uma ligação entre os modelos explicativos da Teoria Social e a evidência empírica dos fenômenos sociais analisados. Em uma visão planejada, o indicador social funciona como um instrumento operacional para o monitoramento da realidade, para finalidade de formulação e reformulação de políticas públicas. Taxas de Mortalidade Infantil, de Analfabetismo, de Rendimento Médio do Trabalho, Desemprego, Proporção para Crianças Matriculadas em Escolas, Índice de Gini, são nesta perspectiva, indicadores sociais, ao explicar de maneira tangível e operacional dimensões específicas, relevantes, e dinâmicas da realidade social (JANUZZI, 2001).

Bauer e Souza (2015) também entendem como complexo o processo de definição de indicadores, tanto pela condensação da noção de qualidade tomada como referência para avaliação, quanto pelas dificuldades de operacionalização, em específico, quando se trata de investigar objetos com diferenciados aspectos, geralmente pertinentes a pesquisa social.

Para Ferreira e Tenório (2010), embora haja a função principal de distinguir, registrar e comparar de maneira sistemática os fenômenos e os processos sociais em suas particularidades, os indicadores socioeconômicos não podem deixar de serem compreendidos como instrumentos de categorização que objetivam favorecer a construção de representações cognitivas sobre o real, ou seja, subsidiar o processo de desenvolvimento de conceitos e relações entre os próprios conceitos criados.

A base para construção dos indicadores sociais é encontrada nas estatísticas públicas (dados censitários, estimativas amostrais e registros administrativos), sendo que, o que diferencia a estatística pública do indicador social é o conteúdo informacional existente, ou seja, é o “valor contextual” da informação disponível neste último (JANUZZI, 2012), conforme apresentado na figura 3.

Figura 3 - Processo de Formação do Indicador Social



Fonte: Adaptado de Jannuzzi (2012). Elaboração: MACIEL, S. A. (2019).

Em diversas pesquisas, como as realizadas por: Amaral (2018); Anunciato e Franco (2017); Costa e Scheffer (2017); Gouvêa, Farina e Varela (2007); Jannuzzi (2012); Milléo (2005); Ottoni (2006); Pinto, Rocha e Pirani (2018); e também pelo próprio Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), constata-se que as principais estatísticas e indicadores

socioeconômicos utilizados são: Esperança de Vida ao Nascer, Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), Índice de Gini, População Economicamente Ativa (PEA), Renda ou PIB per capita, Taxa de Analfabetismo, Taxa de Cobertura aos Serviços Urbanos (água e esgoto tratado), Taxa de Crescimento Demográfico, Taxa de Fecundidade, Taxa de Mortalidade Infantil, Taxa de Natalidade, dentre outros.

Em síntese, no Brasil as estatísticas sociais, econômicas e demográficas utilizadas para construção de indicadores são produzidas e compiladas por diferentes agências distribuídas ao longo do território, dentre as quais pode-se destacar: delegacias estaduais e agências municipais, ministérios e secretarias federais, estaduais e municipais, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA), o Departamento de Informática do SUS (DATASUS), o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), dentre outros (JANNUZZI, 2001).

### **3.3 Disponibilidade hídrica e pobreza**

Uma vez que a disponibilidade de água se apresenta de maneira desigual no espaço, antes de serem tecidos questionamentos quanto à existência de quadros de pobreza em unidades territoriais de bacias em razão da escassez física ou do mau gerenciamento deste recurso, ainda é necessário distinguir os distintos conceitos associados à sua variabilidade.

A disponibilidade hídrica pode ser definida como o total da vazão de reposta de uma bacia hidrográfica, à medida que parte é utilizada pela sociedade para seu desenvolvimento e outra parcela é mantida na bacia visando à conservação da integridade de seu sistema ambiental, bem como para atender os usos que não necessitam extrair ou derivar de curso natural, como por exemplo, a navegação e a recreação (CRUZ, 2001).

Do mesmo ponto de vista, Cruz e Tucci (2008) entendem a disponibilidade hídrica como a parcela da vazão que pode ser utilizada pela sociedade para o seu desenvolvimento, sem prejudicar o meio ambiente aquático. O que ficar destinado à vazão resultante no rio após o uso da água é nomeado como vazão remanescente.

Os usos múltiplos dos recursos hídricos estão associados às respectivas demandas para diversos fins: abastecimento público, dessedentação animal, comercial, irrigação, mineração, navegação, produção de energia hidrelétrica, turismo, dentre outros. Estes, por sua vez, podem ser classificados em consuntivos e não consuntivos. As demandas para os usos não consuntivos são caracterizadas como aquelas que não resultaram em retiradas de vazões ou volumes de água do corpo hídrico, mas, excepcionalmente, irão alterar as suas características naturais. Já os usos consuntivos da água são representados por aqueles que subtraem uma parcela da disponibilidade hídrica em determinando ponto de captação (ANA, 2013).

Portanto, a disponibilidade hídrica apresenta condicionantes de variabilidade no tempo e no espaço e não se limita somente ao uso consuntivo, mas também às alterações que pode provocar no hidrograma do rio em relação às condições pré-existentes. Tais condicionantes possuem restrições quantitativas e qualitativas desenvolvidas para atender os diferentes usos ao longo do tempo e do espaço e manter a integridade ambiental do sistema envolvido (CRUZ; TUCCI, 2008).

Todavia, é preciso ressaltar que a avaliação do problema de falta de água em uma determinada região não pode se restringir apenas ao simples balanço de oferta e demanda. Deve envolver também os inter-relacionamentos entre os seus recursos hídricos com as demais peculiaridades geoambientais e socioculturais, tendo em vista atingir e garantir a qualidade de vida da sociedade, a qualidade do desenvolvimento socioeconômico e a conservação das suas reservas de capital ecológico (REBOUÇAS, 1997).

Ribeiro (2008) afirma que existem inúmeras maneiras de mensurar a disponibilidade hídrica de uma unidade geográfica. Sendo que, em avaliações internacionais de oferta de água, os termos mais utilizados são o de escassez hídrica e estresse hídrico.

A escassez hídrica pode ser classificada como física ou econômica. Em situações em que a quantidade de água disponível não é suficiente para prover as necessidades da população, ocorre a escassez física da água. Já, se um território não tem recursos financeiros que consigam garantir em quantidade e qualidade a oferta de água de maneira satisfatória aos usuários, embora ela ocorra, a escassez é econômica (RIBEIRO, 2008).

O estresse hídrico pode ser definido como o resultado da relação entre o total anual de água utilizado e a diferença entre a quantidade de pluviosidade e a evaporação que ocorrem em uma unidade territorial. Ainda existem, estudos que consideram a interação entre o estoque hídrico, compreendido como o total de água que ocorre em uma determinada região, incluindo as águas superficiais e subterrâneas e o volume total empregado por ano. (RIBEIRO, 2008).

Sobre outro enfoque de análise, Cunha et al. (2009) mensura a disponibilidade de água a partir dos termos: seca e escassez da água. A seca, em síntese, representa um fenômeno natural, causado pela ausência de precipitação em uma determinada região, geralmente em áreas extensas, e num determinado período de tempo, com longa duração, causando a diminuição da disponibilidade média de água. No estudo das secas, deve-se levar também em consideração, o período de tempo de fenômeno, a extensão da área afetada, a temperatura, o escoamento superficial, o volume armazenado em barragens, a umidade, a resistência dos solos, a radiação solar incidente, a quantidade de água subterrânea e o nível freático, o estado da vegetação atual, dentre outros. Associando estes fatores à um contexto de problema social e econômico, devido as respostas negativas que todo este processo causa as atividades humanas.

A escassez da água está relacionada, além do físico, essencialmente, ao social e ao político. Trata-se do consumo que ultrapassa a disponibilidade física hidrológica e ocorre devido a uma deficiente gestão dos recursos disponíveis. Portanto, a atual proteção e gerenciamento dos recursos hídricos que se demonstram ineficientes, representam um grave problema ambiental, colocando em risco a quantidade e a qualidade das águas (CUNHA et al., 2009).

Para Araújo (2012), a avaliação da disponibilidade hídrica de uma bacia hidrográfica faz-se inicialmente pela identificação dos seus principais reservatórios. Estes podem ser de dois tipos: naturais (rios, aquíferos e solos) ou artificiais (açudes, por exemplo). A partir de então, pode-se estabelecer o balanço hídrico multianual e analisar, então, sua capacidade suporte. Esta última, refere-se ao potencial de água que se pode explorar de um reservatório sem que o mesmo se degrade ao decorrer do tempo, quantitativa e qualitativamente. Sendo assim, para que haja sustentabilidade a disponibilidade hídrica potencial deve corresponder à capacidade de suporte da bacia.

Segundo Rodrigues e Villela (2015) durante a análise da disponibilidade de água é preciso observar, tanto as variáveis naturais das áreas das bacias hidrográficas geradoras de águas brutas, como a climática, considerando a entrada de água e o estado de preservação das superfícies receptoras, quanto as variáveis referentes a gestão, a exemplo da capacidade da infraestrutura para o uso dessa água de entrada. Somada a uma avaliação dos padrões de consumo, são esses os principais pontos que melhor auxiliam a avaliação de disponibilidade e escassez, e, por através deles, as consequências dos atores envolvidos.

Em relação a disponibilidade hídrica e sua relação com a pobreza dos lugares, Cirilo (2015) constata que a falta de água representa um limitador ao desenvolvimento. Este fato, abre margem para hipótese de que este recurso pode vir a ser motivo de sérios confrontos futuros. Neste quadro, as tensões são mais sentidas nos países pobres e emergentes, onde os recursos

hídricos são mais poluídos e desperdiçados. Nas disputas pelo acesso à água, os mais pobres sempre serão identificados como os mais vulneráveis.

De acordo com o Relatório de Desenvolvimento Humano, publicado em 2006, a crise da água e do saneamento é, principalmente, uma crise dos pobres. Em média, a cada três pessoas, duas sem acesso a água potável sobrevivem com menos de 2 dólares por dia, com uma em cada três a sobreviver com menos de 1 dólar por dia (PNUD, 2006).

Embora nenhuma região do planeta esteja livre das mudanças do clima, as suas consequências terão maior influência em países em desenvolvimento devido à sua exposição geográfica, falta de recursos para enfrentar emergências, baixa renda da população e a maior dependência econômica de atividades propícias aos impactos das mudanças, como a agricultura e a pecuária (ANA, 2016).

No semiárido brasileiro, por exemplo, assim como em diversas áreas pobres do planeta, milhares de pessoas não dispõem do acesso à água potável, fato que não necessariamente pode ser creditado somente a escassez física da água, mas também aos críticos problemas de gestão, como o elevado índice de perda em meio aos sistemas de distribuição (REYMÃO; SABER, 2009).

Em regiões onde a escassez de água é mais severa, a disponibilidade deste recurso não é suficiente para produção de alimentos, conseqüentemente, não é suficiente para aliviar a fome e a pobreza dos lugares, onde muitas vezes o crescimento da população é maior do que a capacidade para o uso sustentável dos recursos naturais. A falta de água não possibilita o desenvolvimento industrial, urbano e turístico. Os corpos d'água possuem capacidade limitada para responder ao aumento da demanda e para receber as cargas de poluentes oriundos de usos urbanos, industriais e agrícolas. Os problemas de saúde acabam por ser associados também à escassez hídrica, não somente pela deterioração das águas superficiais e subterrâneas que

favorece a veiculação de doenças pela água, mas também por causa da ineficiente distribuição de água e sistema de esgoto. Por último, a pobreza relacionada a escassez, ainda promove fluxos migratórios, desde a escala local a global, em busca de melhores condições de vida (PEREIRA; CORDERY; LACOVIDES, 2002).

Para os pobres, a escassez da água não é apenas sobre as secas ou rios que estão secando. Acima de tudo, trata-se de garantir o acesso justo e seguro de que necessitam para sustentar suas próprias vidas e proteger seus respectivos meios de subsistência. Para os pobres, a escassez está relacionada ao funcionamento das instituições, com base em transparência e equidade nas decisões que vierem afetar as populações mais carentes. Tratam-se, essencialmente, de escolhas sobre o desenvolvimento de infraestrutura e a forma como são geridos (FAO, 2007).

A escassez surge quando a demanda hídrica cresce além da oferta disponível, se o abastecimento é limitado devido ao planejamento desordenado e a infraestrutura hidráulica inadequada ou pela disponibilidade física da própria água. Ela cresce em maior proporção, quando a competição por água aumenta e pessoas ou grupos são conduzidos a captar recursos cada vez mais escassos (FAO, 2008).

Em síntese, é preciso garantir que as estratégias para aumentar a produtividade da água se estendam, principalmente, à parcela da população carenciada. A maneira como o governo dos países abordarem o desafio do equilíbrio entre os objetivos de equidade e eficiência no gerenciamento das águas terá importantes transformações no desenvolvimento humano. Posicionar os interesses das pessoas carenciadas no centro das políticas de gestão integrada dos recursos hídricos é um princípio organizador (PNUD, 2006).

### 3.4 Gestão Integrada das águas

Diante dos questionamentos realizados nas últimas décadas sobre a crise da água e dos possíveis prejuízos gerados pela sua escassez a diversos setores usuários, a governança dos recursos hídricos passou a ser uma das principais pautas de discussão entre diversos órgãos e entidades mundiais como estratégia primordial de solução desta problemática.

Wolkmer e Pimmel (2013) reafirmam esta questão ao comentarem que as reflexões em torno da governança da água apresentam diversos elementos, não havendo na doutrina um único ponto de vista diante de seu alcance e comprometimento ético-político. A governança pode estar baseada pela responsabilidade financeira administrativa, ou ainda, envolver em suas metas o fortalecimento da democracia, a concretização dos direitos humanos e procedimentos que inserem a participação de diversos autores. Desta maneira, a ideia de governança é dúbia, podendo tanto estar direcionada à participação da cidadania e à sustentabilidade dos recursos hídricos, quanto ao predomínio de decisões técnicas relacionadas à gestão de infraestruturas voltadas ao suprimento das demandas.

Segundo Berg (2016), a governança regulatória faz referência apenas às organizações, às coordenações, às ferramentas, às disciplinas e às práticas que influenciam a própria qualidade dos marcos regulatórios. Já a governança da água é mais ampla, pois envolve todas as ferramentas das políticas de água, mas também, todos os subsetores de gestão da água (agricultura, serviço, segurança, saúde e regulamentação ambiental).

Para ser eficiente, a governança deve ser transparente, aberta, responsável, baseada em incentivos, participativa, comunicativa, sustentável, equitativa e coerente, eficiente integrada e ética. O grau de governança de gestão da água dentro de uma sociedade pode ser determinado pelos seguintes fatores (SOLANES; JOURAVLEV, 2006):

- . O grau de consenso implícito ou explícito em relação à natureza das ligações entre a sociedade e a água.
- . A existência de consenso sobre as bases das políticas públicas que expressam esses vínculos.
- . A disponibilidade de sistemas de gestão que permitam a implementação eficaz de políticas dentro de uma estrutura de desenvolvimento sustentável (SOLANES; JOURAVLEV, 2006, p.11).

Rogers (2002) define alguns princípios que devem existir na governança das águas, tais como: as instituições devem trabalhar de forma aberta, tendo um diálogo direto entre o governo e os outros setores envolvidos; as decisões políticas devem ser transparentes e acessíveis; ampla participação das esferas governamentais na tomada de decisões; maior responsabilidade e transparência nos processos executivos e legislativos; políticas mais eficazes e oportunas e também de fácil compreensão; comunicação direta entre os múltiplos usuários; priorizar a gestão integrada; desenvolver uma gestão baseada na sustentabilidade e apresentar princípios éticos para uso, acesso e propriedade da água.

A gestão das águas pode ser vista ainda como uma atividade analítica e criativa voltada à formulação de princípios e diretrizes, para o desenvolvimento de documentos orientadores e normativos, organização de sistemas gerenciais e tomada de decisões que têm como foco final a promoção de inventário, uso, controle e proteção dos recursos hídricos. Sendo que, a gestão pode envolver: políticas das águas, o plano de uso, o controle e a proteção das águas e o próprio gerenciamento das águas (SETTI et al., 2001).

Por outro lado, é preciso lembrar que a gestão da água em grande parte do século XX foi realizada de forma centralizada e setorial. A principal preocupação estava centrada ao abastecimento público, a qualidade da água para o suprimento à população humana e a pesca e a navegação. Cada uso da água era direcionado a uma determinada administração que geralmente era coordenada por um ministério ou secretária nacional (TUNDISI, 2013).

O autor ainda comenta que a gestão da água se voltava também para solução de problemas ocasionados por contaminação ou desastres. Outro aspecto relevante nesse gerenciamento é que o enfoque e o objeto principal eram no corpo de água-rio, lago ou represa, sendo que esta era fonte principal de abastecimento ou uso. Todavia, nas últimas duas décadas do século XX, novas iniciativas na legislação e na organização institucional começaram a ser desenvolvidas, tornando a gestão das águas mais eficaz, abrangente e sistêmica, proporcionando ações que objetivavam modernizar o processo.

Desta maneira, a gestão e conservação dos recursos hídricos se torna uma decisão política, potencializada principalmente pela escassez das águas, que impõe limites ao desenvolvimento econômico e social e é susceptível as pressões de seus diversos setores usuários. As políticas públicas na área hídrica devem ter como meta a antecipação dos riscos de contaminação e superexploração e a proteção da coletividade, enfatizando que este processo exige escolhas que vão desde administrar conflitos e posições contrárias de setores economicamente ativos e influentes no meio político até decisões simples acerca de conceitos relacionados ao tema (TRINDADE; SCHEIBE, 2014).

Ao longo de várias décadas o conceito de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (GIRH) foi construído pelas situações práticas vivenciadas pelos setores envolvidos. As primeiras discussões ocorreram na Conferência Mundial da Água, em Mar del Plata, 1977. Tendo seu maior centro de debate na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, realizada em julho de 1992, no Rio de Janeiro (UNESCO, 2009).

Ressaltasse que a preparação desta conferência realizada no Rio de Janeiro, teve como base os princípios anteriormente discutidos na Conferência Internacional sobre a Água e meio Ambiente, ocorrida também em 1992, em Dublin. Os princípios foram acordados por 500 especialistas designados pelo governo de 100 países. Dentre os principais pontos abordados pode-se destacar: a água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para sustentar a vida,

o desenvolvimento e o meio ambiente; o desenvolvimento e gestão da água devem ser baseados em uma abordagem participativa envolvendo diversos usuários, planejadores e formuladores de políticas em todos os níveis; a água apresenta um valor econômico para cada uso e deve ser reconhecida como um bem econômico; as mulheres possuem um papel central no fornecimento, gestão e proteção da água, dentre outros. Tais orientações serviram como base norteadora para uma parte da Agenda 21 e auxílio na gestão dos recursos hídricos, desenvolvida nos últimos 17 anos (UNESCO, 2009).

Portanto, a gestão integrada dos recursos hídricos tem sido entendida como um processo que beneficia o desenvolvimento e a gestão coordenada da água, solo e demais recursos relacionados, e objetiva maximizar de maneira equitativa o bem-estar econômico e social, sem, contudo, prejudicar a sustentabilidade dos ecossistemas vitais (CUNHA, 2002).

Cunha (2002), ainda comenta que a gestão integrada, oposta à gestão tradicional, deve valorizar as interações entre o sistema natural (condicionante da disponibilidade de água em termos quantitativos e qualitativos) e o sistema humano (condicionante do uso da água, da produção de águas residuais e da poluição e, também, da definição do que é essencial ao desenvolvimento).

Lanna e Cánepa (1994) já apresentavam em seus estudos o modelo sistêmico de integração participativa como o mais moderno de gerenciamento de bacias hidrográficas. Ele se caracteriza pela criação de uma estrutura sistêmica, na forma de uma matriz institucional de gerenciamento, responsável pela execução de funções de gerenciamento específicas e pela adoção de três instrumentos (quadro 5):

Quadro 5 - Instrumentos do modelo sistêmico de integração participativa

INSTRUMENTO	FUNÇÕES
1	<b>Planejamento estratégico por bacia hidrográfica</b> – baseado no estudo de cenários alternativos futuros, estabelece metas alternativas específicas de desenvolvimento integrado do uso múltiplo e de proteção do meio ambiente no âmbito de uma bacia hidrográfica. Vinculado a essas metas, são definidos prazos de concretização, meios financeiros e os instrumentos legais requeridos.
2	<b>Tomada de decisão através de deliberações multilaterais e descentralizadas</b> – baseada na constituição de um colegiado no qual participem representantes de instituições públicas, de instituições privadas, usuários, comunidades e de classes políticas e empresariais atuantes na bacia. Esse colegiado tem a si assegurada a proposição, a análise e a aprovação dos planos e programas de investimentos vinculados ao desenvolvimento e a proteção ambiental da bacia, permitindo o cotejo dos benefícios e custos correspondentes às diferentes alternativas.
3	<b>Estabelecimento de instrumentos legais e financeiros necessários à implementação de planos e programas de investimentos</b> – tendo por base o planejamento estratégico e as decisões, serão estabelecidos os instrumentos legais pertinentes e as formas de captação de recursos financeiros necessários para implementação das decisões.

Fonte: Lanna e Cánepa (1994). Elaboração: MACIEL, S. A. (2019).

Em outras palavras, a gestão integrada dos recursos hídricos tem como premissa assegurar sua conservação, preservação, recuperação e uso em condições satisfatórias para os seus múltiplos usuários e de forma compatível com a eficiência e o desenvolvimento equilibrado e sustentável da região ao qual for inserido (YASSUDA, 1993).

Neste processo, a integração participativa dos usuários e da sociedade regional faz com que o órgão público gestor assuma uma posição essencialmente de “coordenador executivo”. Desta maneira, além de ter prestígio e alta capacidade tecnológica, ele deve apresentar neutralidade em relação aos múltiplos interesses setoriais homólogos ou conflitantes dos usuários e da sociedade da região (YASSUDA, 1993).

Segundo Tundisi (2003) os elementos fundamentais para o gerenciamento integrado, em nível de bacia hidrográfica, preditivo e adaptativo são:

- . Descentralização da gestão em nível de bacia hidrográfica;
- . Promoção e implantação de instrumentos legais e de ação através da organização institucional em nível de bacia hidrográfica;
- . Proteção do hidrociclo e dos mananciais;
- . Purificação e tratamento de águas (efluentes industriais e esgoto domésticos);
- . Conservação da biodiversidade e dos habitats na bacia hidrográfica;
- . Gerenciamento conjunto da quantidade e da qualidade da água;
- . Proteção do solo, prevenção da contaminação e eutrofização;
- . Gerenciar conflitos e otimizar usos múltiplos adequando-os à economia regional;
- . Monitoramento sistemático e permanente da qualidade e quantidade da água;
- . Promoção de avanços tecnológicos na gestão integrada; monitoramento em tempo real, indicadores biológicos de contaminação;
- . Ampliar a capacidade preditiva do gerenciamento por bacia hidrográfica e dar condições para promoção de orientações estratégicas para prospecção e a procura de alternativas; (TUNDISI, 2003, p.32).

Por fim, a descentralização da política de recursos hídricos ainda foi vista por Pereira e Johnsson (2005) como a institucionalização em nível local de condições técnicas, institucionais, financeiras e organizacionais para instauração das tarefas de gestão, conforme atribuições conferidas na lei de recursos hídricos, garantindo uma determinada continuidade no fluxo de ofertas de bens e serviços.

### **3.4.1 Gestão dos recursos hídricos no Brasil**

Dentre o marco regulador inicial da gestão dos recursos hídricos no Brasil, pode-se citar o ano de 1934 com a criação do decreto nº 24.643, que instituiu o Código das Águas. Seus artigos constituintes tratam este recurso a partir da dimensão de águas públicas, comuns, particulares, pluviais, nocivas e dos seus proprietários, do seu aproveitamento e respectivos usos, das autorizações e das concessões.

Buriti e Barbosa (2014) apresentam o contexto histórico brasileiro que culminou na implementação do Código das Águas. Eles relatam que a partir do final do século XIX e início do século XX, o Brasil passou a enfrentar uma crise financeira centrada na troca de um modelo econômico essencialmente agrário para o industrial. No começo da década de 1930, a economia

nacional deixava a secular predominância pela cultura agroexportadora, ao passo que, em contraste, de maneira simultânea, direcionava-se para construção do parque industrial do país, dando sinais para um período de mudanças irreversíveis em termos de urbanização e modernização naquela região. A nova reordenação econômica estruturada no país, caracterizada pelo processo urbano-industrial no sudeste estabelecia novas demandas e necessidades que precisavam ser cumpridas para consolidar o novo projeto de nação industrial emergente no Brasil.

Tal cenário territorial exigia maior utilização de energia elétrica para a geração de riquezas e a promoção do divulgado desenvolvimento para o país. Neste quadro socioeconômico foi aprovado o Código das Águas Brasileiro que mesmo voltado para produção de energia elétrica, iniciou um trabalho de transformação de conceitos relativos ao uso e à propriedade da água (BURITI; BARBOSA, 2014).

Todavia, para Jacobi (2006) mesmo que o Código das Águas já considerasse este recurso como um bem público, o que historicamente tem-se constatado no Brasil é a utilização das águas prioritariamente para finalidades econômicas, havendo sempre uma apropriação privada. Esta utilização tem proporcionado prejuízos ao poder público, devido que a tal uso resulta diminuição da quantidade e ocasiona a poluição dos corpos d'água e a responsabilidade de limpeza e manutenção para consumo da população era por parte do estado.

Além da preocupação com uso da água em termos de quantidade percebido nas menções à preservação de nascentes, ao aproveitamento das águas subterrâneas e ao reaproveitamento das águas pluviais, o Código também levou em consideração a qualidade dos corpos hídricos tornando, por exemplo, o ato ilícito de quem contamina as águas que não consome, gerando assim, prejuízos a terceiros.

Dentre as dificuldades existentes para o período de implementação do Código pode-se citar às necessidades de intervenção estatal na regulação e uso das águas para o setor de geração de energia hidrelétrica, que teve como demanda a construção de grandes obras e o investimento em infraestrutura a partir dos meados do século passado. Desta maneira, o grande mandatário da regulação hídrica desde a década de 1920 até os anos de 1980 foram as hidrelétricas, à princípio de iniciativa do setor privado e um tempo depois sob orientação do Estado (JÚNIOR, 2004).

Após meio século do Código das Águas, a Constituição de 1988 previu em seu texto a criação de um sistema específico para a gerenciamento dos recursos hídricos e a definição de critérios de outorga de direitos de seu uso. A Constituição da República Federativa do Brasil também definiu dois tipos de domínios das águas: os federais e os estaduais. São classificados como bens da União (águas federais) os lagos, os rios e quaisquer tipos de correntes em terrenos de seu domínio ou que percorram mais de um Estado da federação, sejam base de limite com outros países, ou se estendam a território fora do país ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais. São bens dos Estados as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes ou em depósitos situadas em seu território. Portanto, a responsabilidade pela gestão depende do tipo de domínio da água (TUCCI, HESPANHOL; NETTO, 2001).

Quase 10 anos depois, os princípios estabelecidos na Constituição de 1988, fundamentaram a Política Nacional de Recursos Hídricos, promulgada pela Lei nº 9.433, em 8 de janeiro de 1997, também conhecida como a Lei das Águas. A lei criada, não só instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), como criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), conforme orientado em 1988. A legislação desenvolvida está centrada em quatro eixos principais: Da Política Nacional de Recursos Hídricos, Do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, Das Infrações e Penalidades e Das Disposições Gerais e Transitórias.

Para Jacobi (2008) a edição da Lei das Águas fez com que o Brasil mudasse de uma gestão fragmentada, para uma legislação integrada e descentralizada. Além de mudar quantitativamente, trocando práticas tecnocráticas e autoritárias no processo de gestão, devolve o gerenciamento para instituições descentralizadas de bacias, o que necessita de negociação entre os diversos agentes públicos, usuários e sociedade civil organizada.

Machado (2003) em seus estudos, também, faz algumas considerações em relação as inovações conceituais da Lei das Águas. Em primeiro lugar, o autor cita o entendimento das águas como um recurso natural que, embora seja renovável, é limitado, podendo passar por formas de esgotamento. Em segundo, a bacia hidrográfica ser utilizada como unidade territorial de gestão, pois esta escala de análise consegue integrar as relações causa-efeito que ocorrem na rede de drenagem fluvial. Em terceiro, considerar os recursos hídricos como um bem público, tendo como premissa os interesses coletivos de toda à população. Em quarto, a inclusão dos conflitos no processo de gestão, devido aos interesses sociais diversos dos setores usuários. O quinto e último, ao conjunto normativo-administrativo que traz como ponderação o uso múltiplo das águas.

Dentre os fundamentos apresentados na PNRH destacam-se os seguintes: a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; a água é um bem de domínio público; em possíveis situações de escassez, o uso prioritários dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da PNRH e atuação do SINGREH; e por fim, a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e da comunidade.

Conforme previsto na Lei das Águas, o SINGREH é composto pelas respectivas instituições: o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), a Agência Nacional de Águas (ANA), os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal, os Comitês de Bacias

Hidrográficas (CBHs), os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão dos recursos hídricos e as Agências de Água. Ambos foram promulgados pela Lei nº 9.984, de julho de 2000 que dispõe também sobre a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), entidade federal de implementação da PNRH, de coordenação do SINGREH e responsável pela instituição de normas de referência nacionais pela regulação da prestação dos serviços públicos de saneamento básico.

A PNRH prevê em suas normativas seis instrumentos responsáveis por permitir a gestão integrada das águas, sendo eles: os planos de recursos hídricos, o enquadramento dos corpos de água em classes segundo os usos preponderantes, a outorga dos direitos de uso, a cobrança pelo uso de recursos hídricos, a compensação a municípios e o sistema de informações. Em consonância a esta abordagem, Júnior (2004) enfatiza a importância de praticamente três principais instrumentos de gestão para o SINGREH: o sistema de informações em recursos hídricos, os planos de bacias e o enquadramento das águas, todavia, caracteriza todos.

- . *Sistema de informações* – compreendendo desde a geração de dados hidrológicos, sociais, econômicos e ambientais sistemáticos, até sua implementação em um sistema de acesso público que contemple as diversas necessidades de informação para a gestão das águas; inclui a gestão do cadastro de usuários dos recursos hídricos;
- . Enquadramento das águas – expresso em geral como “reenquadramento”, uma vez que existe um ordenamento realizado para os principais rios da União na década de 1970. Dessa forma, tal enquadramento encontra-se completamente desatualizado, necessitando de revisão. Trata-se da associação de classes de uso (estabelecidas pela legislação ambiental) aos corpos d’água, de acordo com os usos determinados nos comitês de bacia;
- . Plano de recursos hídricos – trata-se de adaptação moderna para o planejamento administrativo utilizado no passado. Consiste em um plano estratégico que resume objetivos, metas e métodos para diversos indicadores de situação da bacia, estabelecidos com base em estudos técnicos e possibilidades políticas, tendo por base as negociações nos comitês;
- . Outorga – autorização de usos dos recursos hídricos. Pressupõe a formação de um cadastro de usuários, bem com a decisão com base em informações técnicas relevantes;
- . Cobrança pelo uso da água – fecha o ciclo, alimentando o sistema com recursos para o seu funcionamento; (JÚNIOR, 2004, p.91-92).

A resolução elaborada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), nº 145, de dezembro de 2012, estabelece as diretrizes para elaboração dos Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providências. Segundo esta, os planos são instrumentos de gestão de recursos hídricos de longo prazo, previstos na Lei das Águas, com horizonte de planejamento compatível com o período de implementação de seus programas e projetos, que tem por objetivo fundamentar e orientar a implementação de Políticas Nacional, Estaduais e Distrital de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos no âmbito das respectivas bacias hidrográficas.

Na escala de bacia hidrográfica, os planos de recursos hídricos ficam pela competência das Agências de Águas ou Agências de Bacia, todavia, na ausência destas, os planos podem ser elaborados pelas unidades gestoras. No caso de bacias de rios de domínio estadual, são os órgãos gestores estaduais os responsáveis pela elaboração, sob supervisão e aprovação dos respectivos comitês, caso venham a existir. No caso de bacias de domínios interestaduais, o que se recomenda é que seja feito de modo integrado, independente do domínio das águas do rio, sendo necessário o envolvimento dos órgãos gestores estaduais e da Agência Nacional de Águas (ANA), também sob a supervisão dos comitês estaduais e interestaduais (PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS E ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA – ANA, 2011).

O enquadramento das águas foi orientado segundo as resoluções CONAMA, nº 357 de 2005 e nº 396 de 2008. Sendo que, a primeira dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e os padrões adequados para o lançamento de efluentes. A segunda, também normativa a classificação e dá diretrizes para o enquadramento das águas, todavia, em relação às águas subterrâneas.

Ainda sobre reflexões acerca da Lei das Águas, para Tundisi (2013) esta traz novas propostas na descentralização e na utilização de instrumentos econômicos para a gestão e prioriza a participação pública no processo de gerenciamento. Portanto, esta lei se refere a uma gestão

descentralizada, enfatizando as bacias hidrográficas e remetendo o abastecimento público e o saneamento básico sob à responsabilidade dos municípios. É preciso, portanto, um sistema de integração da gestão entre União, estados e municípios, sendo esta uma das articulações mais relevantes durante a gestão.

Portanto, esta nova reorganização do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil substitui práticas que eram extremamente arraigadas de planejamento tecnocrático e autoritário. Devolve-se o poder de gestão para as respectivas instituições descentralizadas de bacia, e isto implica em promover processos de negociação entre os inúmeros agentes públicos, usuários e sociedade civil organizada (JACOBI; BARBI, 2007).

O planejamento e gerenciamento das águas ocorre também por parte dos órgãos consultivos e deliberativos que são estabelecidos como Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs). O sistema tem como base o tripé: a descentralização, a participação e a integração. A ênfase é referente aos aspectos quantitativos e qualitativos das águas por meio de ações que promovam os usos múltiplos dos recursos hídricos (JACOBI; BARBI, 2007).

Os Comitês de Bacias hidrográficas são compostos por representantes da União, dos Estados e do Distrito Federal cujos territórios se situem, ainda que parcialmente em suas respectivas áreas de atuação, dos municípios situados, no todo ou em parte, em sua área de atuação, dos usuários das águas de sua área de atuação e das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia (Lei nº9.433/97, artigo 39).

Estas entidades civis desempenham um papel estratégico na política nacional de recursos hídricos. Elas sintetizam os princípios da lei: são os órgãos que materializam a descentralização da gestão, contam com a participação dos três setores da sociedade e colocam a bacia hidrográfica como unidade de gestão. Desta maneira, o sucesso de seu funcionamento em certa medida significa o êxito da própria política das águas. Seu processo de legitimação tem sido conferido não apenas pela lei em si e pelas políticas nacional e estaduais, mas por políticas concomitantes

que têm sido implementadas tanto no âmbito nacional como no estadual e, em alguns casos, até no nível municipal (CARDOSO, 2003).

Todavia, os comitês apresentam uma gama de fragilidades para sua formação, ou seja, de todos os atores que os compõem. O ritmo ditado pelas gestões políticas é totalmente diferente do andamento das organizações da sociedade civil, em particular daquelas representativas de grandes grupos como sindicatos e associações, que frequentemente se queixam de falta de tempo e das condições de mobilização de suas bases. Realizar o ajuntamento de um grupo de entidades, com ou sem legitimidade por parte da comunidade, criar um comitê para realizar determinadas ações e contar com um processo participativo são mecanismos relativamente fáceis de serem realizados, mas também, alvo de críticas. Por sua vez, a implementação de uma política, discutida dentro de uma estrutura de governo, não raro, recebe influências de grupos específicos que podem se tornar resistência durante a criação de espaços de participação (SANTIN; GOELLNER, 2013).

A legislação 9.433/97 ainda promove os instrumentos de outorga de direitos de uso dos recursos hídricos e de cobrança do uso dos corpos d'água em classes de uso, assim como a aplicação de um sistema de vigilância sobre os níveis de qualidade da água dos mananciais. Por meio da outorga de direito de uso dos recursos hídricos os respectivos usuários recebem a autorização, ou concessão, ou ainda permissão para fazer a utilização da água. Com tal mecanismo de fiscalização objetiva-se que o usuário utilize os recursos hídricos, mas de forma racionalizada (JACOBI, 2006).

De acordo com esta lei federal a outorga tem o objetivo de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água, sendo que, toda outorga realizada deverá estar condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e terá que respeitar à classe em que o corpo de água estiver enquadrado e a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando for o caso. Já a cobrança

pelo uso de recursos hídricos visa dar visibilidade a água como um bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor, incentivar a racionalização do uso e obter recursos financeiros destinados ao financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

Por fim, Fernandez e Raymundo (2002) reforçam em sua obra que o que se cobra é o uso dos recursos hídricos, e não o fornecimento desses recursos. Além de que, em se tratando de um bem público, o direito de propriedade dos recursos hídricos não pode ser posto à venda. O ato de cobrar pelo uso da água bruta é uma apropriação do conceito de valor econômico universalmente reconhecido em relação a outros bens como, por exemplo, os recursos minerais. A cobrança pelo uso da água é, portanto, um dos instrumentos responsáveis a atribuir consequências positivas na gestão dos recursos hídricos.

### **3.4.2 Gestão dos recursos hídricos na bacia do Jequitinhonha**

Procurando direcionar suas ações à Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) o governo de Minas Gerais estabeleceu a divisão da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha em 3 unidades de planejamento e gestão dos recursos hídricos, denominadas (UPGRHs). O quadro 6 traz a disposição destas unidades:

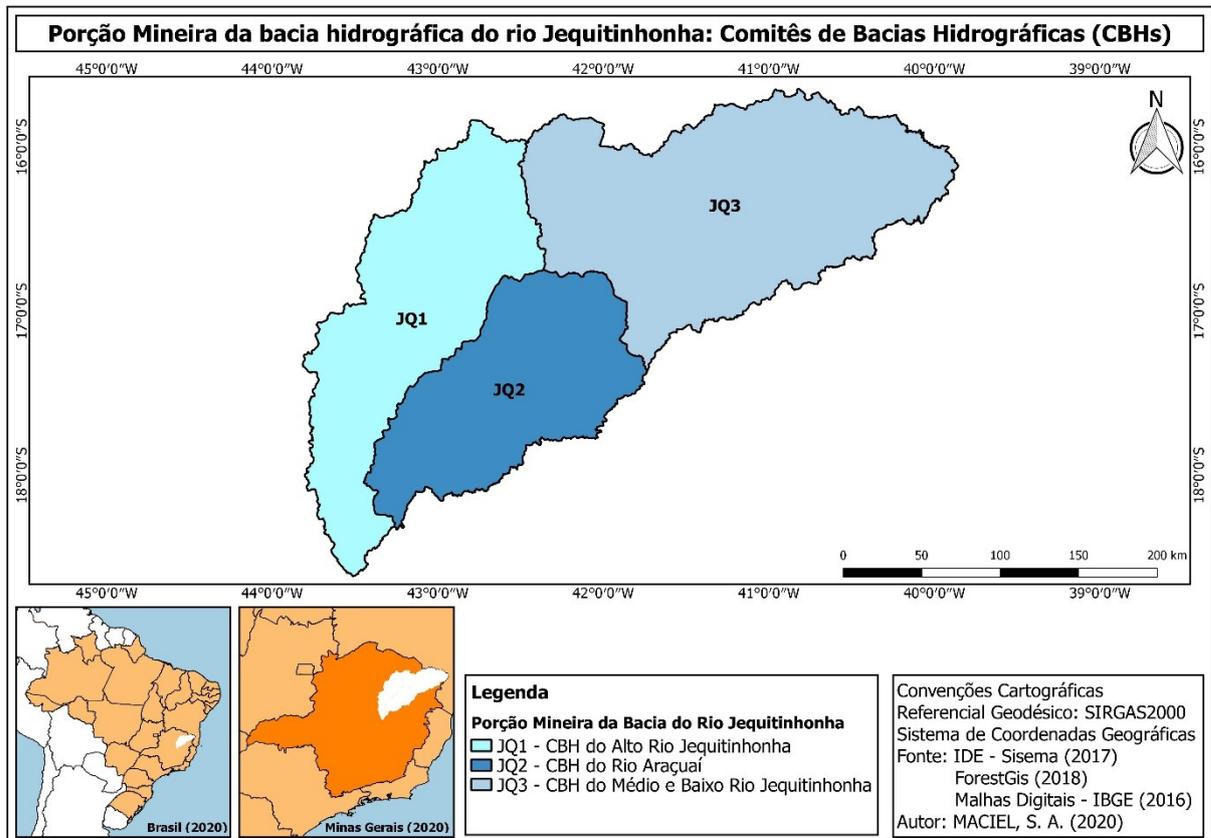
Quadro 6 - Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRHs) da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha

<b>UPGRH</b>	<b>Área de Atuação</b>	<b>Municípios Inseridos</b>
Bacia dos afluentes mineiros do alto rio Jequitinhonha (JQ1)	Abrange uma área de drenagem de 19.803 km <sup>2</sup> .	Abrange 25 municípios no total: Berilo, Bocaiúva, Botumirim, Carbonita, Couto de Magalhães de Minas, Cristália, Datas, Diamantina, Fruta de Leite, Grão Mogol, Guaraciama, Itacambira, José Gonçalves de Minas, Josenópolis, Leme do Prado, Novorizonte, Olhos D'Água, Padre Carvalho, Riacho dos Machados, Rio Pardo de Minas, Rubelita, Serranópolis de Minas, Serro, Turmalina e Virgem da Lapa. Destes, 10 possuem sede municipal no seu interior.
Bacia do rio Araçuaí (JQ2)	Abrange uma área de drenagem de 16.294 km <sup>2</sup> .	Abrange 23 municípios no total: Angelândia, Araçuaí, Aricanduva, Berilo, Capelinha, Carbonita, Chapada do Norte, Felício dos Santos, Francisco Badaró, Itamarandiba, Jenipapo de Minas, José Gonçalves de Minas, Leme do Prado, Minas Novas, Novo Cruzeiro, São Gonçalo do Rio Preto, Senador Modestino Gonçalves, Setubinha, Turmalina, Veredinha e Virgem da Lapa. Destes, 21 possuem sede municipal no seu interior.
Bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha (JQ3)	Abrange uma área de atuação de 27.089 km <sup>2</sup> .	Abrange 34 municípios no total: Almenara, Araçuaí, Bandeira, Cachoeira do Pajeú, Carai, Comercinho, Coronel Murta, Divisópolis, Felisburgo, Fruta de Leite, Itaobim, Itinga, Jacinto, Jequitinhonha, Joáima, Jordânia, Mata Verde, Medina, Monte Formoso, Novo Cruzeiro, Novorizonte, Padre Paraíso, Pedra Azul, Ponto dos Volantes, Rio do Prado, Rubelita, Rubim, Salinas, Salto da Divisa, Santa Cruz de Salinas, Santa Maria do Salto, Santo Antônio do Jacinto, Taiobeiras e Virgem da Lapa. Destes, 29 possuem sede municipal no seu interior.

Elaboração: MACIEL, S. A. (2019).

Em síntese, constata-se que a bacia do alto rio Jequitinhonha vai das nascentes até montante da confluência com o rio Salinas. A bacia do rio Araçuaí abrange um total de 21 sedes municipais. Por último, a bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha vai de montante da confluência com o rio Salinas até a divisa do estado, com exceção da bacia do Araçuaí, mapa 8.

Mapa 8 - Localização das Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRHs) do estado de Minas Gerais (MG) situadas na bacia do Jequitinhonha



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

O decreto de nº 45.183, de 28 de setembro de 2009, deliberado pelo governo de Minas Gerais, institui o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Rio Jequitinhonha (CBH JQ1), integrante do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, tendo como finalidade, a promoção, no âmbito da gestão dos recursos hídricos, a viabilidade técnica e econômico-financeira do programa de investimento e a consolidação das políticas de estruturação urbana e regional, objetivando o desenvolvimento sustentável da bacia.

Dez anos depois, é instituída a deliberação CBH JQ1 nº 002/2019, de 21 de fevereiro de 2019 que normatiza o regimento interno do comitê JQ1. O documento apresenta as diretrizes preliminares, as competências e funções, a composição, a estrutura e competência de seus órgãos e as disposições gerais e transitórias.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Araçuaí (CBH JQ2) foi instituído pelo decreto de nº 40.931, de 16 de fevereiro de 2000, deliberado pelo governo de Minas Gerais. Seu regimento interno foi alterado e estabelecido a partir da deliberação de nº 03, de 09 de maio de 2017, 17 anos depois da instituição do comitê em questão.

Por fim, o decreto de nº 44.955, de 19 de novembro de 2008, também deliberado pelo governo de Minas Gerais, instituiu o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Médio e Baixo Rio Jequitinhonha (CBH JQ3). Depois de onze anos, o CBH JQ altera e estabelece seu regimento interno pela deliberação de nº 01, de 10 de abril de 2019. Demonstrando que para os três comitês instituídos na bacia do Jequitinhonha, suas respectivas normas internas de funcionamento são recentes.

Dentre os instrumentos de gestão dos recursos hídricos previstos na PNRH, o quadro 7, apresenta a disponibilidade de cada um deles para cada CBH estabelecido na bacia:

Quadro 7 - Instrumentos disponíveis nos comitês da porção mineira da bacia do rio Jequitinhonha

<b>INSTRUMENTOS DOS CBHs DO JEQUITINHONHA</b>			
<b>Instrumentos / CBH</b>	<b>JQ1</b>	<b>JQ2</b>	<b>JQ3</b>
Plano de Recursos Hídricos	■	■	■
Enquadramento das Águas	■	■	■
Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	■	■	■
Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos/	■	■	■
Sistema de Informações em Recursos Hídricos	■	■	■
<b>LEGENDA:</b>			
Implementado	■		
Em implementação	■		
Não implementado / Não Possui	■		

Dados: IGAM (2019). Elaboração: MACIEL, S. A. (2019).

De acordo com os planos diretores de cada CBH ao longo da bacia do Jequitinhonha, pela carta Magma, em relação à dominialidade de águas, é de responsabilidade do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) a emissão de outorgas de uso de água nos afluentes do Jequitinhonha que tem domínio do estado de Minas Gerais; e a emissão das outorgas de usos de água compete

à Agência Nacional de Águas (ANA). A única exceção, refere-se ao plano da bacia hidrográfica receptora – a bacia dos afluentes baianos – que não é conhecido para que possam ser obtidas orientações sobre a demanda à jusante.

Embora a bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha, hoje, já apresente os seus respectivos comitês de bacia e planos diretores em funcionamento, para que a gestão integrada se concretize de fato ainda existem alguns percalços a serem superados. Tendo como exemplo, uma maior eficiência nas tomadas de decisões e a existência de um sistema de informações técnicas, que de fato, socialize os dados reais pertinentes à bacia, visando promover possíveis soluções aos problemas de gestão, de forma consorciada por seus diversos setores usuários.

Os princípios da gestão participativa, muitas vezes, também ocorrem na bacia do Jequitinhonha, em grande parte pelas ações comunitárias realizadas pelas comunidades locais durante os longos períodos de escassez de água. Ribeiro e Galizoni (2003), ressaltam que a escassez nem sempre é generalizada e individualizada. Não é geral, pois devido as diferenças de uso da terra determinadas comunidades rurais, por exemplo, são privilegiadas, quando comparadas e, mesmo que seus moradores tenham crescente preocupação com a redução de água, ainda se sentem muito próximos a uma crise que percebem crescer cada vez mais. Mas, ainda que estejam garantidos a curto prazo, eles também geram entre eles uma forte consciência ao uso dos recursos hídricos, da necessidade da conservação e refletem sobre a origem dos problemas. Por outro ponto de vista, a escassez quase nunca é individualizada porque grande parte dos recursos naturais de muitas comunidades são domínios coletivos de herança comum, e esta questão repercute numa abundância ou escassez partilhada ou comunitarizada.

Por último, em relação aos estudos técnicos produzidos para bacia, fora os diagnósticos produzidos por cada CBH visando atender as necessidades dos planos diretores, estes ainda são poucos, quando publicados. Existem alguns autores que abordam indiretamente ou diretamente tal temática, como por exemplo, Costa et al. (2016), Corrêa (2016), Ferreira (2007), Ferreira e

Saadi (2011), Ferreira e Silva (2012), Freire (2001), Galizoni (2005), Guimarães (2017) e Ribeiro e Galizoni (2003), Isso justifica a necessidade de outras pesquisas como esta, que procurem difundir os princípios da gestão descentralizada, integrada e participativa com base no entendimento das águas a partir da compreensão conjunta das particularidades naturais e socioeconômicas das bacias.

#### ***4 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA***

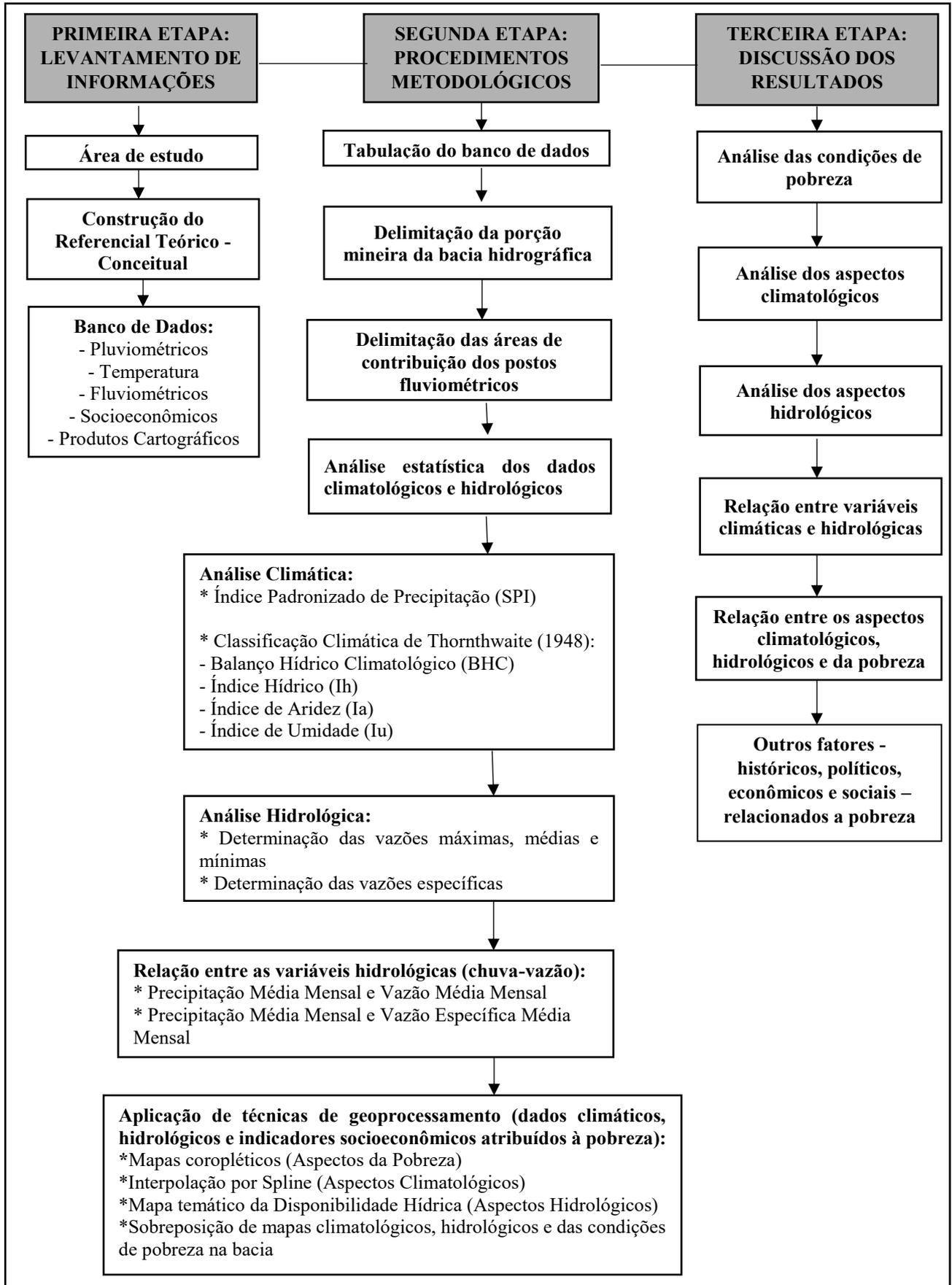
Nesta seção serão abordados os materiais e procedimentos metodológicos utilizados na tese, os quais envolveram: a montagem do banco de dados, a delimitação e construção das áreas de contribuição definidas para pontos amostrais na bacia, a estatística para caracterização do comportamento dos dados, os procedimentos definidos para análise climática, hidrológica e dos indicadores socioeconômicos e as etapas para o entendimento da relação existente entre essas variáveis e suas repercussões em cenários de pobreza, sobretudo na ótica das interpolações, sobreposições de mapas e outras técnicas de geoprocessamento.

A pesquisa desenvolveu-se em três etapas:

- 1) – A primeira etapa envolveu o levantamento de informações como o referencial bibliográfico, a montagem do banco de dados e os registros e informações que corroboram para entendimento da realidade da área de estudo.
- 2) – A segunda etapa apresentou todos procedimentos e técnicas utilizados para o desenvolvimento da tese, desde a construção do banco de dados às metodologias aplicadas sobre as variáveis climáticas, hidrológicas e de pobreza separadamente e também à interação entre elas.
- 3) – A terceira etapa refere-se à análise dos resultados que foram representados por meio de gráficos, tabelas, quadros e mapas, sendo estabelecidas considerações sobre cada um deles, buscando entender de forma sistemática e integrada a dinâmica climática, o regime hidrológico e o comportamento da pobreza na bacia.

O fluxograma a seguir ilustrado na figura 4, traz a organização geral das etapas e procedimentos aplicados na tese:

Figura 4 - Fluxograma das fases desenvolvidas na pesquisa



#### **4.1 Construção do Referencial Teórico - Conceitual**

Inicialmente foi construído um referencial teórico-conceitual com enfoque na definição dos principais conceitos, abordagens, relações entre as variáveis de estudo e aparatos metodológicos adotados. Além do levantamento de outras publicações com o mesmo direcionamento de análise e trabalhos já consolidados sobre a bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.

O referencial foi feito a partir de livros, periódicos, teses, dissertações e artigos mais recentes que abordassem temas focados, essencialmente, nas reflexões sobre o clima e a dinâmica hidrológica em bacias, o entendimento acerca da definição de pobreza e sua relação com a disponibilidade hídrica, o funcionamento da gestão das águas no território brasileiro e na bacia do Jequitinhonha e sobre a aplicação de técnicas estatísticas e de geoprocessamento em estudos voltados para os recursos hídricos.

#### **4.2 Organização do banco de dados**

A etapa de seleção dos dados que foram utilizados ao longo da pesquisa priorizou uma série de fatores no sentido de obter as fontes mais confiáveis e disponíveis para aplicação, tendo como premissa a homogeneidade entre as séries históricas das variáveis adotadas.

É importante frisar, por exemplo, que no Brasil não há um banco de dados integrado em um mesmo sítio eletrônico que garanta o acesso a dados físicos e socioeconômicos na mesma plataforma e que em grande parte apresentem a mesma disponibilidade temporal e qualidade de distribuição para serem aplicados de forma conjunta. Todavia, diante dos objetivos propostos, esforços foram realizados para integração das variáveis, a partir das diversas fontes confiáveis encontradas.

#### **4.2.1 Fonte e seleção de dados pluviométricos e fluviométricos**

Para as análises referentes à pluviometria e fluviometria, inicialmente foram realizados o tratamento e a tabulação dos dados diários, disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA), em sítio eletrônico no Portal HidroWeb, uma ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) que contém informações coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional (RNH) do Brasil.

Foram selecionados 30 postos (18 pluviométricos e 12 fluviométricos) que se encontram listados nos quadros 8 e 9. Para os dados de precipitação, ainda foram separados mais 19 postos situados no entorno da porção mineira da bacia para realização das posteriores interpolações. Estes postos foram escolhidos levando-se em consideração a consistência dos dados disponíveis, principalmente, aqueles que apresentaram um menor número de falhas e séries históricas mais longas, visando, portanto, uma maior representatividade e veracidade dos resultados.

Considerou-se, também, neste processo a homogeneização entre as séries históricas de precipitação e vazão, ou seja, a equivalência de anos entre as mesmas e também a correspondência com os dados socioeconômicos a serem relacionados ao longo dos resultados. Ressaltasse que pela inexistência de postos fluviométricos consistentes na parte baiana da bacia do rio Jequitinhonha, optou-se na tese analisar somente à porção mineira.

Quadro 8 - Relação e localização dos postos pluviométricos utilizados na pesquisa

<b>Postos Pluviométricos do interior da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha</b>							
<b>Nº</b>	<b>Município de Instalação</b>	<b>Estado</b>	<b>Nome do Posto</b>	<b>Código do Posto</b>	<b>Latitude (S)</b>	<b>Longitude (W)</b>	<b>Altitude (m)</b>
1	Almenara	MG	Fazenda Cajueiro	1640001	16°07'13"	40°44'22"	202
2	Araçuaí	MG	Araçuaí	83442	16°49'48"	42°03'00"	289
3	Araçuaí	MG	Fazenda Facão	1742020	16°58'16"	42°06'56"	333
4	Bocaiuva	MG	Vila Terra Branca - Jusante	1743002	17°18'46"	43°12'28"	680
5	Capelinha	MG	Capelinha	1742014	17°41'30"	42°31'34"	890
6	Carbonita	MG	Carbonita	1742008	17°34'46"	42°59'42"	552
7	Diamantina	MG	Diamantina	83538	18°13'48"	43°38'24"	1296
8	Diamantina	MG	Mendanha - Montante	1843003	18°06'48"	43°31'13"	803
9	Grão Mogol	MG	Fazenda Jambeiro	1642014	16°35'29"	42°55'06"	679
10	Grão Mogol	MG	Porto Mandacaru	1642007	16°40'44"	42°29'08"	273
11	Itaobim	MG	Itaobim	1641001	16°34'06"	41°30'11"	241
12	Itaobim	MG	São João Grande	1641007	16°41'22"	41°29'54"	351
13	Itinga	MG	Itinga	1641010	16°37'05"	41°46'03"	258
14	Jacinto	MG	Jacinto	1640000	16°08'19"	40°17'25"	160
15	Jequitinhonha	MG	Jequitinhonha	1641002	16°25'39"	41°00'50"	254
16	Medina	MG	Medina	1641011	16°13'48"	41°28'51"	590
17	Salinas	MG	Salinas	83441	16°09'00"	42°16'48"	471
18	Virgem da Lapa	MG	Pega	1642013	16°51'36"	42°20'51"	290
<b>Postos Pluviométricos do entorno da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha</b>							
<b>Nº</b>	<b>Município de Instalação</b>	<b>Estado</b>	<b>Nome do Posto</b>	<b>Código do Posto</b>	<b>Latitude (S)</b>	<b>Longitude (W)</b>	<b>Altitude (m)</b>
19	Água Boa	MG	Água Boa	1742019	17°59'31"	42°23'38"	600
20	Água Vermelhas	MG	Itamarati	1541010	15°34'51"	41°24'31"	687
21	Buenópolis	MG	Estação de Curimatai	1744030	17°59'43"	44°10'36"	516
22	Gouveia	MG	Gouveia	1843002	18°27'56"	43°44'35"	1200
23	Ladainha	MG	Ladainha	1741006	17°37'46"	41°44'14"	430
24	Malacacheta	MG	Malacacheta	1742017	17°50'44"	42°04'32"	689
25	Montes Claros	MG	São João da Vereda	1644028	16°42'09"	44°07'02"	847
26	Padre Paraíso	MG	Padre Paraíso	1741013	17°04'22"	41°28'59"	707
27	Porteirinha	MG	Serra Branca	1542016	15°38'12"	42°56'37"	521
28	Rio Vermelho	MG	Rio Vermelho	1843012	18°16'47"	43°00'02"	720
29	São João do Paraíso	MG	São João do Paraíso	1542014	15°19'00"	42°01'22"	765
30	Serro	MG	Serro	1843011	18°35'34"	43°24'45"	940
31	Umbaratiba	MG	São Pedro do Pampã	1740026	17°19'13"	40°40'34"	192
32	Camacan	BA	Fazenda Nancy	1539014	15°36'12"	39°31'01"	87
33	Eunápolis	BA	Mundo Novo	1639000	16°15'54"	39°35'00"	180
34	Itamaraju	BA	Itamaraju	1739005	17°02'42"	39°32'41"	80
35	Itanhém	BA	Itanhém	1740008	17°09'48"	40°19'36"	212
36	Itapebi	BA	Itapebi	1539006	15°57'39"	39°31'34"	80
37	Vitória da Conquista	BA	Inhobim	1540003	15°20'27"	40°55'58"	520

Fonte: ANA (2018). Elaboração: MACIEL, S. A. (2018).

Quadro 9 - Relação e localização dos postos fluviométricos utilizados na pesquisa

Postos Fluviométricos da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha								
Nº	Curso d'água	Município de Instalação	Estado	Nome do Posto	Código do Posto	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
1	Rio São Francisco	Almenara	MG	Fazenda Cajueiro	54770000	16°07'12''	40°44'21''	200
2	Rio Gravata	Araçuaí	MG	Fazenda Facão	54485000	16°58'16''	42°06'56''	350
3	Rio Jequitinhonha	Bocaiuva	MG	Vila Terra Branca - Jusante	54010005	17°18'46''	43°12'28''	599
4	Rio Araçuaí	Carbonita	MG	Carbonita	54230000	17°34'45''	42°59'43''	602
5	Rio Itacambiruçu	Grão Mogol	MG	Fazenda Jambeiro	54110002	16°35'29''	42°55'06''	750
6	Rio Jequitinhonha	Grão Mogol	MG	Porto Mandacaru	54150000	16°40'44''	42°29'08''	273
7	Rio Jequitinhonha	Itaobim	MG	Itaobim	54580000	16°34'09''	41°30'11''	238
8	Ribeirão São João	Itaobim	MG	São João Grande	54590000	16°41'22''	41°29'55''	400
9	Rio Jequitinhonha	Jacinto	MG	Jacinto	54780000	16°08'09''	40°18'22''	160
10	Rio Jequitinhonha	Jequitinhonha	MG	Jequitinhonha	54710000	16°25'39''	41°00'49''	208
11	Rio Vacaria	Salinas	MG	Ponte Vacaria	54165000	16°11'36''	42°35'06''	600
12	Rio Araçuaí	Virgem da Lapa	MG	Pega	54390000	16°51'36''	42°20'54''	290

Fonte: ANA (2018). Elaboração: MACIEL, S. A. (2018).

Os dados diários de precipitação e vazão compreenderam uma série histórica de 31 e 30 anos, respectivamente, sendo os primeiros entre 01/01/1985 a 31/12/2015 e os segundos de 01/01/1985 a 31/12/2014. Ressalta-se que as datas limites encerraram-se no ano de 2014 e 2015, por falta de dados mais recentes no banco de dados fornecido pela ANA.

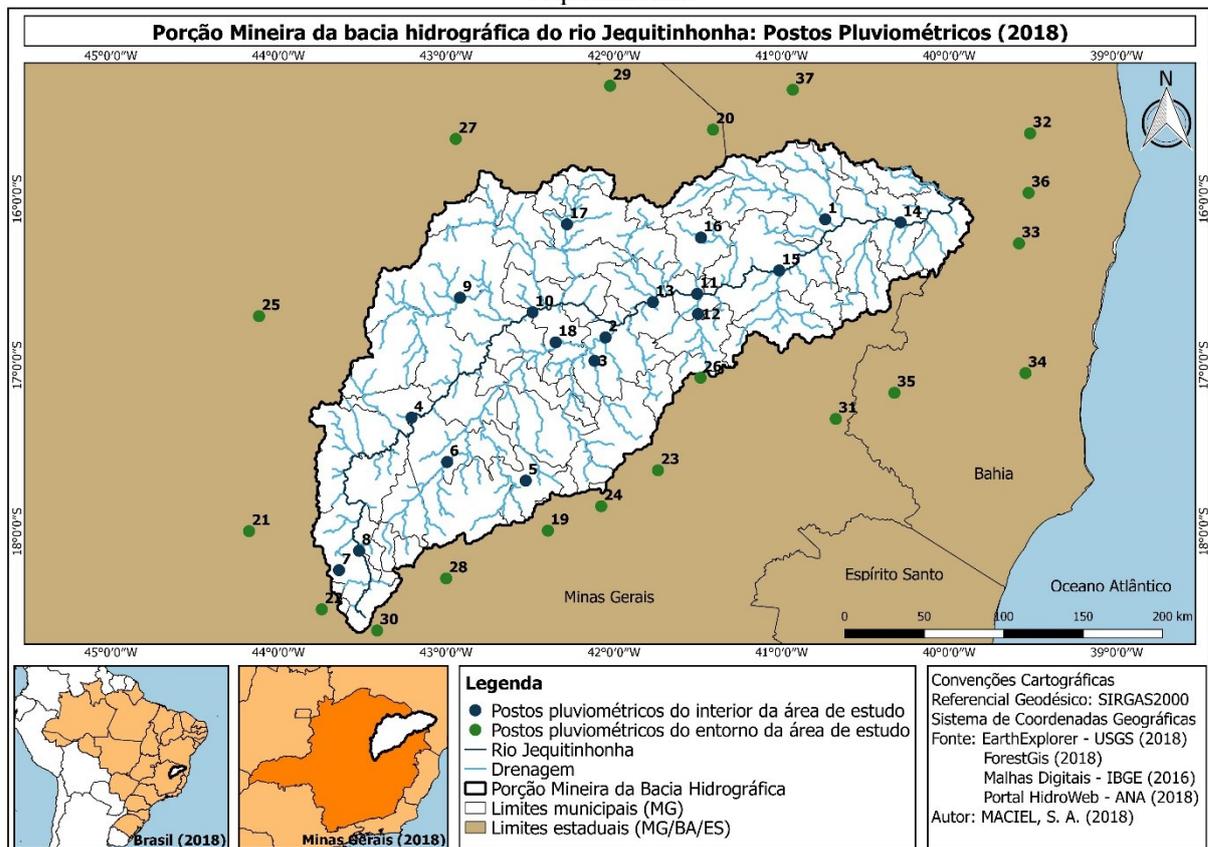
Parte dos postos avaliados apresentaram falhas ao longo de suas séries históricas, todavia, as mesmas não foram significativas para prejudicar a qualidade dos resultados. No que se refere aos dados diários de precipitação, estes não puderam ser preenchidos devido à inexistência de postos vizinhos com dados consistentes. Sendo que, estes quando apresentaram mais de 25% de falhas ao decorrer dos dias, sobretudo durante a estação chuvosa, foram excluídos.

Para análise das médias mensais e anuais de precipitação, quando a falha ocorreu durante a estação seca foram preenchidas com a média da série, já quando a falha ocorreu durante a

estação chuvosa, caso tenha sido até um mês de falha neste período, utilizou-se o mesmo critério de preenchimento, a partir da média mensal final da série. Caso tenha sido mais de um mês sem dados na estação chuvosa, o ano foi excluído.

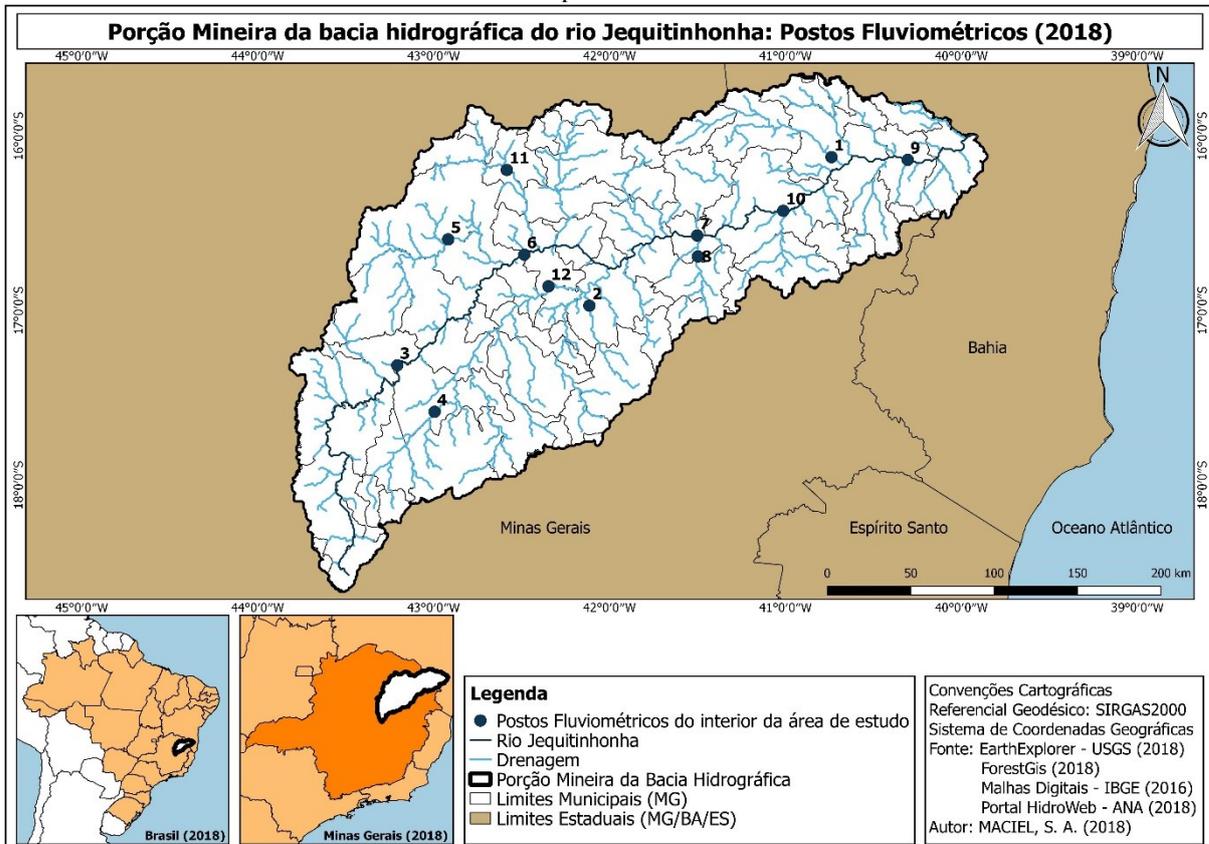
Em relação a espacialidade dos postos pluviométricos e fluviométricos, ilustrada nos mapas 9 e 10, priorizou-se a melhor homogeneização destes ao longo da porção mineira da bacia, visando a maior representatividade possível.

Mapa 9 - Localização dos postos pluviométricos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



Elaboração: MACIEL, S. A. (2018).

Mapa 10 - Localização dos postos fluviométricos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



Elaboração: MACIEL, S. A. (2018).

Sobre os vazios existentes na distribuição espacial dos postos pluviométricos, estes foram preenchidos pelas interpolações, já os dados de vazão, foram analisados a partir da construção das áreas de contribuição de cada posto das respectivas seções fluviométricas.

#### 4.2.2 Fonte e seleção de dados de temperatura do ar

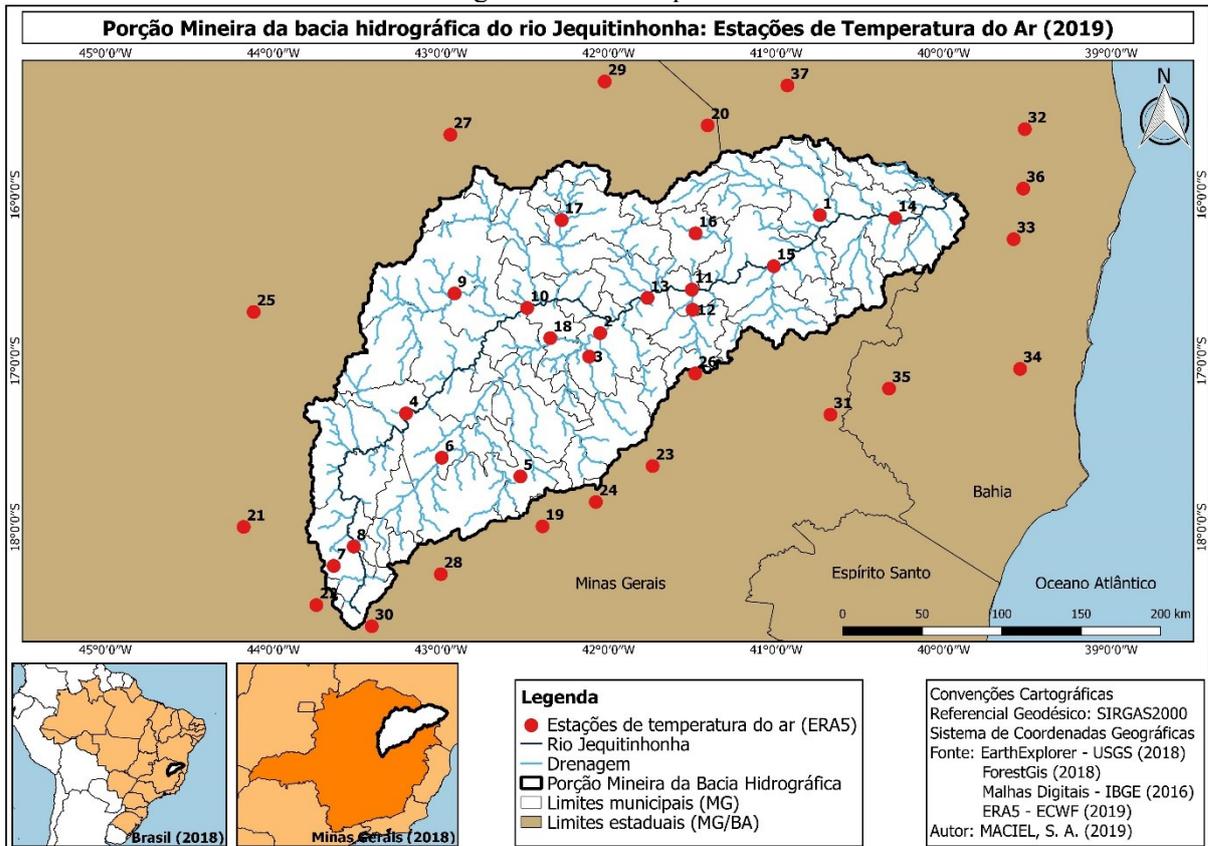
Para esta pesquisa os dados de temperatura foram obtidos a partir das reanálises do ERA5 fornecidos pelo European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). Tendo como referência a plataforma de aquisição dos dados, está recobre o período de 1979 até os dias atuais, lembrando que o ERA5 é uma substituição e atualização do ERA-Interim.

As séries históricas de reanálises de dados geradas com base em modelos são construídas a partir de uma série de variáveis meteorológicas disponíveis em alguma forma de observação. Assim, as séries são feitas por meio da assimilação de dados meteorológicos observados em superfície (estações), aviões, imagens de satélite, imagens de radar, navios e radiossondagens. A técnica de reanálise atmosférica gera, simultaneamente, uma diversa variedade de observações, recorrendo as leis físicas contidas nos modelos de previsão de tempo (PINTO et al., 2009).

O ERA5 apresenta alterações importantes em relação à última reanálise atmosférica ERA-Interim, incluindo, principalmente, melhores resoluções espaciais e temporais, bem como um melhor equilíbrio global das variáveis de precipitação e evaporação. As reanálises geradas mesclam observações e modelos de previsão com a assimilação de dados e métodos para fornecer uma descrição mais precisa e confiável das condições climáticas nas últimas décadas (ALBERGEL et al., 2018). Os dados atmosféricos do ERA5 HRES têm uma resolução horizontal de 31 km, o que equivale  $0,28125^\circ$ .

Em correspondência aos objetivos deste estudo para os dados de temperatura do ar com fonte no ERA5, selecionou-se as médias mensais de 01/01/1985 a 31/12/2015, o que totalizou 31 anos de série temporal. A seleção e espacialização das estações criadas, mapa 11, foi realizada seguindo as mesmas localizações dos postos pluviométricos, tanto do interior, quando do entorno da porção mineira da bacia. Novamente, priorizando a homogeneização entre as diferentes variáveis e sendo necessária também para posteriores interpolações e definição das isothermas.

Mapa 11 - Localização das estações de temperatura do ar (ERA5) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



Elaboração: MACIEL, S. A. (2018).

Com a ajuda do sítio eletrônico Climate Reanalyzer – plataforma utilizada para visualizar o conjunto de dados climáticos e meteorológicos – mantida pelo Prof. Dr. Sean Birkel com apoio do Climate Change Institute da Universidade do Maine, Estados Unidos da América, extraiu-se as médias mensais de temperatura neste intervalo de tempo dos pontos selecionados.

#### 4.2.3 Fonte e seleção de dados socioeconômicos

Como já abordado no referencial teórico, a discussão acerca da pobreza ao longo da área de estudo foi feita com base na definição do termo utilizada por diversos autores, como Bauer e Souza (2015), Crespo e Gurovitz (2002), Ferreira e Tenório (2010), Jannuzzi (2012; 2001), Kotler e Lee (2010), Mauriel e Rais (2013), Pinheiro, Poppovic e Kahn (1994), Rocha (2006),

Salama e Destremau (1999), Siedenberg (2003) Soligo (2012), Souza (2004), dentre outros. Em geral, todos estes juntamente com a abordagem do Banco Mundial, definem a pobreza como a incapacidade dos indivíduos em atingirem um padrão de vida mínimo e este pode ser mensurado a partir do comportamento da renda e dos gastos familiares per capita, mas também, de outras medidas, como nutrição, expectativa de vida, mortalidade infantil, índices de matrícula escolar, e demais.

Portanto, a análise dos padrões de pobreza na porção mineira da bacia do rio Jequitinhonha foi desenvolvida com base na definição de pobreza absoluta e a partir dos dados de indicadores socioeconômicos disponibilizados pelos grandes centros de pesquisa do território brasileiro, conforme referenciado no quadro 10 que apresenta as variáveis utilizadas no estudo e suas respectivas fontes. Ademais, ressaltasse que os dados selecionados nesta etapa ficaram centrados principalmente no ano de 2010, uma vez que, o último censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foi feito nesta data e nas outras bases consultadas, somente neste ano encontrou-se dados comuns que pudessem ser relacionados.

Quadro 10 - Variáveis para análise da pobreza na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha

<b>Variável</b>	<b>Indicadores Socioeconômicos</b>	<b>Fonte</b>
<b>1</b>	Abastecimento de Água por Rede Geral de Distribuição	Censo - (IBGE, 2010)
<b>2</b>	Domicílios que vivem abaixo da Linha da Pobreza	Censo - (IBGE, 2010)
<b>3</b>	Domicílios que vivem em situação de Pobreza	Censo - (IBGE, 2010)
<b>4</b>	Esperança de Vida ao Nascer	Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil - (PNUD; FJP; IPEA, 2010)
<b>5</b>	Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil - (PNUD; FJP; IPEA, 2010)
<b>6</b>	Índice de GINI	Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil - (PNUD; FJP; IPEA, 2010)
<b>7</b>	Produto Interno Bruto (PIB per capita)	Censo - (IBGE, 2010)

Elaboração: MACIEL, S. A. (2019).

O quadro 11 traz o copilado de informações descritivas acerca da operacionalização dos indicadores socioeconômicos quantitativos de acordo com as metodologias estabelecidas por cada fonte de acesso:

Quadro 11 - Descrição das variáveis para análise da pobreza na porção mineira da bacia

Variável	Indicadores Socioeconômicos	Descrição
1	Abastecimento de Água por Rede Geral de Distribuição	Percentuais de domicílios no município que possuem abastecimento de água por rede geral de distribuição.
2	Domicílios que vivem abaixo da Linha da Pobreza	Os habitantes que vivem abaixo da linha da pobreza são definidos a partir dos domicílios particulares permanentes que sobrevivem com o valor de US\$ 1,25/dia per capita. Para conversão em valores em reais, se utiliza a taxa de paridade do poder de compra (PPC). No ano de 2010, o valor do dólar de acordo com a PPC era de R\$ 1,66. Ressaltasse que para os dados de renda utilizados seguiu-se o valor do salário mínimo do ano de referência de 2010, R\$ 510,00. Dessa maneira, enquadraram-se os percentuais de domicílios que vivem com até 1/8 per capita do salário mínimo.
3	Domicílios que vivem em situação de Pobreza	Foram contabilizados todos os domicílios que sobrevivem com até 1/4 per capita do salário mínimo no valor de R\$510,00, referência do ano de 2010.
4	Esperança de Vida ao Nascer	Número médio de anos que as pessoas deverão viver a partir do nascimento, se permanecerem constantes ao longo da vida o nível e o padrão de mortalidade pertinente ao ano do censo.
5	Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	Medida geral e sintética utilizada para classificar o grau de desenvolvimento econômico e qualidade de vida dos lugares. O IDH varia de uma escala que vai de 0 a 1, sendo que, quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano. As dimensões que constituem o IDH são: Renda, Longevidade e Educação.
6	Índice de GINI	Mede o grau de desigualdade existente na distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar per capita. Seu valor é 0 quando não há desigualdade (a renda domiciliar per capita de todo os indivíduos tem o mesmo valor) e tende a 1 à medida que a desigualdade aumenta. O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes.
7	Produto Interno Bruto (PIB per capita)	O PIB representa a soma de todos os bens e serviços finais produzidos ao longo dos municípios da porção mineira da bacia, sendo os dados da série revisada que têm como referência o ano de 2010, seguindo a nova referência das Contas Nacionais.

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2010); IBGE (2010); IPEA (2010); FJP (2010); PNUD (2010).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2019).

### **4.3 Delimitação das áreas de contribuição dos postos fluviométricos**

Inicialmente, delimitou-se a porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha a partir de dados do The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), pela plataforma Earth Explorer do sítio eletrônico de domínio do United States Geological Survey (USGS), com resolução espacial de 30 m.

O processo de delimitação automática da bacia foi realizado no software QGIS, versão 2.14.22, com capacidade para suportar formatos vetoriais, rasters e bases de dados. Para extração automatizada da bacia e da drenagem foi utilizado o complemento GRASS.

Posteriormente, iniciou-se o processo de definição das áreas de contribuição dos postos fluviométricos utilizados. Durante a primeira etapa é necessário identificar o respectivo segmento de drenagem. Todos os polígonos criados na fase de estruturação topológica, situados logo à montante do topo do referido segmento, já estarão identificados e unidos em um único polígono, armazenado como região (RIBEIRO et al., 2008).

Desta maneira, a delimitação das áreas de contribuição partiu da influência de cada posto fluviométrico – pontos de interesse – sob a sua respectiva área de drenagem a montante. Este processamento automático segue os mesmos princípios para delimitação de bacias com base no ponto exutório. Também foi realizado no software QGIS pela aplicação do complemento GRASS.

Após a definição das áreas de contribuição, 12 ao todo, estabeleceu-se alguns critérios para inserção dos municípios em cada uma delas (quadro 12), pois alguns possuíam área urbana fora dos limites da bacia ou uma alta proximidade a outro posto fluviométrico pertencente a uma conseguinte área de contribuição, o que se justificou por representar uma maior veracidade à disponibilidade de água destinada aos municípios envolvidos nesta condição.

Quadro 12 - Critérios de seleção para atribuição dos municípios às Áreas de Contribuição dos postos fluviométricos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha

Nº	Município/Estado	1º Critério	2º Critério	3º Critério	4º Critério	5º Critério	Área de Contribuição Selecionada
1	Almenara	Não	Sim	Sim	Não	Não	1
2	Bandeira	Sim	Não	Sim	Não	Não	1
3	Divisópolis	Sim	Não	Sim	Não	Não	1
4	Felisburgo	Não	Sim	Sim	Não	Não	1
5	Jacinto	Não	Sim	Não	Sim	Não	1
6	Jordânia	Não	Sim	Não	Sim	Não	1
7	Mata Verde	Sim	Não	Sim	Não	Não	1
8	Rio do Prado	Não	Sim	Sim	Não	Não	1
9	Rubim	Sim	Não	Sim	Não	Não	1
10	Salto da Divisa	Não	Sim	Não	Sim	Não	1
11	Santa Maria do Salto	Não	Sim	Não	Sim	Não	1
12	Cachoeira de Pajeú	Sim	Não	Sim	Não	Não	2
13	Pedra Azul	Sim	Não	Sim	Não	Não	2
14	Medina	Não	Sim	Sim	Não	Não	3
15	Monte Formoso	Não	Sim	Não	Sim	Não	3
16	Jequitinhonha	Não	Sim	Não	Sim	Não	3
17	Joáima	Não	Sim	Não	Sim	Não	3
18	Araçuaí	Não	Sim	Sim	Não	Não	4
19	Caraí	Não	Sim	Sim	Não	Não	4
20	Comercinho	Sim	Não	Sim	Não	Não	4
21	Coronel Murta	Sim	Não	Sim	Não	Não	4
22	Itaobim	Não	Sim	Não	Sim	Não	4
23	Itinga	Não	Sim	Sim	Não	Não	4
24	Jenipapo de Minas	Sim	Não	Sim	Não	Não	4
25	Novorizonte	Não	Sim	Sim	Não	Não	4
26	Rubelita	Sim	Não	Sim	Não	Não	4
27	Salinas	Sim	Não	Sim	Não	Não	4
28	Santa Cruz de Salinas	Não	Sim	Sim	Não	Não	4
29	Setubinha	Sim	Não	Sim	Não	Não	4
30	Taiobeiras	Não	Sim	Sim	Não	Não	4
31	Ponto dos Volantes	Não	Sim	Sim	Não	Não	5
32	Novo Cruzeiro	Não	Sim	Sim	Não	Não	6
33	Angelândia	Sim	Não	Sim	Não	Não	7
34	Aricanduva	Não	Sim	Sim	Não	Não	7
35	Berilo	Não	Sim	Sim	Não	Não	7
36	Capelinha	Sim	Não	Sim	Não	Não	7
37	Chapada do Norte	Não	Sim	Sim	Não	Não	7
38	Francisco Badaró	Não	Sim	Não	Sim	Não	7
39	Itamarandiba	Não	Sim	Sim	Não	Não	7
40	José Gonçalves de Minas	Não	Sim	Sim	Não	Não	7
41	Leme do Prado	Não	Sim	Sim	Não	Não	7
42	Minas Novas	Não	Sim	Sim	Não	Não	7

Continua.

Conclusão.

Nº	Município/Estado	1º Critério	2º Critério	3º Critério	4º Critério	5º Critério	Área de Contribuição Selecionada
43	Turmalina	Não	Sim	Sim	Não	Não	7
44	Veredinha	Sim	Não	Sim	Não	Não	7
45	Virgem da Lapa	Não	Sim	Não	Sim	Não	7
46	Carbonita	Não	Sim	Não	Sim	Não	8
47	Felício dos Santos	Não	Sim	Sim	Não	Não	8
48	São Gonçalo do Rio Preto	Sim	Não	Sim	Não	Não	8
49	Senador Modestino Gonçalves	Sim	Não	Sim	Não	Não	8
50	Couto de Magalhães de Minas	Sim	Não	Sim	Não	Não	9
51	Diamantina	Não	Sim	Sim	Não	Não	9
52	Olhos-D'Água	Sim	Não	Sim	Não	Não	9
53	Grão Mogol	Não	Sim	Não	Sim	Não	10
54	Itacambira	Não	Sim	Sim	Não	Não	10
55	Botumirim	Não	Sim	Sim	Não	Não	11
56	Cristália	Não	Sim	Sim	Não	Não	11
57	Josenópolis	Não	Sim	Não	Sim	Não	11
58	Fruta de Leite	Não	Sim	Não	Sim	Não	12
59	Padre Carvalho	Não	Sim	Não	Sim	Não	12
60	Bocaiuva	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não selecionado
61	Datas	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não selecionado
62	Guaraciama	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não selecionado
63	Malacacheta	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não selecionado
64	Padre Paraíso	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não selecionado
65	Riacho dos Machados	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não selecionado
66	Rio Pardo de Minas	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não selecionado
67	Rio Vermelho	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não selecionado
68	Santo Antônio do Jacinto	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não selecionado
69	Serranópolis de Minas	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não selecionado
70	Serro	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não selecionado
<b>LEGENDA</b>							
<b>CRITÉRIO 1</b>		Município localizado totalmente na área de contribuição selecionada.					
<b>CRITÉRIO 2</b>		Município localizado parcialmente na área de contribuição selecionada.					
<b>CRITÉRIO 3</b>		Área urbana localizada totalmente na área de contribuição selecionada.					
<b>CRITÉRIO 4</b>		Área urbana situada mais próxima da estação fluviométrica de outra área de contribuição fronteira.					
<b>CRITÉRIO 5</b>		Município com área urbana fora do limite da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.					

Elaboração: MACIEL, S. A. (2018).

Inicialmente, os municípios que apresentaram área urbana totalmente fora do limite da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha, foram excluídos da inserção nas áreas de contribuição, pois a gestão da água pode caber as bacias fronteiriças, ao norte do rio Pardo e ao sul do rio Doce e também os dados socioeconômicos relacionados na pesquisa correspondem

muito mais à realidade das zonas urbanas. Os atribuídos neste critério foram: Bocaiuva, Datas, Guaraciama, Malacacheta, Padre Paraíso, Riacho dos Machados, Rio Pardo de Minas, Rio Vermelho, Santo Antônio do Jacinto, Serranópolis de Minas e Serro.

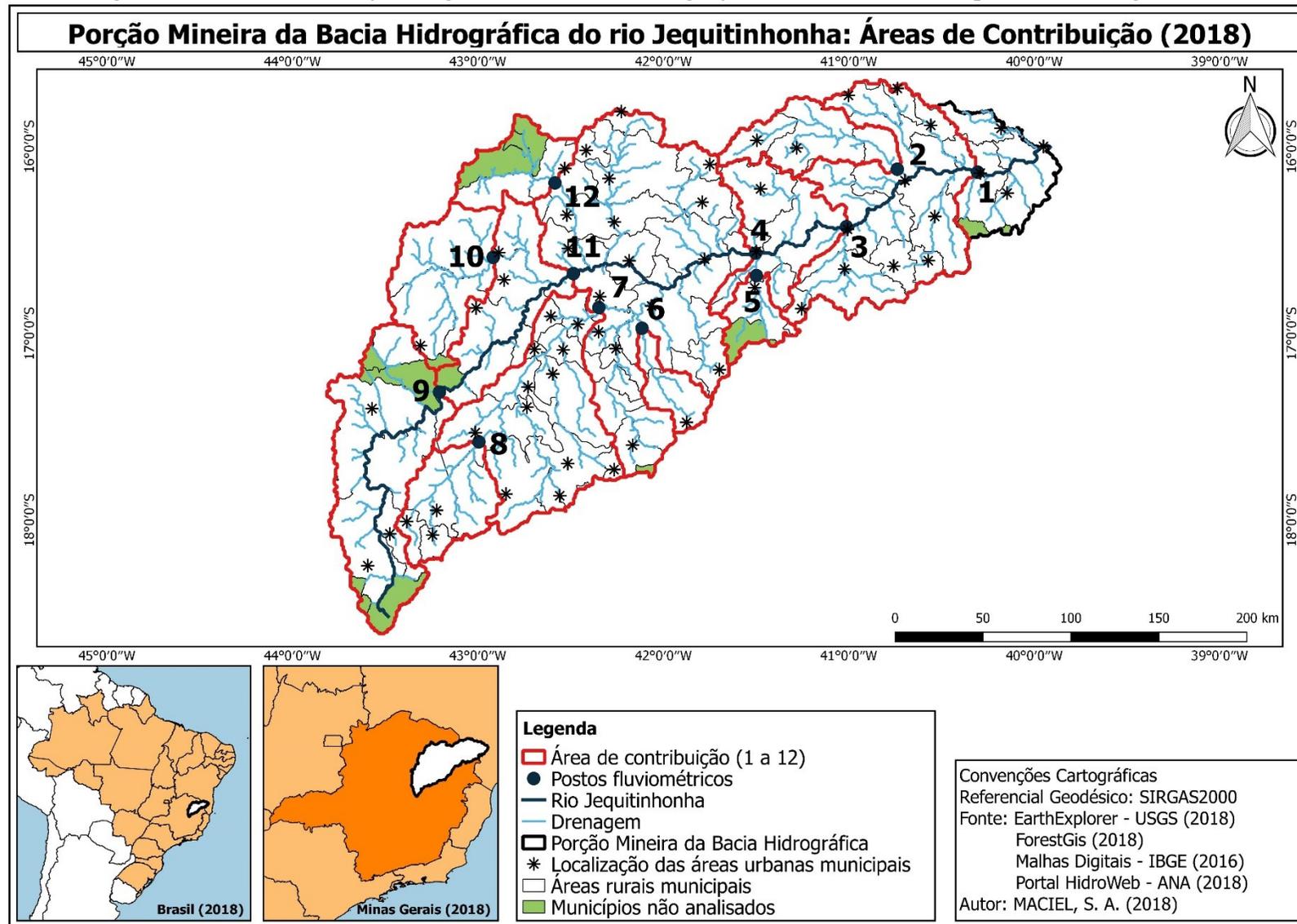
Os municípios que estiveram localizados totalmente na área de contribuição selecionada e também apresentaram sua área urbana dentro da mesma, foram inseridos em tal, como ocorre em Bandeira, Couto de Magalhães de Minas, Mata Verde, Setubinha e demais.

Ainda assim, mesmo aqueles localizados parcialmente na área de contribuição selecionada, mas que também tiveram sua área urbana totalmente dentro desta, foram inseridos na mesma, por exemplo, Caraí, Felisburgo, Itacambira, Rio do Prado e Ponto dos Volantes, etc.

Os municípios que embora apresentassem localização parcialmente na área de contribuição selecionada, mas que tiveram sua área urbana mais perto do posto fluviométrico de outra área de contribuição fronteira – devido à proximidade do comportamento hidrológico - foram inseridos nesta última, como é o caso de Itaobim, Jacinto, Monte Formoso, Padre Carvalho, dentre outros.

O mapa 12, traz as 12 áreas de contribuição geradas na porção mineira da bacia hidrográfica do Rio Jequitinhonha, a partir dos postos fluviométricos de estudo.

Mapa 12 - Áreas de Contribuição dos postos fluviométricos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



Elaboração: MACIEL, S. A. (2018).

Ressaltasse que houveram sobreposição de áreas de contribuição, ou seja, todas as áreas de contribuição geradas são áreas de contribuição do posto Jacinto, e assim, sucessivamente.

#### **4.4 Análise estatística inicial dos dados selecionados**

##### **4.4.1 Estatística prévia dos dados**

A análise estatística inicial dos dados pluviométricos e fluviométricos, no que concerne principalmente ao cálculo das médias mensais e anuais de precipitação e vazão e no estabelecimento das vazões específicas foi realizada nos seguintes softwares computacionais: o Sistema de Informações Hidrológicas (Hidro - 1.3), desenvolvido pela Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica de responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA) e as planilhas do Microsoft Office Excel (2019).

As médias dos dados de temperatura com fontes nas reanálises do ERA5 e a tabulação dos dados socioeconômicos municipais também foram feitas em ambiente do Microsoft Office Excel (2019). Todos os gráficos, quadros e tabelas apresentados ao longo da pesquisa, bem como o desenvolvimento das fórmulas equacionais dos procedimentos técnicos escolhidos, foram realizados nestas planilhas.

##### **4.4.2 Estatística básica dos dados**

Após a tabulação dos dados e o cômputo das médias mensais e anuais para caracterização inicial da precipitação, temperatura e vazão foram estabelecidas ainda as seguintes medidas estatísticas mais usuais na análise descritiva dos resultados: média, mínimo e máximo, mediana, amplitude dos dados e determinação do coeficiente de variação, uma vez que as séries de dados utilizadas

na tese são assimétricas e apresentam médias distintas. Este último, permite a comparação dos graus de dispersão entre as diferentes distribuições de frequência.

As medidas adequadas para expressar a variabilidade são geralmente consideradas como o desvio padrão (variabilidade absoluta) e o coeficiente de variação (variabilidade relativa) de séries temporais de um período considerado. A média anual é o índice mais referenciado. Analisando o coeficiente de variação, deve-se considerar o índice de 30% como limítrofe, acima do qual o padrão de variabilidade projeta elevada irregularidade e, abaixo, maior regularidade da precipitação total anual, em relação à média. O objetivo é a compartimentação de sequências consecutivas, iguais ou superiores a quatro anos, que denunciam um ciclo. No caso, de três anos seguidos e uma só falha intercalada, é também considerado ciclo composto, pressupondo que esta falha apresentaria a mesma condição (COSTA; SOUZA, 2010, p.126-127).

Todas estas informações foram abordadas em gráficos, tabelas e mapas de isolinhas a fim de auxiliar no entendimento do comportamento climatológico e hidrológico mensal, sazonal e anual da área de estudo.

#### **4.5 Tratamento dos dados climáticos**

As diversas variações do clima determinadas pelas diferentes combinações dos fenômenos atmosféricos geram, apropriadamente, um grande número de tipos climáticos. A área da superfície da Terra sobre a qual os efeitos promovidos por diversos fatores determinam um conjunto de condições climáticas aproximadamente homogêneas é tida como região climática. Para facilitar o processo de descrição e mapeamento de tais regiões, torna-se necessário identificá-las e classificá-las em diversos tipos. A climatologia realiza também esta tarefa e para isso se apoia em técnicas analíticas e descritivas (VIANELLO; ALVES, 2012).

Nesse sentido, uma das etapas desta pesquisa foi a realização da Classificação Climática de Thornthwaite (1948), com enfoque principal no Índice de Umidade (Iu), Índice de Aridez (Ia)

e Índice Hídrico (Ih) e à aplicação do Índice de Precipitação Padronizado (SPI), visando identificar as condições úmidas e secas mensais ao longo do tempo na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.

#### **4.5.1 Índice Padronizado de Precipitação (SPI)**

O Índice Padronizado de Precipitação (SPI) foi desenvolvido por Meckee et al. (1993) visando identificar períodos de seca e sua severidade para diferentes escalas de tempo, estas podem ser de um, três, seis, doze, vinte e quatro ou quarenta e oito meses. Segundo os autores, o cálculo padronizado da precipitação é linearmente proporcional ao déficit de pluviosidade e permite a especificação da probabilidade, a porcentagem da média e o déficit acumulado de chuva.

Tal índice é bastante utilizado em inúmeras pesquisas, justamente por envolver apenas dados de precipitação e poder ser monitorado em diversas escalas de tempo. Nesse sentido, diversos autores têm feito a sua aplicabilidade em regiões que apresentam severos períodos de seca, como por exemplo Blain (2005), Guedes, Macedo e Sousa (2012), Haied et al. (2017), Macedo et al. (2010), Santos et al. (2012), Siqueira e Nery (2015), Souza et al. (2016) e Uliana et al. (2015).

O SPI é determinado pelo ajuste de uma função densidade de probabilidade à distribuição de frequência da precipitação na escala de tempo selecionada. Essa etapa é realizada separadamente para cada mês e para cada local de interesse. Os valores das probabilidades acumuladas são transformados por meio de uma distribuição normal padronizada (GUEDES et al., 2016).

O cálculo do índice inicia-se com o ajuste da função densidade de probabilidade gama às séries de precipitação mensal. Após esta etapa a probabilidade acumulada de cada ocorrência de cada total mensal observado

é estimada. A função normal inversa (Gaussiana) é aplicada a esta probabilidade. O resultado é o SPI (BLAIN; BRUNINI, 2007, p.106).

Portanto, o SPI foi aplicado à porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha para identificar, principalmente, os períodos classificados como moderadamente a extremamente secos, nas escalas temporais de 3 meses (SPI – 3), 6 meses (SPI – 6) e 12 meses (SPI – 12), durante o período de 1985 a 2015.

O cálculo do índice inicia-se com o ajuste dos totais mensais precipitados em cada posto pluviométrico à distribuição de probabilidade Gama (BLAIN, 2005; BLAIN et al, 2010; GUEDES, MACEDO e SOUZA (2012); MACEDO et al, 2010; ULIANA et al, 2015), conforme a equação 1.

$$g(x) = \frac{x^{\alpha-1} * e^{-x/\beta}}{\beta^{\alpha} \Gamma(\alpha)}, \text{ para } X > 0 \quad (1)$$

Em que:  $\alpha > 0$  é o parâmetro de forma;  $\beta$  é o parâmetro de escala;  $\Gamma$  é a função gama.

A função gama  $\Gamma$  é dada pela equação:

$$\Gamma(\gamma) = \int_0^{\infty} x^{\gamma-1} e^{-x} dx, \text{ para } \gamma > 0 \quad (2)$$

Os padrões  $\alpha$  e  $\beta$  são definidos pelo método da máxima verossimilhança, seguindo a equação 3 e 4.

$$\alpha = \frac{1}{4A} (1 + \sqrt{1 + 4A/3}) \dots \beta = \bar{X} / \alpha \quad (3)$$

$$A = \ln(\bar{X}) - \Sigma(\ln(X))/n \quad (4)$$

Como a função gama é indefinida para  $x = 0$  e a amostra de dados de precipitação pode ter zeros, a probabilidade cumulativa passa a ser calculada da seguinte maneira:

$$H(x) = q + (1 - q)g(x) \quad (5)$$

Em que:  $q=m/n$

Sendo:  $q$  a probabilidade de ocorrência de precipitação zero;  $m$  o número de observações com chuva igual a zero no período considerado;  $n$  o número de observações com chuva maior que zero no período considerado.

O valor de  $H(x)$  foi então transformado em uma variável normal por meio do auxílio das equações (6 e 7) desenvolvidas por Abramowitz e Stegun (1965). Tal transformação resulta no valor final do SPI.

$$SPI = -\left(a - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right), \text{ para } 0 < H(x) \leq 0,5 \quad (6)$$

$$SPI = +\left(a - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right), \text{ para } 0,5 < H(x) \leq 1 \quad (7)$$

Em que:

$$a = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{H(x)^2}\right)}, \text{ para } 0 < H(x) \leq 0,5 \quad (8)$$

$$a = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(1-H(x))^2}\right)}, \text{ para } 0,5 < H(x) \leq 1 \quad (9)$$

$$c_0 = 2,515517; c_1 = 0,802853; c_2 = 0,010328; c_3 = 1,432788; c_4 = 0,189269; c_5 = 0,001308$$

A chave de classificação utilizada para definir os déficits e excedentes de precipitação na porção mineira da bacia de estudo em função do valor de SPI, está disposta na tabela 2:

Tabela 2 – Classes do Índice de Precipitação Padronizado (SPI)

INTERVALO DE SPI	CLASSIFICAÇÃO
$\geq 2,0$	Extremamente Úmido
1,50 a 1,99	Severamente Úmido
1,00 a 1,49	Moderadamente Úmido
0,00 a 0,99	Umidade Incipiente
0,00 a -0,99	Seca Incipiente
-1,00 a -1,49	Moderadamente Seco
-1,50 a -1,99	Severamente Seco
$\leq 2,0$	Extremamente Seco

Fonte: Adaptado de MecKee et al. (1993, 1995). Elaboração: MACIEL, S. A. (2019).

De acordo com estes autores, a seca se inicia sempre que o valor do SPI permanece negativo, atingindo a valores iguais ou menores que menos 1 (-1,0). A seca termina quando o valor de SPI se torna positivo, ou seja, atingem valores iguais ou maiores que mais 1 (+1,0). Quando os valores de SPI ficam compreendidos entre (0,99 e -0,99), estes podem ser definidos também como normais climatológicas. Valores menores ou iguais a -2 indicam períodos extremamente secos e valores maiores ou iguais a +2 indicam intervalos extremamente úmidos.

Todas estas etapas para determinação do SPI foram realizadas por meio do software SPI Generator – Versão 1.7.5 (2018), disponível de forma gratuita e desenvolvido pelo National Drought Mitigation Center (NDMC) da Universidade de Nebraska – Lincoln (UNL), EUA. O programa é utilizado para gerar e interagir com valores de SPI, lendo dados de precipitação e suportando diferentes escalas de tempo (semanais, mensais). Além dos dados de SPI, opcionalmente ele fornece informações sobre frequência e períodos de seca, conforme pode ser observado no modelo de entrada na figura 5.

Figura 5 - Tela de entrada do aplicativo SPI Generator

Fonte: National Drought Mitigation Center (NDMC) da Universidade de Nebraska – Lincoln (UNL), EUA (2018).

O uso do SPI Generator foi adotado por diversos autores, tais como, Blanco-Gómez et al. (2019), Lin, Kuo e Chi (2020), Pandhumas et al. (2020), Sappa et al. (2019) e Zaki et al. (2020), sendo que, todos estes encontraram alta precisão nos resultados de suas pesquisas.

#### 4.5.2 Balanço Hídrico Climatológico (BHC) e Classificação Climática de Thornthwaite (1948)

Inicialmente, realizou-se o cálculo do Balanço Hídrico Climatológico (BHC) mensal (1985 a 2015) para todas as estações existentes dentro e no entorno da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.

Para isto, utilizou-se o BHC proposto por Thornthwaite e Mather (1955), pois este fornece informações da disponibilidade hídrica ao longo do ano, pelo cálculo de excedente (EXC), de deficiência (DEF) e de retirada e reposição (ALT) hídrica no solo. O método também permite

uma visão da disponibilidade térmica, pela evapotranspiração potencial ou de referência (ETP) (PEREIRA; ANGELLOCI; SENTELHAS, 2002).

Os cálculos referentes ao BHC foram processados em planilha eletrônica (BHídrico GD - 4.0) elaborada por D'Angiolella e Vasconcellos (2004), conforme pode ser observado no modelo de entrada da figura 6. Nesta adotou-se o valor de 100 mm para a capacidade de água disponível no solo (CAD), baseado na predominância de argissolos e latossolos na porção mineira da bacia. Foram considerados também os dados médios mensais de precipitação e temperatura, bem como a latitude e os anos correspondentes.

Figura 6 - Tela de entrada da planilha de elaboração do BHC (BHídrico GD - 4.0)

BHÍDRICO									
Localidade	GD 4.0 - 2004			Método	Thornthwaite, 1948				
Latitude	Altitude			CAD (mm)					
Anemômetro	Período			Bordadura					
Tempo Meses	T. máxima °C	T. mínima °C	T. média °C	Umidade Relativa %	Evaporação mm	Precipitação mm	Insolação horas/dia	Vento m/s	Porcentagem de luz solar (p).
Jan									
Fev									
Mar									
Abr									
Mai									
Jun									
Jul									
Ago									
Set									
Out									
Nov									
Dez									
<b>Média</b>	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
<b>Total/Ano</b>	-	-	-	-	0,0	0,0	#DIV/0!	-	-
Tempo Meses	ETP mm	P-ETP mm	NEG-AC mm	ARM mm	ALT mm	ETR mm	DEF mm	EXC mm	Disponibilidade Hídrica
Jan	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Fev	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Mar	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Abr	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Mai	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Jun	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Jul	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Ago	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Set	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Out	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Nov	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Dez	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
<b>Média</b>	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	-	-	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	-
<b>Total/Ano</b>	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	-	-	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	-
Aferição									
ETP=ETR-DEF	#DIV/0!	P=ETR+EXC	#DIV/0!	P-ETP=EXC-DEF	#DIV/0!	Σ ALT	#DIV/0!	P=ETP+(P-ETP)	#DIV/0!

Fonte: (D'ANGIOLELLA; VASCONCELLOS, 2004).

Como já mencionado, o procedimento adotado para a caracterização climática da área de estudo foi baseado no método proposto por Thornthwaite (1948). O autor ao fazê-lo, introduziu o balanço hídrico em sua classificação e também incluiu o conceito de evapotranspiração potencial. Ele comparou esta última, com a precipitação, a fim de obter um índice de umidade. Uma vez que o excedente hídrico (EXC) e o déficit hídrico (DEF) ocorre em diversos locais e em diferentes estações do ano, ambos devem entrar no cálculo do Índice de Umidade (Iu), um afetando de maneira positiva e o outro, negativa (VIANELLO; ALVES, 2012).

Portanto, a partir dos valores médios anuais de cada variável do BHC (EXC, DEF e ETP) definiu-se os seguintes índices: Índice Hídrico, Índice de Aridez e Índice de Umidade (OMETTO, 1981), presentes na Classificação Climática de Thornthwaite (1948):

$$Ih = \left( \frac{EXC}{ETP} \right) * 100 \quad (10)$$

$$Ia = \left( \frac{DEF}{ETP} \right) * 100 \quad (11)$$

$$Iu = Ih - 0,6 * Ia \quad (12)$$

Onde: Ih é o Índice Hídrico; Ia é o Índice de Aridez; Iu é o Índice de Umidade; EXC é o excedente hídrico oriundo do BHC (mm); DEF é o déficit hídrico oriundo do BHC (mm); ETP é a evapotranspiração potencial oriunda do BHC (mm).

A partir do (Iu), Thornthwaite (1948) estabeleceu as seguintes chaves de classificação climática, também utilizadas na pesquisa, conforme a tabela 3. Nesta, os valores variam entre -60 a maiores que 100, sendo correspondentes a umidade de cada local, dando origem, respectivamente, a cada símbolo dos diferentes tipos climáticos.

Tabela 3 - Tipos climáticos, com base no Índice de Umidade Anual (Iu), proposto por Thornthwaite (1948)

SÍMBOLO	TIPO CLIMÁTICO	CLASSES DO Iu
A	Super-úmido	$Iu \geq 100$
B <sub>4</sub>	Úmido	$80 \leq Iu < 100$
B <sub>3</sub>	Úmido	$60 \leq Iu < 80$
B <sub>2</sub>	Úmido	$40 \leq Iu < 60$
B <sub>1</sub>	Úmido	$20 \leq Iu < 40$
C <sub>2</sub>	Sub-úmido	$0 \leq Iu < 20$
C <sub>1</sub>	Sub-úmido seco	$-20 \leq Iu < 0$
D	Semiárido	$-40 \leq Iu < -20$
E	Árido	$-60 \leq Iu < -40$

Fonte: THORNTHWAITE (1948); OMETTO (1981). Elaboração: MACIEL, S. A. (2018).

Os tipos climáticos encontrados foram apresentados em um mapa interpolado que permitiu as respectivas considerações acerca do comportamento da distribuição espacial na área de estudo.

#### 4.6 Tratamento dos dados hidrológicos

Os aspectos hidrológicos foram avaliados a partir do comportamento das vazões máximas, médias e mínimas, principalmente, em relação à variabilidade mensal e anual. A sazonalidade também foi analisada por meio das vazões específicas que permitiram o entendimento acerca da disponibilidade hídrica nos cursos d'água. Por fim, verificou-se, ainda, a relação entre a precipitação e a vazão, com enfoque nos pluviogramas e fluviogramas, nas correlações e na variabilidade espacial.

##### 4.6.1 Determinação das vazões máximas, médias e mínimas

Os regimes fluviais estão relacionados com as dimensões das bacias hidrográficas e com as condições geográficas, com destaque para influência climática. A avaliação do comportamento hidrológico, ocorre, principalmente, por meio do estudo das séries temporais que é constituído pela procura de alguma relação de dependência existente temporalmente nos dados, sinalizando

o mecanismo gerador da série com foco na extração de periodicidades relevantes nas observações e descrições do seu comportamento (BAYER; SOUZA, 2010).

Nesse sentido, para análise do regime fluviométrico da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha recorreu-se ao comportamento da variabilidade das vazões máximas, médias e mínimas, no período de 1985 a 2014. As vazões máximas foram compreendidas como as maiores vazões mensais que ocorreram numa seção do rio. As vazões médias foram entendidas como as vazões médias mensais das séries históricas disponíveis. Por fim, as vazões mínimas foram registradas a partir dos menores valores mensais encontrados (TUCCI, 2004).

As análises mensais e anuais bem como as estatísticas descritivas das variáveis (média, mínimo e máximo, amplitude dos dados e determinação dos coeficientes de variação) foram tabuladas em planilhas de edição do Microsoft Office Excel (2019), sendo elaborados hidrogramas e tabelas para interpretação dos resultados.

Afim de compreender a produção hídrica ao longo da bacia optou-se por utilizar as vazões específicas médias de cada posto pertencente às áreas de contribuição selecionadas na área de estudo, no período de 1985 a 2014. Tais vazões são bastante utilizadas em produções científicas que envolvam o zoneamento hidrológico para representação espacial e mapeamento. Esta é uma importante ferramenta de visualização de áreas com comportamento semelhante do ponto de vista de aproveitamento de água superficial, visando contribuir para o planejamento e gestão dos recursos hídricos (ROCHA; SANTOS, 2018).

De acordo com Tucci (2002) a vazão específica é definida como a vazão da bacia dividida pela sua área, que neste caso, foi adaptada às áreas de contribuição dos postos, conforme verificado na equação 13. Seu resultado é dado em  $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ .

$$Q_{\text{esp}} = \frac{Q}{A} \quad (13)$$

Onde:  $Q_{esp}$  = a vazão específica em  $m^3/s/km^2$ ;  $Q$  = é a vazão máxima, média ou mínima em  $m^3/s$ ;  $A$  = a área de contribuição do posto fluviométrico selecionado em  $km^2$ .

Portanto, para a disponibilidade hídrica avaliada neste estudo, adotou-se aquela que estivesse presente nos cursos d'água ao longo da bacia durante as series temporais, representadas por meio das vazões específicas médias superficiais, já calculadas. A disponibilidade natural e potencial é necessária para compatibilização com as demandas da sociedade, já existentes e futuras (PRUSKI; PRUSKI, 2011).

Para uma melhor interpretação do comportamento da disponibilidade hídrica na bacia representado pelas vazões específicas médias das áreas de contribuição, converteu-se os resultados para litros, passando ser esta a unidade de medida:  $l/s/km^2$ . As vazões específicas máximas, médias e mínimas foram espacializadas em mapas de médias anuais (1985-2014), utilizando também o software QGIS, versão 2.14.22.

#### **4.6.2 Relação entre as variáveis chuva e vazão**

Os resultados da relação chuva-vazão foram ilustrados por meio gráficos. Tal representação permite a avaliação das variáveis quanto aos aspectos de variabilidade temporal, das periodicidades anuais, do comportamento nas estações secas e úmidas, dentre outras análises (LANNA, 2004).

Os pluviogramas e fluviogramas gerados foram construídos considerando-se as médias mensais e anuais das séries históricas (1985 a 2015 / 1985 a 2014) de cada posto pluviométrico e fluviométrico comparados. Em síntese, a partir destes gráficos pode-se desenvolver considerações acerca do fenômeno estudado, como por exemplo, a relação do regime de chuvas

com o início do escoamento das águas, o período de ascensão e recessão das vazões, os maiores e menores picos pluviométricos e fluviométricos, escoamento superficial e fluxo de base.

De uma maneira mais concisa, ainda com o intuito de elucidar a relação entre as variáveis chuva-vazão, elaborou-se gráficos de dispersão por meio de planilhas do Microsoft Office Excel (2019), acompanhando a dinâmica hidrológica da bacia pelas áreas de contribuição, onde foram extraídas as equações de regressão (equações da reta) e os Coeficientes de Correlação Linear de Pearson ( $r$ ) (LEVIN; FOX; FORDE, 2012; BISQUERRA, SARRIERA; MARTÍNEZ, 2004; TIBONI, 2010).

Nesta etapa a variável X (independente) foi expressa pelas médias mensais de precipitação, enquanto que a variável Y (dependente) foi demonstrada pelas vazões médias mensais e também pelas vazões específicas médias mensais. Os gráficos de dispersão foram tanto avaliados de maneira correspondentes, ou seja, mês a mês, quanto seguindo a proposta do período de retardo, considerando um mês de atraso para resposta das vazões aos eventos médios pluviométricos mensais.

A análise da intensidade da correlação foi feita a partir da adaptação da proposta orientada por Tiboni (2010), demonstrada no quadro 13.

Quadro 13 - Parâmetros para análise do comportamento da relação entre os dados de chuva-vazão

$0 <  r  < 0,3$	A correlação é de inexistente a muito fraca (Fraca) entre as variáveis e nada podemos concluir, pois torna-se difícil estabelecer algum tipo de dependência entre as variáveis.
$0,3 \leq  r  < 0,6$	A correlação é de muito fraca a média (Moderada), porém, podemos considerar o valor de $r$ nesse intervalo com indício de uma associação entre as variáveis sem muito significado.
$0,6 \leq  r  \leq 1$	A correlação é de média a forte (Forte), ou seja, as variáveis mantêm dependência significativa.

Fonte: Adaptado de Tiboni (2010). Elaboração: MACIEL, S. A. (2019).

Em síntese, o grau de dependência entre as variáveis hidrológicas, determinado pelo Coeficiente de Correlação Linear de Pearson ( $r$ ), foi avaliado em fraco, moderado ou forte.

#### **4.7 Técnicas de geoprocessamento aplicadas à espacialização dos dados climatológicos, hidrológicos e relacionados às condições de pobreza**

O estudo sistêmico das bacias hidrográficas necessita de uma maior utilização de ferramentas computacionais de análise, que sejam capazes de manipular uma gama de dados e gerar novas informações para tomadas de decisões e gerenciamento dos recursos hídricos. Nesse sentido, para esta pesquisa utilizaram-se algumas técnicas do geoprocessamento para demonstração dos resultados e discussões.

O Geoprocessamento pode ser representado como um conjunto de tecnologias destinadas a coleta e tratamento de informações espaciais, bem como, empenha-se no desenvolvimento de novos sistemas e aplicações, com diversos níveis de sofisticação (ROSA; BRITO, 1996). Ou seja, é a área que se faz por meio de técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento das informações geográficas (CÂMARA, MEDEIROS, 1998). Ele compreende o processamento digital de imagens, a cartografia digital e os sistemas de informação geográfica (MOURA, 2005).

Todas as técnicas de geoprocessamento aplicadas foram realizadas por meio do software livre QGIS, versão 2.14.22, sendo este, de código aberto licenciado com referência na Licença Pública Geral GNU. Desde a elaboração dos mapas de localização da área de estudo e municípios inseridos na porção mineira da bacia, da caracterização fisiográfica (afluentes, hipsometria, declividade e solos) e da disposição dos postos pluviométricos, fluviométricos e estações com fonte no ERA5, aos procedimentos principais, que foram a construção dos mapas coropléticos, as interpolações e as sobreposições entre os mapas.

#### 4.7.1 Construção de mapas coropléticos

A elaboração dos mapas coropléticos foi realizada para auxiliar nas análises espaciais de indicadores socioeconômicos que são representativos para a interpretação das condições de pobreza ao longo da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha. Todas as etapas foram pautadas nas orientações dos seguintes autores: Archela e Archela (2006), Archela e Théry (2008), Longley et al. (2013), Martinelli (2006), Martinelli e Graça (2015), Ramos et al. (2016), Seabra e Leão (2013) e Slocum et al. (2009).

Foi realizado o mapeamento coroplético destes indicadores: Percentuais de Domicílios com Abastecimento de Água por Rede Geral de Distribuição, Percentuais de Domicílios que Vivem Abaixo da Linha da Pobreza, Percentuais de Domicílios que vivem em Situação de Pobreza, Esperança de Vida ao Nascer, Índice do Desenvolvimento Humano (IDH), Índice de GINI e PIB per capita. Embora pautados em fontes diferentes, todos os dados quantitativos municipais são referentes ao ano de 2010, último censo.

As etapas seguiram basicamente a análise do fenômeno a ser estudado, a seleção do melhor indicador socioeconômico para representação, a definição do número de classes, o método de classificação, a escolha das variações de tons de cores a serem utilizadas, e, por fim, a representação espacial por meio dos mapas.

Para determinação da divisão de classes foi selecionado o método de “Quebras Naturais” ou (Otimização de Jenks), desenvolvido por Jenks (1977). Neste método os intervalos são determinados estatisticamente, gerando classes com valores próximos enquanto as diferenças são maximizadas. O procedimento realizado encontra agrupamentos e padrões intrínsecos aos dados, diferenciando áreas entre si (JANSEN et al., 2014; SALLUN; SUGUIO; SALLUN FILHO, 2007).

Frisa-se, ainda, que os municípios que apresentaram área urbana totalmente fora do limite da porção mineira da bacia foram excluídos dos mapeamentos coropléticos, pois a gestão da água pode caber às bacias fronteiriças, ao norte do rio Pardo e ao sul do rio Doce e também os dados socioeconômicos relacionados na tese correspondem muito mais à realidade das zonas urbanas, sendo estes categorizados como municípios não analisados.

#### **4.7.2 Interpolação por Spline**

Um das formas mais utilizadas para espacialização de dados climatológicos é o uso de mapas de isolinhas ou contornos, elaborado a partir de técnicas de interpolação. Esta última, pode ser definida como um processo que envolve a determinação de valores desconhecidos, ou não amostrados, de um atributo contínuo recorrendo a valores conhecidos ou amostrados. Este tipo de mapeamento segue duas etapas: a primeira, com a definição de um relacionamento de vizinhança (identificar quais pontos são os vizinhos apropriados), e a segunda, com a definição dos métodos que calcularão os valores desconhecidos. A interpolação tem como premissa que o fenômeno aludido é aproximado de perto pela função matemática usada. Portanto, os valores previstos são calculados de acordo com esta função (MIRANDA, 2005).

O método de interpolação utilizado nesta metodologia foi o Spline. Esta técnica recorre ao uso de polinômios para criar uma superfície que minimize a curvatura da mesma, dando origem a uma superfície suavizada que permeia por entre os pontos da amostra. As superfícies splines, devido a sua própria característica de suavização, são recorrentemente usadas visando a criação de curvas de nível com qualidade cartográfica (MATOS, 2005; ANDRIOTTI, 2003; CARVALHO; ASSAD, 2005).

Uma vez que a interpolação por Spline necessita de informações ou pontos amostrais de dados para além dos limites que se pretende analisar na área de estudo, pois esta técnica utiliza os

limites dos pontos de informações para realizar a interpolação e o corte dos resultados que serão gerados (MURARA, 2019), foram utilizadas também outras estações pluviométricas e outros pontos de reanálises, situados no entorno da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.

Neste sentido, interpolou-se os dados de precipitação coletados dos postos pluviométricos e de temperatura extraídos das reanálises do ERA5, com série histórica de 1985 a 2015. Tais dados foram processados em planilhas do Microsoft Office Excel (2019) buscando estabelecer as médias necessárias para as posteriores interpolações.

Na próxima etapa, os dados foram exportados e espacializados por meio do software QGIS, versão 2.14.22, tendo como referência as coordenadas geográficas dos postos já selecionados. Posteriormente, foi realizado o processo de interpolação com auxílio do interpolador (Multilevel b-spline interpolation), e, por último, o recorte da malha final gerada pelo limite da bacia, representando, então, o fenômeno estudado.

O quadro 14 traz os tipos de variáveis e quais interpolações foram realizadas para compreensão das variabilidades climatológicas na bacia.

Quadro 14 - Interpolações realizadas na área de estudo

<b>Variável</b>	<b>Interpolação</b>
Precipitação	* Precipitação média anual. * Precipitação média do semestre mais chuvoso. * Dispersão média anual de precipitação (Coeficiente de Variação). * Índice de Precipitação Padronizado (SPI).
Temperatura	* Temperatura média anual. * Temperatura média do trimestre mais ameno. * Temperatura média do trimestre mais quente. * Dispersão média anual de temperatura (Coeficiente de Variação).
Balanço Hídrico Climatológico (BHC)	* Deficiência Hídrica média anual. * Evapotranspiração média anual. * Classificação Climática de Thornthwaite (1948).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2019).

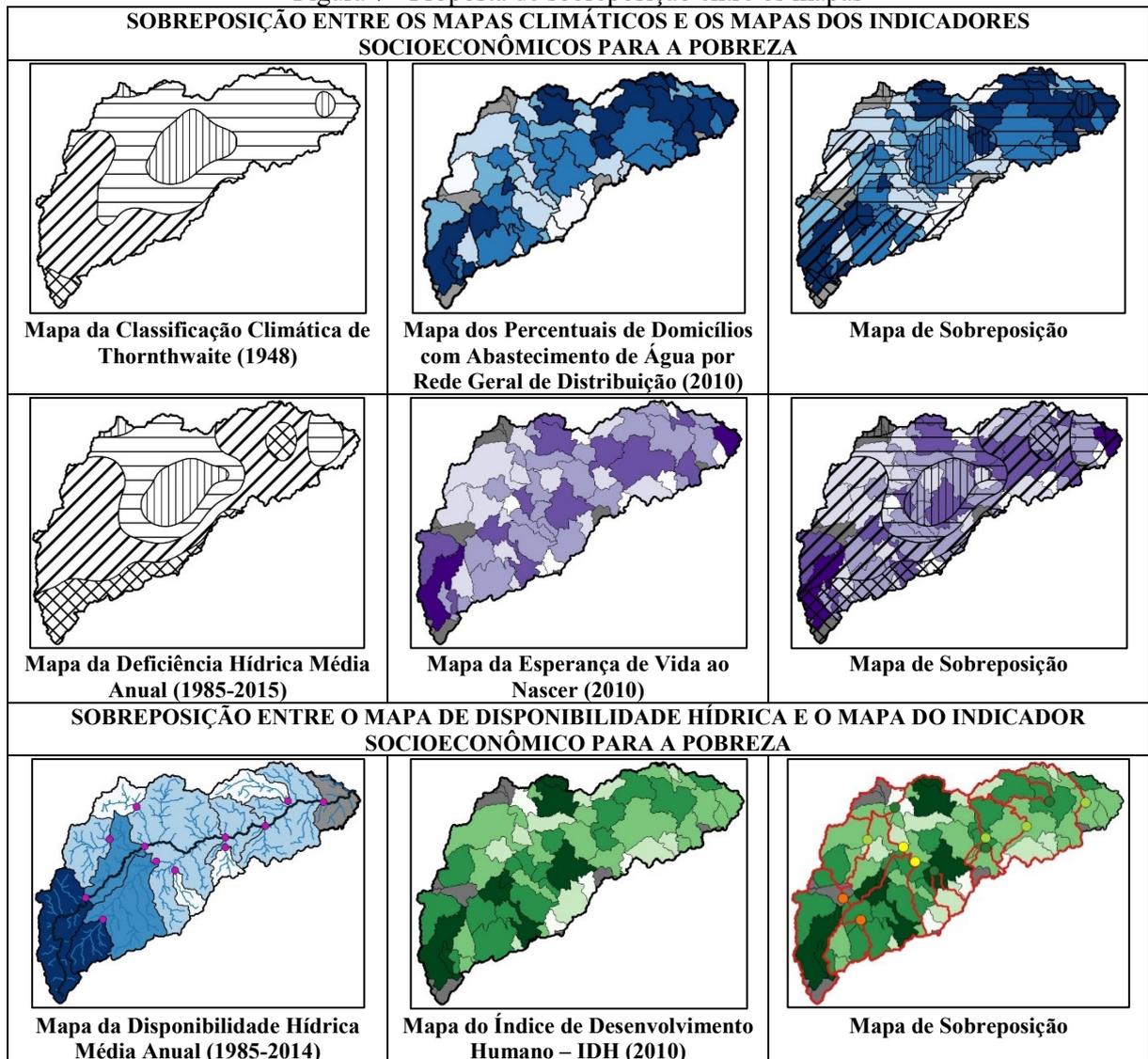
### 4.7.3 Sobreposição e integração das variáveis

A sobreposição das informações temáticas e observação das inter-relações espaciais permitem a determinação das distribuições e concentrações, e potencialidades das diferentes regiões em uma área de estudo. Tal conhecimento possibilita a formulação de diretrizes para o desenvolvimento de municípios (SLUTER, 2001). Especificamente, no estudo de processos hidrológicos em bacias pode-se aplicar a superposição de vários mapas de descrição do meio receptor (TUCCI, 2004). Neste sentido, o entendimento da relação entre o comportamento climático e hidrológico e os aspectos de pobreza na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha foi realizado a partir de sobreposições entre os mapas.

Os mapas coropléticos dos indicadores socioeconômicos utilizados na análise da pobreza foram a base para as posteriores sobreposições, de forma separada, aos mapas interpolados dos dados climáticos e aos mapas temáticos da disponibilidade hídrica ao longo das áreas de contribuição, conforme exemplificado na figura 7.

A sobreposição e edição dos arquivos vetoriais e mapas finais foi realizada com uso do software QGIS, versão 2.14.22. Os mapas interpolados da Classificação Climática de Thornthwaite (1948) e do Déficit Hídrico médio anual foram reclassificados por tabela e convertidos do formato raster para vetorial. Posteriormente, realizou-se a sobreposição com os mapas de indicadores socioeconômicos, espacializados em vetores. O que não foi necessário ao mapa de Disponibilidade Hídrica média anual, já feito em vetor.

Figura 7 - Proposta de sobreposição entre os mapas



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

A seguir têm-se os quadros de 15 a 17 que apresentam uma síntese de todas as sobreposições entre mapas realizadas neste estudo.

Quadro 15 - Síntese das sobreposições entre os mapas de aspectos da pobreza e o de classificação climática

<b>Nº</b>	<b>MAPA (1)</b>	<b>MAPA (2)</b>	<b>MAPA SOBREPOSTO</b>
<b>1</b>	Classificação Climática de Thornthwaite (1948)	Percentuais de Domicílios com Abastecimento de Água por Rede Geral de Distribuição (2010)	Relação entre a Classificação Climática de Thornthwaite (1948) e os Percentuais de Domicílios com Abastecimento de Água por Rede Geral de Distribuição (2010)
<b>2</b>	Classificação Climática de Thornthwaite (1948)	Percentuais de Domicílios que Vivem Abaixo da Linha da Pobreza (2010)	Relação entre a Classificação Climática de Thornthwaite (1948) e os Percentuais de Domicílios que Vivem Abaixo da Linha da Pobreza (2010)
<b>3</b>	Classificação Climática de Thornthwaite (1948)	Percentuais de Domicílios que Vivem em Situação de Pobreza (2010)	Relação entre a Classificação Climática de Thornthwaite (1948) e os Percentuais de Domicílios que Vivem em Situação de Pobreza (2010)
<b>4</b>	Classificação Climática de Thornthwaite (1948)	Esperança de Vida ao Nascer (2010)	Relação entre a Classificação Climática de Thornthwaite (1948) e a Esperança de Vida ao Nascer (2010)
<b>5</b>	Classificação Climática de Thornthwaite (1948)	Índice de Desenvolvimento Humano – IDH (2010)	Relação entre a Classificação Climática de Thornthwaite (1948) e o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH (2010)
<b>6</b>	Classificação Climática de Thornthwaite (1948)	Índice de GINI (2010)	Relação entre a Classificação Climática de Thornthwaite (1948) e o Índice de GINI (2010)
<b>7</b>	Classificação Climática de Thornthwaite (1948)	Produto Interno Bruto – PIB per capita (2010)	Relação entre a Classificação Climática de Thornthwaite (1948) e o Produto Interno Bruto – PIB per capita (2010)

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Quadro 16 - Síntese das sobreposições entre os mapas de aspectos da pobreza e o de deficiência hídrica

<b>Nº</b>	<b>MAPA (1)</b>	<b>MAPA (2)</b>	<b>MAPA SOBREPOSTO</b>
<b>1</b>	Deficiência Hídrica Média Anual (1985-2015)	Percentuais de Domicílios com Abastecimento de Água por Rede Geral de Distribuição (2010)	Relação entre a Deficiência Hídrica Média Anual (1985-2015) e os Percentuais de Domicílios com Abastecimento de Água por Rede Geral de Distribuição (2010)
<b>2</b>	Deficiência Hídrica Média Anual (1985-2015)	Percentuais de Domicílios que Vivem Abaixo da Linha da Pobreza (2010)	Relação entre a Deficiência Hídrica Média Anual (1985-2015) e os Percentuais de Domicílios que Vivem Abaixo da Linha da Pobreza (2010)
<b>3</b>	Deficiência Hídrica Média Anual (1985-2015)	Percentuais de Domicílios que Vivem em Situação de Pobreza (2010)	Relação entre a Deficiência Hídrica Média Anual (1985-2015) e os Percentuais de Domicílios que Vivem em Situação de Pobreza (2010)
<b>4</b>	Deficiência Hídrica Média Anual (1985-2015)	Esperança de Vida ao Nascer (2010)	Relação entre a Deficiência Hídrica Média Anual (1985-2015) e a Esperança de Vida ao Nascer (2010)
<b>5</b>	Deficiência Hídrica Média Anual (1985-2015)	Índice de Desenvolvimento Humano – IDH (2010)	Relação entre a Deficiência Hídrica Média Anual (1985-2015) e o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH (2010)
<b>6</b>	Deficiência Hídrica Média Anual (1985-2015)	Índice de GINI (2010)	Relação entre a Deficiência Hídrica Média Anual (1985-2015) e o Índice de GINI (2010)
<b>7</b>	Deficiência Hídrica Média Anual (1985-2015)	Produto Interno Bruto – PIB per capita (2010)	Relação entre a Deficiência Hídrica Média Anual (1985-2015) e o Produto Interno Bruto – PIB per capita (2010)

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Quadro 17 - Síntese das sobreposições entre os mapas de aspectos da pobreza e o de disponibilidade hídrica

Nº	MAPA (1)	MAPA (2)	MAPA SOBREPOSTO
1	Disponibilidade Hídrica Média Anual (1985-2014)	Percentuais de Domicílios com Abastecimento de Água por Rede Geral de Distribuição (2010)	Relação entre a Disponibilidade Hídrica Média Anual (1985-2014) e os Percentuais de Domicílios com Abastecimento de Água por Rede Geral de Distribuição (2010)
2	Disponibilidade Hídrica Média Anual (1985-2014)	Percentuais de Domicílios que Vivem Abaixo da Linha da Pobreza (2010)	Relação entre a Disponibilidade Hídrica Média Anual (1985-2014) e os Percentuais de Domicílios que Vivem Abaixo da Linha da Pobreza (2010)
3	Disponibilidade Hídrica Média Anual (1985-2014)	Percentuais de Domicílios que Vivem em Situação de Pobreza (2010)	Relação entre a Disponibilidade Hídrica Média Anual (1985-2014) e os Percentuais de Domicílios que Vivem em Situação de Pobreza (2010)
4	Disponibilidade Hídrica Média Anual (1985-2014)	Esperança de Vida ao Nascer (2010)	Relação entre a Disponibilidade Hídrica Média Anual (1985-2014) e a Esperança de Vida ao Nascer (2010)
5	Disponibilidade Hídrica Média Anual (1985-2014)	Índice de Desenvolvimento Humano – IDH (2010)	Relação entre a Disponibilidade Hídrica Média Anual (1985-2014) e o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH (2010)
6	Disponibilidade Hídrica Média Anual (1985-2014)	Índice de GINI (2010)	Relação entre a Disponibilidade Hídrica Média Anual (1985-2014) e o Índice de GINI (2010)
7	Disponibilidade Hídrica Média Anual (1985-2014)	Produto Interno Bruto – PIB per capita (2010)	Relação entre a Disponibilidade Hídrica Média Anual (1985-2014) e o Produto Interno Bruto – PIB per capita (2010)

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

A análise espacial das representações cartográficas finais, embora tenha permitido uma interpretação mais objetiva, foi suficiente para compreender as respectivas relações existentes ou não entre as variáveis naturais (clima e disponibilidade hídrica) e a social (pobreza) na porção mineira da bacia. Os procedimentos aplicados das sobreposições também foram ideais para compatibilização da escala de bacia aos dados socioeconômicos municipais.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Nesta seção apresenta-se inicialmente uma discussão baseada em indicadores socioeconômicos significativos para avaliação da pobreza nos municípios inseridos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha, referenciada no ano do último censo demográfico, 2010. Posteriormente, foi analisado os aspectos climatológicos pautados, principalmente, na temperatura, na pluviosidade e no Índice de Precipitação Padronizado (SPI), nas variáveis do Balanço Hídrico Climatológico (BHC) e na Classificação Climática de Thornthwaite (1948). Segue-se com o estudo dos aspectos hidrológicos fundamentado nas vazões máximas, médias e mínimas, nas vazões específicas e na relação chuva-vazão. Na sequência, têm-se as reflexões acerca das respectivas relações entre as variáveis climatológicas, hidrológicas e a pobreza a partir das propostas de mapeamentos realizadas. Por fim, discorre-se sobre outras justificativas, como por exemplo, históricas, políticas, econômicas e sociais, para análise de cenários de pobreza na área de estudo.

### **5.1 Aspectos das condições de pobreza por meio de indicadores socioeconômicos**

Os indicadores socioeconômicos elencados neste item revelam um conjunto de informações sobre a realidade da pobreza ao longo da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha, com enfoque, nas condições de vida da população no ano de 2010. Afim de alcançar este objetivo selecionou-se os respectivos indicadores econômicos: (PIB per capita e Índice de GINI), sociais (Abastecimento de água por rede geral de distribuição, Esperança de Vida ao Nascer e Índice de Desenvolvimento Humano – IDH), e, ainda, os percentuais das populações que vivem Abaixo da Linha da Pobreza e também em Situação de Pobreza (IBGE, 2010).

O primeiro indicador fundamental para a análise da pobreza pautada no desenvolvimento econômico da bacia é o Produto Interno Bruto - PIB per capita. Os valores variaram de R\$ 3.391,00 (Francisco Badaró) a R\$ 13.636,6 (Grão Mogol). Comparado ao estado de Minas Gerais que atingiu a média de R\$ 17.439,00, ambos entre os municípios mineiros foram ranqueados em 852º e 165º (IBGE, 2010). Conforme a tabela 4, os dez maiores valores de PIB per capita foram a partir de R\$ 6.969,9 e os dez menores foram iguais ou abaixo de R\$ 4.023,5.

Tabela 4 - Os dez maiores e menores valores de PIB per capita dos municípios inseridos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010)

<b>Posição</b>	<b>Municípios</b>	<b>Porção da Bacia</b>	<b>PIB per capita (R\$)</b>
1º	Grão Mogol	bacia do alto rio Jequitinhonha	13.636,6
2º	Olhos-D'Água	bacia do alto rio Jequitinhonha	8.963,5
3º	Diamantina	bacia do alto rio Jequitinhonha	8.324,2
4º	Turmalina	bacia do rio Araçuaí	7.681,9
5º	Salinas	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	7.638,0
6º	Capelinha	bacia do rio Araçuaí	7.359,4
7º	Itaobim	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	7.157,0
8º	Veredinha	bacia do rio Araçuaí	7.127,3
9º	Itamarandiba	bacio do rio Araçuaí	7.023,1
10º	Cachoeira de Pajeú	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	6.969,9
-	-	-	-
50º	Rubelita	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	4.023,5
51º	Mata Verde	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	3.977,0
52º	José Gonçalves de Minas	bacia do rio Araçuaí	3.873,6
53º	Fruta de Leite	bacia do alto rio Jequitinhonha	3.845,9
54º	Jenipapo de Minas	bacia do rio Araçuaí	3.737,4
55º	Setubinha	bacia do rio Araçuaí	3.697,5
56º	Novo Cruzeiro	bacia do rio Araçuaí	3.667,2
57º	Monte Formoso	bacia do médio e baixo Rio Jequitinhonha	3.646,7
58º	Chapada do Norte	bacia do rio Araçuaí	3.504,3
59º	Francisco Badaró	bacia do rio Araçuaí	3.391,0

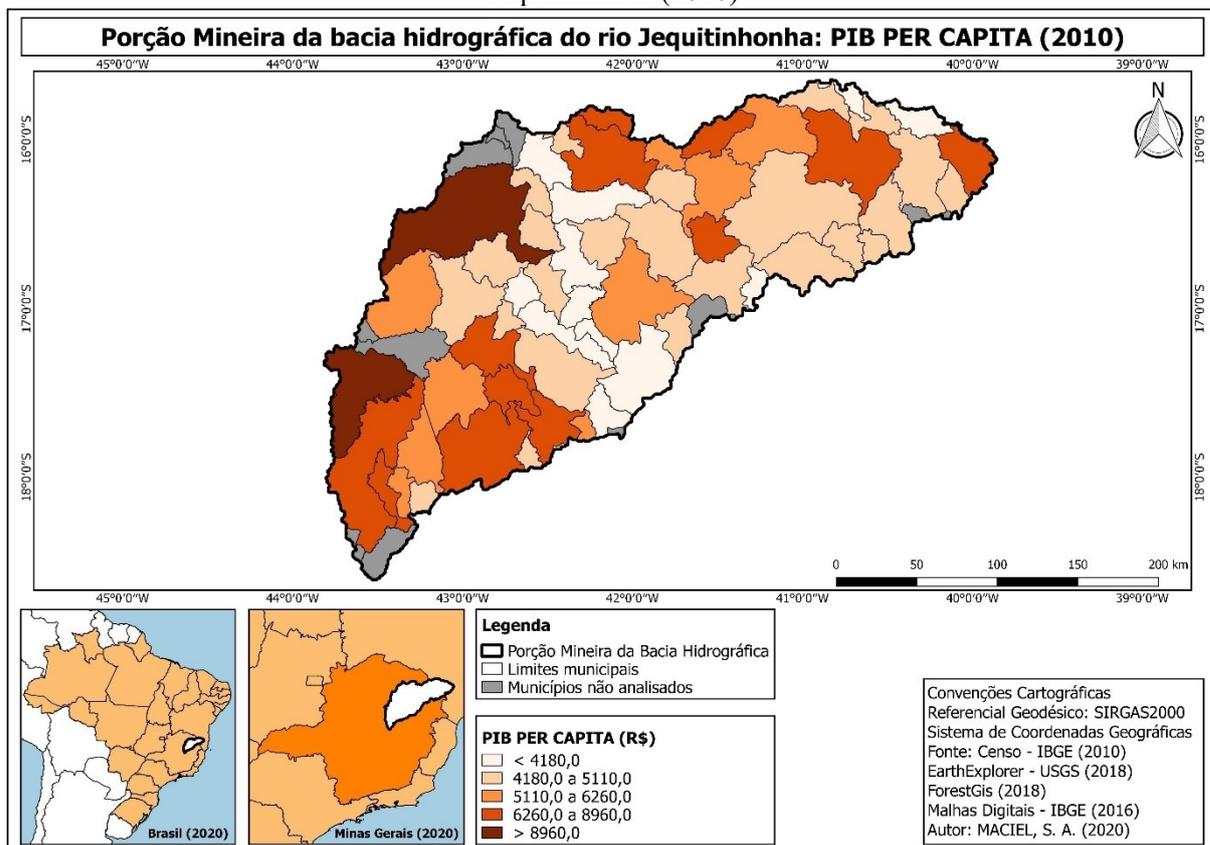
Fonte: Censo – IBGE (2010).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Espacialmente, mapa 13, verificou-se que os municípios localizados na bacia do alto rio Jequitinhonha e na parte oeste da bacia do rio Araçuaí apresentaram os maiores valores médios de PIB per capita, quando comparados com a bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha. Todavia, esta última, apresentou alguns municípios, como por exemplo, Almenara, Itaobim, Salinas e Salto da Divisa, com produtos internos brutos superiores a R\$ 6.260,0.

Em síntese, a porção mineira da bacia apresentou um PIB per capita médio de R\$ 5.378,0, o que é relativamente baixo para suprir todas as demandas de desenvolvimento e garantias de qualidade de vida da coletividade. Embora tenha havido um crescimento econômico comparado a 2000, visto que, o Jequitinhonha/ Mucuri tinha ainda o menor PIB per capita do estado de MG, cuja média da região era de R\$ 2.104,08 (RODRIGUES; FAZITO, 2005), este fato, não promoveu mudanças socioeconômicas substanciais capazes de erradicar os cenários de pobreza.

Mapa 13 - PIB per capita dos municípios localizados na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010)



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Embora, nos últimos anos diga-se que a desigualdade social no território brasileiro, assim como na bacia de estudo, venha regredindo, fato este, comprovado pela diminuição do Índice de GINI, não se pode afirmar que as disparidades socioeconômicas realmente tenham sido reduzidas. Circunstância perceptível, por meio do aumento da desigualdade relevante em termos de

pobreza, sendo que a renda da população mais pobre caiu progressivamente (NERI, 2006, 2011, 2017).

Ao compararmos a média do Índice de GINI em 2010 (0,493) com a média do Brasil (0,536) (SIDRA-IBGE, 2010), infere-se que a desigualdade social foi maior, por conseguinte, mais expressiva para a pobreza nos municípios localizados na área de estudo. De acordo com Beirão, Barbosa e Leite (2019), dentre as mesorregiões de Minas Gerais com altíssima concentração de renda (Central Mineira, Jequitinhonha, Metropolitana de Belo Horizonte, Vale do Mucuri, Vale do Rio Doce e Zona da Mata), destacam-se as mesorregiões do Jequitinhonha e Vale do Mucuri como as que possuem a maior confluência de riquezas nas mãos de poucos e por consequência intensa desigualdade de renda e de ordem socioeconômica.

A partir da tabela 5 pode-se notar que os dez maiores valores do Índice de GINI estiveram iguais ou acima de 0,530, sendo que Salinas atingiu 0,650, demonstrando ter uma maior concentração de renda quando comparado aos demais. Já, em relação aos menores valores, estes foram iguais ou abaixo de 0,450, com destaque para Leme do Prado que apresentou uma melhor situação de igualdade - 0,400 - entre a sua população.

As raízes da diferença de renda entre pobres e ricos na bacia hidrográfica têm início, principalmente, a partir da década de 1970, quando a região se tornou prioritária dos programas de desenvolvimento rural, onde foram apoiados diversos projetos de eucaliptocultura, cafeicultura, mineração e construção de barragens. O que de fato diminuiu o número de empregos por não utilizar uma grande mão-de-obra braçal, gerou uma maior agregação de valor da produção de bens primários fora da região, e, por fim, trouxe maiores lucros aos grandes empreiteiros com a exportação, excluindo dos investimentos a população local, constituída em grande parte por agricultores familiares (RIBEIRO et al., 2014).

Tabela 5 - Os dez maiores e menores valores do Índice de GINI dos municípios inseridos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010)

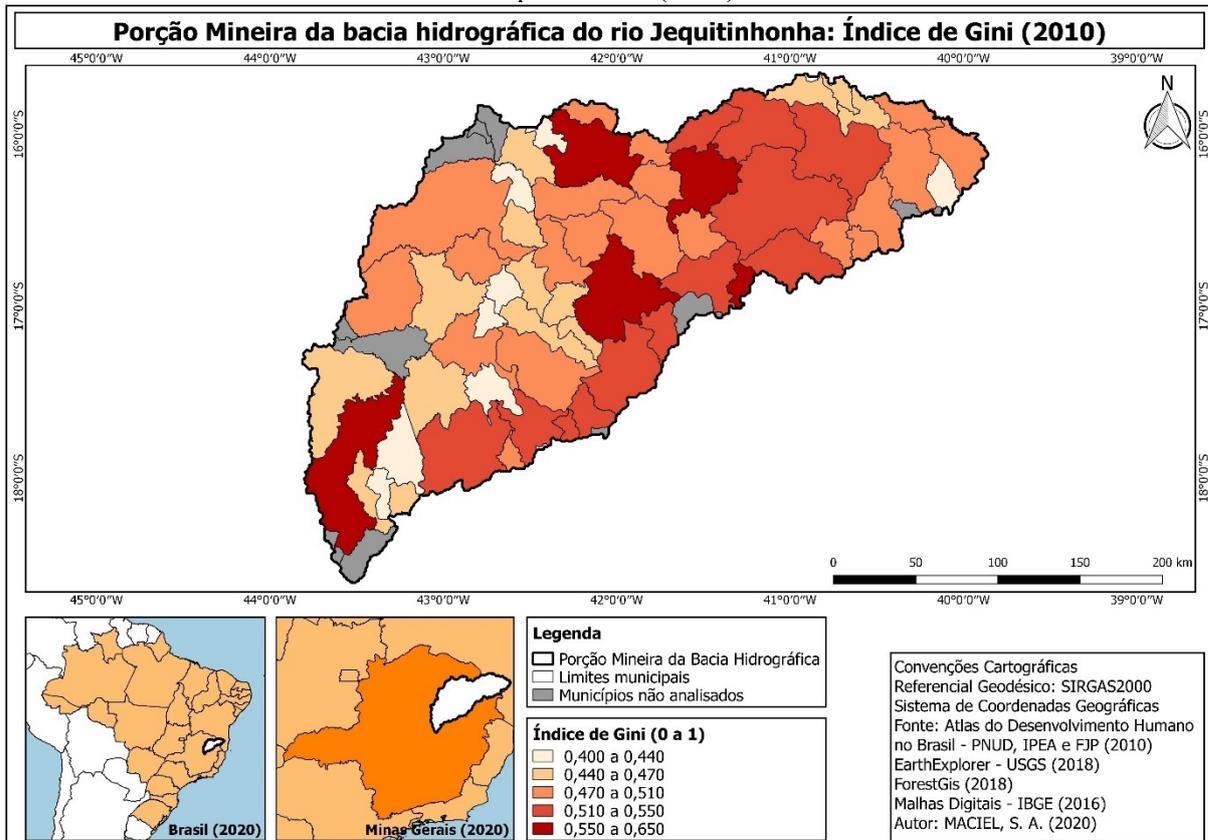
<b>Posição</b>	<b>Municípios</b>	<b>Porção da Bacia</b>	<b>GINI (0 a 1)</b>
1º	Salinas	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	0,650
2º	Monte Formoso	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	0,590
3º	Medina	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	0,570
4º	Araçuaí	bacia do rio Araçuaí	0,570
5º	Diamantina	bacia do alto rio Jequitinhonha	0,570
6º	Setubinha	bacia do rio Araçuaí	0,550
7º	Jequitinhonha	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	0,540
8º	Almenara	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	0,530
9º	Pedra Azul	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	0,530
10º	Joáima	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	0,530
-	-	-	-
50º	Berilo	bacia do rio Araçuaí	0,450
51º	Josenópolis	bacia do alto rio Jequitinhonha	0,450
52º	Santa Maria do Salto	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	0,440
53º	São Gonçalo do Rio Preto	bacia do rio Araçuaí	0,440
54º	Padre Carvalho	bacia do alto rio Jequitinhonha	0,440
55º	Novorizonte	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	0,430
56º	Veredinha	bacia do rio Araçuaí	0,430
57º	Senador Modestino Gonçalves	bacia do rio Araçuaí	0,430
58º	José Gonçalves de Minas	bacia do rio Araçuaí	0,410
59º	Leme do Prado	bacia do rio Araçuaí	0,400

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil - (PNUD; FJP; IPEA, 2010).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Embora, na primeira metade do século XXI as mudanças qualitativas na gestão e no gasto de programas de desenvolvimento tenham gerado modificações quantitativas importantes na realidade social do Vale do Jequitinhonha, por meio dos investimentos públicos e da diversificação na aplicação dos recursos (RIBEIRO et al; 2014), a desigualdade socioeconômica ainda permaneceu marcante na região. O mapa 14, evidencia as disparidades de concentração de renda.

Mapa 14 - Índice de GINI dos municípios localizados na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010)



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

A espacialização do Índice de GINI revela que a concentração da distribuição de renda ocorre principalmente na bacia do rio Araçuaí e em grande parte da bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha, principalmente em Araçuaí, Almenara, Jequitinhonha, Medina, Monte Formoso, Novo Cruzeiro, Salinas e Setubinha. Na bacia do alto rio Jequitinhonha encontramos uma maior igualdade social quando comparado às demais, todavia, ressalta-se a expressiva desigualdade de renda presente em Diamantina, com índice de 0,570, ou seja, neste município maior é a discrepância de renda entre os mais pobres e os mais ricos.

Em alguns casos, encontra-se um maior valor de PIB per capita associado a um alto Índice de GINI, como em Almenara, Capelinha, Cachoeira de Pajeú, Diamantina, Itamarandiba e Salinas. Nestes municípios ao mesmo tempo que há um maior valor agregado por indivíduo em relação aos bens e serviços finais produzidos, também há uma maximização da desigualdade de renda,

o que acaba afetando ainda mais a população pobre destes locais, uma vez que altos rendimentos financeiros não necessariamente representam investimentos diretos para todos em moradia, alimentação, saúde, educação, segurança, transporte, etc.

Os índices de desenvolvimento humano na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha não são satisfatórios. Em 2010, o Brasil apresentou IDH de 0,727 e Minas Gerais (0,731), típico de países emergentes, enquanto a porção mineira da bacia teve um IDH médio de 0,614. A média da área de estudo esteve abaixo do estado de Alagoas (0,631), ranqueado como o 27º no país (PNUD; IPEA; FJP, 2017). Conforme a tabela 6, os dez maiores valores encontrados foram a partir de 0,642, sendo Diamantina (0,716) o município com melhores condições de educação, saúde e renda. Por outro lado, os dez menores valores foram iguais ou menores a 0,582, sendo Monte Formoso (0,541) o município com o pior índice.

Tabela 6 - Os dez maiores e menores valores do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos municípios inseridos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010)

<b>Posição</b>	<b>Municípios</b>	<b>Porção da Bacia</b>	<b>IDH (0 a 1)</b>
1º	Diamantina	bacia do alto rio Jequitinhonha	0,716
2º	Turmalina	bacia do rio Araçuaí	0,682
3º	Salinas	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	0,679
4º	Taiobeiras	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	0,670
5º	Leme do Prado	bacia do rio Araçuaí	0,670
6º	Araçuaí	bacia do rio Araçuaí	0,663
7º	Couto de Magalhães de Minas	bacia do alto rio Jequitinhonha	0,659
8º	Capelinha	bacia do rio Araçuaí	0,653
9º	Itamarandiba	bacia do rio Araçuaí	0,646
10º	Almenara	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	0,642
-	-	-	-
50º	Aricanduva	bacia do rio Araçuaí	0,582
51º	Mata Verde	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	0,581
52º	Cachoeira de Pajeú	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	0,578
53º	Santa Cruz de Salinas	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	0,577
54º	Novo Cruzeiro	bacia do rio Araçuaí	0,571
55º	Josenópolis	bacia do alto rio Jequitinhonha	0,564
56º	Caraí	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	0,558
57º	Fruta de Leite	bacia do alto rio Jequitinhonha	0,544
58º	Setubinha	bacia do rio Araçuaí	0,542
59º	Monte Formoso	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	0,541

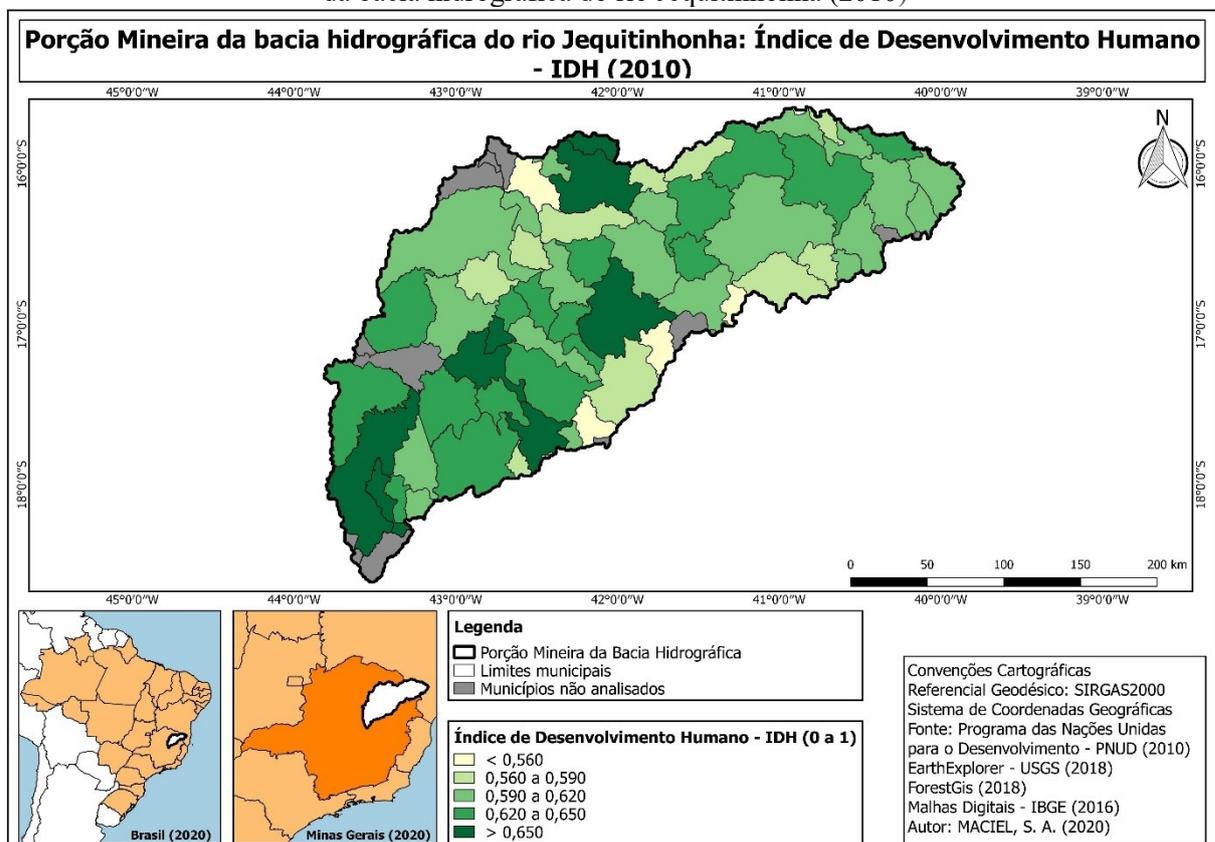
Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil - (PNUD; FJP; IPEA, 2010).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

De maneira geral, mapa 15, 54% dos municípios tiveram IDH abaixo de 0,620 e somente 13,5% foram superiores a 0,650. Os piores índices estão na bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha (Cachoeira de Pajeú, Caraí, Felisburgo, Joáima, Monte Formoso, Rubelita e Santa Cruz de Salinas) e os melhores índices estão na bacia do rio Araçuaí (Araçuaí, Capelinha, Carbonita, Itamarandiba, Minas Novas e Turmalina) e na porção oeste da bacia do alto rio Jequitinhonha (Couto de Magalhães de Minas, Diamantina, Itacambira e Olhos-D'Água).

Galvão, Bodevan e Santos (2015) confirmam estes resultados ao estudarem a distribuição geográfica de serviços de saúde no Vale do Jequitinhonha e reafirmarem as diferenças socioeconômicas encontradas nos municípios, a partir das informações de IDH. Os autores, portanto, mencionam a importância da intensificação de políticas públicas que objetivem minimizar essas discrepâncias sociais na bacia.

Mapa 15 - Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos municípios localizados na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010)



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Em específico, sobre a Esperança de Vida ao Nascer que pode ser relacionada às condições de alimentação da população, aos serviços de saneamento ambiental, aos índices de criminalidade e à violência, aos serviços de saúde e educação e às políticas públicas de assistência aos idosos que promovam uma melhor qualidade de vida aos habitantes, esta foi igual ou superior a 69,6 anos, tabela 7. Os dez maiores valores de Esperança de Vida ao nascer variam de 73,9 a 75,7 anos, tendo as maiores idades encontradas na bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha, nos municípios de Salto da Divisa, Medina, Rubim e Jequitinhonha. Já os dez menores valores de Esperança de Vida ao Nascer foram de 69,6 a 71,7 anos, novamente com os resultados mais baixos vistos nesta mesma porção da bacia, nos municípios de Cachoeira de Pajeú, Santa Maria do Salto, Monte Formoso, Santa Cruz de Salinas, Mata Verde e Felisburgo.

Tabela 7 - Os dez maiores e menores valores de Esperança de Vida ao Nascer dos municípios inseridos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010)

<b>Posição</b>	<b>Municípios</b>	<b>Porção da Bacia</b>	<b>Esperança de Vida ao Nascer (Anos)</b>
1º	Salto da Divisa	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	75,7
2º	Diamantina	bacia do alto rio Jequitinhonha	75,3
3º	Capelinha	bacia do rio Araçuaí	74,4
4º	Medina	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	74,3
5º	Araçuaí	bacia do rio Araçuaí	74,3
6º	Rubim	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	74,0
7º	Jequitinhonha	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	74,0
8º	Turmalina	bacia do rio Araçuaí	74,0
9º	Berilo	bacia do rio Araçuaí	74,0
10º	São Gonçalo do Rio Preto	bacia do rio Araçuaí	73,9
-	-	-	-
50º	Leme do Prado	bacia do rio Araçuaí	71,7
51º	Cachoeira de Pajeú	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	71,3
52º	Santa Maria do Salto	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	70,9
53º	Monte Formoso	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	70,9
54º	José Gonçalves de Minas	bacia do rio Araçuaí	70,8
55º	Santa Cruz de Salinas	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	70,4
56º	Angelândia	bacia do rio Araçuaí	70,4
57º	Mata Verde	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	69,9
58º	Felisburgo	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	69,7
59º	Setubinha	bacia do rio Araçuaí	69,6

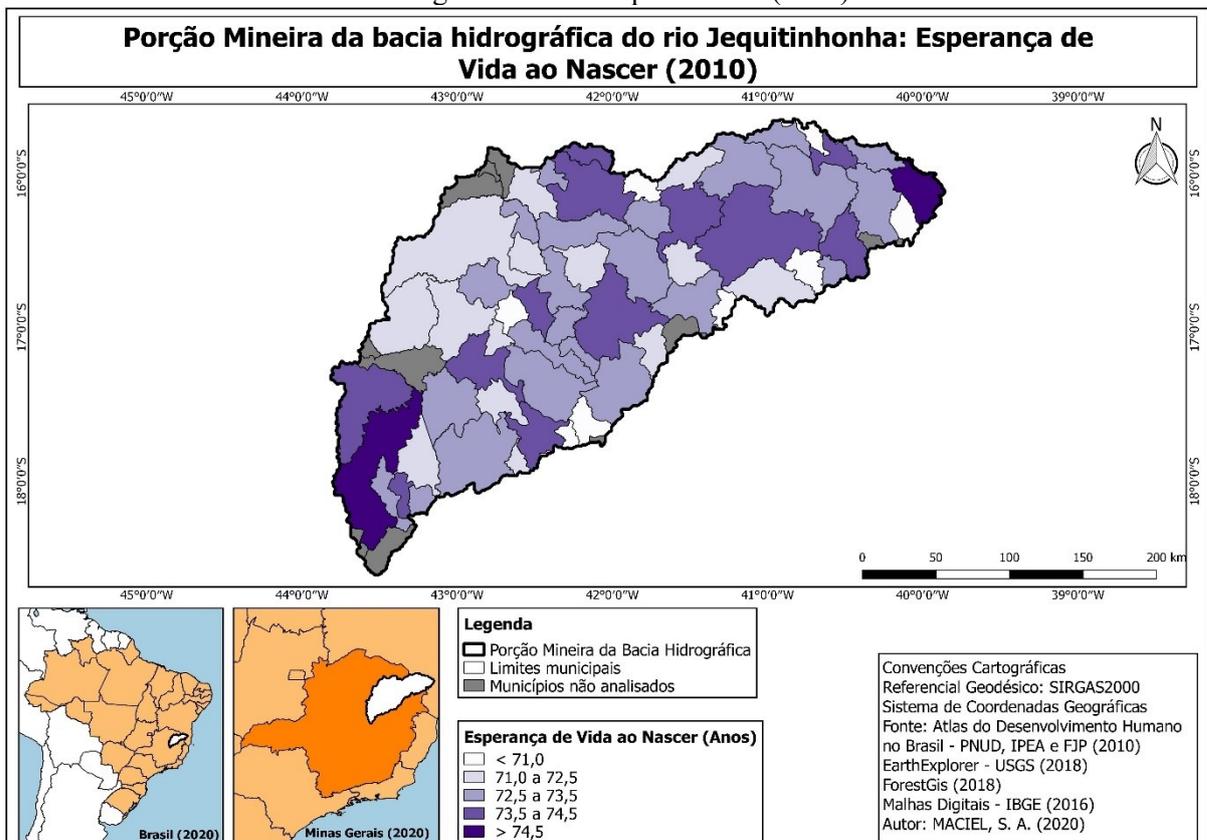
Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil - (PNUD; FJP; IPEA, 2010).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Em 2010, a Esperança de Vida ao nascer no Brasil era de 73,5 anos (IBGE, 2010). Na porção mineira da bacia hidrográfica, somente 15 municípios ou 25,4% superaram a média brasileira. O mapa 16 demonstra que as menores expectativas de vida estão mais concentradas na porção leste da bacia do alto rio Jequitinhonha e em grande parte da bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha. Por outro lado, as maiores expectativas de vida foram mais presentes na parte oeste da bacia do alto rio Jequitinhonha e na bacia do rio Araçuaí.

Alguns municípios que apresentaram os maiores valores em Esperança de Vida ao Nascer, como por exemplo Araçuaí, Berilo, Capelinha, Diamantina, Medina, Olhos D'Água, Salinas, Taiobeiras e Turmalina, são justamente aqueles que apresentaram os melhores índices de desenvolvimento humano.

Mapa 16 – Esperança de Vida ao Nascer dos municípios localizados na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010)



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

O abastecimento de água na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha foi avaliado a partir da sua distribuição por rede geral. Tal sistema é importante aos municípios pois ajuda no combate de doenças, por conseguinte, diminui a mortalidade – em particular a infantil - e aumenta a expectativa de vida; propicia bem-estar e segurança à população perante ao acesso em quantidade e qualidade de água tratada; melhora o preparo dos alimentos, a hidratação e a higienização dos ambientes; facilita o desenvolvimento de práticas esportivas; colabora com a limpeza pública; por fim, auxilia na preservação dos mananciais.

O percentual médio de domicílios com abastecimento de água por rede geral de distribuição foi de 63,8%. Do total analisado, 24 ou 40,6% dos municípios possuem fornecimento deste serviço abaixo de 60% em suas residências. Os dez maiores valores de distribuição foram iguais ou superiores a 79,9%, sendo Diamantina o maior percentual de recebimento adequado de água (88,8%). Já os dez menores valores de distribuição foram iguais ou abaixo de 45,2%, visto que em Setubinha apenas 26,3% dos domicílios têm acesso à água por meio de entidade distribuidora, conforme destacado na tabela 8.

Segundo Silva et al. (2020), na bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha, além do abastecimento de água por rede geral de distribuição, agências públicas também realizam esforços emergenciais e a longo prazo para ofertar água à população por meio de outras formas, como cisternas de placa de 16 e 52 mil litros, poços artesianos, barramentos e escavações, cercamento de nascentes, construção de barraginhas ou cavas com função de infiltrar água da chuva, caminhões-pipa e programas de créditos de transferência de renda, principalmente, para aquisição de cacimbas, poços e novas cisternas de placas.

Em Capelinha, por exemplo, localizada na bacia do rio Araçuaí, ainda existem outras quatro maneiras de abastecimento de água: poços e nascentes; carro-pipa; água de chuva armazenada; rio, açude, lago ou igarapé (CALDAS et al., 2019). Há alguns distritos, vilas e povoados que

não possuem serviço de abastecimento domiciliar de água, por causa das grandes distâncias que os separam dos pontos de adução (FERREIRA, 2007).

Tabela 8 - Os dez maiores e menores percentuais de Domicílios com Abastecimento de Água por rede geral de distribuição nos municípios inseridos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010)

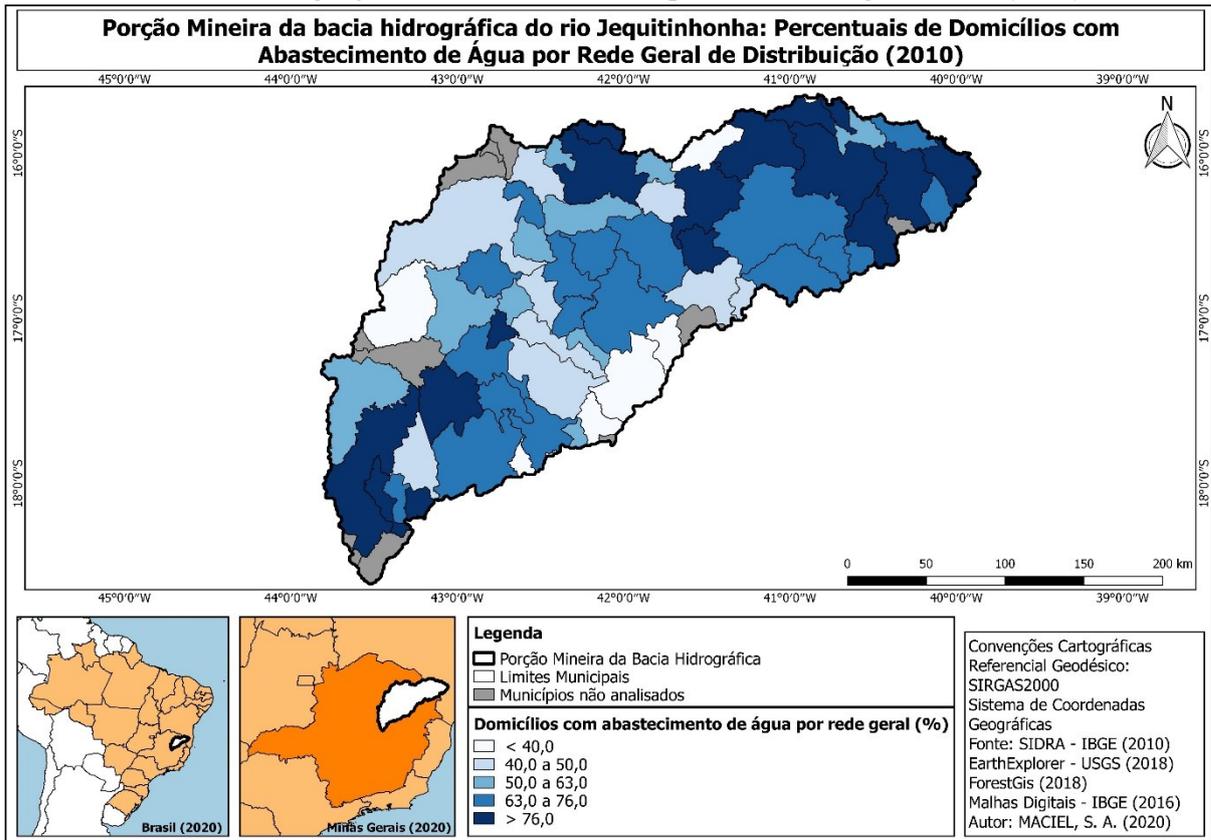
Posição	Municípios	Porção da Bacia	Abastecimento de Água (%)
1º	Diamantina	bacia do alto rio Jequitinhonha	88,8
2º	Couto de Magalhães de Minas	bacia do alto rio Jequitinhonha	87,0
3º	Pedra Azul	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	85,2
4º	Salto da Divisa	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	84,7
5º	Carbonita	bacia do rio Araçuaí	83,0
6º	Jacinto	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	82,2
7º	Salinas	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	82,0
8º	Mata Verde	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	80,6
9º	Itaobim	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	80,2
10º	Taiobeiras	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	79,9
-	-	-	-
50º	Comercinho	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	45,2
51º	Senador Modestino Gonçalves	bacia do rio Araçuaí	44,8
52º	Berilo	bacia do rio Araçuaí	44,2
53º	Monte Formoso	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	40,1
54º	Novo Cruzeiro	bacia do rio Araçuaí	39,2
55º	Aricanduva	bacia do rio Araçuaí	38,0
56º	Cachoeira de Pajeú	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	37,4
57º	Itacambira	bacia do alto rio Jequitinhonha	36,1
58º	Carai	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	34,4
59º	Setubinha	bacia do rio Araçuaí	26,3

Fonte: Censo – IBGE (2010).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Os piores percentuais - abaixo de 63% - de domicílios com abastecimento de água por rede geral estão na bacia do alto rio Jequitinhonha (Botumirim, Fruta de Leite, Grão Mogol, Itacambira, Josenópolis e Olhos-D'Água) e na parte leste da bacia do rio Araçuaí (Angelândia, Aricanduva, Berilo, Chapada do Norte, Jenipapo de Minas, José Gonçalves de Minas, Minas Novas, Novo Cruzeiro e Setubinha). Os maiores percentuais de abastecimento domiciliar de água estão na bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha, sendo acima de 76% (Almenara, Divisópolis, Itaobim, Jacinto, Mata Verde, Medina, Pedra Azul, Rubim, Salinas, Salto da Divisa e Taiobeiras), conforme ilustrado no mapa 17.

Mapa 17 – Domicílios com Abastecimento de Água por rede geral de distribuição nos municípios localizados na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010)



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

O percentual médio de domicílios que vivem abaixo da Linha da Pobreza foi de 9%, considerando o valor de renda per capita familiar até 1/8 do salário mínimo em 2010 (R\$ 63,75). Neste mesmo ano, no Brasil, em média, 6,3% da população vivia com renda mensal de até R\$ 70,00 por membro familiar (IBGE, 2011).

Esta porcentagem na área de estudo pode ser atribuída ao processo de êxodo rural e a falta de planejamento urbano, a desigualdade e a exclusão social, a má distribuição de renda, ao alto nível de desemprego, a baixa remuneração, ao não acesso às facilidades de educação e saúde, a falta de água potável, a presença de subnutrição, as condições de moradia precárias, ao não acesso à cultura e ao lazer e a ausência de políticas públicas eficazes voltadas aos pobres. O que acaba fazendo com que esta parcela da população não consiga satisfazer suas necessidades básicas de sobrevivência, e, por conseguinte, não tenham garantias de qualidade de vida.

A partir da tabela 9, observa-se que os dez maiores percentuais de domicílios que vivem abaixo da linha da pobreza dentro dos municípios foram iguais ou superiores a 13,3%. Em Cristália e Monte formoso esses valores ultrapassaram 18%. Os dez menores percentuais foram a partir de 5,5%, sendo que Taiobeiras e Diamantina atingiram, especificamente, as mais baixas porcentagens, 3,2% e 3,0%.

Tabela 9 - Os dez maiores e menores percentuais de Domicílios que Vivem Abaixo da Linha da Pobreza nos municípios inseridos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010)

<b>Posição</b>	<b>Municípios</b>	<b>Porção da Bacia</b>	<b>Domicílios que Vivem Abaixo da Linha da Pobreza (%)</b>
1º	Monte Formoso	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	18,5
2º	Cristália	bacia do alto rio Jequitinhonha	18,1
3º	Santa Cruz de Salinas	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	15,9
4º	Setubinha	bacia do rio Araçuaí	15,9
5º	Ponto dos Volantes	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	14,3
6º	Carai	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	14,1
7º	Josenópolis	bacia do alto rio Jequitinhonha	14,0
8º	Itacambira	bacia do alto rio Jequitinhonha	13,6
9º	Botumirim	bacia do alto rio Jequitinhonha	13,3
10º	Comercinho	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	13,3
-	-	-	-
50º	Mata Verde	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	5,5
51º	Carbonita	bacia do rio Araçuaí	5,3
52º	Capelinha	bacia do rio Araçuaí	5,0
53º	Salinas	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	4,9
54º	José Gonçalves de Minas	bacia do rio Araçuaí	4,7
55º	Turmalina	bacia do rio Araçuaí	4,0
56º	Padre Carvalho	bacia do alto rio Jequitinhonha	3,6
57º	Olhos-D'Água	bacia do alto rio Jequitinhonha	3,5
58º	Taiobeiras	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	3,2
59º	Diamantina	bacia do alto rio Jequitinhonha	3,0

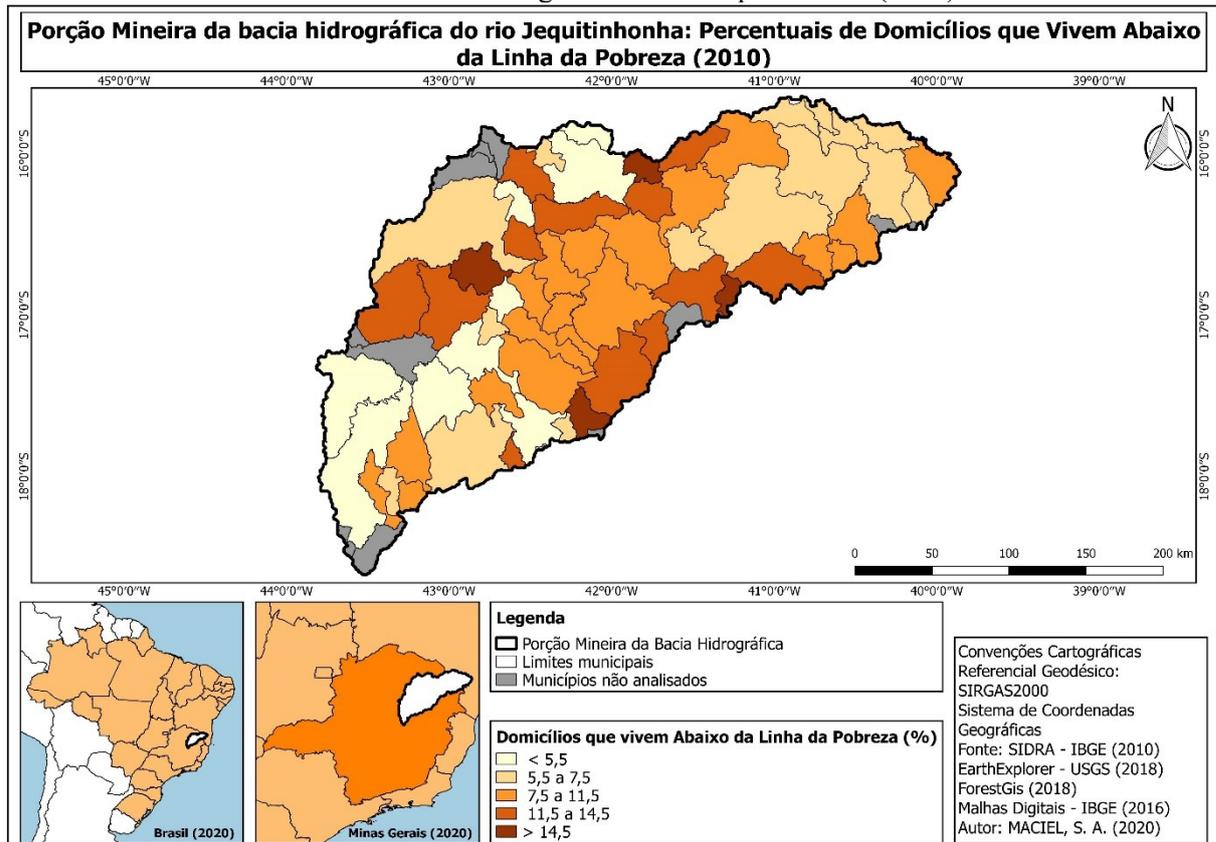
Fonte: Censo – IBGE (2010).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

De acordo com o mapa 18, os menores percentuais foram encontrados na bacia do alto rio Jequitinhonha (Couto de Magalhães de Minas, Grão Mogol, Padre Carvalho, Diamantina e Olhos-D'Água) e em grande parte da bacia do rio Araçuaí (Angelândia, Capelinha, Carbonita, Itamarandiba, José Gonçalves de Minas, São Gonçalo do Rio Preto e Turmalina). Os maiores percentuais estão a oeste da bacia do rio Araçuaí e ao longo do da bacia do médio e baixo rio

Jequitinhonha (Araçuaí, Carai, Chapada do Norte, Cachoeira de Pajeú, Comercinho, Francisco Badaró, Itinga, Joáima, Monte Formoso, Novo Cruzeiro, Ponto dos Volantes, Rubelita, Santa Cruz de Salinas, Setubinha e demais).

Mapa 18 - Domicílios que Vivem Abaixo da Linha da Pobreza nos municípios localizados na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010)



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Por fim, também foram analisados os percentuais de domicílios que vivem em situação de pobreza. Estes foram classificados como aqueles que sobreviviam com até 1/4 do salário mínimo em 2010, (R\$ 127,50 per capita familiar). O percentual médio na bacia de moradias nesta condição foi de 23,9%. Embora tenham uma maior renda per capita, esta não é suficiente para melhorar de forma significativa a situação de pobreza vivida por esta parcela da população. No território brasileiro, neste mesmo ano, 15,25% em média da população vivia com renda mensal de até R\$ 140,00 por pessoa da família (PNUD; FJP; IPEA, 2010).

Por meio da tabela 10 pode-se notar que os dez maiores percentuais de domicílios que vivem em situação de pobreza dentro dos municípios da bacia foram iguais ou superiores a 29,6%. Em Monte Formoso e Setubinha esses valores foram acima de 35%. Os dez menores percentuais foram a partir de 18,9%, sendo que Turmalina e Diamantina tiveram as mais baixas porcentagens, 14,8% e 12,5%.

Tabela 10 - Os dez maiores e menores percentuais de Domicílios que Vivem em Situação de Pobreza nos municípios inseridos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010)

Posição	Municípios	Porção da Bacia	Domicílios que Vivem em Situação de Pobreza (%)
1º	Setubinha	bacia do rio Araçuaí	36,7
2º	Monte Formoso	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	35,5
3º	Carai	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	31,6
4º	Santa Cruz de Salinas	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	31,3
5º	Comercinho	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	31,3
6º	Cristália	bacia do alto rio Jequitinhonha	31,2
7º	Itinga	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	31,1
8º	Botumirim	bacia do alto rio Jequitinhonha	30,4
9º	Josenópolis	bacia do alto rio Jequitinhonha	29,9
10º	Novo Cruzeiro	bacia do rio Araçuaí	29,6
-	-	-	-
50º	Almenara	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	18,9
51º	Couto de Magalhães de Minas	bacia do alto rio Jequitinhonha	18,6
52º	Capelinha	bacia do rio Araçuaí	18,3
53º	Taiobeiras	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	18,2
54º	Salinas	bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha	17,7
55º	Leme do Prado	bacia do rio Araçuaí	17,5
56º	José Gonçalves de Minas	bacia do rio Araçuaí	16,9
57º	Carbonita	bacia do rio Araçuaí	14,9
58º	Turmalina	bacia do rio Araçuaí	14,8
59º	Diamantina	bacia do alto rio Jequitinhonha	12,5

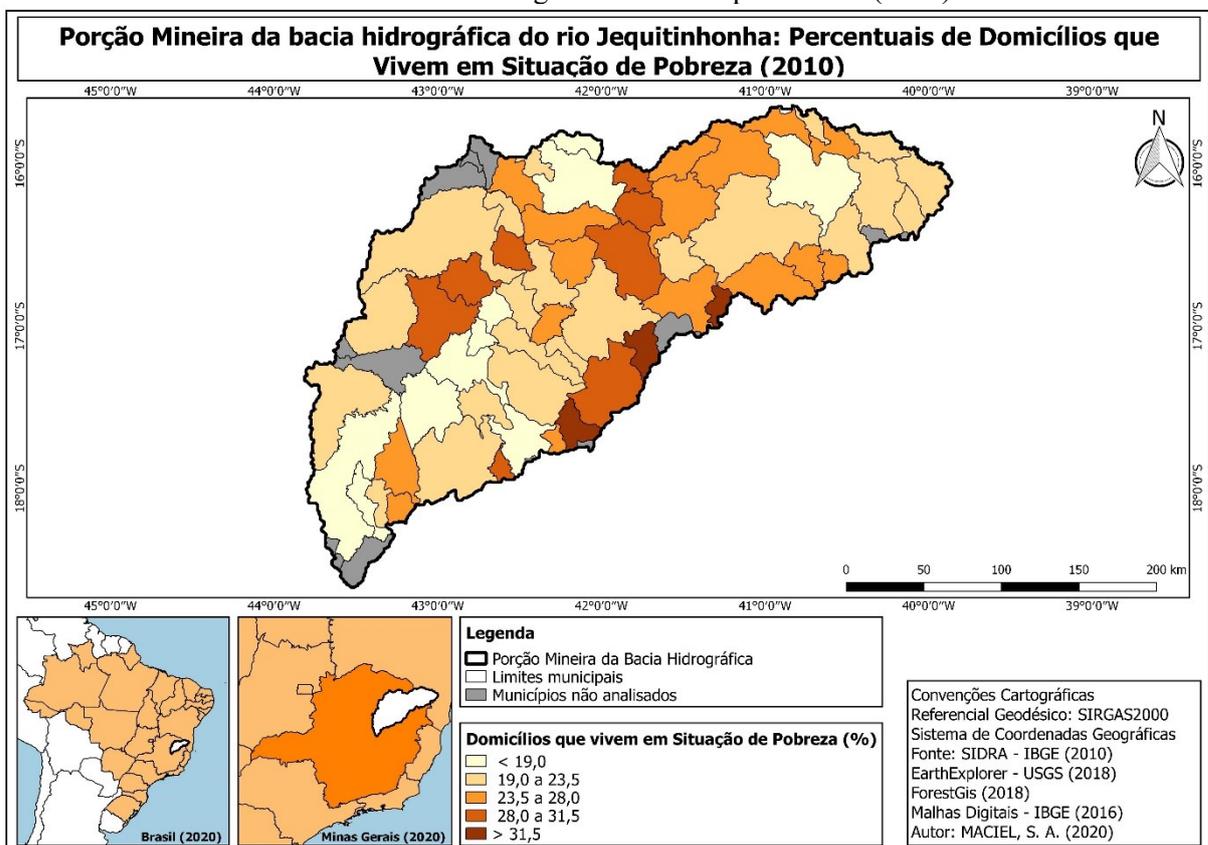
Fonte: Censo – IBGE (2010).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Dentre o total de municípios avaliados, 29 destes possuem 23% dos seus domicílios vivendo em situação de pobreza, o que é significativo para que nesta área de estudo sejam aplicadas estratégias que melhorem o grau de subdesenvolvimento. No mapa 19 nota-se que os menores percentuais de habitações nesta condição estão na bacia do alto rio Jequitinhonha (Couto de Magalhães de Minas, Diamantina, Grão Mogol, Itacambira, Olhos-D'Água e Padre Carvalho),

seguido da bacia do rio Araçuaí (Araçuaí, Berilo, Capelinha, Carbonita, Chapada do Norte, Itamarandiba, Jenipapo de Minas, Minas Novas, São Gonçalo do Rio Preto, Turmalina, Veredinha e Virgem da Lapa). Por outro lado, os maiores percentuais são encontrados a partir da bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha (Bandeira, Cachoeira de Pajeú, Carai, Comercinho, Coronel Murta, Divisópolis, Felisburgo, Itinga, Joáima, Medina, Monte Formoso, Pedra Azul, Ponto dos Volantes, Rio do Prado, Rubelita e Santa Cruz de Salinas).

Mapa 19 - Domicílios que Vivem em Situação de Pobreza nos municípios localizados na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (2010)



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Nesse sentido, para que ocorra a superação dos quadros de pobreza na bacia é necessário que as ações governamentais promovam a universalização de políticas públicas voltadas aos mais pobres; os programas sociais de assistência cheguem, de fato, até estas populações; tenha diversificação e entrada no mercado de trabalho; haja apoio direto à comercialização popular;

aconteça a superação de mazelas associadas aos ambientes rurais, melhore a distribuição de renda; dê prioridade a educação desde a infância, mas também intensifique a inserção e permanência no ensino superior; exista uma maior aquisição e apropriação de recursos tecnológicos, e ainda, um levante de esforços para melhoria de outras necessidades básicas, como aumentar a oferta de alimentos, a saúde de qualidade, o saneamento e a habitação adequados, o acesso aos transportes coletivos, equipamentos de lazer e cultura, e demais.

## **5.2 Aspectos Climatológicos**

Este item apresenta aspectos climáticos importantes para o objetivo da pesquisa, priorizando a dinâmica da temperatura do ar e da pluviosidade, identificando os períodos de seca e analisando os elementos do balanço hídrico climatológico (evapotranspiração potencial, excedente e déficit hídrico), além da Classificação Climática de Thornthwaite (1948).

### **5.2.1 Temperatura do Ar**

A partir da tabela 11 observa-se que a porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha possui uma média de temperatura do ar de 22,8°C. Embora apresente características hídricas do semiárido até o úmido, as variações de média anual são relativamente pequenas, entre 19,9°C a 24,8°C, totalizando uma amplitude térmica anual de 5°C. O trimestre mais quente é de janeiro a março, com valores médios de 24,4°C, 24,8°C e 24,4°C, respectivamente. Já o trimestre mais ameno é de junho a agosto (20,2°C, 19,8°C e 20,7°C). As estações que apresentam as menores médias de temperatura do ar são as localizadas no município de Diamantina, com médias anuais de 19,9°C a 20,8°C. Por outro lado, a estação com a maior média anual se encontra em Araçuaí, com 24,8°C.

Tabela 11 - Médias mensais e anuais de temperatura do ar na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015)

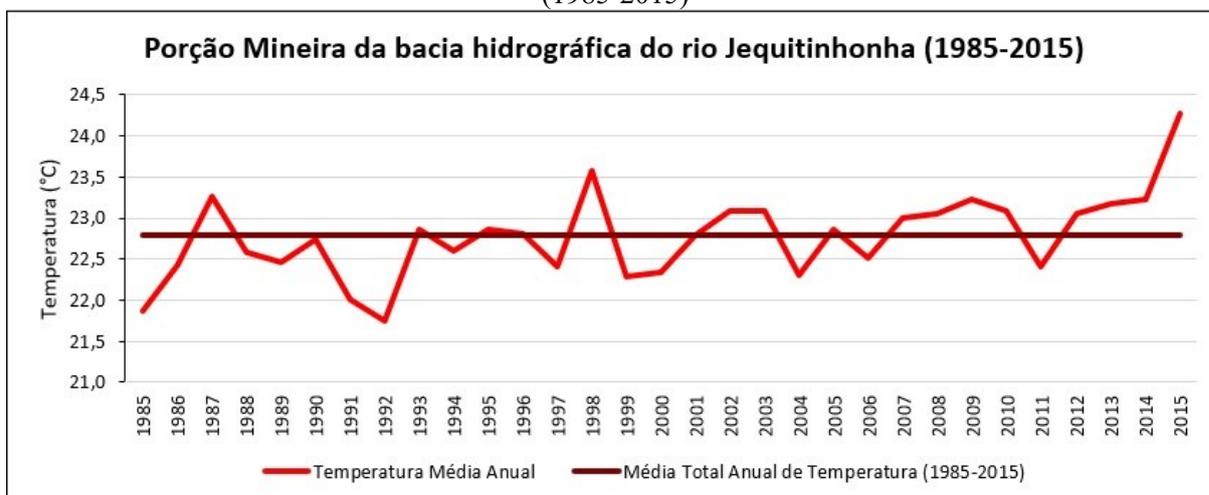
Estação	Município	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1	Almenara	24,0	24,3	24,0	23,2	21,6	20,0	19,4	19,8	21,3	22,6	23,1	23,7	22,3
2	Araçuaí	26,3	26,4	26,4	25,6	23,8	22,2	21,8	22,7	24,6	26,0	25,5	25,7	24,8
3	Araçuaí	25,9	26,6	25,9	25,0	23,2	21,7	21,2	22,1	23,9	25,3	24,9	25,2	24,2
4	Bocaiuva	23,4	23,8	23,3	22,4	20,7	19,1	18,8	19,9	21,9	23,3	22,7	22,9	21,9
5	Capelinha	23,2	23,5	22,9	21,8	20,0	18,6	18,2	19,1	20,9	22,2	22,1	22,6	21,3
6	Carbonita	24,0	24,4	23,9	23,0	21,2	19,6	19,3	20,4	22,4	23,6	23,2	23,4	22,4
7	Diamantina	21,7	21,8	21,4	20,4	18,5	17,1	16,9	18,2	20,1	21,3	20,9	21,1	19,9
8	Diamantina	22,5	22,8	22,3	21,3	19,4	17,9	17,6	18,8	20,7	22,0	21,7	22,0	20,8
9	Grão Mogol	23,3	23,8	23,3	22,5	20,9	19,3	19,0	20,0	21,9	23,2	22,7	22,8	21,9
10	Grão Mogol	24,8	25,3	24,8	24,0	22,3	20,8	20,4	21,4	23,3	24,7	24,1	24,2	23,3
11	Itaobim	25,3	25,9	25,3	24,4	22,7	21,1	20,6	21,4	23,1	24,4	24,3	24,7	23,6
12	Itaobim	24,5	25,0	24,4	23,5	21,7	20,2	19,8	20,5	22,1	23,4	23,4	23,9	22,7
13	Itinga	25,2	25,8	25,2	24,3	22,6	21,0	20,6	21,4	23,2	24,6	24,3	24,6	23,6
14	Jacinto	25,5	25,8	25,5	24,8	23,3	21,8	21,2	21,6	22,9	24,1	24,5	25,0	23,8
15	Jequitinhonha	25,0	25,5	25,0	24,0	22,3	20,7	20,2	20,8	22,4	23,6	23,9	24,4	23,1
16	Medina	24,3	24,8	24,3	23,4	21,8	20,2	19,8	20,5	22,2	23,4	23,4	23,8	22,7
17	Salinas	24,8	25,4	24,8	24,0	22,4	20,8	20,4	21,4	23,3	24,6	24,1	24,3	23,4
18	Virgem da Lapa	25,8	26,5	26,0	25,2	23,4	21,8	21,4	22,4	24,3	25,7	25,2	25,3	24,4
<b>Média</b>		24,4	24,8	24,4	23,5	21,8	20,2	19,8	20,7	22,5	23,8	23,6	23,9	22,8
<b>Máximo</b>		26,3	26,6	26,4	25,6	23,8	22,2	21,8	22,7	24,6	26,0	25,5	25,7	24,8
<b>Mínimo</b>		21,7	21,8	21,4	20,4	18,5	17,1	16,9	18,2	20,1	21,3	20,9	21,1	19,9
<b>Amplitude</b>		4,7	4,8	5,1	5,2	5,3	5,1	4,9	4,5	4,5	4,6	4,7	4,6	4,8

Dados: ERA5 – ECMWF (2019).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

As temperaturas médias anuais da porção mineira da bacia entre os anos da série histórica (1985-2015) podem ser analisadas no gráfico 2. Destes, 14 ou 45,1% dos anos apresentaram valores médios anuais abaixo da média central, variando de 21,7°C a 22,7°C. Enquanto que 17 ou 54,9%, registraram valores médios anuais iguais ou acima da média central, de 22,8°C a 24,3°C. Verifica-se ainda, que os valores de amplitude entre o mínimo e o máximo encontrados foram registrados nos anos de 1992 e 2015. Desde 2011, as temperaturas tendem a aumentar progressivamente, atingindo em 2015 a média anual de 24,3°C.

Gráfico 2 - Temperatura média anual da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015)



Dados: ERA5 – ECMWF (2019).

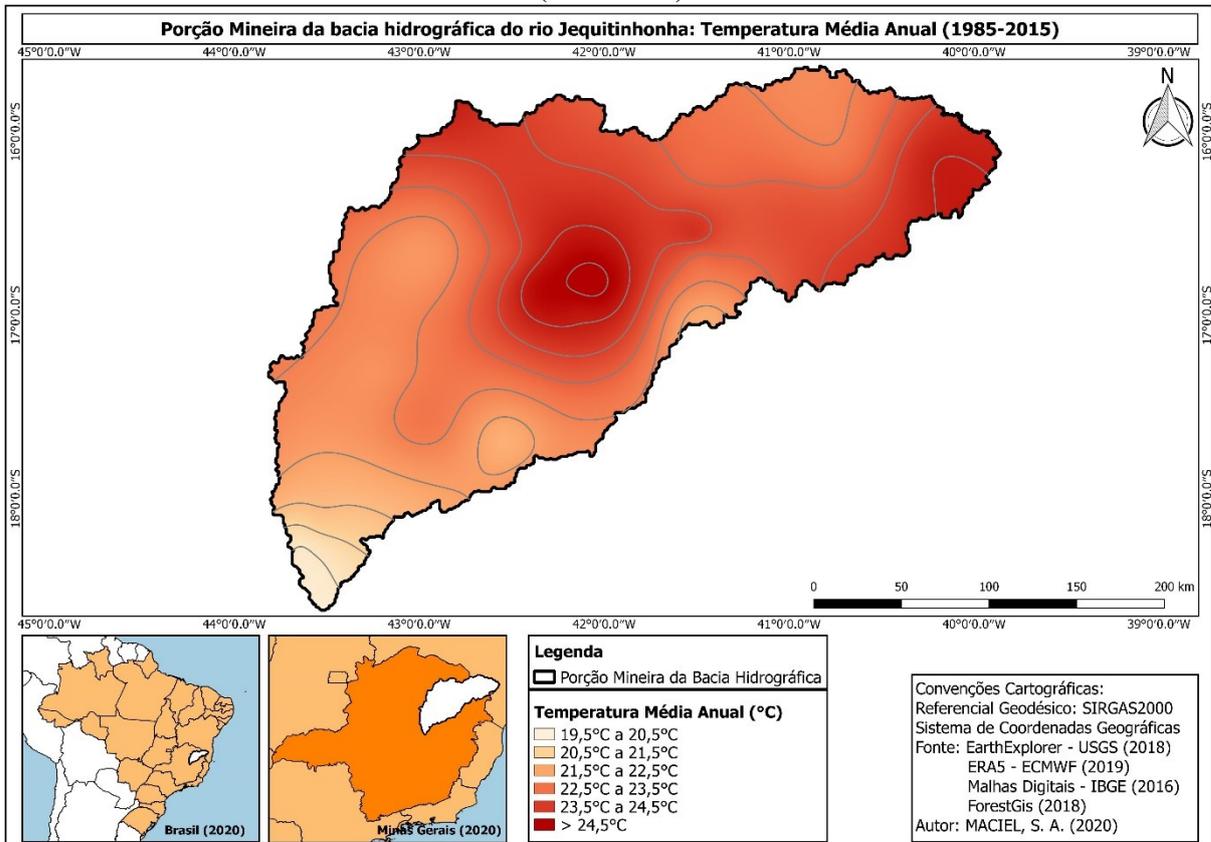
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

O mapa 20 traz as variações espaciais da temperatura média anual entre 1985 a 2015. Conforme esperado, nos fundos de vale os índices térmicos são mais elevados, enquanto que nas regiões serranas são mais reduzidos. As temperaturas médias anuais tendem a aumentar no sentido oeste – leste. As temperaturas mais baixas (menores que 21,5°C) ocorrem nos municípios situados no setor oeste, especialmente próximo às nascentes das bacias do alto rio Jequitinhonha e rio Araçuaí, sendo estes: Couto de Magalhães de Minas, Diamantina, Felício dos Santos, Rio Vermelho, São Gonçalo do Rio Preto, Senador Modestino Gonçalves e Serro.

À medida que seguimos em direção ao centro da bacia (semiárido), especificamente para o setor médio do rio Jequitinhonha, as temperaturas médias anuais são maiores, chegando a ser superiores a 24,0°C em Araçuaí, Coronel Murta, Francisco Badaró e Virgem da Lapa.

À leste da bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha, as temperaturas médias anuais variam em média de 22,0°C em Divisópolis a 24,0°C em Salto da Divisa, com padrões do semiárido a sub-úmido seco.

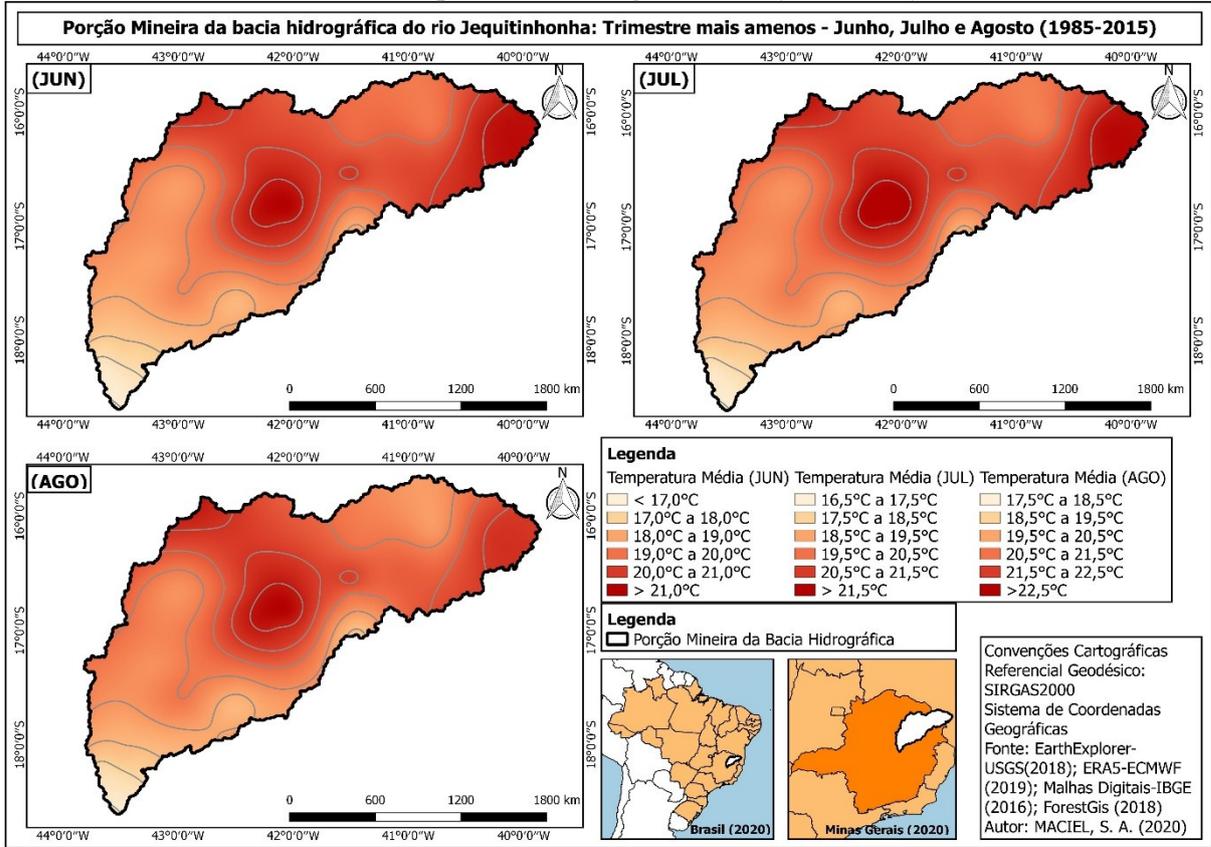
Mapa 20 - Temperatura média anual na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015)



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Em relação ao trimestre mais ameno (mapa 21), entre junho a agosto, o comportamento espacial é semelhante. Têm-se os menores valores de temperatura média mensal próximos às nascentes das bacias do alto rio Jequitinhonha e rio Araçuaí. Maiores temperaturas médias mensais na porção oeste da bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha, voltando a subir novamente no extremo leste. Em junho as médias mensais vão de 16,7°C a 22,2°C. Em julho estão entre 16,5°C e 21,8°C e em agosto vão de 17,5°C a 22,8°C.

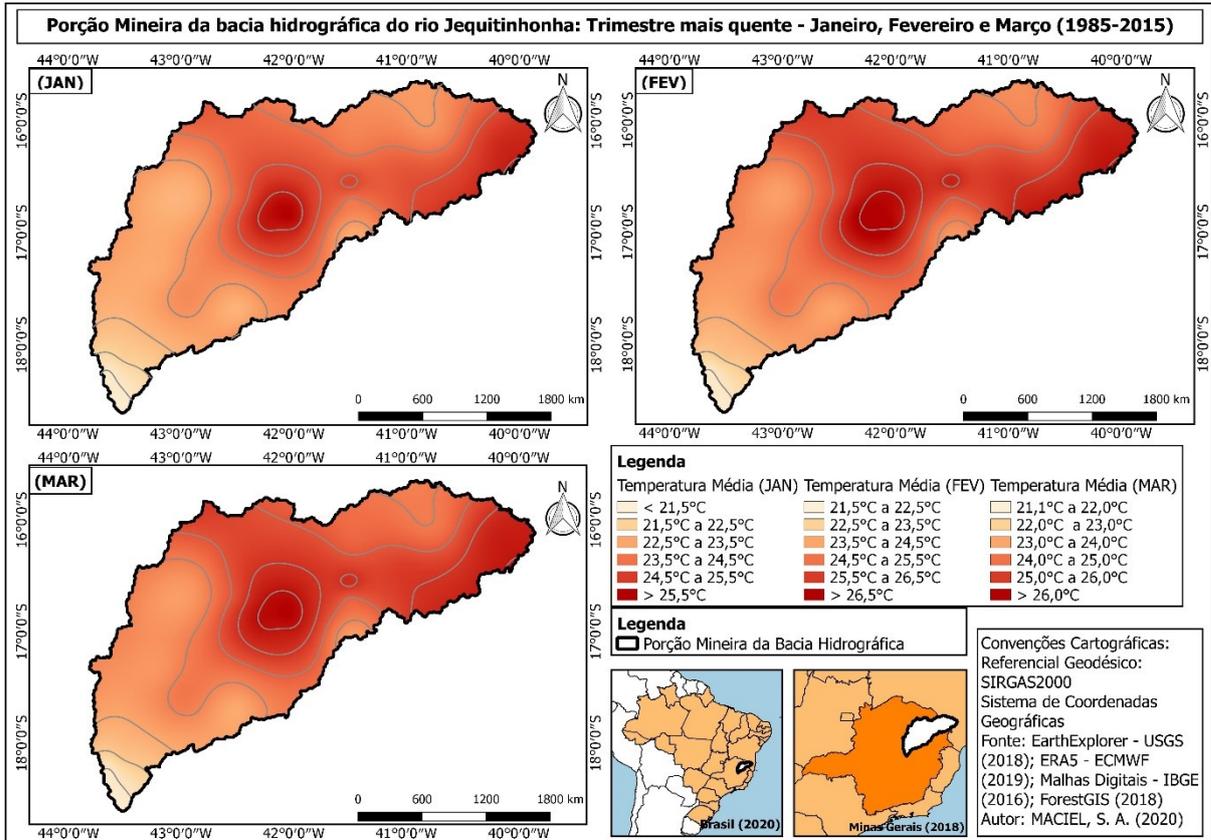
Mapa 21 - Temperatura média mensal do trimestre mais ameno (junho a agosto) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015)



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

O trimestre mais quente (mapa 22), entre os meses de janeiro a março, apresenta o mesmo comportamento espacial das temperaturas mais amenas. Todavia com valores de temperatura média mensal mais elevados. Em janeiro as temperaturas registradas vão de 21,4°C a 26,3°C. Em fevereiro de 21,5°C a 26,6° e em março de 21,0°C a 26,4°C.

Mapa 22 - Temperatura média mensal do trimestre mais quente (janeiro a março) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015)



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

A análise da temperatura do ar ainda foi realizada em função dos coeficientes de variação. Este é um importante cálculo estatístico utilizado, pois permite a comparação dos graus de dispersão entre as distribuições de frequência. Desta maneira, a tabela 12 traz os coeficientes de variação (CVs) para identificação das dispersões entre as médias mensais de temperatura (1985-2015) diante de todas as estações utilizadas com base nos dados do ERA-5 na área de estudo.

Portanto, pode-se inferir que a maior dispersão média mensal entre os registros, comparado às médias mensais gerais de temperatura, ocorrem nos meses de abril a setembro com valores percentuais de CVs que vão de 5,9% em abril a 5,5% em setembro. Isto demonstra maior variabilidade dos dados nos referidos meses. De outro modo, as menores dispersões médias mensais ocorrem de outubro a março com porcentagens de CVs entre 5,0% e 5,5%.

Tabela 12 - Valores de dispersão entre as médias mensais totais (1985-2015) das estações (ERA-5) da porção mineira da bacia hidrográfica do Rio Jequitinhonha

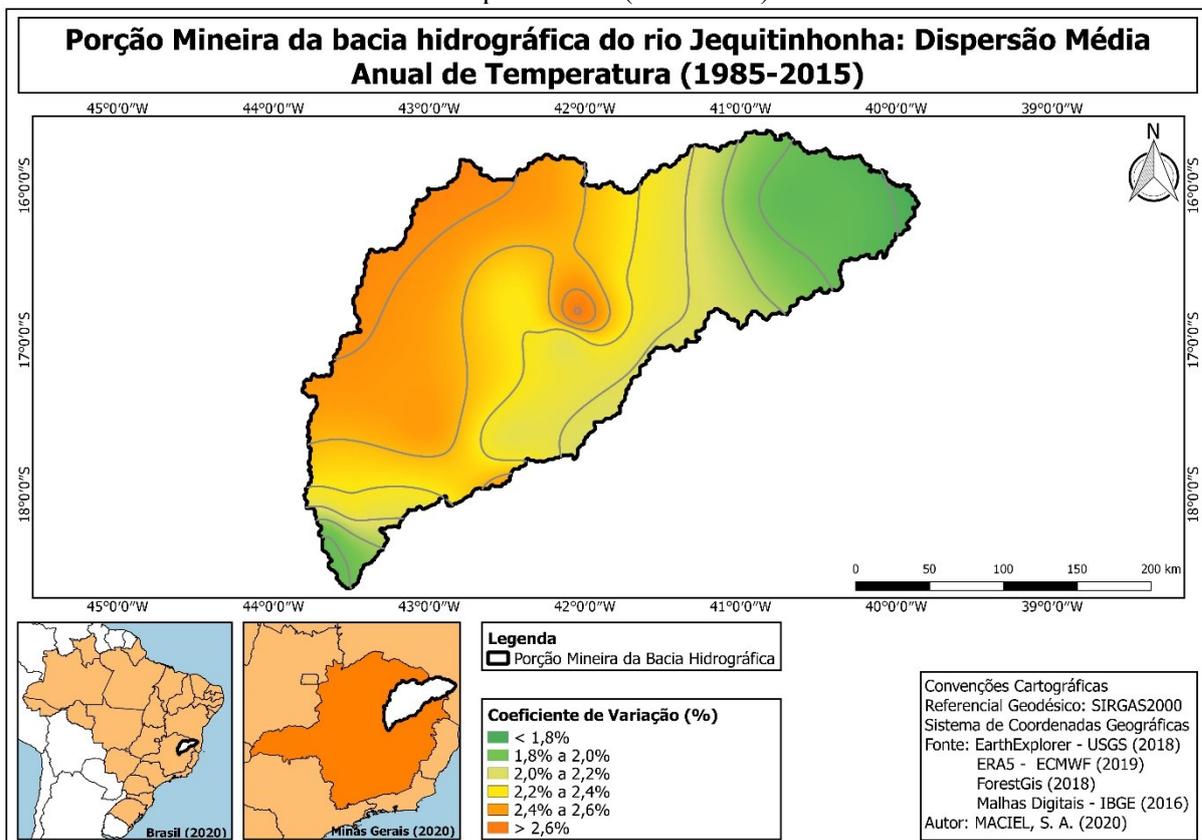
Meses	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Coefficiente de Variação (%)
<b>Jan</b>	24,4	1,2	0,050	5,0
<b>Fev</b>	24,8	1,3	0,054	5,4
<b>Mar</b>	24,4	1,3	0,055	5,5
<b>Abr</b>	23,5	1,4	0,059	5,9
<b>Mai</b>	21,8	1,4	0,066	6,6
<b>Jun</b>	20,2	1,4	0,070	7,0
<b>Jul</b>	19,8	1,3	0,067	6,7
<b>Ago</b>	20,7	1,2	0,059	5,9
<b>Set</b>	22,5	1,2	0,055	5,5
<b>Out</b>	23,8	1,3	0,053	5,3
<b>Nov</b>	23,6	1,2	0,052	5,2
<b>Dez</b>	23,9	1,2	0,051	5,1

Dados: ERA5 – ECMWF (2019).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

No mapa 23 encontra-se a espacialização dos coeficientes de variação entre as médias anuais de temperatura (1985-2015) entre cada estação (ERA-5), em valores percentuais.

Mapa 23 - Dispersão média anual de temperatura na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015)



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

De maneira geral, a dispersão foi pequena, variando de 1,7% a 2,8%. Próximo à nascente nas bacias do alto rio Jequitinhonha e rio Araçuaí encontram-se os menores valores de CVs, abaixo de 2,2%, em Couto de Magalhães de Minas, Diamantina, Datas e Serro. Os maiores percentuais de CVs estão entre 2,5% a 2,8%, em grande parte da bacia do alto rio Jequitinhonha e no setor oeste da bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha, tendo as maiores dispersões anuais em Coronel Murta e Araçuaí. A leste da bacia os CVs diminuem novamente, entre 1,7% a 2,0% em Jordânia, Salto da Divisa e Santa Maria do Salto.

### **5.2.2 Pluviosidade**

A análise da pluviosidade é pautada na distribuição temporal e espacial das precipitações ao longo da área de estudo. A sazonalidade foi interpretada a partir de gráficos e tabelas de comportamento mensal e anual, altura (mm) e também número de dias com chuvas, dispersões médias dos dados e mapas de isoietas. Neste caso, o objetivo foi conhecer o regime pluviométrico para posteriores correlações com as vazões e entendimento da disponibilidade hídrica na bacia, bem como viabilizar discussões sobre as superposições com os aspectos de pobreza analisados. Ressalta-se, que o foco não foi a gênese sinótica dos fenômenos atmosféricos.

Na tabela 13 estão sumariados os valores totais das médias pluviométricas mensais e anuais de cada posto selecionado na pesquisa, na série histórica de 1985 a 2015. Verificou-se que a precipitação média mensal é de 884,2 mm, sendo que os índices pluviométricos anuais variam de 689,6 mm a 1.368,1 mm, demonstrando ter irregularidade temporal e espacial. A estação chuvosa se concentra em seis meses do ano, de outubro a março, com 87,9% das chuvas anuais ou 777,0 mm, enquanto que o período de seca – abril a setembro – recebe 12,1% das chuvas anuais ou 107,2 mm.

Tabela 13 - Médias mensais e anuais de precipitação na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015)

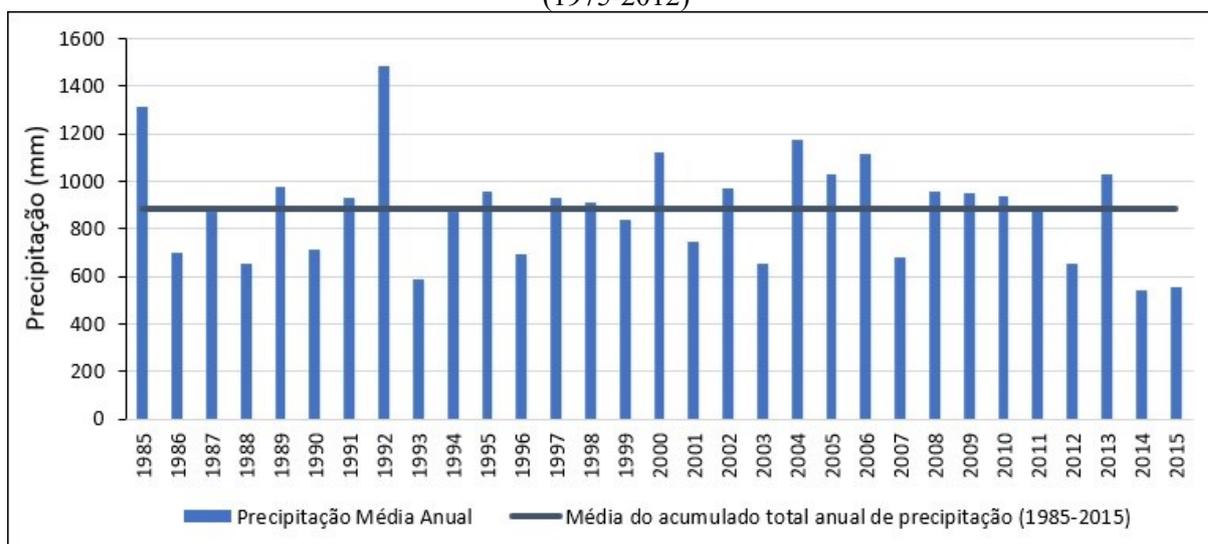
Posto	Município	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1640001	Almenara	129,9	80,5	130,7	69,0	44,7	33,2	29,6	23,9	28,9	65,0	154,9	169,7	959,9
83442	Araçuaí	113,2	71,9	94,5	28,2	17,0	3,7	4,6	6,0	16,5	55,2	157,3	171,8	739,9
1742020	Araçuaí	114,7	67,7	82,8	27,6	14,6	4,6	3,2	5,1	12,0	60,5	166,7	180,7	740,2
1743002	Bocaiuva	170,5	91,4	121,6	48,5	8,1	3,0	4,9	5,6	19,6	78,3	188,2	230,7	970,3
1742014	Capelinha	183,1	90,4	115,4	56,7	18,7	8,9	11,4	9,0	23,3	76,4	226,2	249,6	1.069,2
1742008	Carbonita	147,0	92,7	120,4	42,8	10,9	3,2	3,3	3,9	20,5	78,6	197,9	249,7	970,9
83538	Diamantina	234,7	146,2	177,6	76,7	23,5	7,6	5,6	13,5	31,1	118,8	228,8	304,0	1.368,1
1843003	Diamantina	219,3	115,8	130,3	48,4	17,7	4,8	5,9	6,3	29,9	75,2	217,2	273,0	1.143,9
1642014	Grão Mogol	138,6	79,4	125,1	39,0	12,4	6,2	5,5	5,8	15,5	81,3	214,5	237,6	961,0
1642007	Grão Mogol	139,6	74,8	95,3	32,7	16,0	3,3	3,8	2,4	14,6	62,2	167,1	208,1	819,9
1641001	Itaobim	123,0	58,0	87,6	27,6	15,0	6,4	4,6	6,9	12,0	55,7	131,3	165,1	693,2
1641007	Itaobim	116,7	72,9	89,5	39,1	16,0	3,4	5,9	5,1	9,3	51,4	127,9	153,2	690,4
1641010	Itinga	121,2	56,8	79,4	38,0	14,2	3,1	3,4	4,7	14,6	54,4	141,1	158,8	689,6
1640000	Jacinto	90,2	62,3	105,6	53,5	31,0	22,3	21,1	18,8	20,6	65,4	143,1	142,3	776,2
1641002	Jequitinhonha	121,8	81,1	141,8	59,4	34,1	19,9	19,4	16,9	20,3	71,0	146,2	166,6	898,5
1641011	Medina	139,0	65,1	117,1	45,2	19,9	9,2	9,1	9,1	15,8	62,8	169,7	180,1	841,9
83441	Salinas	115,2	82,9	112,2	41,4	15,6	3,4	4,8	3,3	14,8	62,5	177,1	188,2	821,3
1642013	Virgem da Lapa	116,9	75,3	81,8	34,3	13,9	4,6	2,9	4,2	9,4	61,1	163,7	193,7	761,7
<b>Média</b>		140,8	81,4	111,6	44,9	19,1	8,4	8,3	8,4	18,3	68,7	173,3	201,3	884,2
<b>Máximo</b>		234,7	146,2	177,6	76,7	44,7	33,2	29,6	23,9	31,1	118,8	228,8	304,0	1.368,1
<b>Mínimo</b>		90,2	56,8	79,4	27,6	8,1	3,0	2,9	2,4	9,3	51,4	127,9	142,3	689,6
<b>Amplitude</b>		144,4	89,4	98,2	49,1	36,6	30,2	26,7	21,5	21,9	67,4	100,9	161,6	678,5

Dados: HIDROWEB - ANA (2018).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

O acumulado total anual de chuva entre os anos da série histórica (1985 a 2015) pode ser analisado no gráfico 3. Destes, 12 ou 38,7% dos anos apresentaram valores anuais médios abaixo da média central da bacia, variando de 543,7 mm a 838,6 mm. Enquanto que 19 ou 61,3% dos anos, demarcaram valores anuais médios de precipitação acima da média central, variando de 869,1 mm a 1.484,6 mm. Verifica-se ainda, que amplitude anual foi de 543,7 em 2014 a 1.484,6 mm em 1992.

Gráfico 3 - Precipitação média anual da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1975-2012)



Dados: HIDROWEB - ANA (2018). Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

A tabela 14 exibe valores referentes às médias mensais dos dias com chuva na porção mineira da bacia, sendo que o total médio anual é de 82 dias com chuvas e a variabilidade é de 58 a 125 dias, correspondendo aos postos dos municípios de Grão Mogol e Capelinha. Em síntese, os meses com os maiores registros de dias com chuva estendem-se de outubro a março (6 a 10 dias), sendo que, novembro a janeiro são os meses com as maiores médias (12 a 11 dias). Já os meses com uma menor quantidade de dias com chuvas são de junho a setembro, em média com somente 3 dias.

No que se refere especificamente aos meses mais chuvosos (novembro a dezembro), os resultados demonstram que estes representam 515,4 mm ou 58,3% da chuva total anual e ocorrem na média de 37 dias. Em relação ao trimestre mais seco (junho a agosto), estes totalizam 25,1 mm ou 2,8% das chuvas anuais e em ocorrem na média de 9 dias.

Tabela 14 - Médias mensais de dias chuvosos nos postos pluviométricos estudados na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha

Posto	Município	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1640001	Almenara	9	7	11	9	7	7	8	6	5	7	12	11	98
83442	Araçuaí	10	7	9	5	3	1	2	1	2	5	11	13	69
1742020	Araçuaí	8	6	9	5	2	1	1	1	2	5	11	12	63
1743002	Bocaiuva	12	8	10	5	2	2	1	1	2	7	14	16	80
1742014	Capelinha	15	10	13	10	9	8	8	6	5	8	16	18	125
1742008	Carbonita	13	8	10	6	3	2	2	2	3	7	14	16	84
83538	Diamantina	16	11	14	11	6	4	3	3	5	10	17	20	122
1843003	Diamantina	14	9	11	6	3	2	1	2	3	8	14	17	88
1642014	Grão Mogol	10	6	9	5	2	2	2	2	2	6	12	14	72
1642007	Grão Mogol	9	6	8	3	2	1	1	1	1	4	11	13	58
1641001	Itaobim	10	7	10	6	3	3	3	3	2	6	11	12	75
1641007	Itaobim	9	6	8	5	3	2	2	2	2	5	11	11	65
1641010	Itinga	9	6	8	5	3	2	2	2	2	5	11	12	68
1640000	Jacinto	10	9	11	9	7	7	8	7	6	7	11	11	102
1641002	Jequitinhonha	9	7	10	7	6	6	6	4	4	6	11	12	88
1641011	Medina	9	6	9	5	5	4	4	3	3	5	11	12	75
83441	Salinas	11	8	10	6	4	3	3	2	3	6	13	15	83
1642013	Virgem da Lapa	9	5	8	4	2	1	1	1	1	5	11	13	61
<b>Média</b>		11	7	10	6	4	3	3	3	3	6	12	14	82

Dados: HIDROWEB - ANA (2018).

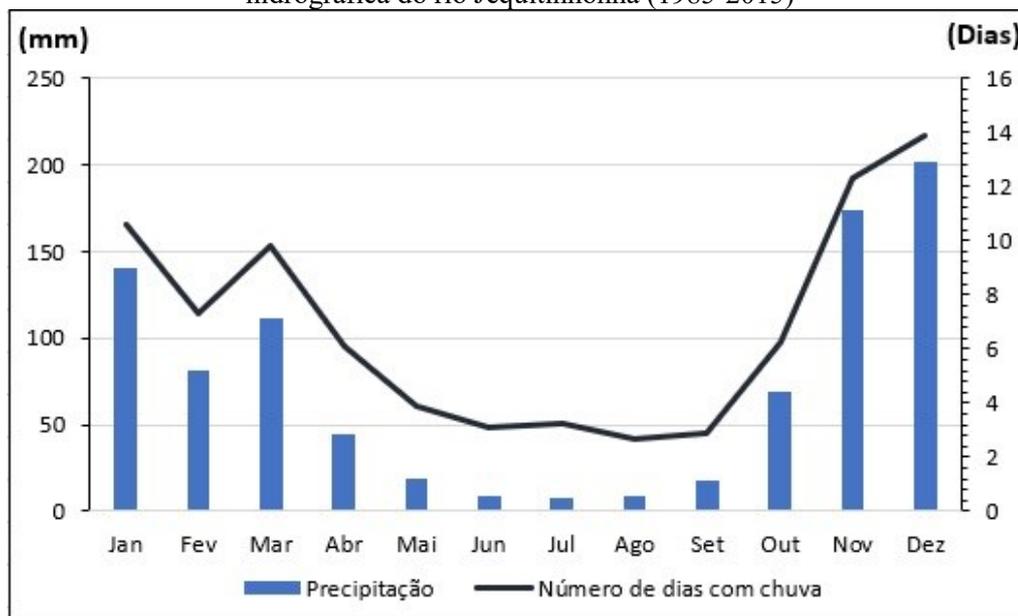
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

A sazonalidade climática na porção mineira da bacia é percebida no gráfico 4, que traz as médias das alturas pluviométricas mensais em comparação com o número de dias com chuvas, entre 1985 a 2015.

De maneira geral, a tropicalidade do regime pluviométrico é evidente, com a presença de duas estações bem definidas. O período chuvoso inicia-se no mês de outubro, consolidando-se no mês de dezembro, onde o total mensal é máximo. De janeiro a março os totais médios mensais de chuva ainda são altos, todavia, cai consideravelmente no mês de fevereiro, voltando a aumentar novamente no mês seguinte. Em seguida, inicia-se a estação seca, entre abril e prolongando-se até ao mês de setembro, com as mínimas ocorrendo de junho a agosto.

Neste comportamento, os números totais de dias com chuvas também acompanham a mesma dinâmica da variabilidade média dos volumes precipitados durante o ano.

Gráfico 4 - Médias das alturas pluviométricas mensais e dias com chuva na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015)



Dados: HIDROWEB - ANA (2018).  
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Percebe-se a existência de três padrões de distribuição espacial de chuvas (gráfico 5), conforme constado também por Ferreira (2007). O padrão A ocorre na porção leste da área de estudo, mais próximo ao litoral, sem a presença de barreiras topográficas que impeçam a chegada de ar úmido proveniente do Oceano Atlântico. Especificamente, estende-se do limite de Minas Gerais com o estado da Bahia até as sub-bacias do rio São Miguel e rio São Pedro, dispostas na margem direita e esquerda do rio Jequitinhonha. No período chuvoso (outubro a março), o total pluviométrico varia de 609,0 mm (Jacinto) a 730,7 (Almenara). O período seco (abril a setembro), varia de 167,0 mm (Jacinto) a 229,3 (Almenara). Na passagem para o padrão B é possível encontrar áreas com domínio em transição, como por exemplo, em lugares próximos ao município de Medina.

O padrão B ocorre na porção central, na bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha, de Itaobim estendendo-se em direção oeste até o município de Araçuaí, localizado na sub-bacia do rio Gravata, até Rubelita, sub-bacia do rio Salinas. Nesta área o período chuvoso recebe entre 611,7 mm em Itinga a 692,4 mm em Virgem da Lapa. O que por sua vez, não difere muito em relação

ao padrão A. Todavia, durante a estação seca os índices pluviométricos são relativamente mais baixos, não ultrapassando a 78,7 mm em Itaobim. Em síntese, trata-se da região mais seca da porção mineira da bacia hidrográfica. Neste caso, na passagem do padrão B para o C, Salinas se comporta, por exemplo, como município em exceção, pois atinge de outubro a março um total de 738,0 mm e de abril a setembro, 83,3 mm.

O último padrão evidenciado é o C. Este ocorre no setor mais oeste da bacia, iniciando-se a partir do município de Virgem da Lapa, onde estão as sub-bacias do rio Vacaria ao norte e rio Setúbal ao sul e estendendo-se até nas nascentes das bacias do Jequitinhonha e Araçuai. Nesta porção da bacia as altitudes são mais elevadas, por conseguinte, contribui para totais anuais médios pluviométricos maiores, variando na estação chuvosa de 747,0 mm (Grão Mogol) a 1.210,1 mm (Diamantina) e na estação seca de 72,8 mm a 158,1 mm, nos mesmos municípios citados. Desta forma, constata-se que a sazonalidade da pluviosidade no padrão C é mais elevada quando comparada ao padrão A e B.

Gráfico 5 – Padrões de distribuição espacial da pluviosidade anual na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015)

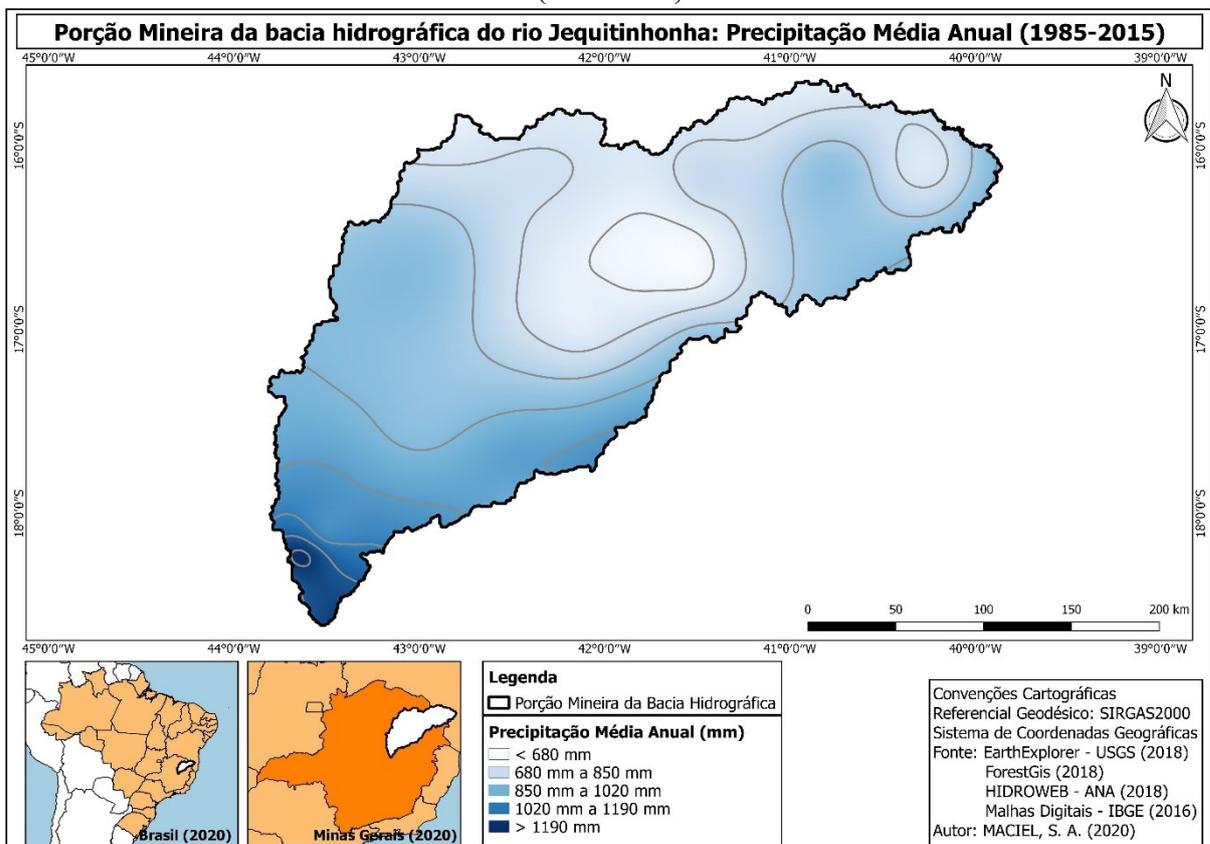


Dados: HIDROWEB - ANA (2018).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

O mapa 24 também possibilita a compreensão da espacialidade da pluviosidade média anual, no período de 1985 a 2015. Mais próximo às cabeceiras das bacias do alto rio Jequitinhonha e do rio Araçuaí encontram-se os maiores índices de chuvas, com médias superiores a 1.180,0 mm, sendo que em parte de alguns municípios como Couto de Magalhães de Minas, Datas, Diamantina e Serro, chega-se a atingir 1.350,0 mm em média.

Mapa 24 - Precipitação média anual na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015)



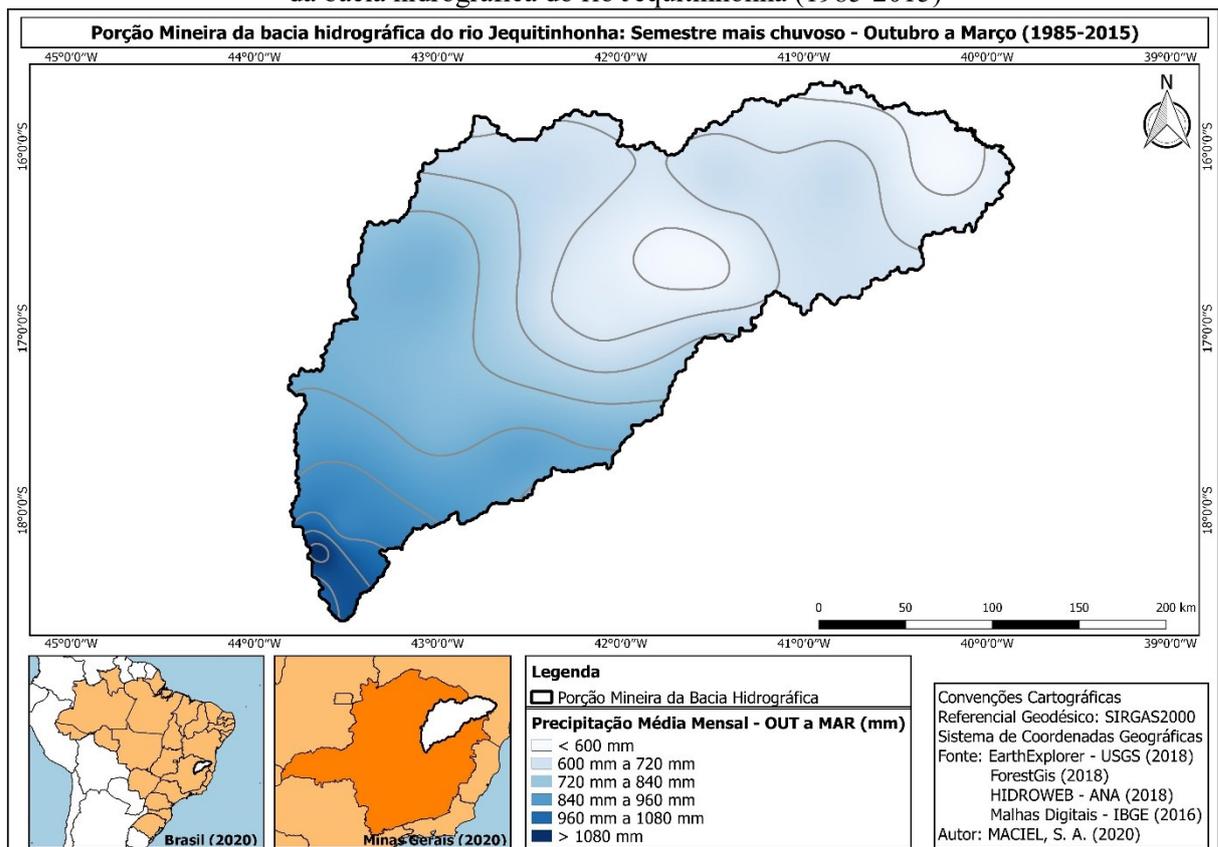
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Em direção ao centro da bacia, o volume de chuva diminui progressivamente, variando de 750,0 mm a 1.180,0 mm. Especificamente na porção do semiárido registram-se os menores valores de pluviosidade média anual, em torno de 680,0 mm a 750,0 mm nos municípios de Araçuaí, Comercinho, Coronel Murta, Itaobim, Itinga, Ponto dos Volantes e Rubelita.

A jusante na bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha as precipitações médias anuais vão de 810,0 mm (Cachoeira de Pajeú, Joáima, Jequitinhonha e Medina), passando por 950,0 mm em média entre Almenara, Felisburgo, Rio do Prado e Rubim e, por fim, atingindo no entorno de 790,0 mm em Jacinto, Jordânia e Salto da Divisa.

Em relação ao trimestre mais chuvoso (outubro a março), mapa 25, percebe-se que os maiores valores médios de precipitação - superiores a 980,0 mm - também são encontrados próximos as nascentes das bacias do alto rio Jequitinhonha e rio Araçuaí, chegando a atingir em partes de Couto de Magalhães de Minas, Datas, Diamantina e Serro 1.120,0 mm em média.

Mapa 25 – Precipitação média mensal do semestre mais chuvoso (outubro a março) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015)



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Já os menores valores médios registrados durante a estação chuvosa ocorrem, novamente, no setor oeste da bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha (semiárido), com médias abaixo de

600,0 mm até 700,0 mm, em meio aos municípios de Araçuaí, Comercinho, Coronel Murta, Francisco Badaró, Itaobim, Itinga, Monte Formoso, Ponto dos Volantes e Santa Cruz de Salinas.

No extremo leste da bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha entre os municípios de Jacinto, Jordânia, Salto da Divisa e Santa Maria do Salto, o semestre com maior quantidade de chuvas volta a registrar baixos valores, menores que 660,0 mm.

A partir da tabela 15 a análise do regime de chuvas passa a ser feita com base nos coeficientes de variação (CVs), afim de identificar os diferentes graus de dispersão entre as várias distribuições de frequência.

Nesta, observa-se que a maior dispersão média mensal entre os registros dos postos pluviométricos, comparados às médias mensais gerais de chuva, ocorrem entre os meses de abril a setembro (estação seca) com valores de CVs que vão de 31,1% a 36,4%. Em junho e julho intensifica-se ainda mais a variabilidade entre os dados, atingindo 99,3% e 90,4%.

Por outro lado, a menor dispersão média mensal é verificada durante a estação chuvosa (outubro a março), com percentuais de CVs entre 18,6% a 26,5%. Neste caso, há uma relação diretamente proporcional com a pluviosidade, perceptível pelo aumento gradual nos valores de CVs durante estes seis meses.

Tabela 15 - Valores de dispersão entre as médias mensais totais (1985-2015) dos postos pluviométricos da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha

Meses	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação	Coefficiente de Variação (%)
<b>Jan</b>	140,8	38,1	0,271	27,1
<b>Fev</b>	81,4	21,6	0,265	26,5
<b>Mar</b>	111,6	25,2	0,226	22,6
<b>Abr</b>	44,9	14,0	0,311	31,1
<b>Mai</b>	19,1	9,1	0,475	47,5
<b>Jun</b>	8,4	8,3	0,993	99,3
<b>Jul</b>	8,3	7,5	0,904	90,4
<b>Ago</b>	8,4	6,0	0,718	71,8
<b>Set</b>	18,3	6,6	0,364	36,4
<b>Out</b>	68,7	15,5	0,226	22,6
<b>Nov</b>	173,3	32,2	0,186	18,6
<b>Dez</b>	201,3	45,8	0,228	22,8

Dados: HIDROWEB - ANA (2018). Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Na tabela 16 encontram-se os coeficientes de variação entre as médias anuais de precipitação de 1985 a 2015, para todos os postos em comparação com as alturas pluviométricas médias anuais totais da porção mineira da bacia.

Tabela 16 - Valores de dispersão entre as médias anuais totais (1985-2015) dos postos pluviométricos da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha

<b>Ano</b>	<b>Total Anual</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Coefficiente de Variação</b>	<b>Coefficiente de Variação (%)</b>
1985	1312,1	315,8	0,241	24,1
1986	702,2	167,5	0,238	23,8
1987	869,1	238,3	0,274	27,4
1988	654,9	259,9	0,397	39,7
1989	977,7	207,8	0,212	21,2
1990	713,8	101,2	0,142	14,2
1991	928,6	338,4	0,364	36,4
1992	1484,6	310,0	0,209	20,9
1993	586,3	168,2	0,287	28,7
1994	873,0	291,7	0,334	33,4
1995	955,4	266,3	0,279	27,9
1996	691,0	192,8	0,279	27,9
1997	930,8	263,1	0,283	28,3
1998	909,4	167,9	0,185	18,5
1999	838,6	222,9	0,266	26,6
2000	1120,2	207,7	0,185	18,5
2001	746,4	125,7	0,168	16,8
2002	971,8	218,8	0,225	22,5
2003	650,0	192,4	0,296	29,6
2004	1173,6	232,3	0,198	19,8
2005	1025,7	262,8	0,256	25,6
2006	1113,3	308,8	0,277	27,7
2007	677,0	155,0	0,229	22,9
2008	955,9	232,9	0,244	24,4
2009	947,3	236,5	0,250	25,0
2010	934,3	113,2	0,121	12,1
2011	884,4	280,7	0,317	31,7
2012	652,1	197,3	0,303	30,3
2013	1026,7	280,8	0,274	27,4
2014	543,7	139,7	0,257	25,7
2015	556,6	203,9	0,366	36,6

Dados: HIDROWEB - ANA (2018).

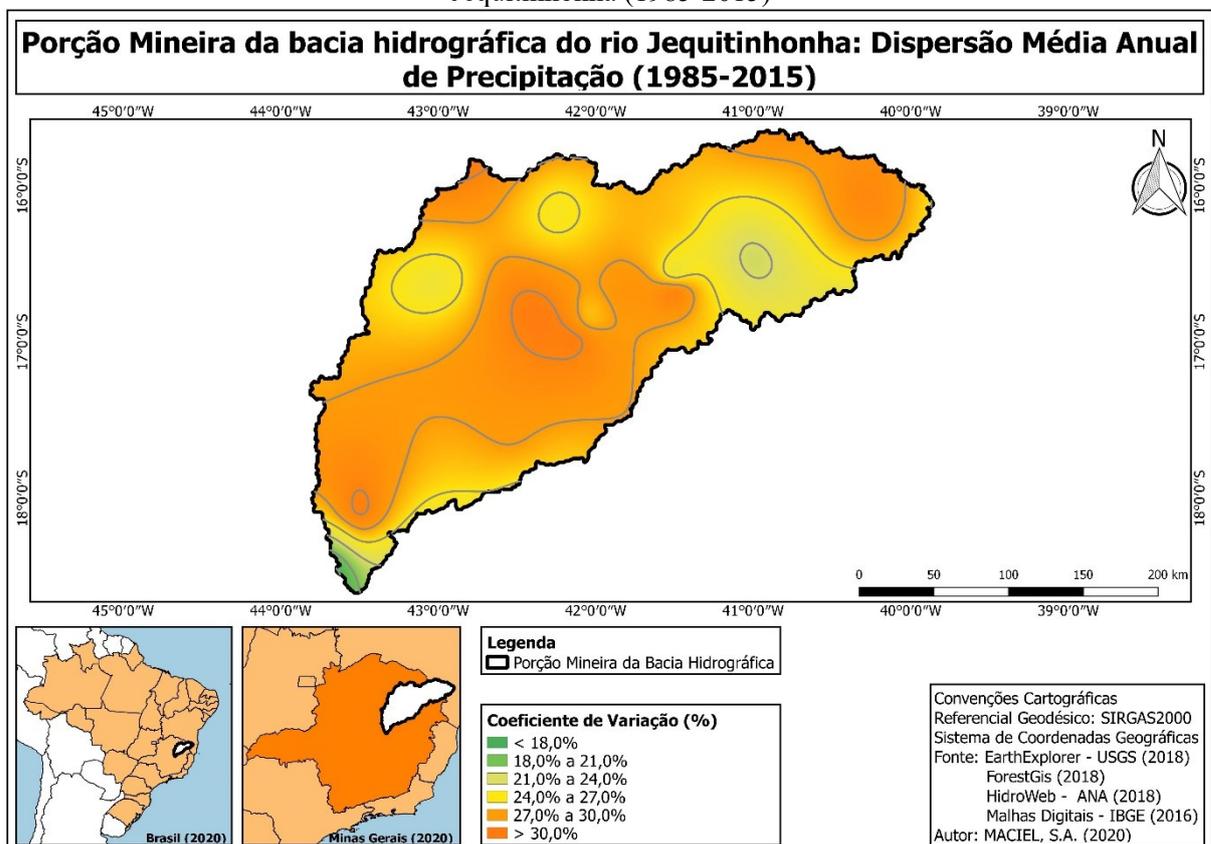
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

A análise da dispersão de certa maneira demonstra um comportamento regular entre os respectivos anos. Embora os percentuais variem de 14,2% (1990) a 36,6% (2015), sendo este último, significativo pela diminuição da pluviosidade, o percentual médio de CV da bacia é de

25,7%. Em síntese, a dispersão dos dados é classificada como média, quando comparada à média anual total entre todos os postos e anos das séries históricas selecionadas. Fato este justificável devido à presença de variabilidade pluviométrica ao longo da bacia.

O mapa 26 também auxilia na interpretação da variabilidade de chuvas por meio da espacialização dos coeficientes de variação entre as médias anuais de precipitação (1985-2015) entre cada posto, em valores percentuais.

Mapa 26 - Dispersão média anual de pluviosidade na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015)



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Em síntese, a dispersão média anual das chuvas é elevada em porções mais secas da bacia e baixa em áreas mais úmidas, ou ainda, tem maior regularidade em lugares que apresentam uma melhor distribuição temporal durante o ano. Desta forma, as cabeceiras das bacias do alto rio

Jequitinhonha e rio Araçuaí e as sub-bacias do rio Itacambiruçu, rio Salinas e rio São Miguel apresentam os menores percentuais de CVs, com valores abaixo de 18% a 26%.

Por outro lado, as porções mais a leste das bacias do alto rio Jequitinhonha e rio Araçuaí em direção a oeste da bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha, e, por fim, no extremo leste, próximo ao limite de Minas Gerais com o estado da Bahia, os percentuais de CVs são maiores, acima de 27%, com máximo de 34,0%.

### **5.2.3 Índice de Precipitação Padronizado (SPI)**

A aplicação do Índice de Precipitação Padronizado (SPI) permitiu a identificação de ocorrências de secas severas a extremas na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha, nas escalas de tempo de 3 meses (SPI – 3), 6 meses (SPI – 6) e 12 meses (SPI – 12), durante o período de 1985 a 2015. Estes intervalos, são significativos, pois podem provocar, em alguns casos, maiores impactos à pobreza aos municípios inseridos na área de estudo.

Portanto, os tipos de seca estão relacionados com as escalas temporais do índice, pois, quanto maior a duração, maior o déficit hídrico, por conseguinte, elevados serão os prejuízos socioeconômicos. O SPI-3 está associado as grandes variações na magnitude das chuvas em regiões e períodos do ano em que os índices pluviométricos são muito reduzidos ou muito elevados, sendo importante para a climatologia da bacia. O SPI-6 é coerente com as anomalias das reservas de água e vazões dos rios. Por último, o SPI-12 é ligado diretamente com a escassez hídrica em forma de vazão e aos níveis de água dos lençóis freáticos (GUEDES; MACEDO; SOUZA, 2012).

Desta maneira, priorizou-se nas análises, discussões voltadas, principalmente, às categorias de seca, conforme demonstrado na tabela 17. Destacando na interpolação a contagem de todos os

intervalos de secas (incipientes a extremas) e nos gráficos, um enfoque maior nas secas (severas e extremas) em cada posto pluviométrico selecionado.

Tabela 17 – Classes do Índice de Precipitação Padronizado (SPI) e categorias de seca

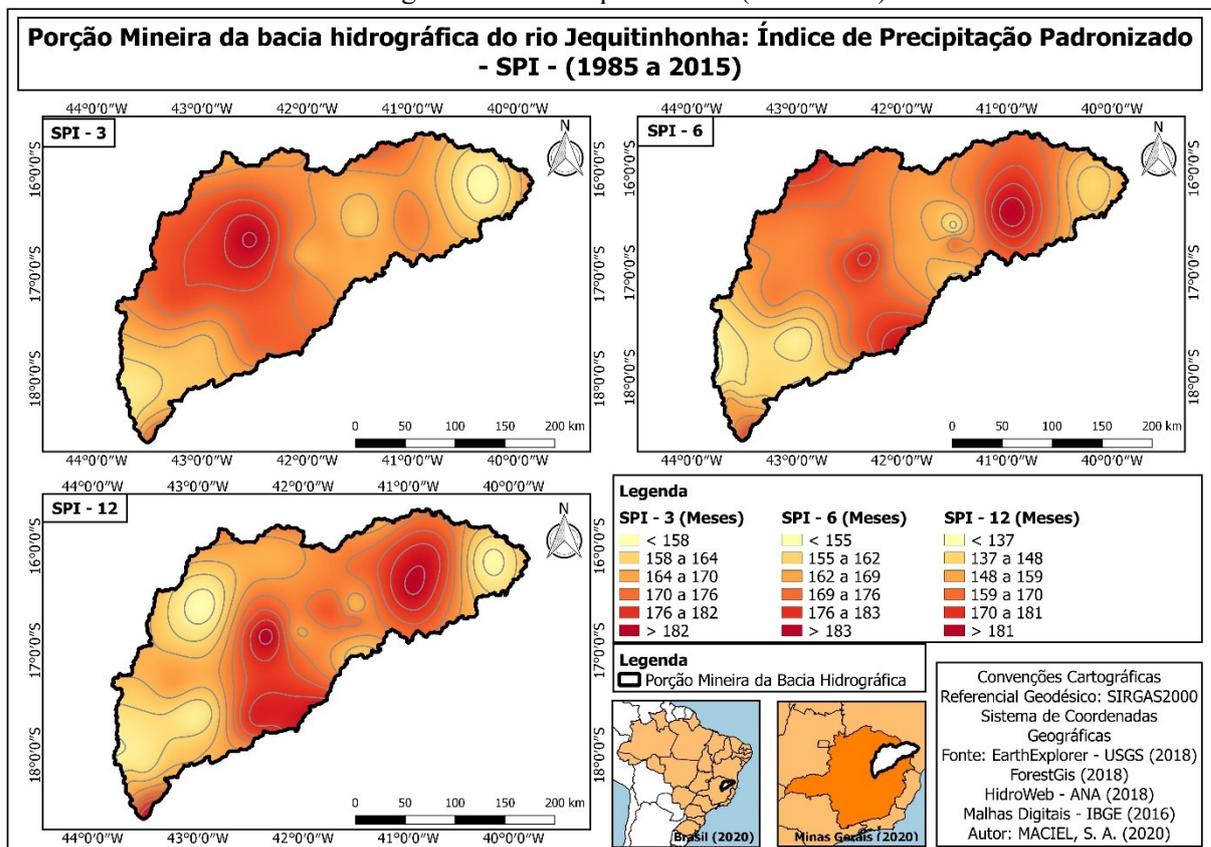
INTERVALO DE SPI	CLASSIFICAÇÃO
0,00 a -0,99	Seca Incipiente
-1,00 a -1,49	Moderadamente Seco
-1,50 a -1,99	Severamente Seco
$\leq 2,0$	Extremamente Seco

Fonte: Adaptado de MecKee et al. (1993, 1995).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2019).

A seguir é apresentado no mapa 27 os valores de SPI encontrados na porção mineira da bacia hidrográfica do Rio Jequitinhonha de 1985 a 2015, em três escalas de tempo distintas (SPI-3, SPI-6 e SPI-12).

Mapa 27 - Distribuição dos valores de SPI, em escala de 3, 6 e 12 meses, na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015)



Elaboração: MACIEL, S. A. (2019).

Tendo como referência os três padrões de espacialidade da pluviosidade (A, B e C) na área de estudo, foi possível encontrar longos períodos de seca nas três escalas de tempo. Em três meses (SPI-3) o padrão A (limite de MG com a BA até as sub-bacias do rio São Miguel e São Pedro) registrou um intervalo de seca (incipiente a extrema) de 167 a 171 meses, no período de 1985 a 2015. Em seis meses (SPI-6) houve uma variação maior, tendo destaque nos municípios de Almenara, Divisópolis, Felisburgo Jequitinhonha, Joáima e Pedra Azul com permanência de seca entre 175 a 190 meses. Em doze meses (SPI-12) manteve-se praticamente o mesmo comportamento anterior, com variação de 170 a 190 meses.

O padrão B que se estende de Itaobim em direção oeste até o município de Araçuaí, localizado na (sub-bacia do rio Gravata - margem direita do rio Araçuaí) e Salinas (sub-bacia do rio Salinas – margem esquerda do rio Jequitinhonha) para o SPI-3 apresentou um período seco de 167 a 171 meses, em 31 anos. Para o SPI-6 apontou uma diminuição na permanência de seca entre 159 a 171 meses. O SPI-12 mostrou um intervalo de duração ainda menor de seca de 155 a 167 meses.

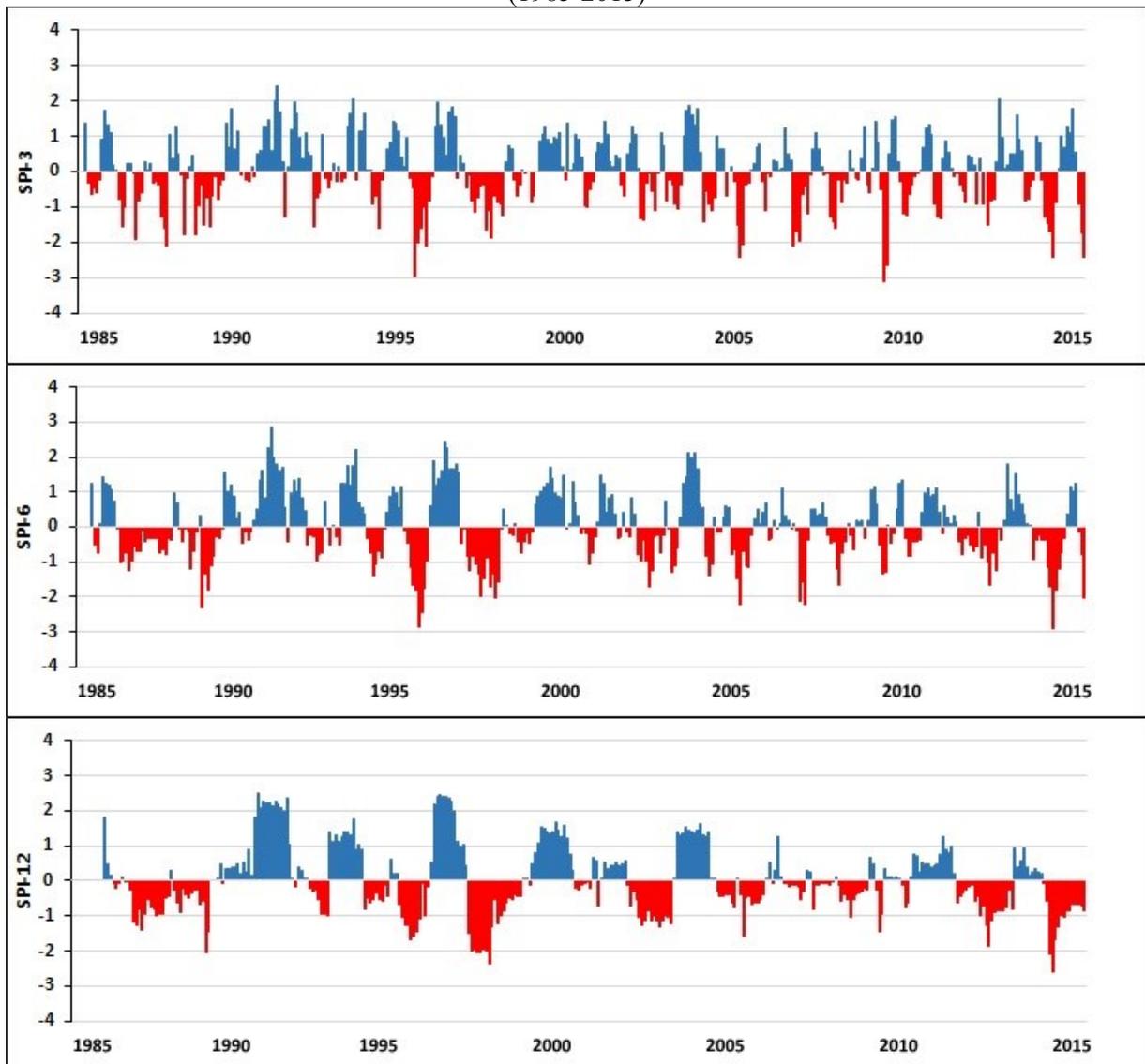
Por fim, o padrão C que se inicia a partir do município de Virgem da Lapa, onde-se encontram as sub-bacias do rio Vacaria ao norte e do rio Setúbal ao sul, estendendo-se até as nascentes da bacia do rio Jequitinhonha e rio Araçuaí, para o SPI-3, trouxe um período médio de seca de 160 a 188 meses. O SPI-6 apresentou intervalos de duração de seca menores, de 154 a 185, tendo os valores mais baixos próximos aos municípios de Diamantina e Olhos-D'Água. O SPI-12 trouxe uma variação maior de 139 a 190 meses, neste caso, tendo os valores mais elevados próximos a Berilo, Francisco Badaró e Virgem da Lapa.

Os gráficos a seguir apresentam os valores de SPI-3, SPI-6 e SPI-12 dispostos mensalmente, entre os anos de 1985 a 2015, para um município representativo de cada padrão (A, B e C) na porção mineira da bacia hidrográfica, citados anteriormente. Embora, não se possa identificar

um parâmetro de comportamento temporal entre os postos pluviométricos, ainda é possível distinguir as ocorrências de secas perante as séries históricas analisadas.

De acordo com a figura 8, para SPI-3, SPI-6 e SPI-12 pode-se identificar ao todo 121, 139 e 143 ocorrências de secas incipientes, 22, 29 e 30 de secas moderadas, 19, 12 e 9 de secas severas e 11, 9 e 7 de secas extremas. Para o SPI-12 os períodos de seca mais representativos foram de: 1986 a 1990, 1998 a 1999, 2002 a 2004, 2012 a 2013 e 2014 a 2015.

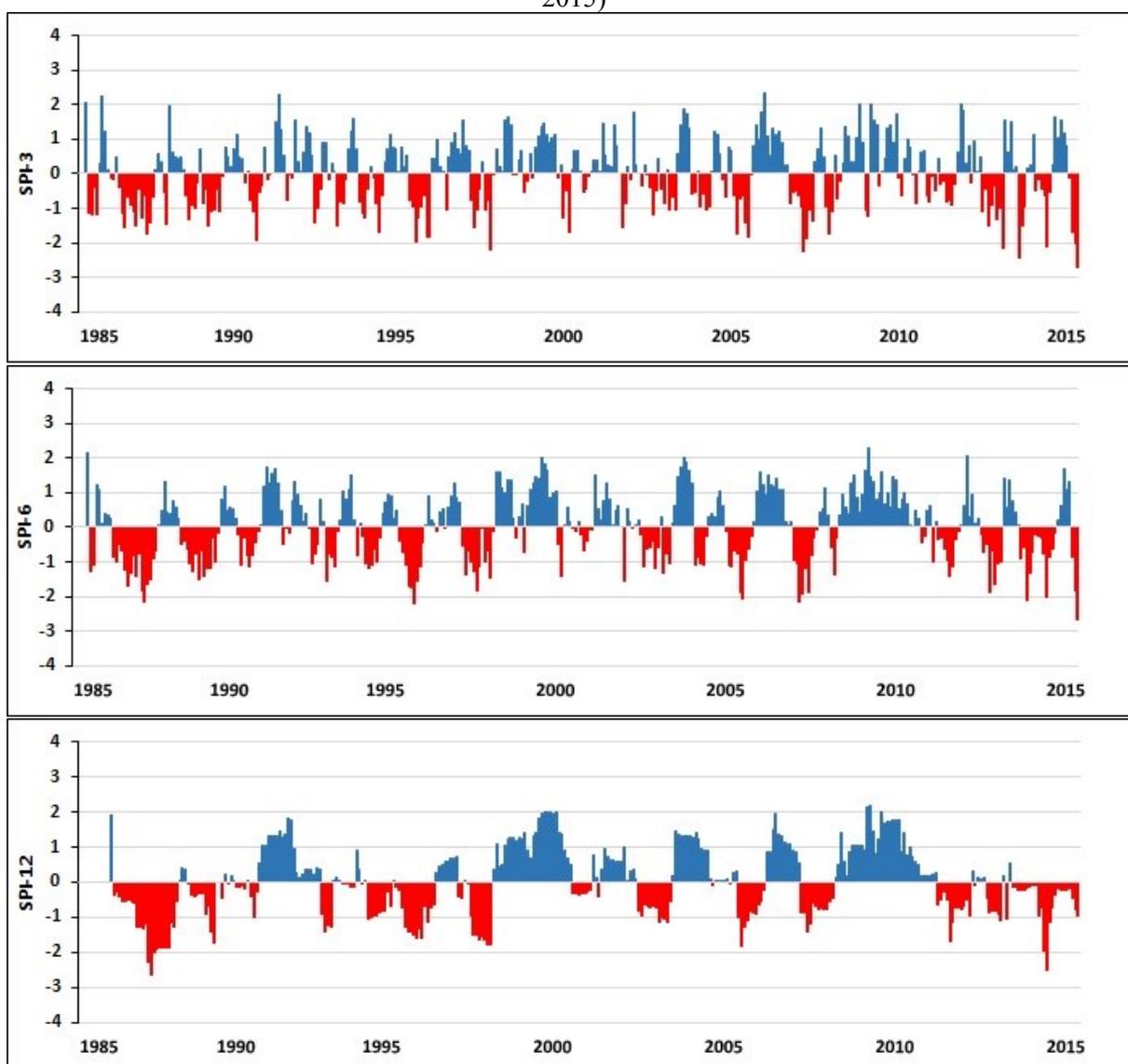
Figura 8 - Índice Padronizado de Precipitação (SPI) aplicado ao município de Jequitinhonha - MG (1985-2015)



Dados: HIDROWEB - ANA (2018).  
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Para o município de Itinga, figura 9, diante dos SPI-3, SPI-6 e SPI-12 contabiliza-se de 1985 a 2015, 109, 99 e 120 ocorrências de secas incipientes, 35, 45 e 42 ocorrências de secas moderadas, 20, 17 e 18 ocorrências de secas severas e 7, 7 e 4 ocorrências de secas extremas. Em específico, para o SPI-12, os maiores períodos de seca ocorreram entre: 1986 a 1987, 1995 a 1998, 2011 e 2012 e 2014 a 2015.

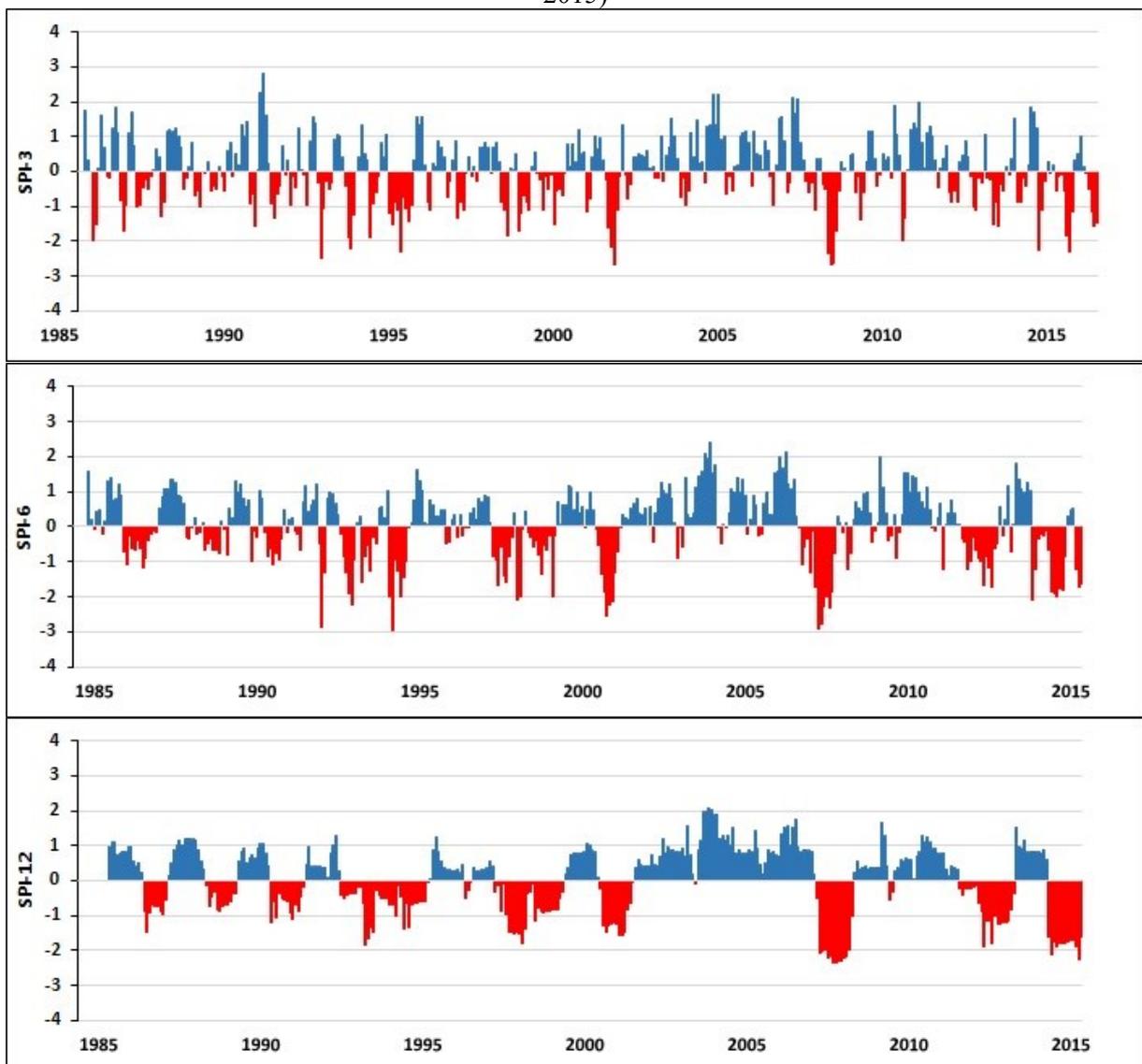
Figura 9 - Índice Padronizado de Precipitação (SPI) aplicado ao município de Itinga - MG (1985-2015)



Dados: HIDROWEB - ANA (2018).  
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Por último, para o município de Bocaiuva (figura 10), o SPI-3, SPI-6 e SPI-12 totalizaram 123, 116 e 96 ocorrências de secas incipientes, 27, 23 e 30 ocorrências de secas moderadas, 18, 18 e 22 ocorrências de secas severas e 10, 15 e 12 ocorrências de secas extremas. Para o SPI-12 os maiores períodos de seca foram de: 1990 a 1991, 1993 a 1995, 1997 a 1999, 2007 a 2008, 2012 a 2013, 2014 a 2015.

Figura 10 - Índice Padronizado de Precipitação (SPI) aplicado ao município de Bocaiuva - MG (1985-2015)



Dados: HIDROWEB - ANA (2018).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

A seca e o déficit hídrico perceptíveis nos municípios de Bocaiuva, Itinga e Jequitinhonha entre 2014 a 2015, por exemplo, está associada à “crise hídrica” também ocorrida na região sudeste do Brasil durante o verão, sendo este um dos períodos com os mais baixos índices pluviométricos nos últimos 30 anos. Marengo e Alves (2015) atribuem esta seca histórica às anomalias na circulação de verão que afetam o padrão de chuvas na região em questão, mudando o transporte de umidade que vem da Amazônia, das brisas marítimas do oceano Atlântico Sul e a ação dos sistemas frontais oriundos do sul do país. Em síntese seria a presença da escassez de chuva com o acúmulo do mau gerenciamento dos recursos hídricos destinado às situações de emergência e ao abastecimento das populações.

#### **5.2.4 Balanço Hídrico Climatológico (BHC)**

A tabela 18 mostra o comportamento dos valores totais mensais médios da evapotranspiração potencial (ETP) entre 1985 a 2015, ao longo da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.

A média de ETP na porção mineira da bacia é de 1.127,1 mm, tendo os maiores valores registrados durante a estação chuvosa, de outubro a março, variando de 106,9 mm a 113,9 mm. Observa-se de maneira geral que para todos os postos os resultados apresentaram comportamento semelhante ao longo do ano: são menores de abril a setembro (estação seca) e mais altos nos outros seis meses. Isto indica que, ainda que se tenham elevados índices pluviométricos durante o período chuvoso, as demandas por água pelas plantas, por exemplo, também ocorrem em proporções superiores à oferta de água disponível.

Tabela 18 - Evapotranspiração Potencial (ETP) da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015)

Posto	Município	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1640001	Almenara	116,3	105,6	109,6	93,6	77,9	60,7	58,4	63,3	76,8	95,8	101,2	113,3	1.072,5
83442	Araçuaí	126,5	119,2	136,8	124,9	105,7	83,3	80,8	89,5	107,7	127,6	112,0	116,6	1.330,6
1742020	Araçuaí	121,0	122,2	129,3	117,0	99,4	79,8	76,4	84,4	99,8	117,9	104,8	110,4	1.262,4
1743002	Bocaiuva	110,5	101,2	102,7	86,4	70,8	55,0	55,0	65,4	83,6	104,9	98,3	105,5	1.039,3
1742014	Capelinha	109,8	99,4	99,9	82,4	66,9	53,4	52,8	61,1	76,4	94,8	93,9	104,0	994,8
1742008	Carbonita	116,7	107,0	108,3	91,0	73,4	56,8	56,8	67,7	87,0	107,1	102,6	110,1	1.084,5
83538	Diamantina	98,2	87,0	89,2	74,6	60,3	48,3	49,0	59,3	74,1	90,3	86,9	93,2	910,4
1843003	Diamantina	103,9	93,9	95,3	79,5	64,0	50,6	50,7	60,8	76,4	94,5	91,8	99,4	960,8
1642014	Grão Mogol	108,9	101,0	102,6	87,4	72,6	56,6	56,6	66,2	83,6	103,5	98,0	103,9	1.040,9
1642007	Grão Mogol	124,9	116,1	117,5	99,6	80,9	63,2	62,3	73,4	93,8	118,6	110,6	117,4	1.178,3
1641001	Itaobim	113,9	113,3	121,5	110,3	95,5	76,2	73,1	79,4	92,2	107,3	99,1	105,4	1.187,2
1641007	Itaobim	105,4	103,6	111,4	101,5	87,5	71,2	69,3	74,0	84,3	97,6	91,1	97,9	1.094,8
1641010	Itinga	112,5	112,1	120,2	109,0	94,3	75,1	73,0	79,4	93,3	109,8	99,0	104,2	1.181,9
1640000	Jacinto	116,4	112,0	124,0	114,9	101,9	82,5	78,0	80,4	89,1	103,0	101,1	109,0	1.212,3
1641002	Jequitinhonha	110,7	108,8	118,2	106,2	92,4	73,9	71,0	75,0	85,9	99,1	95,5	102,7	1.139,4
1641011	Medina	119,2	110,7	112,4	94,6	78,3	60,8	60,0	67,7	84,1	103,7	103,5	113,6	1.108,6
83441	Salinas	124,5	117,2	117,4	99,7	82,0	63,2	62,3	73,3	93,7	117,1	110,3	118,4	1.179,1
1642013	Virgem da Lapa	138,4	132,2	133,4	112,5	89,3	68,2	67,0	79,5	102,9	131,3	123,6	131,2	1.309,5
<b>Média</b>		115,4	109,0	113,9	99,2	83,0	65,5	64,0	72,2	88,0	106,9	101,3	108,7	1.127,1
<b>Máximo</b>		138,4	132,2	136,8	124,9	105,7	83,3	80,8	89,5	107,7	131,3	123,6	131,2	1.330,6
<b>Mínimo</b>		98,2	87,0	89,2	74,6	60,3	48,3	49,0	59,3	74,1	90,3	86,9	93,2	910,4
<b>Amplitude</b>		40,2	45,2	47,6	50,3	45,4	35,0	31,8	30,2	33,6	41,0	36,7	38,0	420,2

Dados: ERA5 – ECMWF (2019); HIDROWEB - ANA (2018).

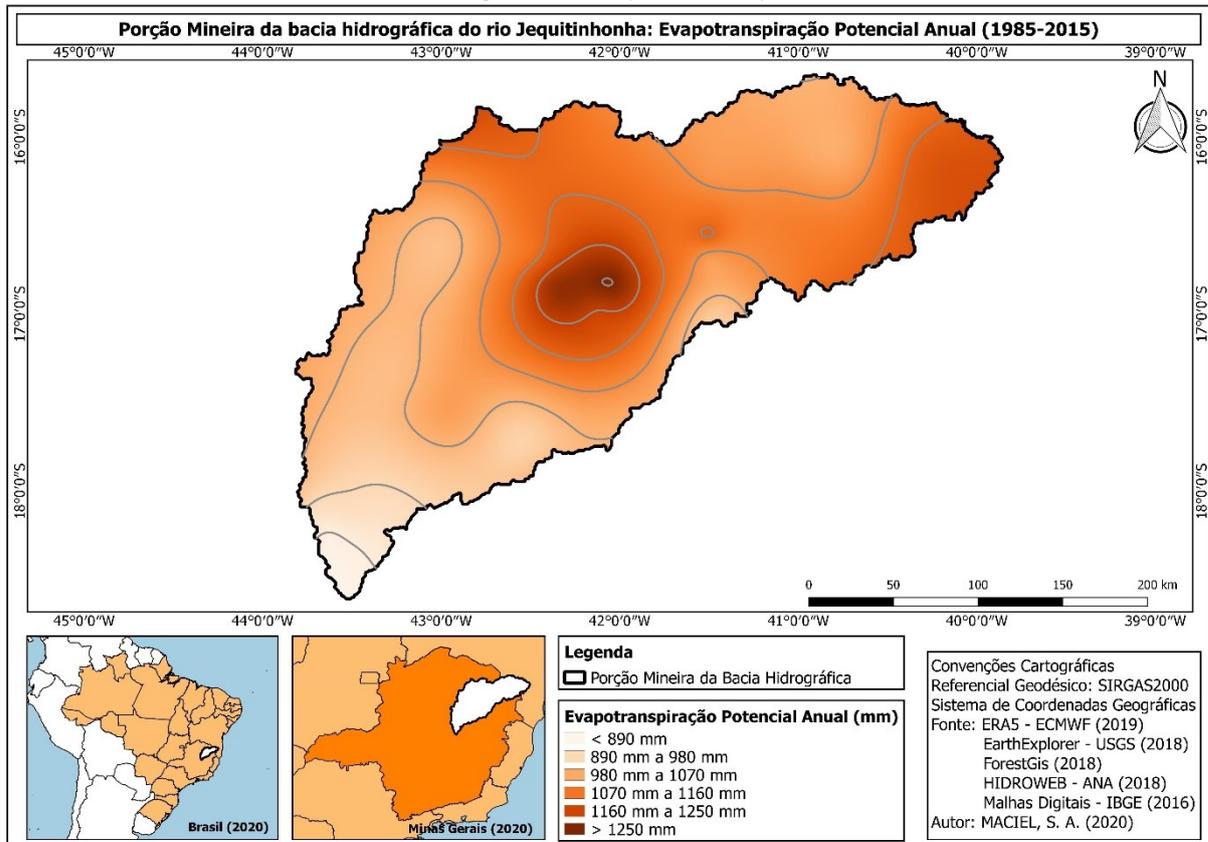
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

A partir do mapa 28 pode-se perceber que a área de estudo apresenta altos valores de evapotranspiração potencial e ao mesmo tempo baixos índices pluviométricos ao longo do ano, o que não é capaz de repor a umidade do solo, mesmo durante a estação chuvosa, para que o máximo de sua capacidade em armazenar água seja atingido. Este quadro é associado a altas temperaturas e ao baixo desenvolvimento dos solos, como por exemplo, na bacia do médio rio Jequitinhonha formado por rochas xistosas do grupo Macaúbas, predominantemente.

Os menores valores de ETP são encontrados nas porções mais chuvosas da bacia, especificamente na bacia do alto rio Jequitinhonha e na porção oeste da bacia do Rio Araçuaí.

Os totais anuais de ETP nestas áreas vão de 887,0 mm a 1.122,0 mm, sendo abaixo de 980,0 mm nos municípios de Couto de Magalhães de Minas, Datas, Diamantina, Felício dos Santos, Rio Vermelho, São Gonçalo do Rio Preto e Serro.

Mapa 28 - Evapotranspiração Potencial (ETP) anual da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015)



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Na transição das bacias do alto rio Jequitinhonha e rio Araçuaí com a bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha, semiárido, encontram-se os maiores totais anuais de ETP, de 1.185,0 mm a 1.332,0 mm. Os municípios de Araçuaí, Berilo, Coronel Murta, Francisco Badaró e Virgem da Lapa chegam a atingir em média 1.300,0 mm de ETP.

Em direção ao setor leste da bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha os índices de ETP anual continuam a serem elevados, variando de 1.150,0 mm a 1.188,0 mm. No limite de MG com o estado da BA, os municípios de Jacinto, Salto da Divisa, Rubim, Santa Maria do Salto e Santo Antônio do Jacinto apresentam valores de ETP superiores a 1.190,0 mm ao ano.

A maior parte da porção mineira da bacia possui elevados índices de deficiência hídrica, principalmente nas regiões em que os volumes de chuvas são reduzidos. Em geral, quando os

déficits hídricos não ocorrem praticamente durante todo o ano, o que se contabiliza como excedentes hídricos acontece apenas nos meses de novembro a janeiro. Mesmo assim, algumas áreas, especialmente as localizadas próximo a faixa meridional da Serra do Espinhaço (Couto de Magalhães de Minas, Datas, Diamantina, Felício dos Santos, Olhos-D'Água, São Gonçalo do Rio Preto e Serro, dentre outros) apresentam maiores proporções de excedente hídrico, concentrados nos meses de novembro a abril, sendo a maior parte na estação chuvosa.

Na tabela 19, encontram-se os valores médios mensais e anuais de déficit hídrico (DEF) na porção mineira da bacia do rio Jequitinhonha. A média de DEF na bacia é de 355,3 mm, sendo crescente de janeiro a outubro, atingindo as maiores deficiências hídricas em agosto e setembro (59,5 mm e 67,2 mm), final da estação seca. Portanto, nestes meses, a demanda de retirada de água no solo é maior do que a entrada. Em novembro e dezembro há excedente hídrico.

Tabela 19 - Deficiência hídrica (DEF) da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015)

Posto	Município	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1640001	Almenara	0,0	2,9	0,0	3,9	11,1	14,0	18,2	28,9	39,7	27,3	0,0	0,0	146,0
83442	Araçuaí	0,8	14,4	23,4	74,6	80,7	76,5	74,9	82,8	90,9	72,3	0,0	0,0	591,3
1742020	Araçuaí	0,2	15,0	26,3	69,2	76,8	72,0	71,8	78,5	87,5	57,2	0,0	0,0	554,5
1743002	Bocaiuva	0,0	0,5	0,0	6,4	30,8	37,1	41,6	53,8	60,6	25,7	0,0	0,0	256,5
1742014	Capelinha	0,0	0,4	0,0	3,0	18,7	27,3	31,0	43,9	48,2	17,2	0,0	0,0	189,7
1742008	Carbonita	0,0	1,0	0,0	11,2	33,8	39,8	45,5	58,5	63,6	27,7	0,0	0,0	281,1
83538	Diamantina	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	17,6	27,2	34,8	36,4	0,0	0,0	0,0	122,0
1843003	Diamantina	0,0	0,0	0,0	4,4	19,1	28,9	34,2	46,7	42,5	18,1	0,0	0,0	193,9
1642014	Grão Mogol	0,0	2,2	0,0	10,0	32,4	37,0	42,9	54,9	64,8	21,5	0,0	0,0	265,7
1642007	Grão Mogol	0,0	7,5	9,0	41,0	52,0	53,5	55,0	68,8	78,1	56,0	0,0	0,0	420,9
1641001	Itaobim	0,0	12,8	17,4	59,6	70,6	65,8	66,5	71,5	79,6	51,5	0,0	0,0	495,3
1641007	Itaobim	0,0	4,3	7,4	35,0	55,3	60,2	59,7	66,8	73,9	45,8	0,0	0,0	408,4
1641010	Itinga	0,0	12,8	21,6	51,5	69,7	67,7	67,5	73,7	78,1	55,3	0,0	0,0	497,9
1640000	Jacinto	25,1	19,5	10,5	43,6	60,2	55,5	54,4	60,1	67,7	39,5	0,0	0,0	436,1
1641002	Jequitinhonha	0,0	3,5	0,0	10,0	30,7	39,4	43,4	52,7	62,3	27,3	0,0	0,0	269,3
1641011	Medina	0,0	9,0	0,0	42,3	31,4	37,9	42,8	53,2	64,9	39,8	0,0	0,0	321,3
83441	Salinas	0,4	7,9	1,9	31,2	49,7	51,9	53,3	67,2	77,4	54,1	0,0	0,0	395,0
1642013	Virgem da Lapa	2,2	21,9	33,2	63,4	68,8	60,8	62,6	74,5	93,0	70,1	0,0	0,0	550,5
<b>Média</b>		1,6	7,5	8,4	31,1	44,3	46,8	49,6	59,5	67,2	39,2	0,0	0,0	355,3
<b>Máximo</b>		25,1	21,9	33,2	74,6	80,7	76,5	74,9	82,8	93,0	72,3	0,0	0,0	591,3
<b>Mínimo</b>		0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	14,0	18,2	28,9	36,4	0,0	0,0	0,0	122,0
<b>Amplitude</b>		25,1	21,9	33,2	74,6	74,7	62,5	56,7	53,9	56,6	72,3	0,0	0,0	469,3

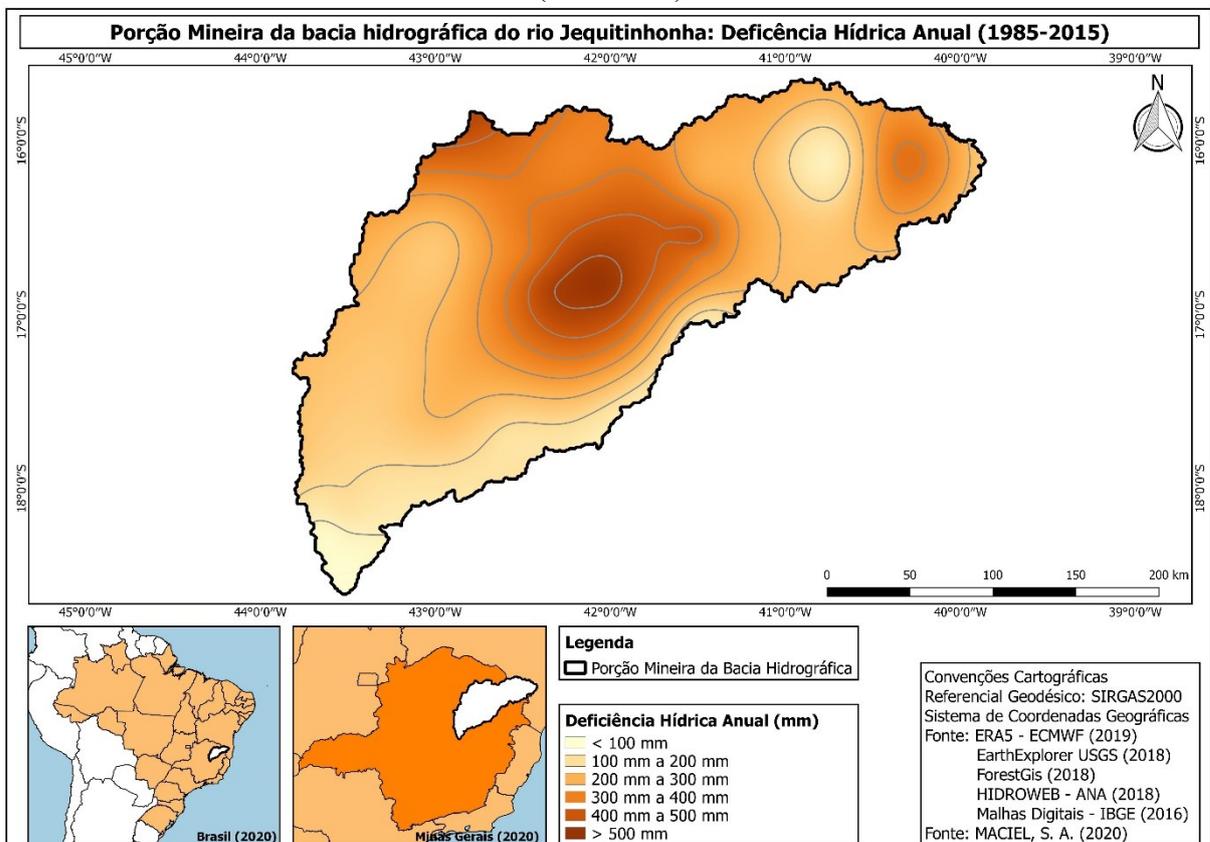
Dados: ERA5 – ECMWF (2019); HIDROWEB - ANA (2018).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

O mapa 29 traz a espacialização dos valores anuais de deficiências hídricas. Os valores de DEF aumentam da cabeceira da área de estudo em direção ao limite mineiro com o estado baiano. Obviamente que os maiores índices de DEF são encontrados nas áreas onde as médias de ETP também são elevadas.

Na bacia do alto rio Jequitinhonha e na parte oeste da bacia do rio Araçuai têm-se os totais anuais mais baixos de DEF, menores que 100,0 mm até 348,0 mm. Em direção a transição destas com a bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha, semiárido, encontram-se os maiores valores, de 415,0 mm a 593,0 mm. Caminhado para a jusante do baixo rio Jequitinhonha, os índices de DEF continuam elevados, todavia, com uma amplitude maior, entre 141,0 mm (Almenara) a 437,0 mm (Jacinto).

Mapa 29 - Deficiência hídrica anual da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015)

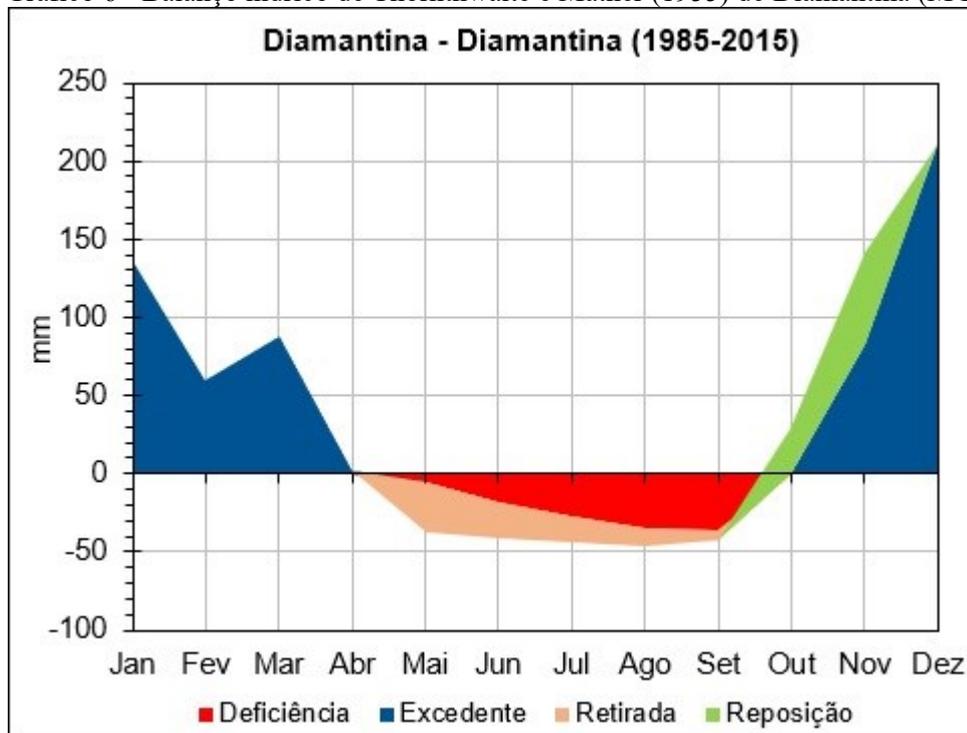


Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Os gráficos conseguintes trazem a síntese do balanço hídrico climatológico (BHC) com informações de deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica em alguns municípios inseridos na porção mineira da bacia.

No BHC de Diamantina - MG (gráfico 6), por exemplo, percebe-se um comportamento diferente da maioria dos outros municípios da área de estudo. Neste observa-se que há excedente hídrico de novembro a abril, atingindo em dezembro e janeiro 210,8 mm e 136,5 mm, respectivamente. A deficiência hídrica ocorre nos outros meses, de maio a setembro, alcançando neste último, 36,4 mm. Portanto, em sete meses do ano (out-abr) a precipitação supera a evapotranspiração potencial. O armazenamento máximo ocorre de novembro até abril. Dos 1.368,1 mm de precipitação anual, 579,7 mm estaria disponível para percolar ou escoar lateralmente.

Gráfico 6 - Balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955) de Diamantina (MG)



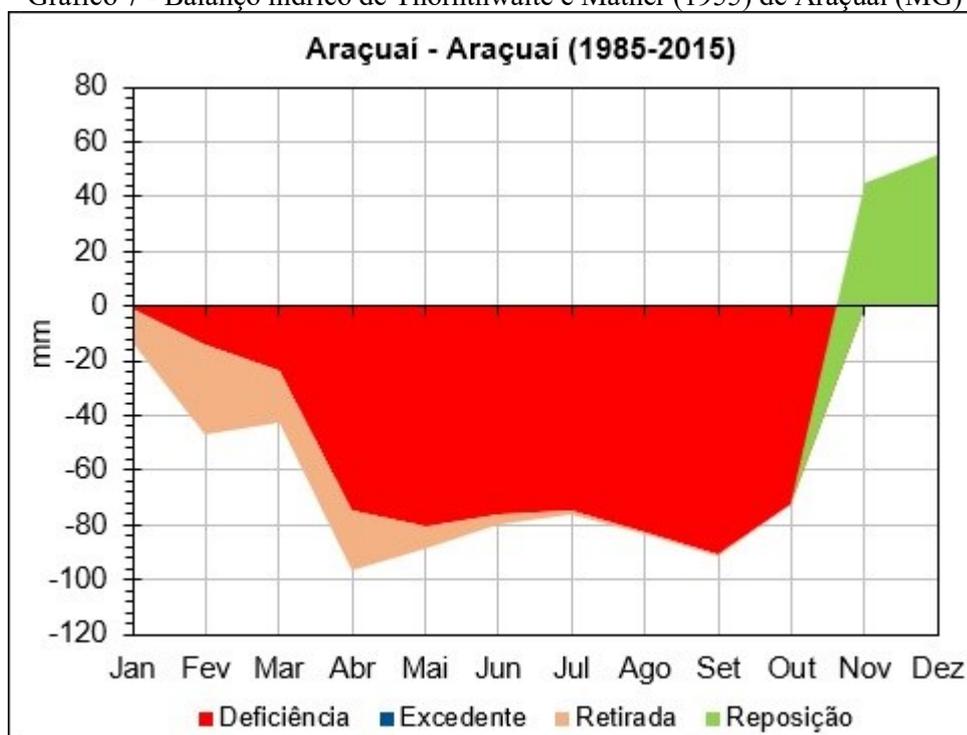
Dados: ERA5 – ECMWF (2019); HIDROWEB - ANA (2018).

Fonte da planilha: D'ANGIOLELLA; VASCONCELLOS (2004).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Conforme o gráfico 7 não há excedentes hídricos durante o ano no município de Araçuaí (MG). Mesmo nos períodos em que são registrados volumes de chuva, estes não são suficientes para repor a umidade do solo para que o máximo de sua capacidade de armazenar água possa ser atingido, como também constado por Silva e Ferreira (2011). O DEF hídrico mantém-se elevado ao longo de todos os meses, especificamente em setembro chega a atingir 90,9 mm.

Gráfico 7 - Balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955) de Araçuaí (MG)



Dados: ERA5 – ECMWF (2019); HIDROWEB - ANA (2018).

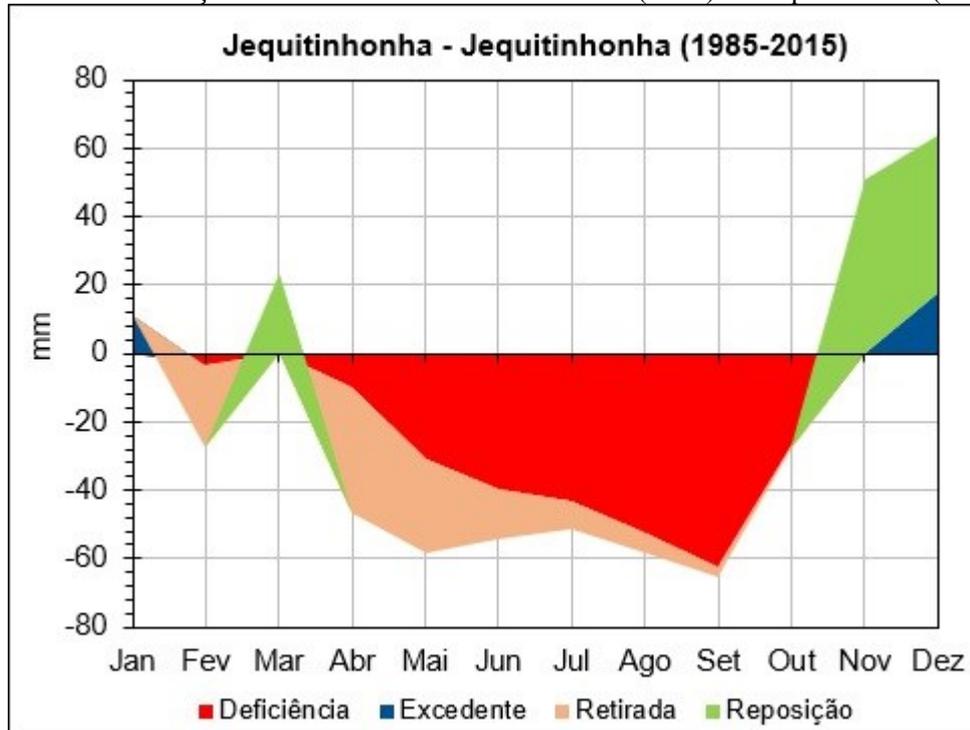
Fonte da planilha: D'ANGIOLELLA; VASCONCELLOS (2004).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Em Jequitinhonha – MG (gráfico 8), os excedentes hídricos ocorrem somente em novembro e janeiro, atingindo em dezembro 17,3 mm. De fevereiro a outubro a situação é de deficiência, sendo que em setembro a média é de 62,3 mm. Nos meses de novembro a janeiro os valores de evapotranspiração potencial são inferiores aos volumes de precipitação. O armazenamento é máximo somente em dezembro e janeiro. De um total de 898,5 mm de chuva anual, somente

28,4 mm estaria disponível para percolar ou escoar superficialmente e isto ocorreria justamente entre dezembro e janeiro, dentro da estação chuvosa.

Gráfico 8 - Balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955) de Jequitinhonha (MG)



Dados: ERA5 – ECMWF (2019); HIDROWEB - ANA (2018).

Fonte da planilha: D'ANGIOLELLA; VASCONCELLOS (2004).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

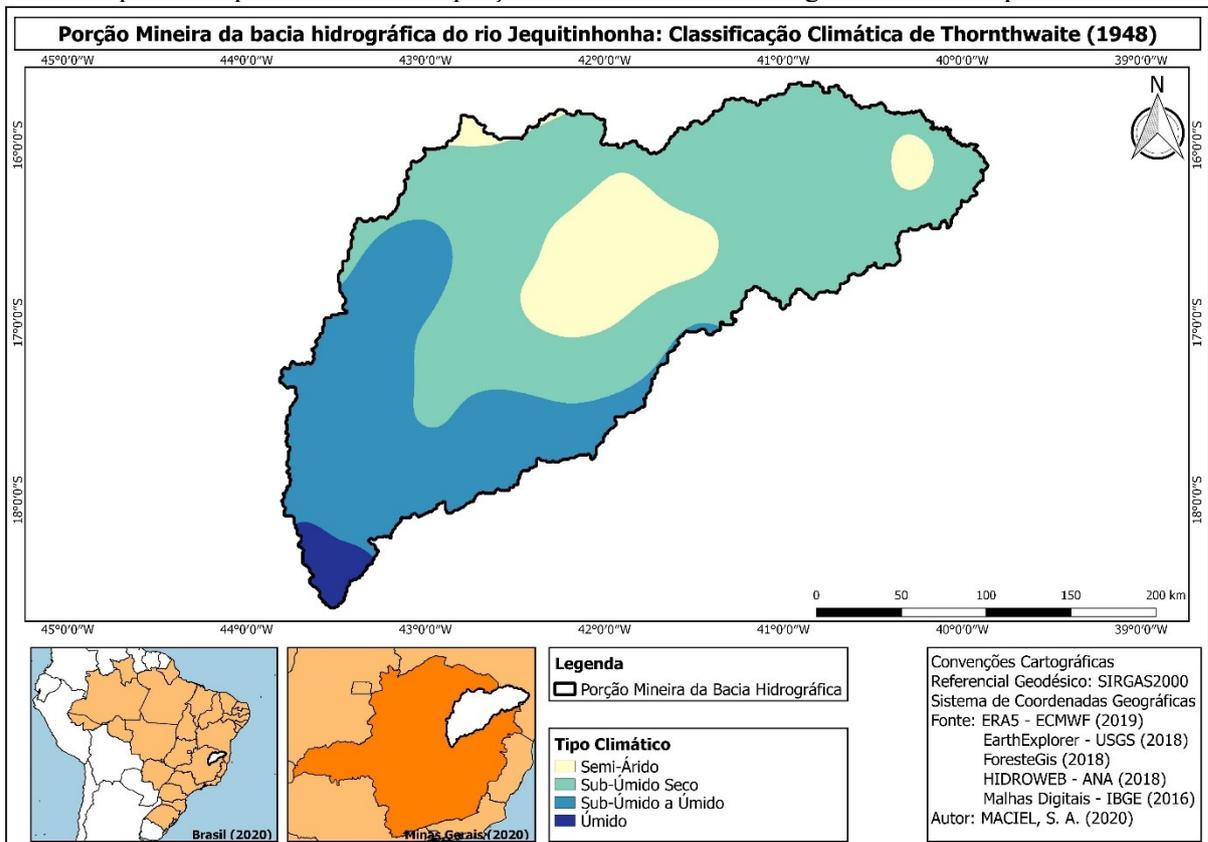
Em resumo, a maior parte da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha demonstra ter excedentes hídricos muito baixos, ou até inexistentes, com exceção dos municípios localizados em áreas de clima úmido, como é o caso de Couto de Magalhães de Minas, Datas, Diamantina, Felício dos Santos, Olhos-D'Água, São Gonçalo do Rio Preto e Serro. A deficiência hídrica é elevada de maio a setembro, período que apresenta os mais baixos níveis pluviométricos, ou ainda, nenhum volume registrado. Na maioria dos municípios analisados percebeu-se que grande parte da água que entra no sistema se perde pela alta demanda ambiental.

### 5.2.5 Classificação Climática de Thornthwaite (1948)

Os regimes climáticos presentes na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha foram definidos a partir da Classificação Climática de Thornthwaite (1948) que é baseada na comparação entre a evapotranspiração potencial e a precipitação. Os tipos de clima foram estabelecidos com base nas variações espaciais do Índice de Umidade (Iu), mapa 30.

Foram identificados 4 tipos climáticos: semiárido, sub-úmido seco, sub-úmido a úmido e úmido. A maior parte da porção mineira da bacia apresenta clima do tipo sub-úmido seco. A parcela de clima semiárido ocupa os municípios de Coronel Murta, Itaobim e Itinga e a quase totalidade de Araçuaí, Comercinho, Francisco Badaró, Jacinto, Rio Pardo de Minas, Serranópolis de Minas e Virgem da Lapa.

Mapa 30 - Tipos Climáticos da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

O tipo climático sub-úmido a úmido também representa uma parte significativa da bacia, ocupando parte dos municípios de Bocaiuva, Botumirim, Carbonita, Diamantina, Grão Mogol, Guaraciama, Minas Novas, Novo Cruzeiro, Rio Vermelho e Veredinha e a totalidade de Angelândia, Capelinha, Couto de Magalhães de Minas, Felício dos Santos, Itacambira, Itamarandiba, Olhos-D'Água, São Gonçalo do Rio Preto, Senador Modestino Gonçalves e Setubinha.

Próximo a cabeceira da bacia do alto rio Jequitinhonha encontra-se uma mancha com maiores índices pluviométricos e temperaturas mais amenas, sendo classificada como clima úmido. Portanto, este tipo climático é presente na porção meridional da Serra do Espinhaço, em parte dos municípios de Datas, Diamantina e Serro. De acordo com Ferreira (2007), este clima na região, é anunciado em meio às florestas estacionais e até pequenas manchas de matas ombrófilas abertas.

### **5.3 Aspectos hidrológicos**

Este item apresenta a análise da disponibilidade hídrica em superfície da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha, a partir dos dados de postos fluviométricos disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA), no portal HydroWeb. O enfoque foi baseado no comportamento temporal e espacial das vazões fluviais máximas, médias e mínimas, assim como nas vazões específicas das áreas de contribuição dos postos selecionados. Por fim, para avaliação da integração entre os aspectos hidrológicos, explorou-se a relação chuva-vazão ao longo da área de estudo.

Ressaltasse que o posto situado na sub-bacia do rio Salinas sofre influência direta de descargas controladas por estruturas hidráulicas, o que repercute no comportamento hidrológico analisado. Na sub-bacia do rio Araçuaí têm-se a barragem do Calhauzinho. Todavia, a mesma

situa-se num afluente de baixo curso, afetando apenas de forma não significativa o posto da Fazenda Facão, em Araçuaí (MG). No Rio Jequitinhonha encontra-se a Usina Hidrelétrica (UHE) de Irapé ou Usina Presidente Juscelino Kubitschek, inaugurada em julho de 2006, o que pode interferir nas respostas das vazões dos postos localizados a jusante, a partir deste ano.

### **5.3.1 Vazões Máximas, Médias e Mínimas**

As tabelas e os gráficos a seguir contendo informações sobre o regime fluviométrico (vazões máximas, médias e mínimas mensais e anuais) foram elaborados para auxiliar na compreensão do comportamento hidrológico da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha.

A partir da tabela 20 percebe-se que as vazões médias mensais acompanham o comportamento da pluviosidade. Durante a estação chuvosa, de outubro a março, ocorre um aumento nos valores médios de vazão, tendo intensidade a partir de novembro ( $115,6 \text{ m}^3/\text{s}$ ), atingindo os maiores picos em dezembro e janeiro ( $224,8 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $218,9 \text{ m}^3/\text{s}$ ) e diminuindo a partir de março ( $122,2 \text{ m}^3/\text{s}$ ). De outro modo, durante o período de seca de abril a setembro as médias são menores, de ( $73,9 \text{ m}^3/\text{s}$ ) a ( $29,9 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Nestes meses as chuvas são reduzidas ou inexistentes.

As maiores médias mensais de vazão são encontradas de dezembro a fevereiro, em resposta ao acúmulo da precipitação desde o início da estação chuvosa, como também ao próprio período de retardo em resposta à entrada de água no sistema por meio das chuvas. Em contrapartida, as menores médias fluviométricas ocorrem nos meses de julho a setembro.

Em síntese na área de estudo, há um padrão de variabilidade intra-anual, onde têm-se dois períodos bem definidos, um de cheia e outro de estiagem, o que demonstra a sazonalidade marcada na bacia.

Tabela 20 - Médias mensais e anuais fluviométricas na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2015)

Curso d'água	Posto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Rio São Francisco	Almenara	10,7	5,6	7,4	3,8	2,3	1,8	1,5	1,2	1,2	1,7	5,9	14,6	4,8
Rio Gravata	Araçuaí	6,0	3,5	3,8	2,3	1,6	1,4	1,3	1,1	1,1	1,5	5,2	8,5	3,1
Rio Jequitinhonha	Bocaiuva	197,4	126,5	119,5	65,7	32,6	25,2	21,3	18,0	18,3	36,9	112,4	216,8	82,5
Rio Araçuaí	Carbonita	59,2	37,6	34,9	21,3	14,6	12,1	10,8	9,4	9,5	14,0	36,9	58,6	26,6
Rio Itacambiruçu	Grão Mogol	48,7	33,8	35,7	18,0	8,2	5,6	4,4	3,1	2,8	6,5	30,4	60,6	21,5
Rio Jequitinhonha	Grão Mogol	298,4	201,9	165,9	105,0	61,1	56,1	51,2	46,3	50,0	62,4	153,2	279,6	127,6
Rio Jequitinhonha	Itaobim	540,9	346,2	296,1	183,4	108,6	92,4	86,4	77,7	76,0	100,7	289,9	528,4	227,2
Ribeirão São João	Itaobim	8,0	5,0	5,1	3,6	2,5	2,2	2,0	1,7	1,5	2,1	6,4	9,1	4,1
Rio Jequitinhonha	Jacinto	677,3	449,7	379,9	233,0	153,6	127,8	114,6	101,4	96,4	125,7	346,1	739,0	295,4
Rio Jequitinhonha	Jequitinhonha	620,1	389,9	323,1	193,4	121,6	99,9	92,2	80,3	79,6	104,1	291,6	597,7	249,5
Rio Vacaria	Salinas	15,3	7,5	8,2	5,1	2,0	1,4	1,2	1,1	1,1	2,3	7,9	18,9	6,0
Rio Araçuaí	Virgem da Lapa	144,6	92,1	86,5	52,4	34,0	28,8	25,8	22,2	21,7	34,9	100,9	165,3	67,4
<b>Média</b>		218,9	141,6	122,2	73,9	45,2	37,9	34,4	30,3	29,9	41,1	115,6	224,8	93,0

Dados: HIDROWEB - ANA (2018).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Ainda, objetivando compreender a variabilidade temporal e espacial dos escoamentos fluviais, procurou-se analisar os gráficos das vazões médias anuais, todavia, comparando-os com as observações históricas pluviométricas, uma vez que anomalias de chuvas repercutem diretamente nas descargas dos rios. Desta forma, os gráficos contidos nas figuras de 11 a 16 apresentam os escoamentos médios totais nos postos fluviométricos, bem como os totais anuais de precipitação situados nas respectivas áreas de contribuição.

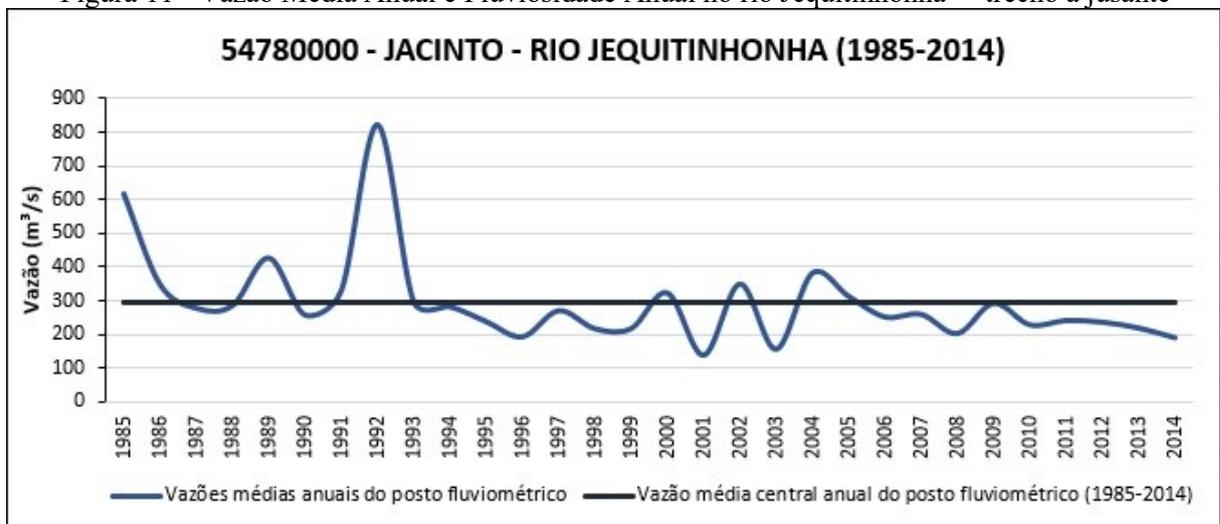
De maneira geral, verificou-se uma maior redução nas vazões médias anuais desde 2006 até 2014, e ao mesmo tempo, uma diminuição nos índices pluviométricos, todavia, estes com volumes mais baixos a partir de 2011. Essa situação ocorre, principalmente, mais a jusante no rio Jequitinhonha, nos postos de Itaobim, Jequitinhonha e Jacinto e no rio São Francisco e ribeirão São João, postos de Almenara e Itaobim.

Na seção fluviométrica do posto de Jacinto que reúne o escoamento do trecho baixo da bacia do Jequitinhonha (figura 11), verifica-se em 1992 o maior pico de escoamento superficial anual de 820,2 m<sup>3</sup>/s. Este aumento é associado às anomalias de precipitação, perceptível no posto pluviométrico de Jacinto que registrou 364,8 mm acima da média geral (1985-2015), mas também na pluviosidade dos postos situados à montante, como no de Jequitinhonha, Itaobim, Grão Mogol e Bocaiuva. Tendo uma queda abrupta nos volumes de chuva nos anos seguintes de 1993 a 1994, gerando também, uma redução nas vazões médias anuais.

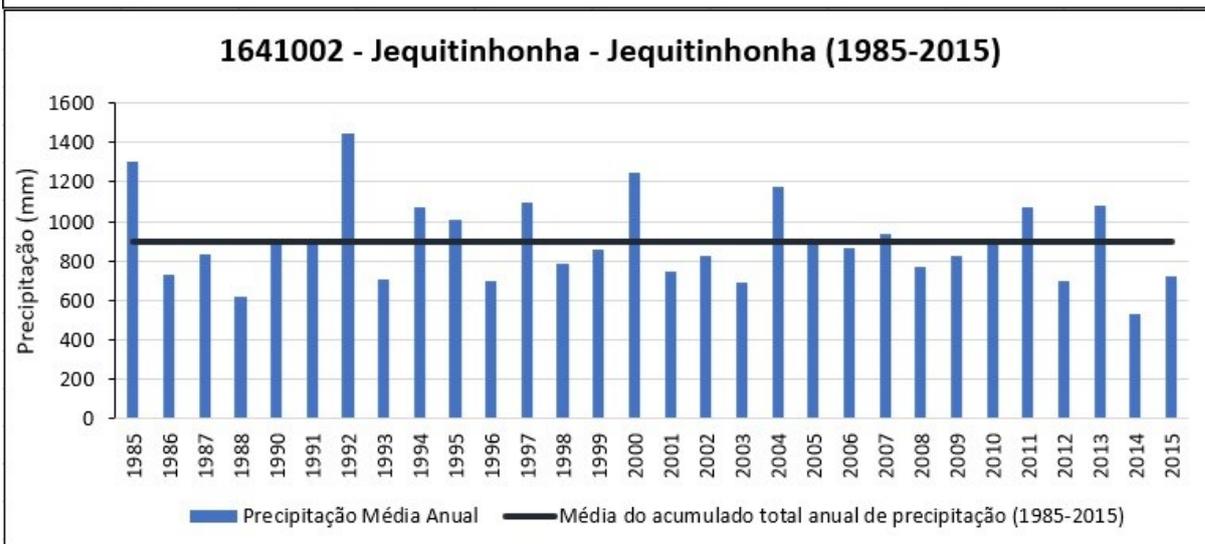
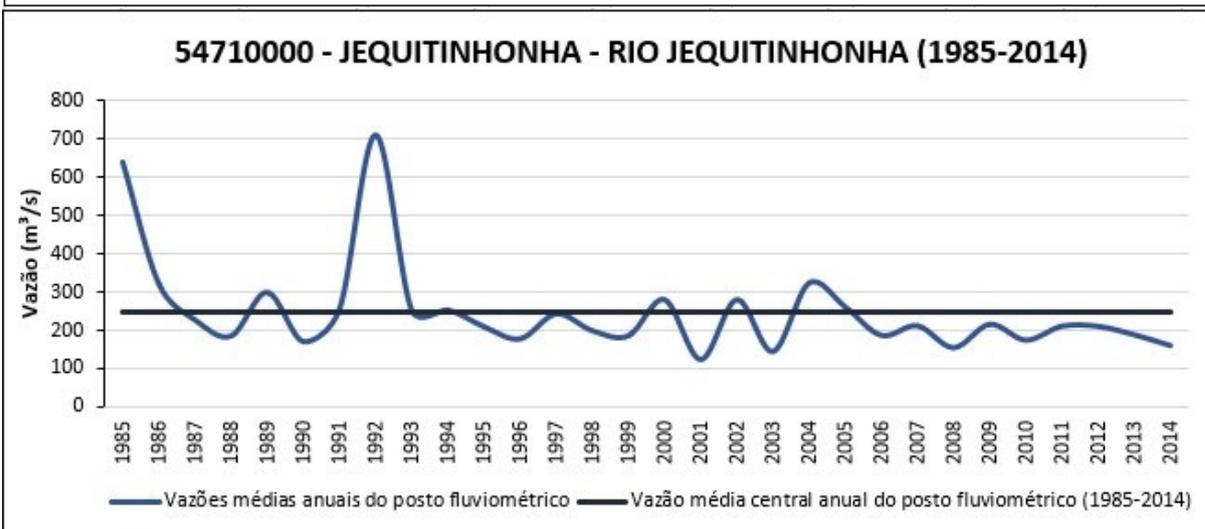
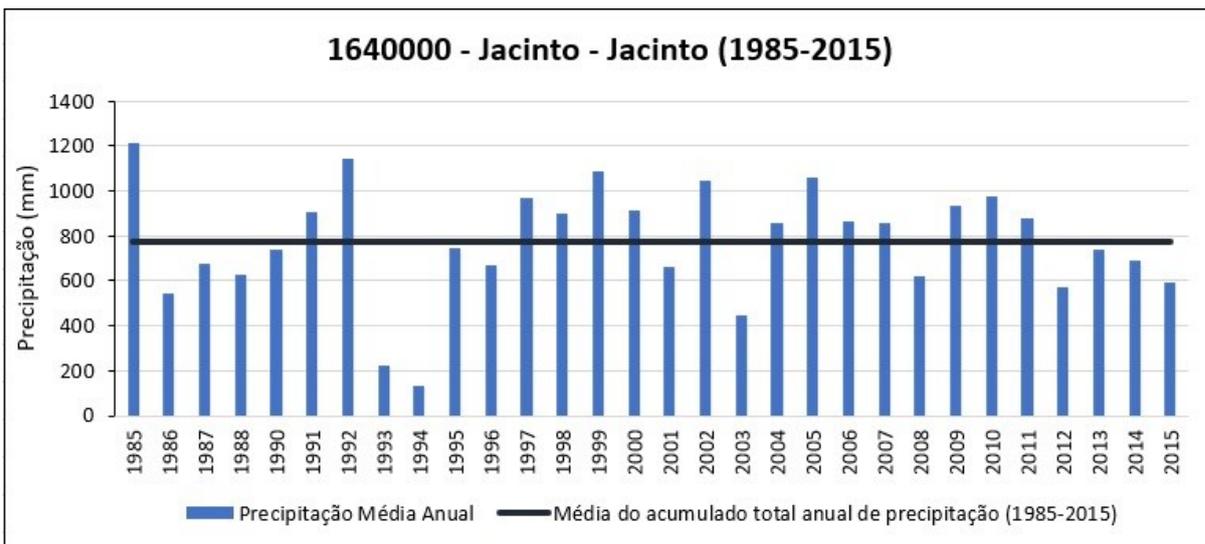
No posto de Jequitinhonha encontra-se o mesmo comportamento anterior, o que também influencia a seção fluviométrica do posto de Jacinto. Em 1992, têm-se uma anomalia pluviométrica acima da média de 551,9 mm e uma vazão média anual de 708,7 m<sup>3</sup>/s. Observa-se uma redução nas chuvas de 1993, por conseguinte, uma diminuição no escoamento fluvial.

Por fim, no posto de Itaobim também se verifica o mesmo aumento significativo no escoamento fluvial anual de 1992 (629,4 m<sup>3</sup>/s), influenciado pelos altos índices pluviométricos no mesmo ano e em postos à montante (Araçuaí, Itaobim, Itinga e Salinas). As anomalias de chuva acima da média (1985 a 2015) foram de: 517,9 mm, 375,3 mm, 413,6 mm e 590,2 mm.

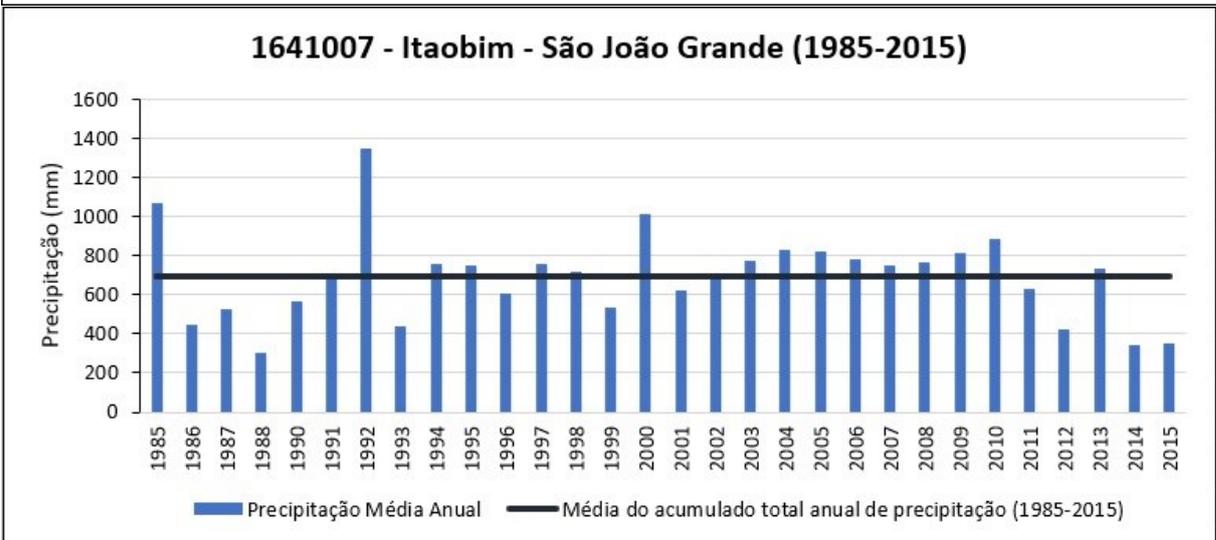
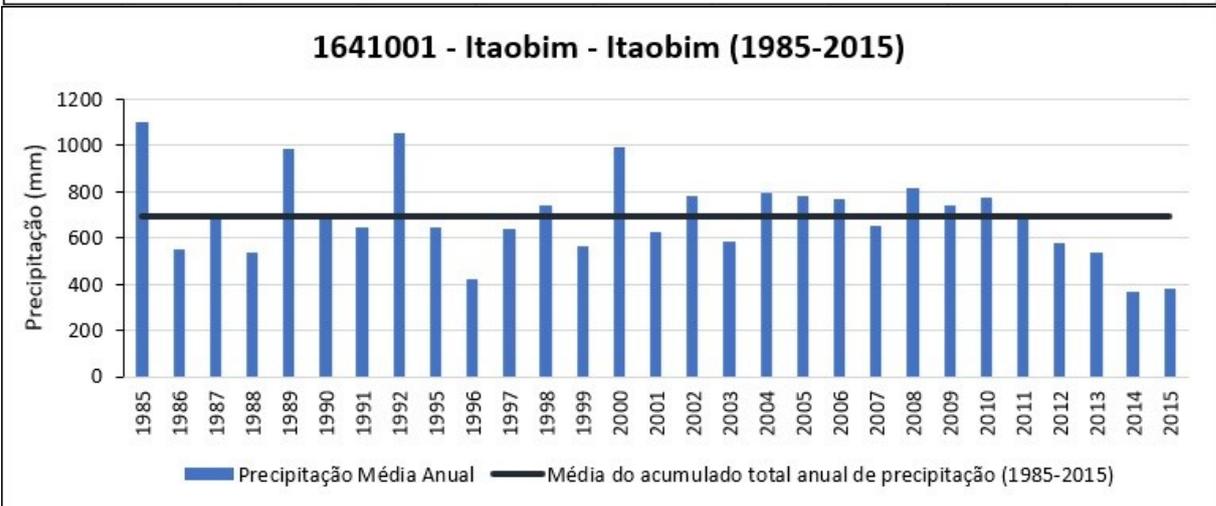
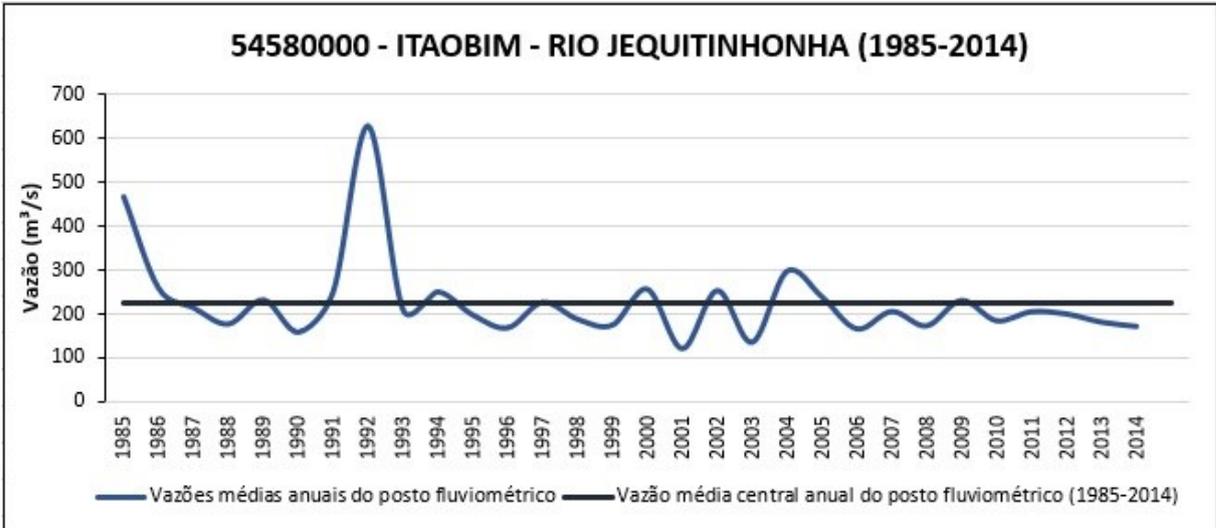
Figura 11 - Vazão Média Anual e Pluviosidade Anual no rio Jequitinhonha -- trecho a jusante



Continua.

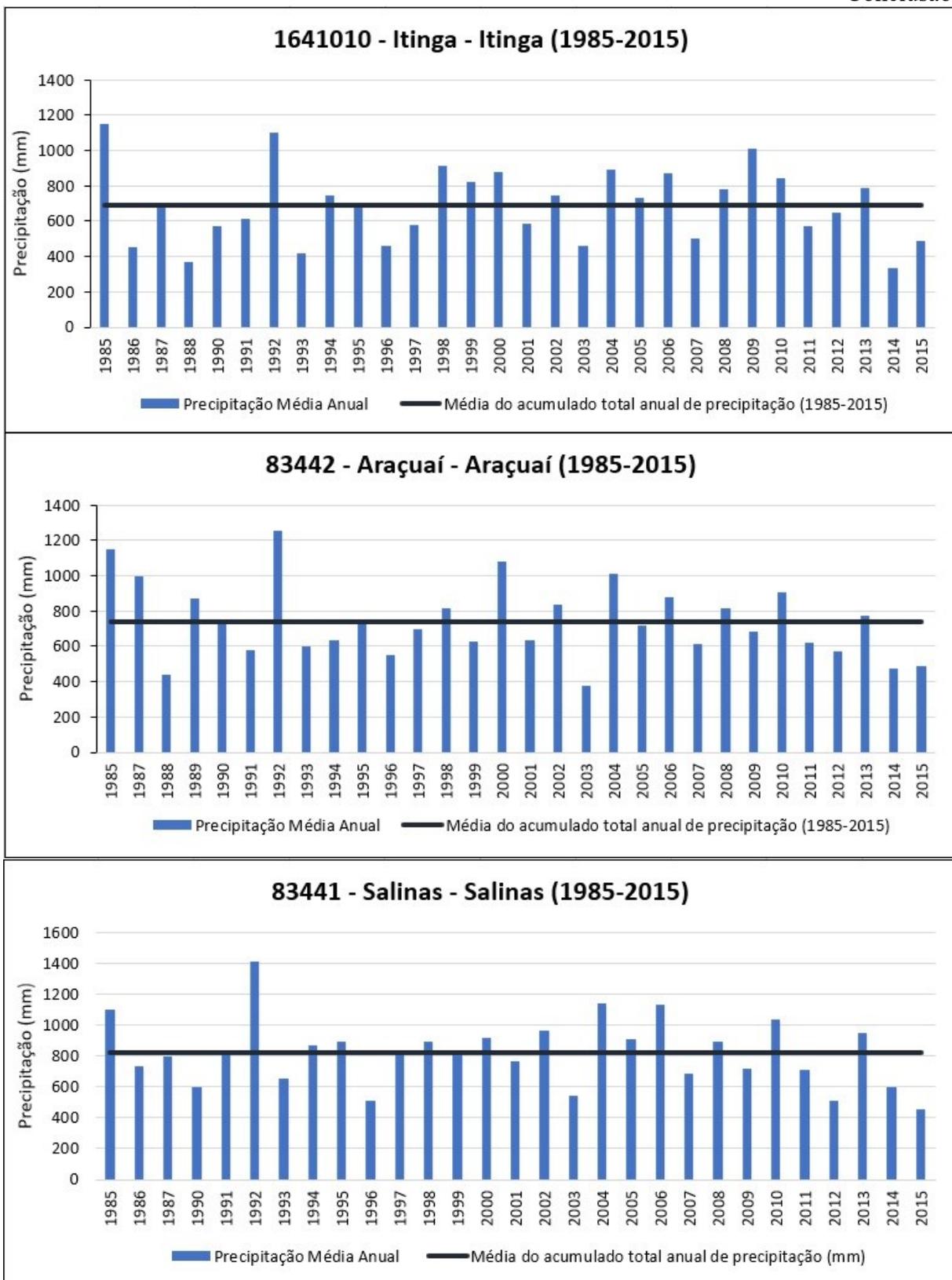


Continua.



Continua.

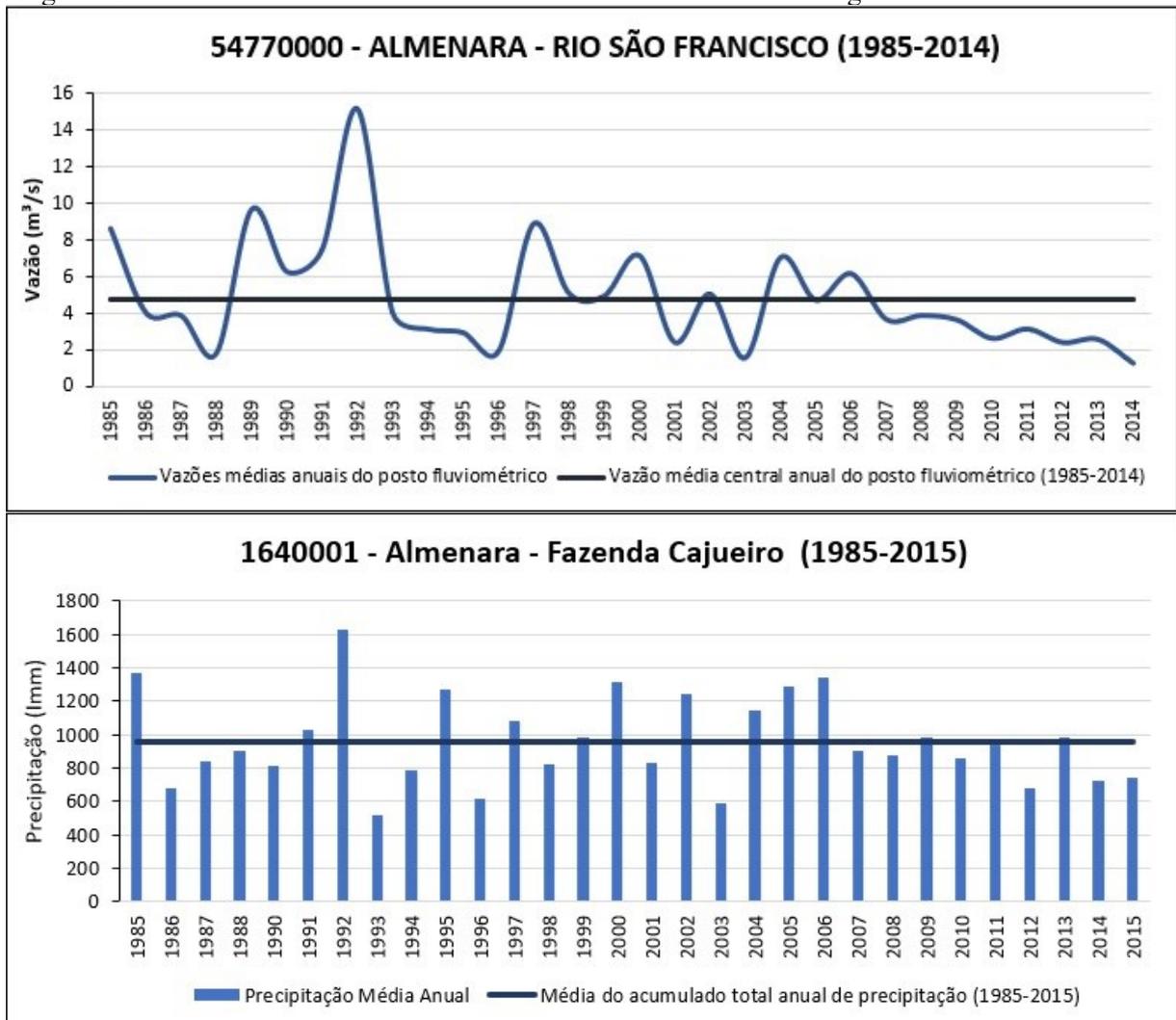
Conclusão.



Dados: HIDROWEB - ANA (2018).  
 Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Na seção fluviométrica do rio São Francisco no posto de Almenara (figura 12), as vazões médias anuais também diminuem consideravelmente desde 2007, atingindo em 2014 apenas 1,3 m<sup>3</sup>/s. O maior pico de escoamento anual registrado em 1992 (15,1 m<sup>3</sup>/s) esteve em consonância com a precipitação anual de 1.632,8 mm, o que representa uma anomalia em relação à média central de 672,9 mm. Em 1993 e 1994 ocorreu uma queda significativa no volume de chuvas, consequentemente, uma diminuição nas descargas do referido rio.

Figura 12 - Vazão Média Anual e Pluviosidade Anual na sub-bacia hidrográfica do rio São Francisco

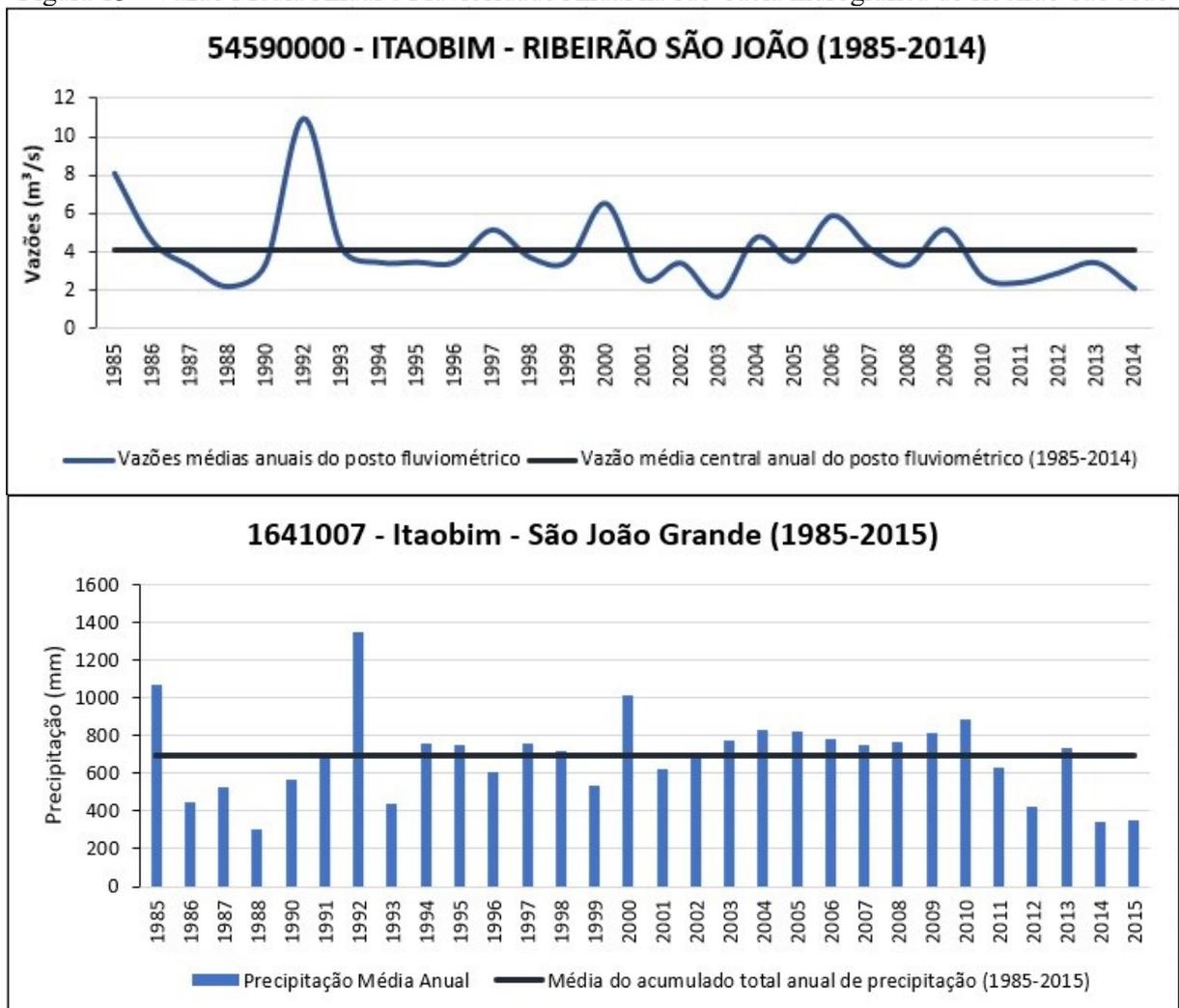


Dados: HIDROWEB - ANA (2018).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

No Ribeirão São João, posto de Itaobim (figura 13), o ano de 1992 também apresenta o maior escoamento anual observado ( $11,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ) entre 1985 a 2014, correlato a uma precipitação de  $1.344,7 \text{ mm}$  e uma anomalia de  $654,3 \text{ mm}$ . Seguido de uma diminuição pluviométrica em 1993, por conseguinte, com vazão anual abaixo da média central. Neste caso, as reduções nas descargas do rio voltam a terem destaque a partir de 2010.

Figura 13 - Vazão Média Anual e Pluviosidade Anual na sub-bacia hidrográfica do ribeirão São João



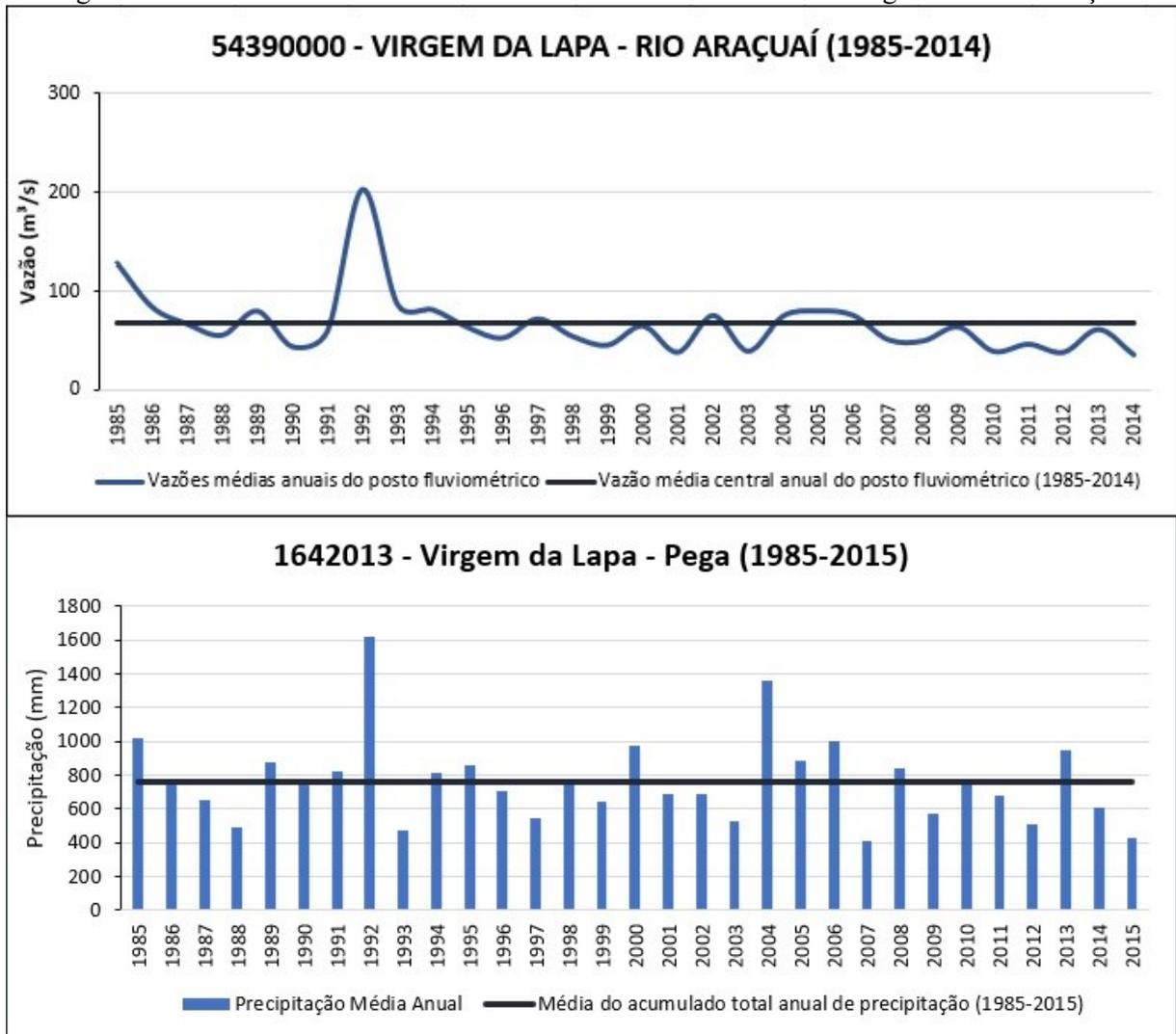
Dados: HIDROWEB - ANA (2018). Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

No rio Araçuaí (figura 14), percebe-se que as vazões médias anuais são de  $26,6 \text{ m}^3/\text{s}$  no posto de Carbonita (montante) e  $67,4 \text{ m}^3/\text{s}$  no posto de Virgem da Lapa (jusante). Em ambos o

escoamento fluvial anual começa a ser reduzido a partir do ano de 2007 e as precipitações a diminuir, efetivamente, depois de 2010.

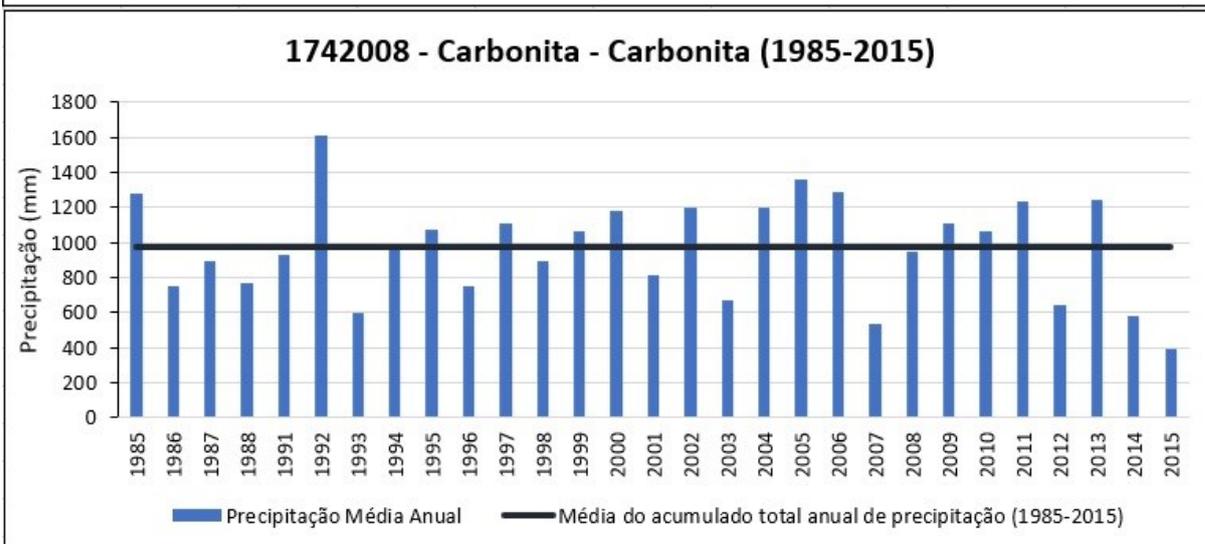
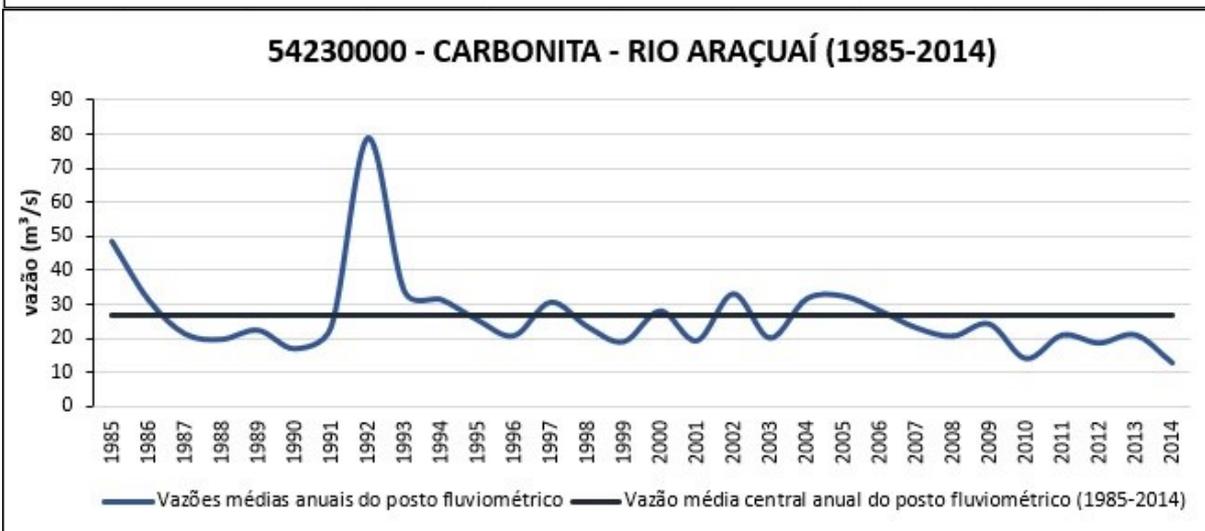
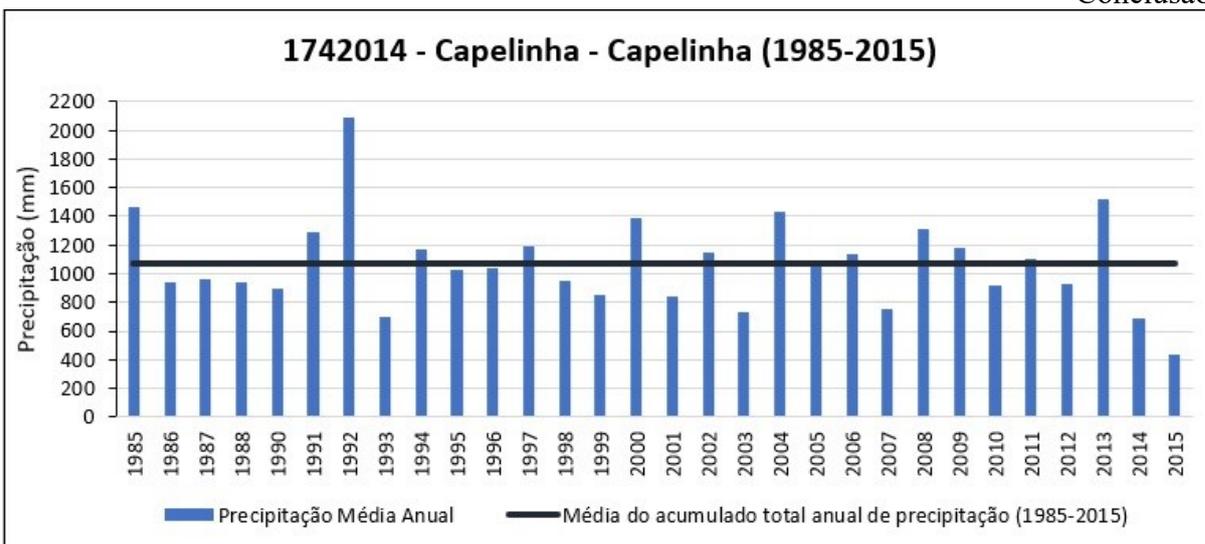
O ano de 1992 assim como em toda porção mineira da bacia hidrográfica apresenta o maior volume médio anual escoado superficialmente. Os postos de Carbonita e Virgem da Lapa registram neste ano vazões médias anuais de 79,0 m<sup>3</sup>/s e 203,7 m<sup>3</sup>/s. As anomalias pluviométricas nos postos situados na área de contribuição da sub-bacia do rio Araçuaí (Virgem da Lapa, Capelinha e Carbonita) foram de 853,9 mm, 1.023,5 mm e 639,3 mm.

Figura 14 - Vazão Média Anual e Pluviosidade Anual na sub-bacia hidrográfica do rio Araçuaí



Continua.

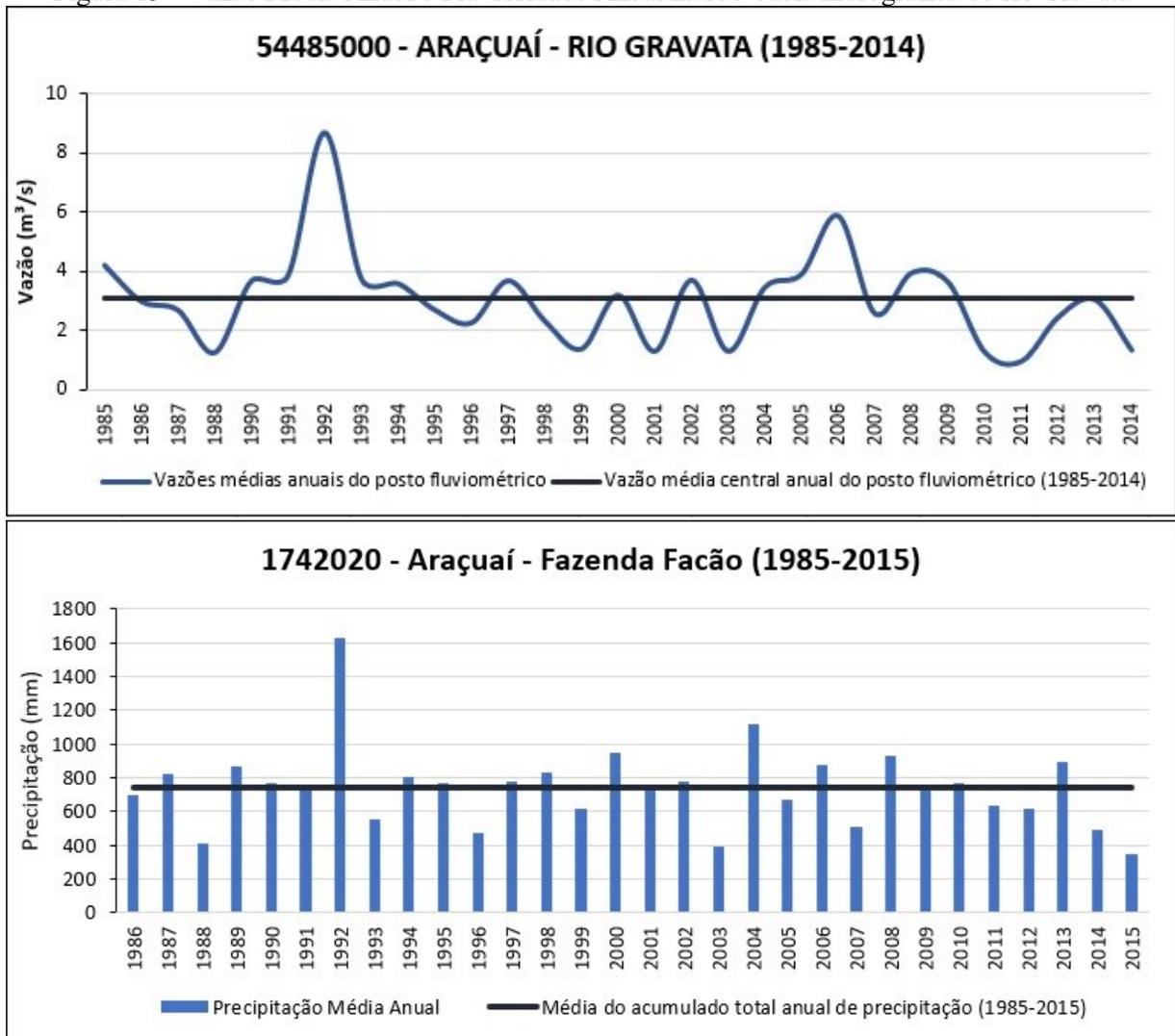
Conclusão.



Dados: HIDROWEB - ANA (2018).  
 Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Na seção fluviométrica do rio Gravata, sub-bacia do Rio Araçuaí (figura 15), o ano de 1992 também é o de maior escoamento fluvial anual registrado ( $8,7 \text{ m}^3/\text{s}$ ) de 1985 a 2014, consonante a uma precipitação de 1.629,6 mm e uma anomalia de 889,4 mm. Seguido de uma diminuição pluviométrica em 1993, por conseguinte, com vazão anual abaixo da média central. As reduções das vazões médias e dos totais anuais pluviométricos são perceptíveis a partir de 2010.

Figura 15 - Vazão Média Anual e Pluviosidade Anual na sub-bacia hidrográfica do rio Gravata



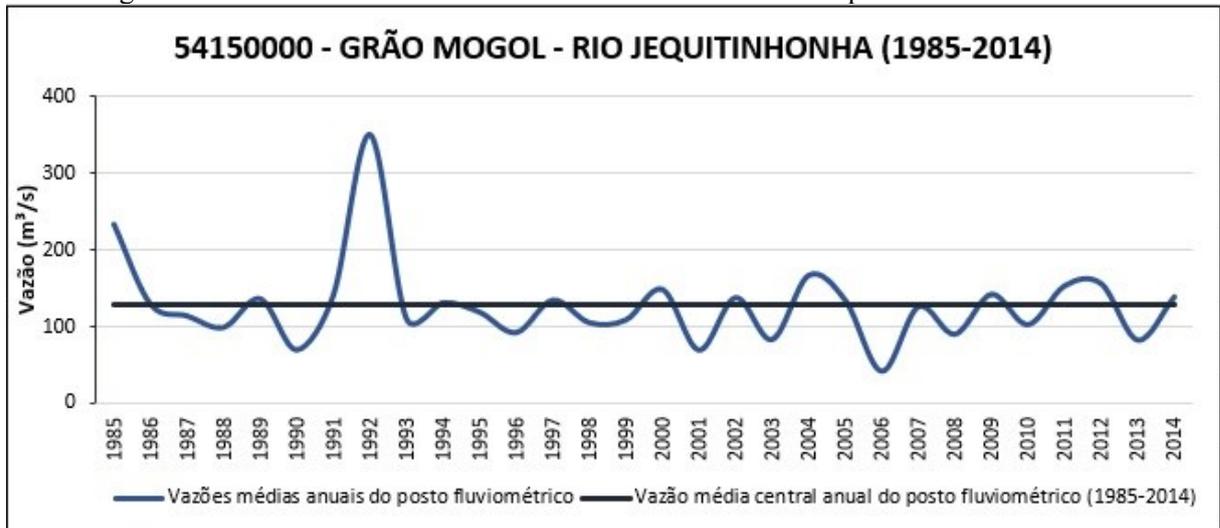
Dados: HIDROWEB - ANA (2018).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

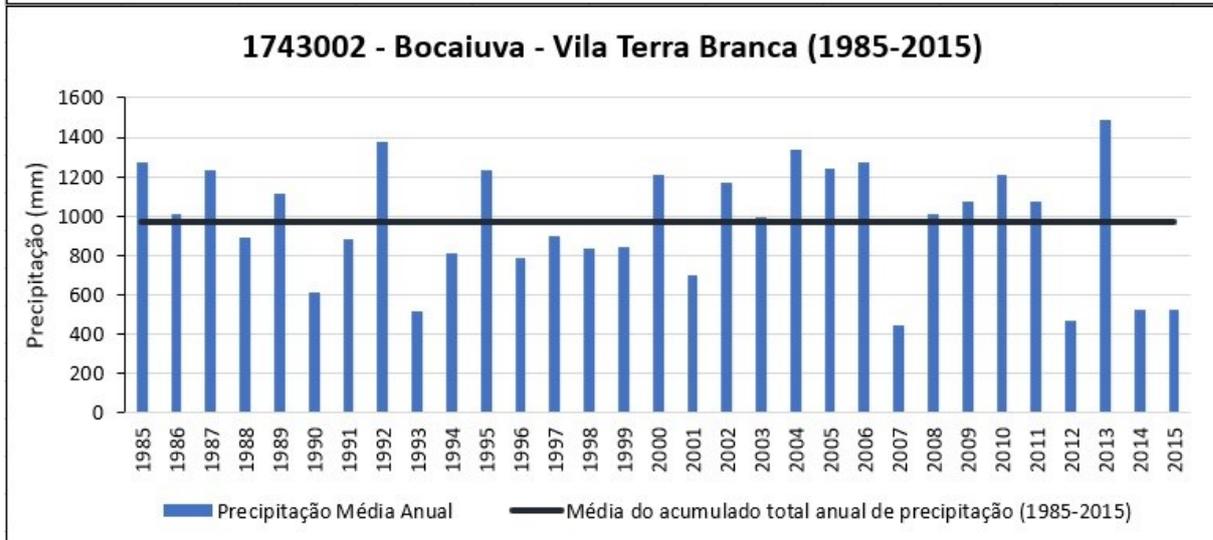
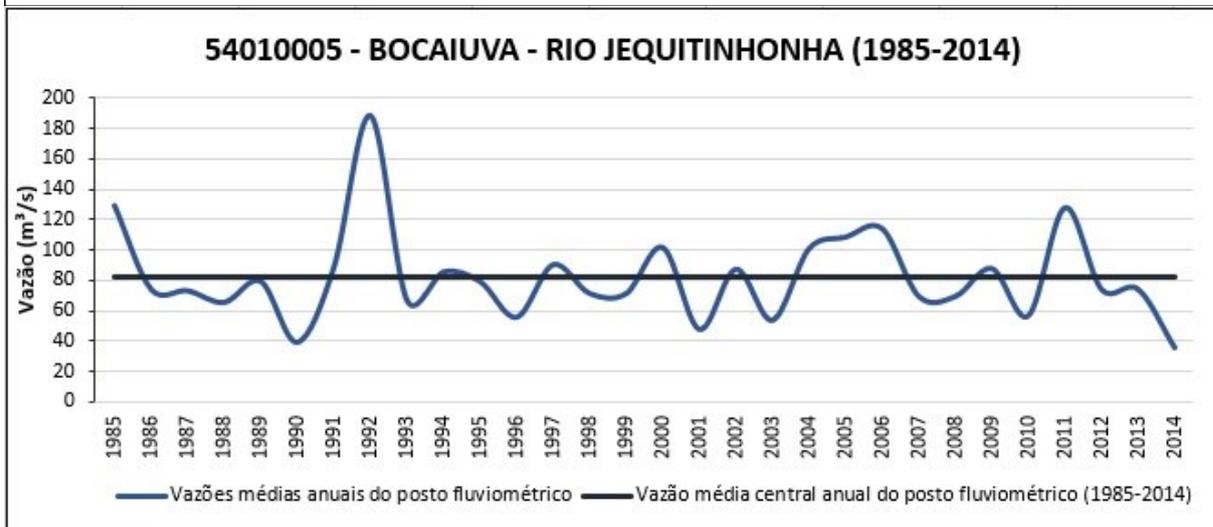
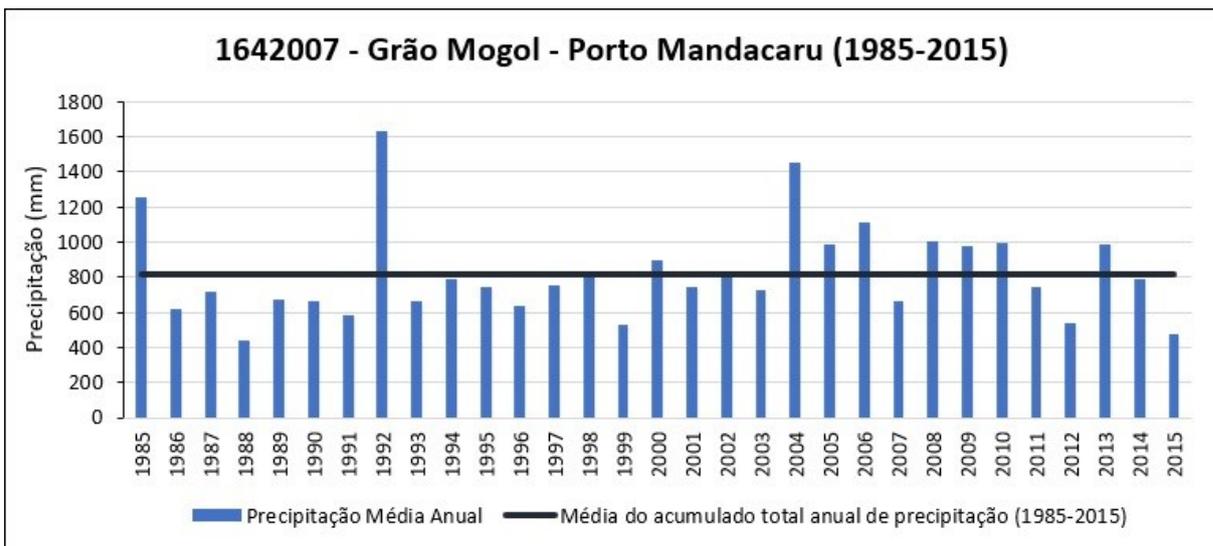
Em direção ao escoamento do trecho alto do rio Jequitinhonha (figura 16), as vazões médias anuais (1985-2014) na seção fluviométrica do rio Jequitinhonha nos postos de Grão Mogol e Bocaiuva são de 127,6 m<sup>3</sup>/s e 82,5m<sup>3</sup>. Já no rio Itacambiruçu no posto de Grão Mogol é de 21,5 m<sup>3</sup>/s. Há uma maior diminuição nas descargas destes rios a partir de 2012. Em consonância aos baixos índices pluviométricos deste período, encontrados nos postos de Grão Mogol (Porto Mandacaru e Fazenda Jambeiro), Bocaiuva e Diamantina (Mendanha Montante e Diamantina), nota-se que em 2013 há uma anomalia positiva de chuva, porém esta não foi suficiente para aumentar o volume da vazão até 2014.

No trecho alto do rio Jequitinhonha o ano de 1992 também é atípico por registrar a maior cheia entre 1985 a 2014. O que igualmente relaciona-se às anomalias pluviométricas demonstrando que as vazões respondem significativamente a variabilidade temporal e espacial das precipitações.

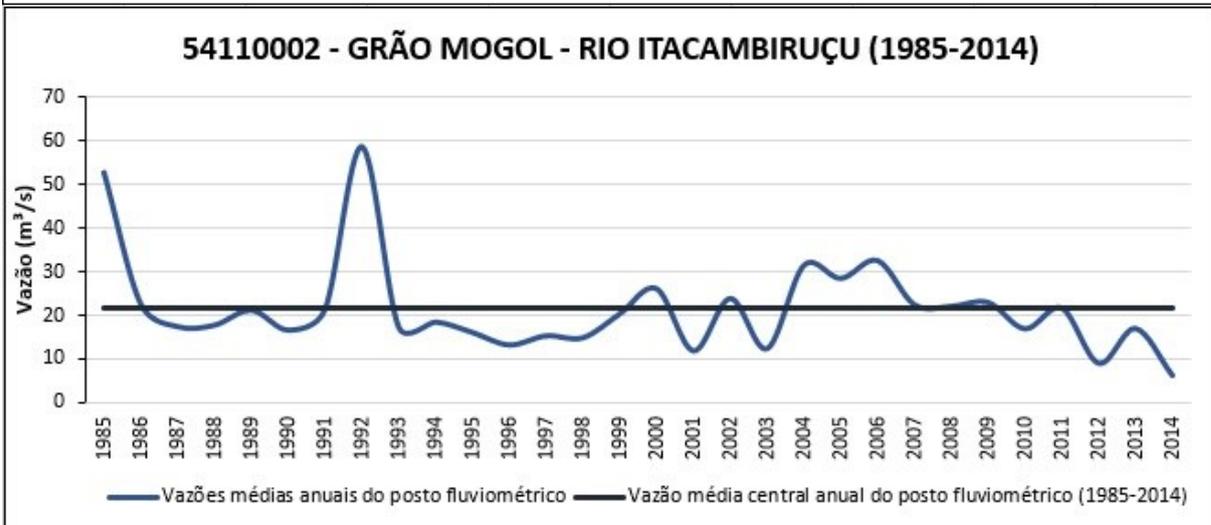
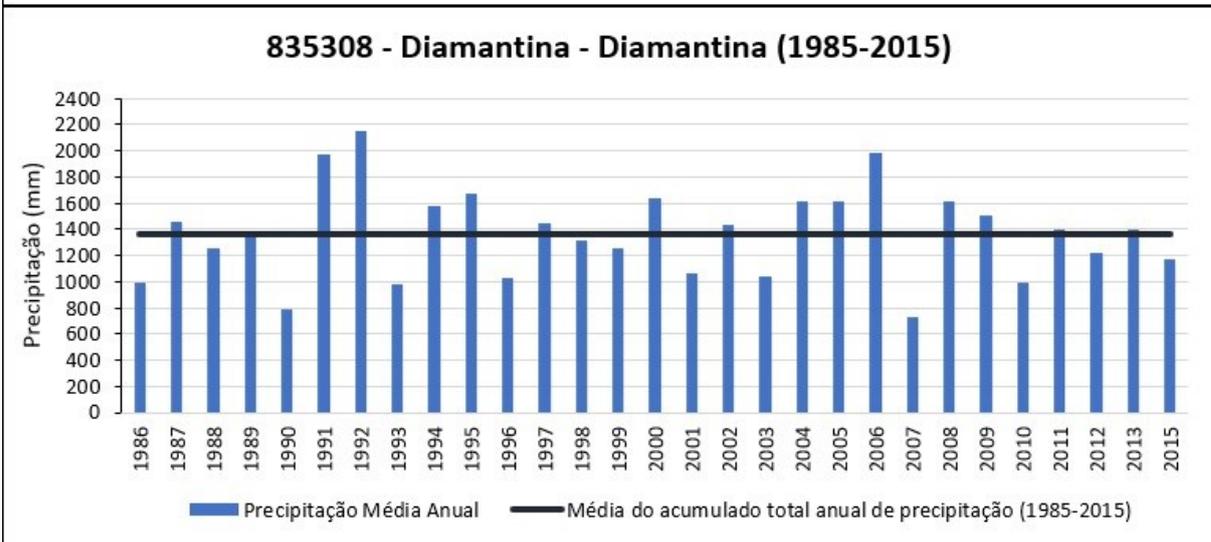
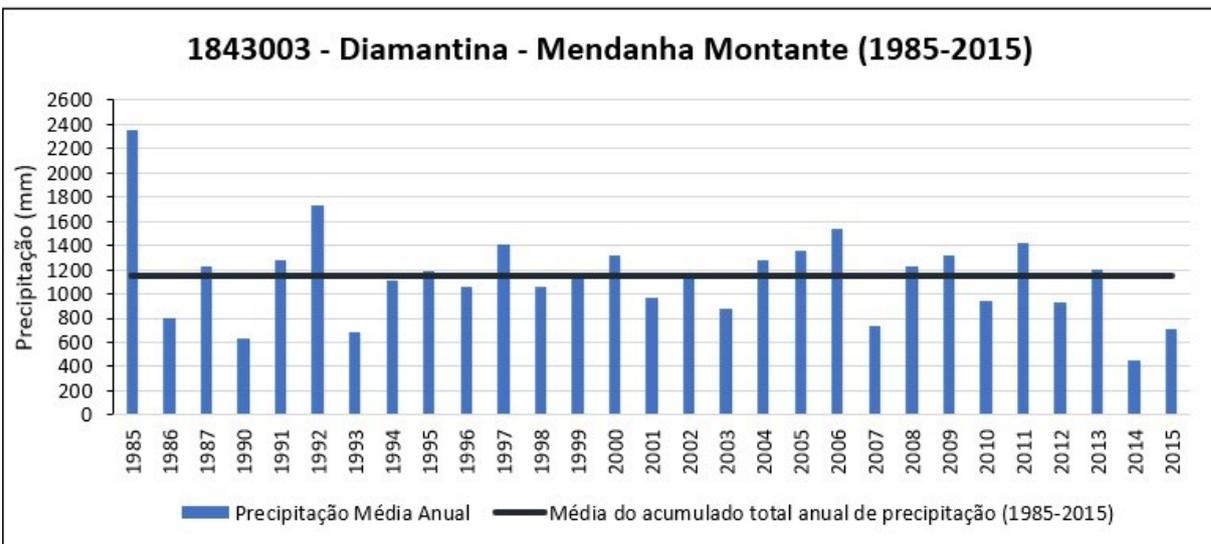
Figura 16 - Vazão Média Anual e Pluviosidade Anual no rio Jequitinhonha – trecho alto



Continua.

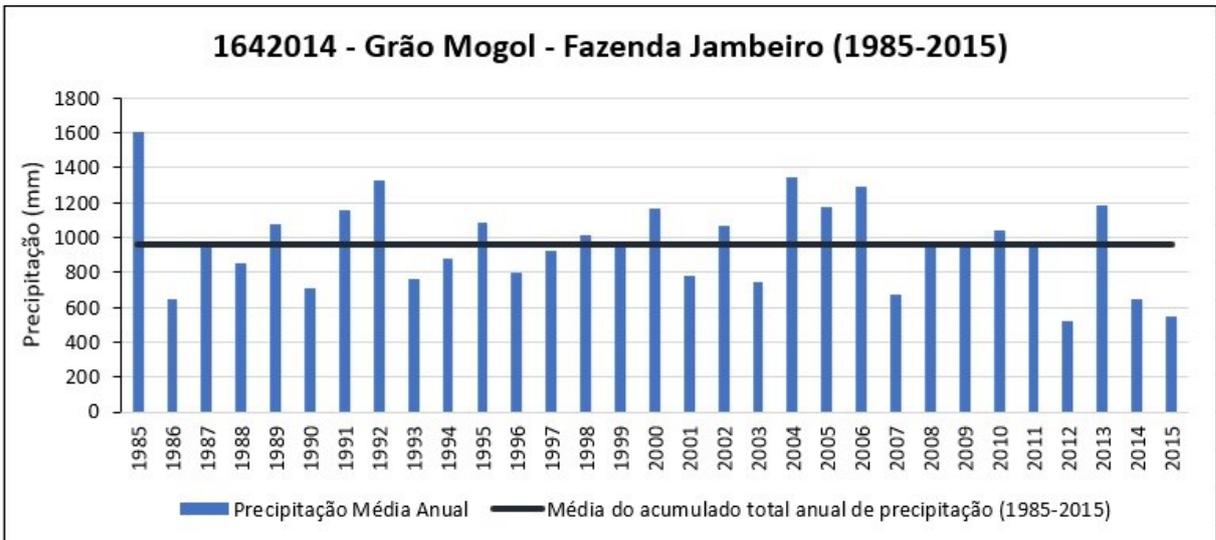


Continua.



Continua.

Conclusão.



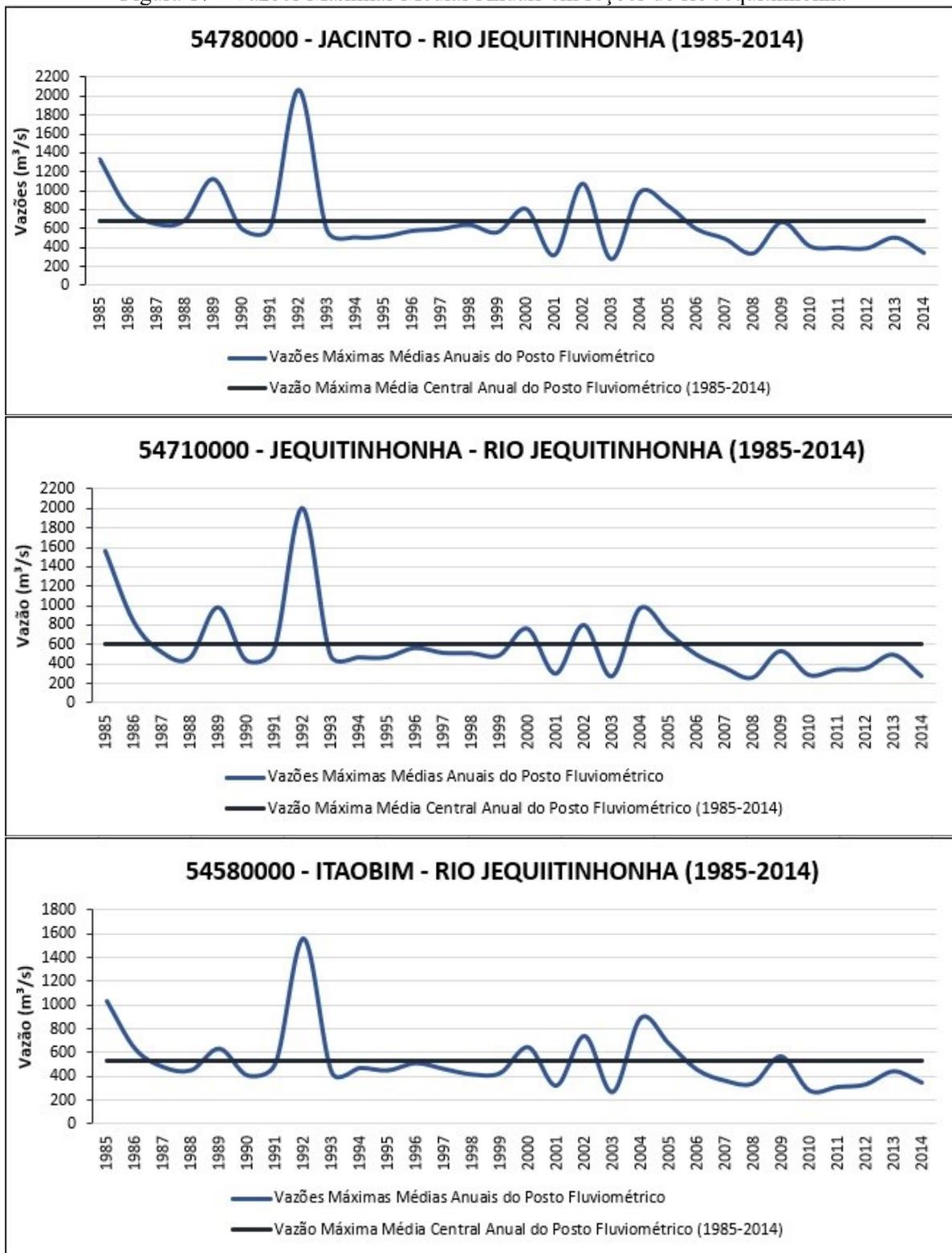
Dados: HIDROWEB - ANA (2018).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Sobre o comportamento das vazões máximas em curso d'água da bacia hidrográfica do Rio Jequitinhonha (1985-2014), percebe-se que na maior parte do tempo o escoamento fluvial ocorre no entorno da média central anual, com exceção de alguns anos que apresentam aumento ou diminuição das máximas, como por exemplo em: 1992, 2001, 2003 e 2004.

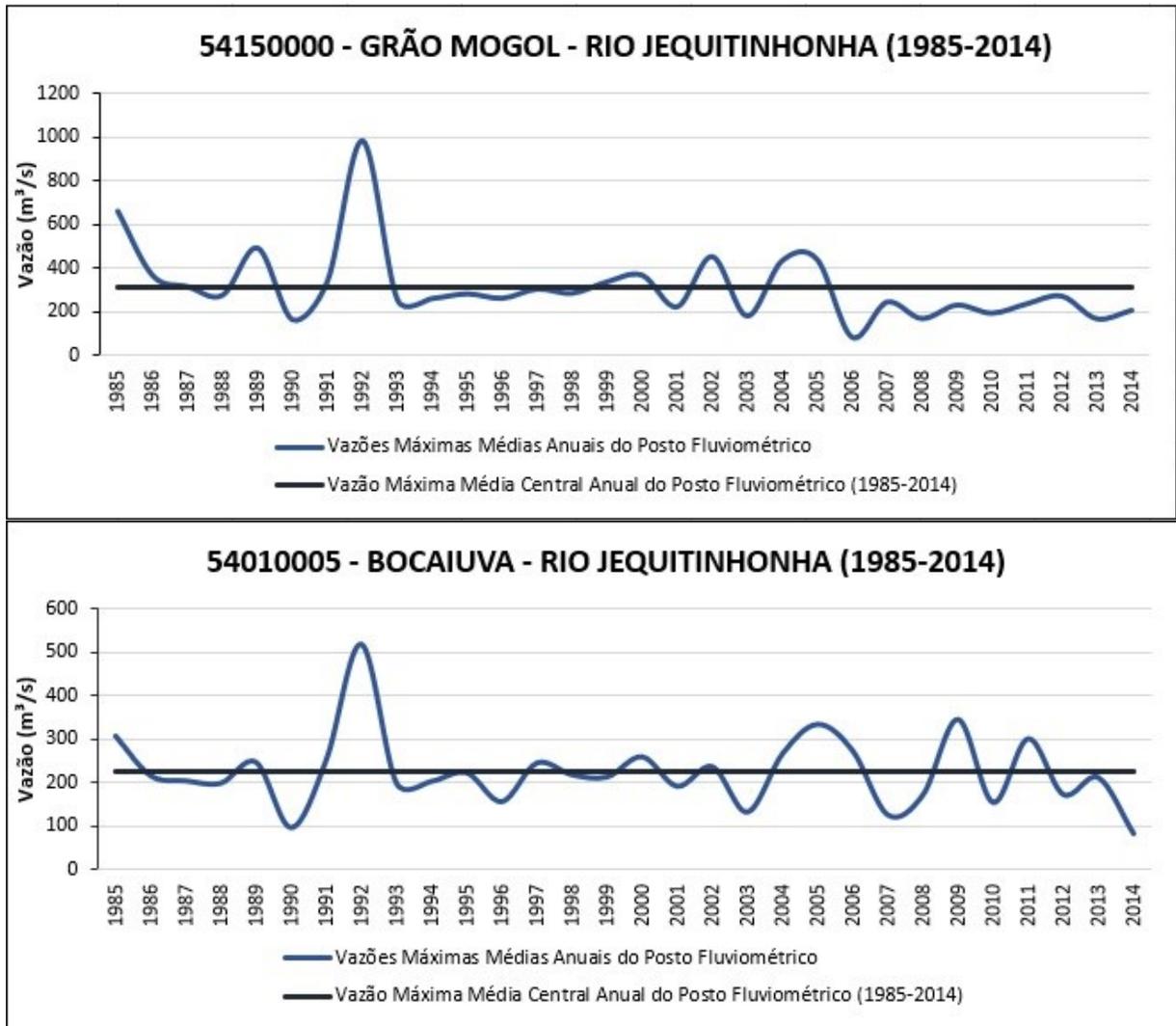
Em todas as seções de coleta de dados no rio Jequitinhonha (figura 17) verifica-se uma redução das vazões máximas com maior intensidade a partir de 2006 nos postos de Jacinto, Jequitinhonha, Itaobim e Grão Mogol. Apenas no posto de Bocaiuva, aponta-se para uma baixa do escoamento máximo anual com início em 2010.

Figura 17 - Vazões Máximas Médias Anuais em seções do rio Jequitinhonha



Continua.

Conclusão.

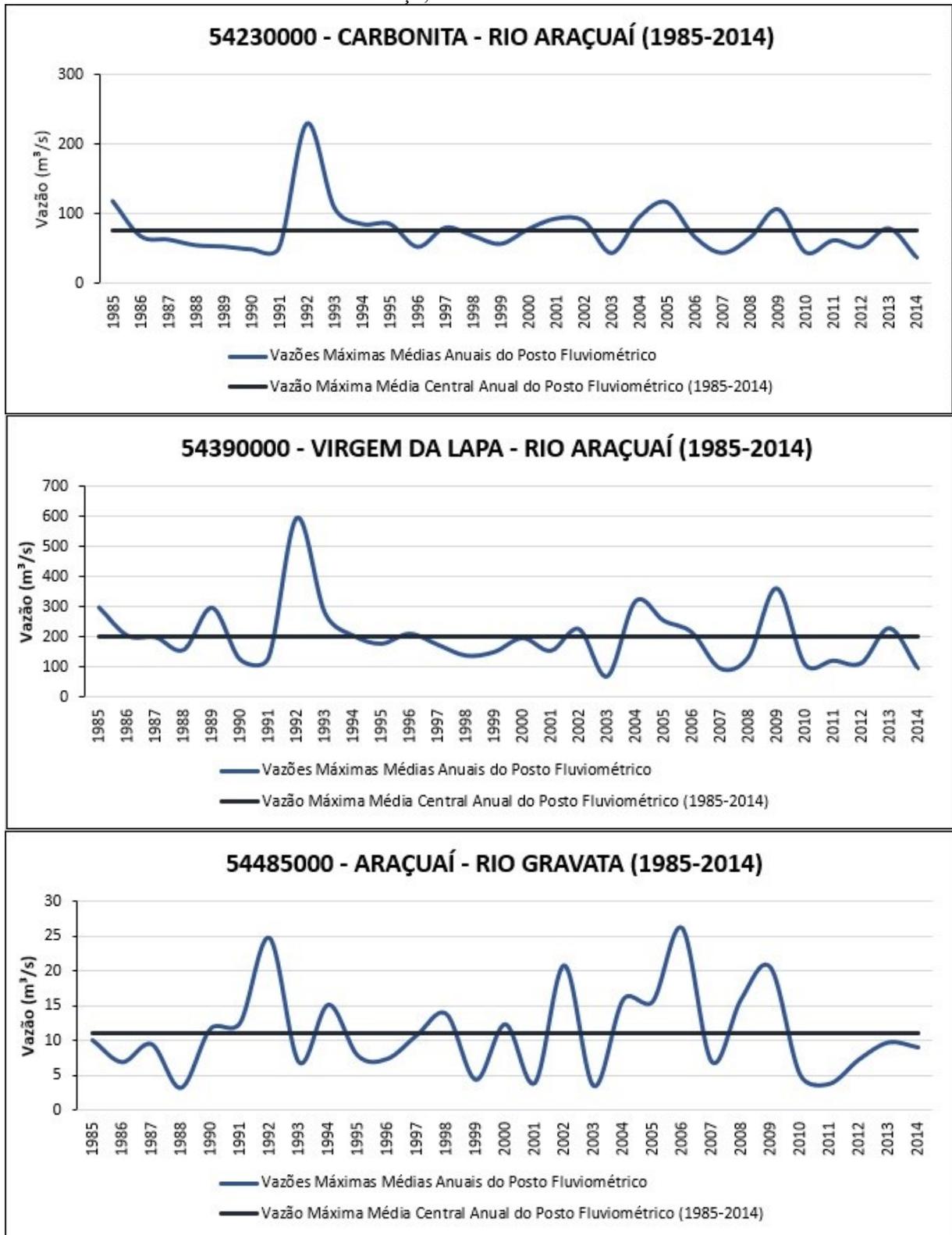


Dados: HIDROWEB - ANA (2018).

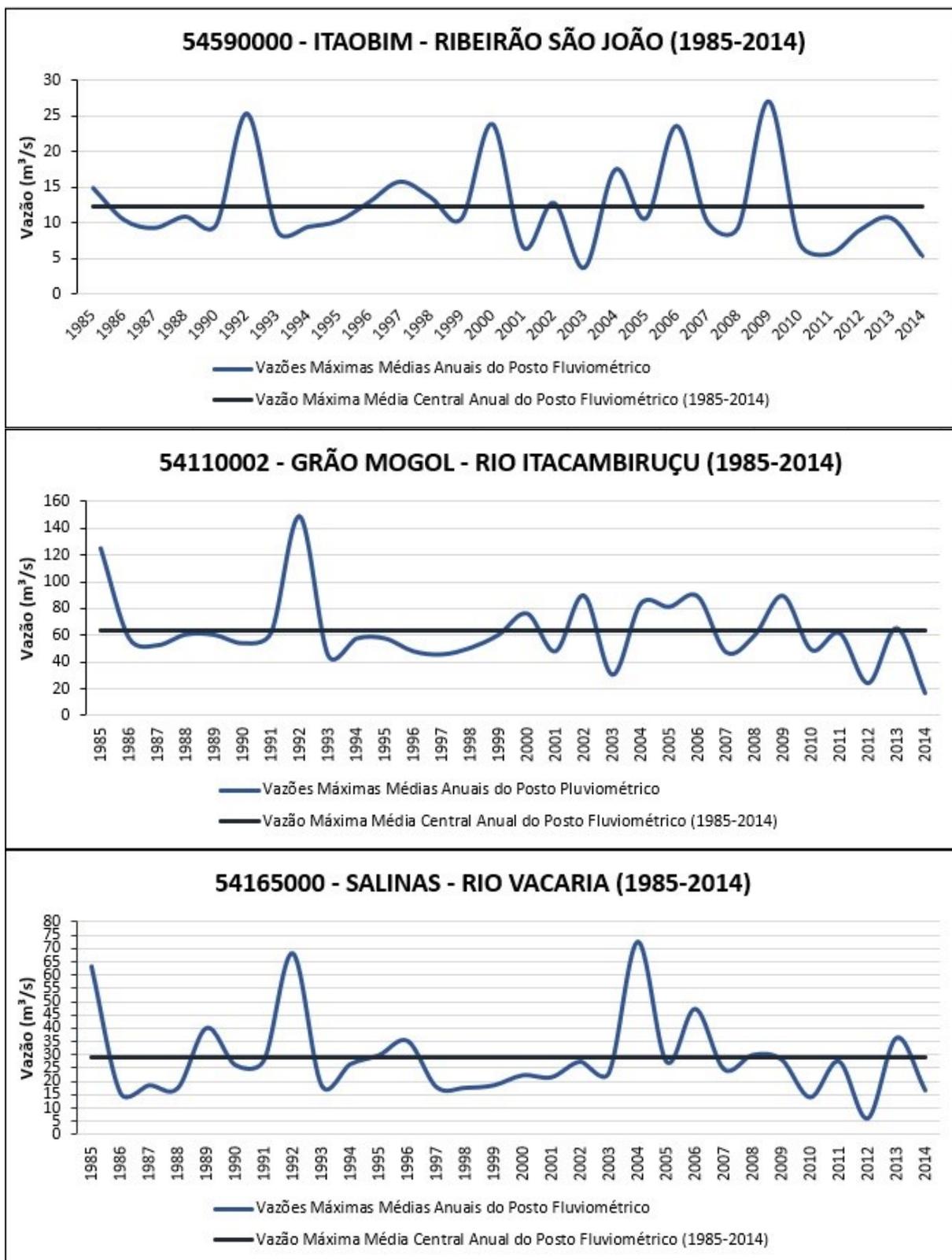
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Nos rios Araçuaí e Gravata a redução das máximas ocorrem em todos os postos (Carbonita, Virgem da Lapa e Araçuaí) a partir de 2010. Nos postos de Itaobim (ribeirão São João), Grão Mogol (rio Itacambiruçu) e Salinas (rio Vacaria) a situação é igual, desde o mesmo ano. Somente, em Almenara (Rio São Francisco) a diminuição da máxima é pronunciada a datar de 2007, conforme demonstrado nos gráficos da figura 18.

Figura 18 - Vazões Máximas Médias Anuais em seções dos rios Araçuaí, Gravata, Ribeirão São João, Itacambiruçu, Vacaria e São Francisco

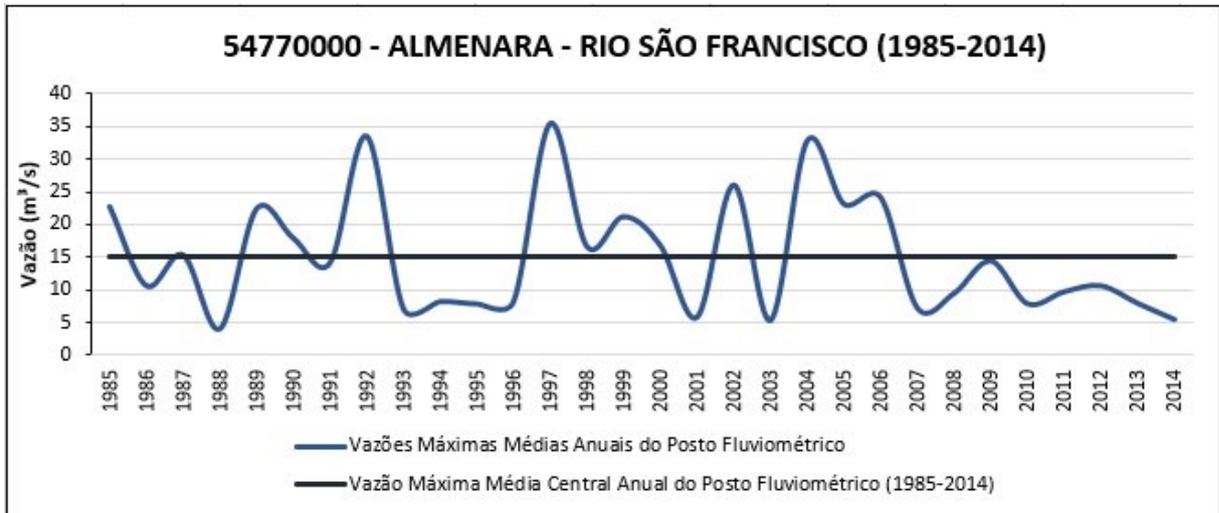


Continua.



Continua.

Conclusão.



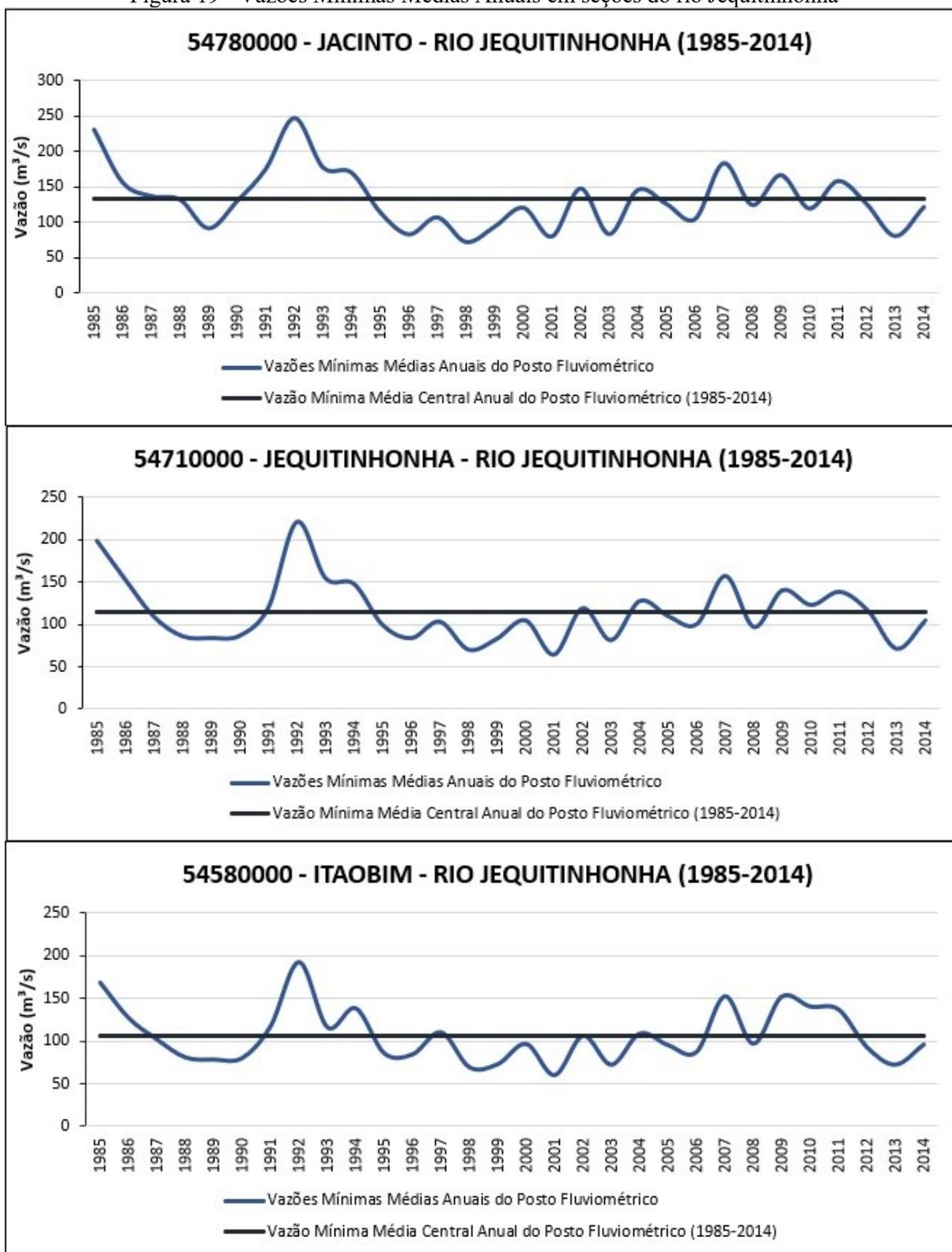
Dados: HIDROWEB - ANA (2018).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Concomitante à diminuição das vazões máximas, os gráficos também apontam para uma paulatina redução das vazões mínimas nos últimos anos analisados entre 1985 a 2014, principalmente nos períodos secos. Esta questão pode afetar a distribuição de água entre os diversos setores usuários e ser pauta de futuras ações entre os comitês de bacias presentes na área de estudo.

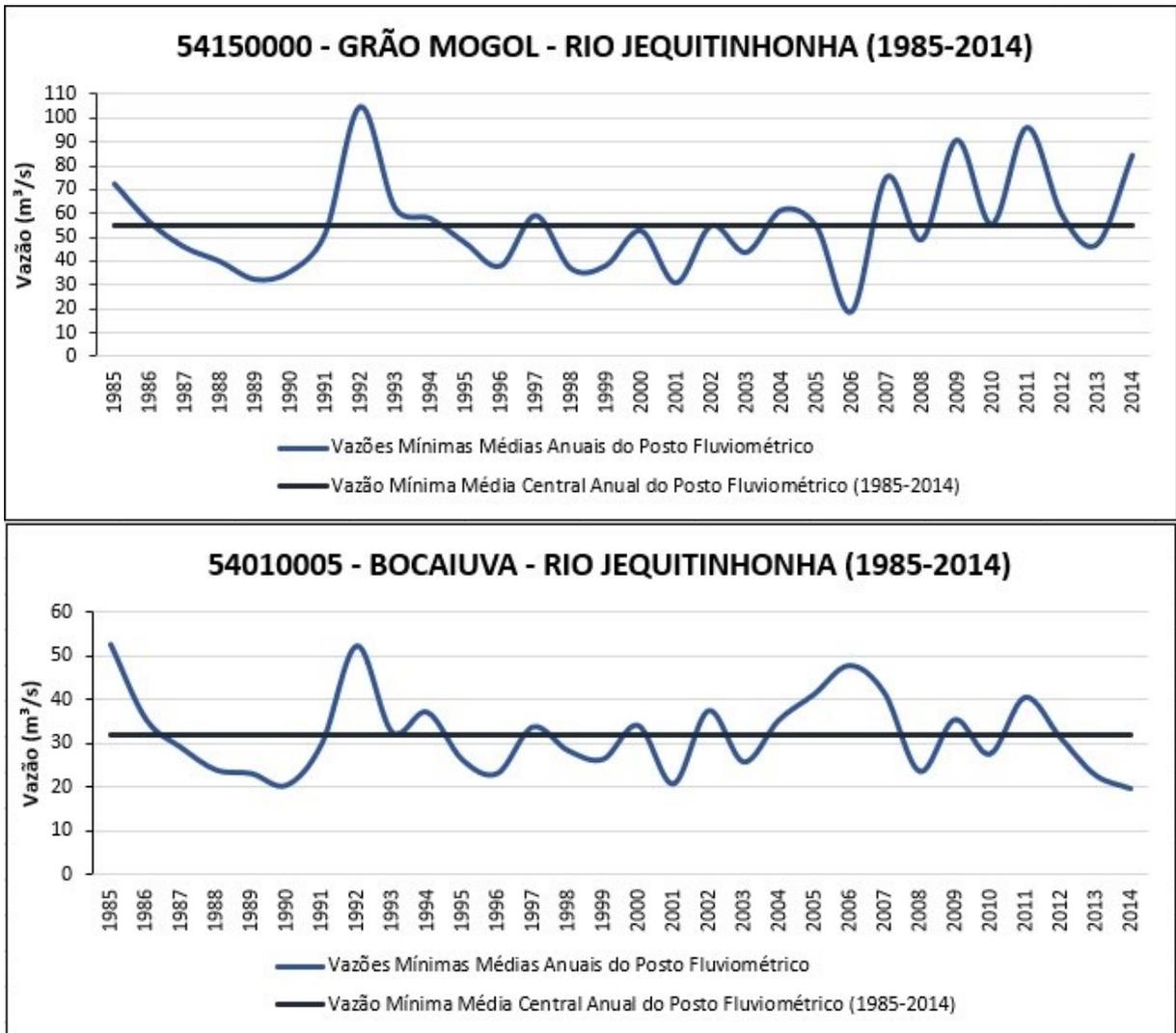
Em seções de coleta de dados no rio Jequitinhonha (figura 19) a redução das vazões mínimas se dá a partir de 2012 nos postos de (Jacinto, Jequitinhonha, Itaobim, Grão Mogol e Bocaiuva), associada a um declínio das chuvas no mesmo período. O ano de 1992 representa a maior descarga mínima registrada nos trinta anos analisados, seguido de uma baixa das mínimas até 2001. O que, também, indica uma década de baixa disponibilidade hídrica não apenas no rio Jequitinhonha.

Figura 19 - Vazões Mínimas Médias Anuais em seções do rio Jequitinhonha



Continua.

Conclusão.

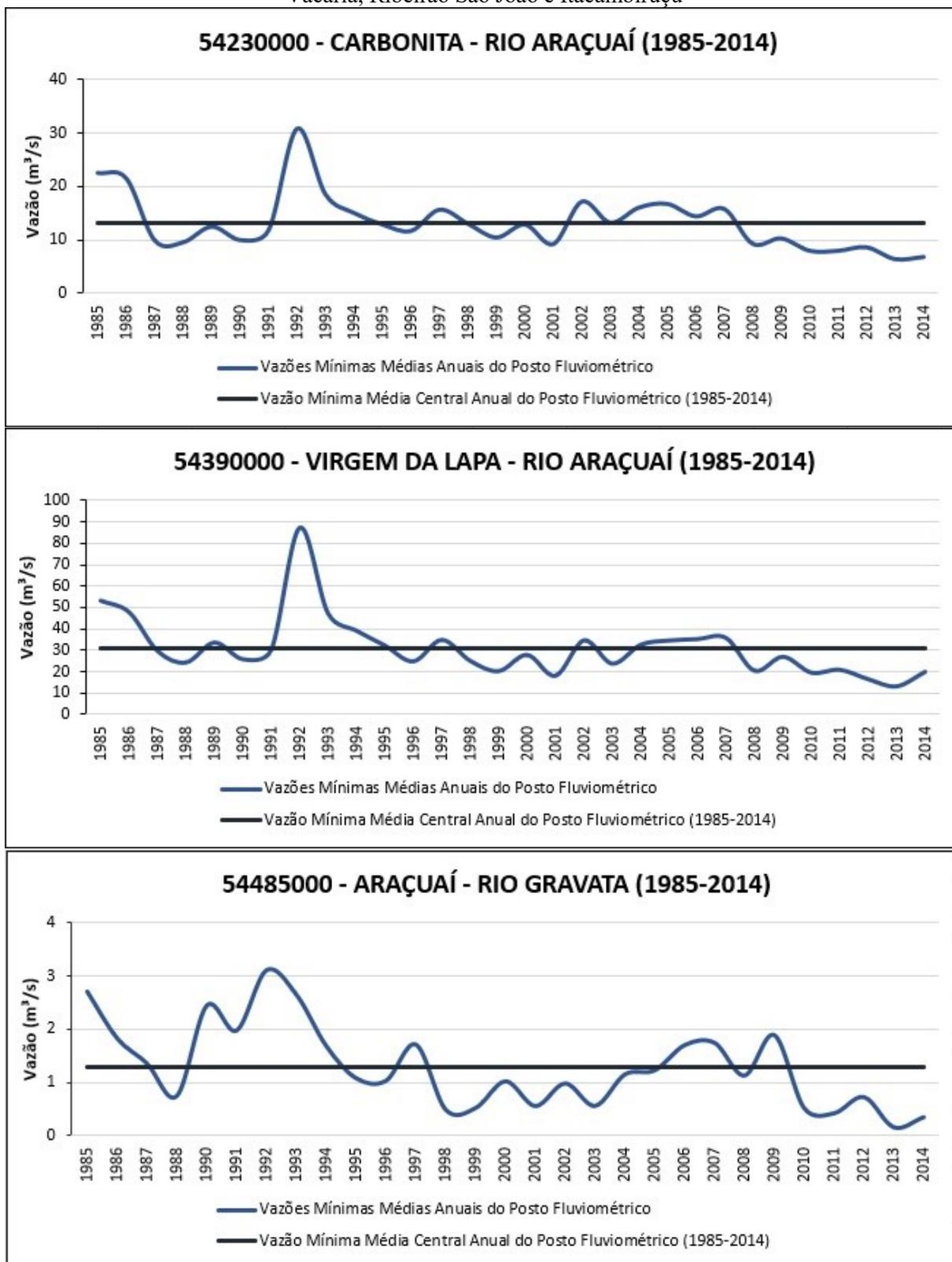


Dados: HIDROWEB - ANA (2018).

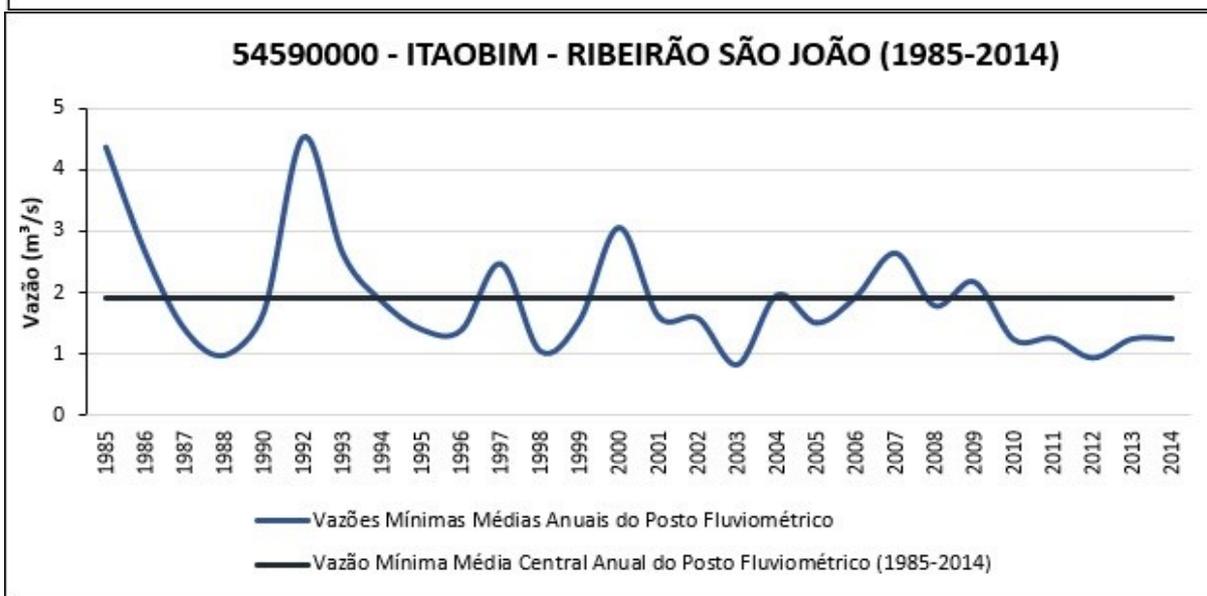
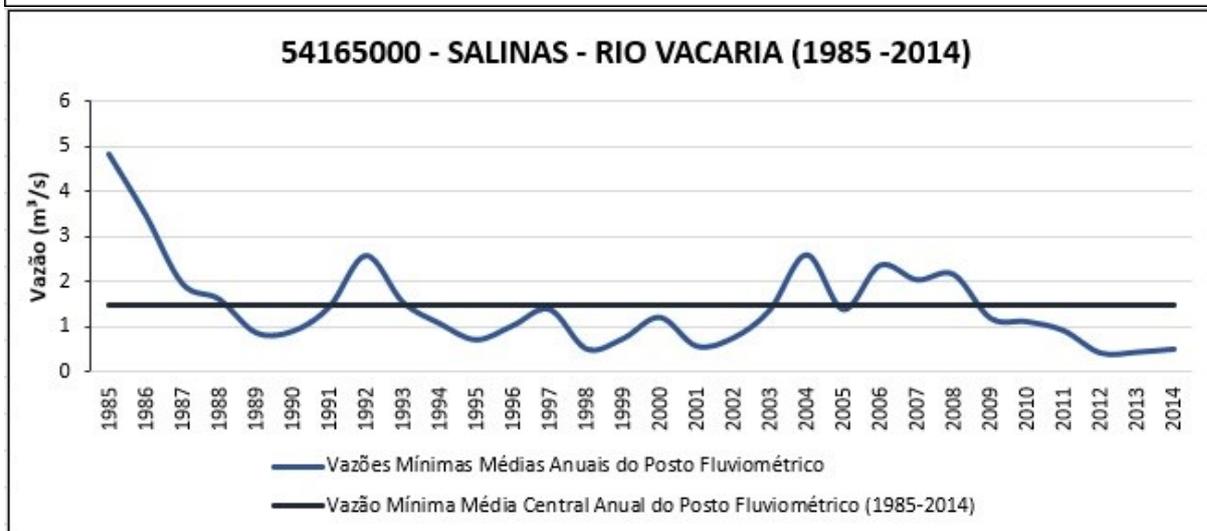
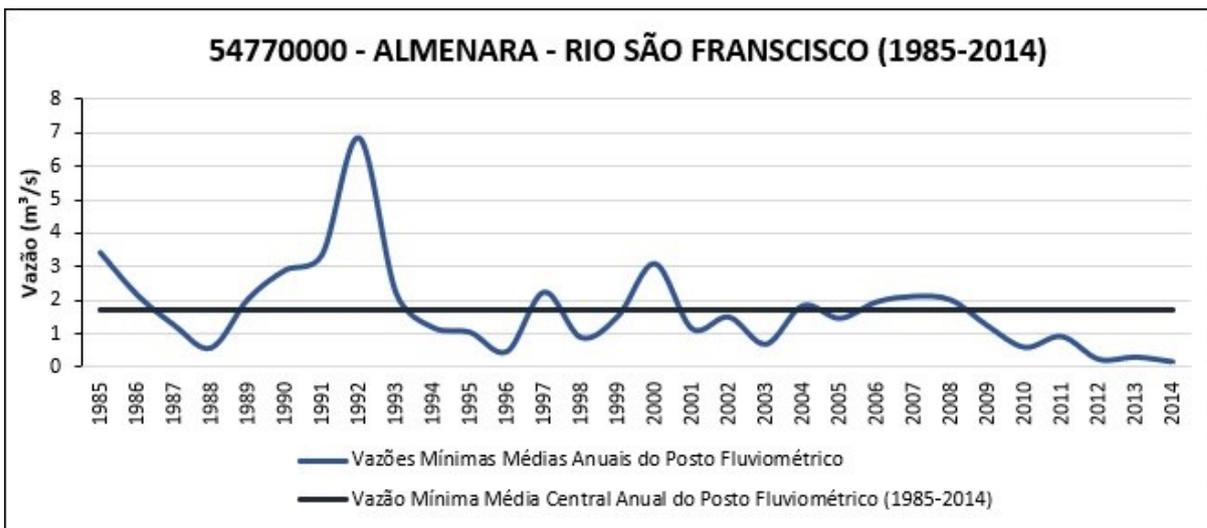
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

No rio Araçuaí os postos de Carbonita e Virgem da Lapa apresentam a redução das vazões mínimas desde 2008 e no rio Gravata o posto de Araçuaí a contar de 2010. Já nos rios São Francisco (posto de Almenara) e Vacaria (posto de Salinas) a diminuição das mínimas tem início em 2009. E, por fim, no ribeirão São João (posto de Itaobim) e no rio Itacambirucu (posto de Grão Mogol) também a datar de 2010, conforme constatado nos gráficos da figura 20.

Figura 20 - Vazões Mínimas Médias Anuais em seções dos rios Araçuaí, Gravata, São Francisco, Vacaria, Ribeirão São João e Itacambiruçu

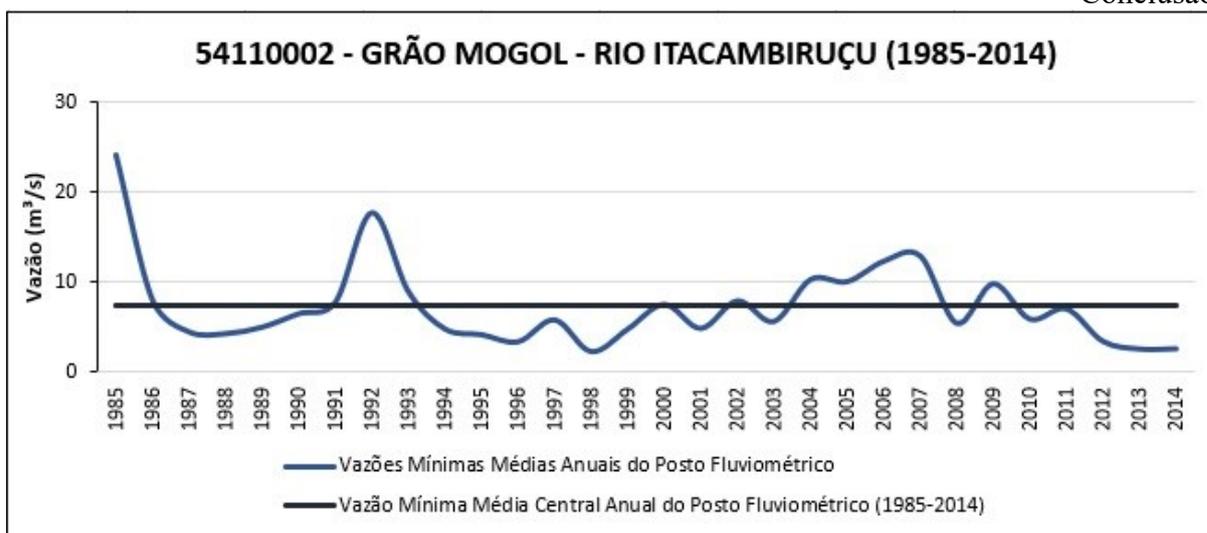


Continua.



Continua.

Conclusão.



Dados: HIDROWEB - ANA (2018).

Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

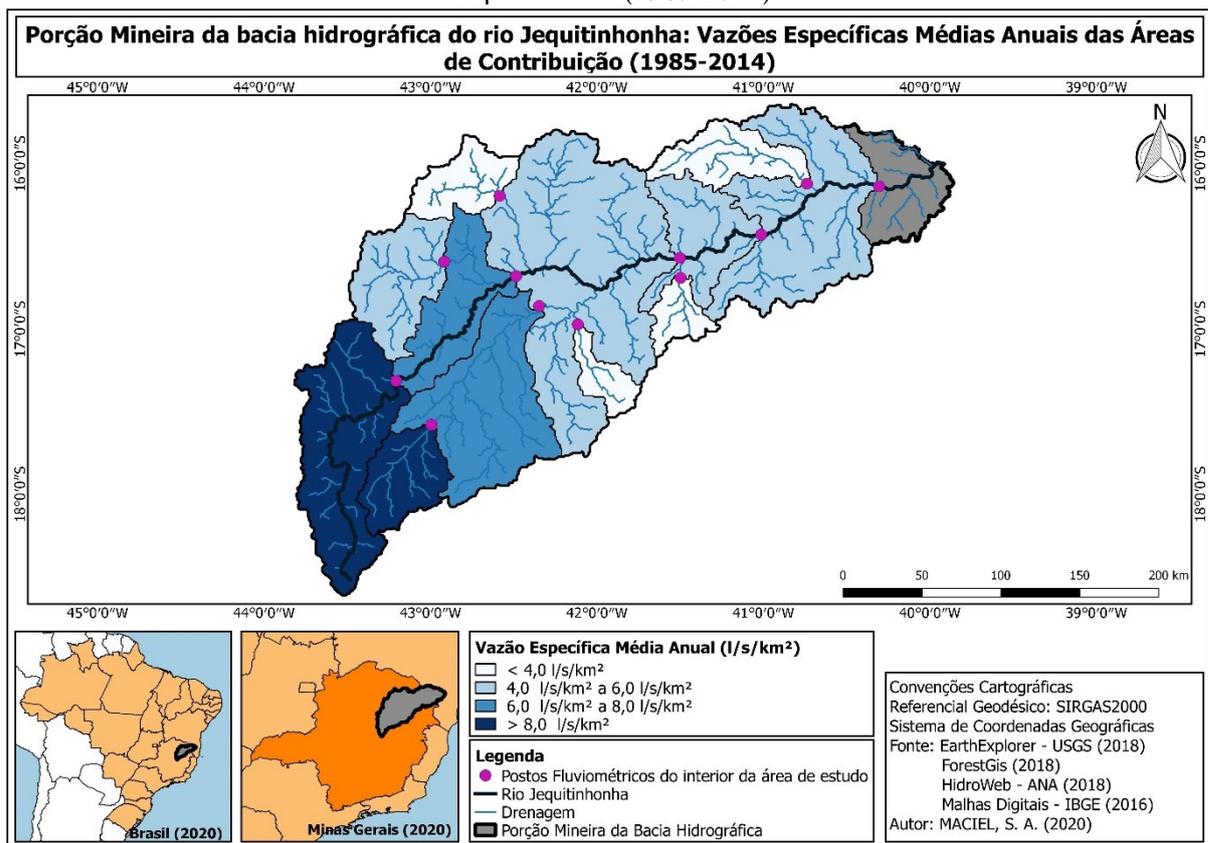
Em síntese pelas análises das vazões máximas, médias e mínimas percebeu-se que a distribuição temporal do escoamento ao longo da área de estudo ocorre de maneira irregular conforme as características das sub-bacias. Todavia, principalmente a partir de 2006 aponta-se para uma redução nas descargas dos rios, por conseguinte, indica-se uma gradual diminuição da disponibilidade hídrica na porção mineira da bacia do rio Jequitinhonha.

### 5.3.2 Vazões Específicas Máximas, Médias e Mínimas

As vazões específicas permitem uma melhor compreensão acerca da disponibilidade hídrica na bacia, uma vez que relaciona o escoamento médio à área de contribuição dos postos fluviométricos dispostos nas seções dos rios selecionados na pesquisa. Estas foram espacializadas em mapas, afim de compreender-se o comportamento hidrológico com enfoque no aproveitamento das águas superficiais. Para esta abordagem, foi adotado o total anual médio dos escoamentos (valores multiplicados por 1000 litros).

O mapa 31 traz a distribuição das vazões específicas médias anuais na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha. Regiões que são mais chuvosas como as próximas as cabeceiras das bacias do alto rio Jequitinhonha e rio Araçuaí, apresentam os maiores valores de vazões específicas anuais, atingindo nos postos de Bocaiuva e Carbonita 10,7 l/s/km<sup>2</sup> e 9,4 l/s/km<sup>2</sup>, respectivamente. Em direção a porção do semiárido na bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha a disponibilidade hídrica diminui, variando de 8,0 l/s/km<sup>2</sup> (posto de Grão Mogol) a 5,0 l/s/km<sup>2</sup> (posto de Itaobim). No último posto disponível a jusante (Jacinto) têm-se a média de 4,8 l/s/km<sup>2</sup> ao ano.

Mapa 31 - Vazões específicas médias anuais da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2014)



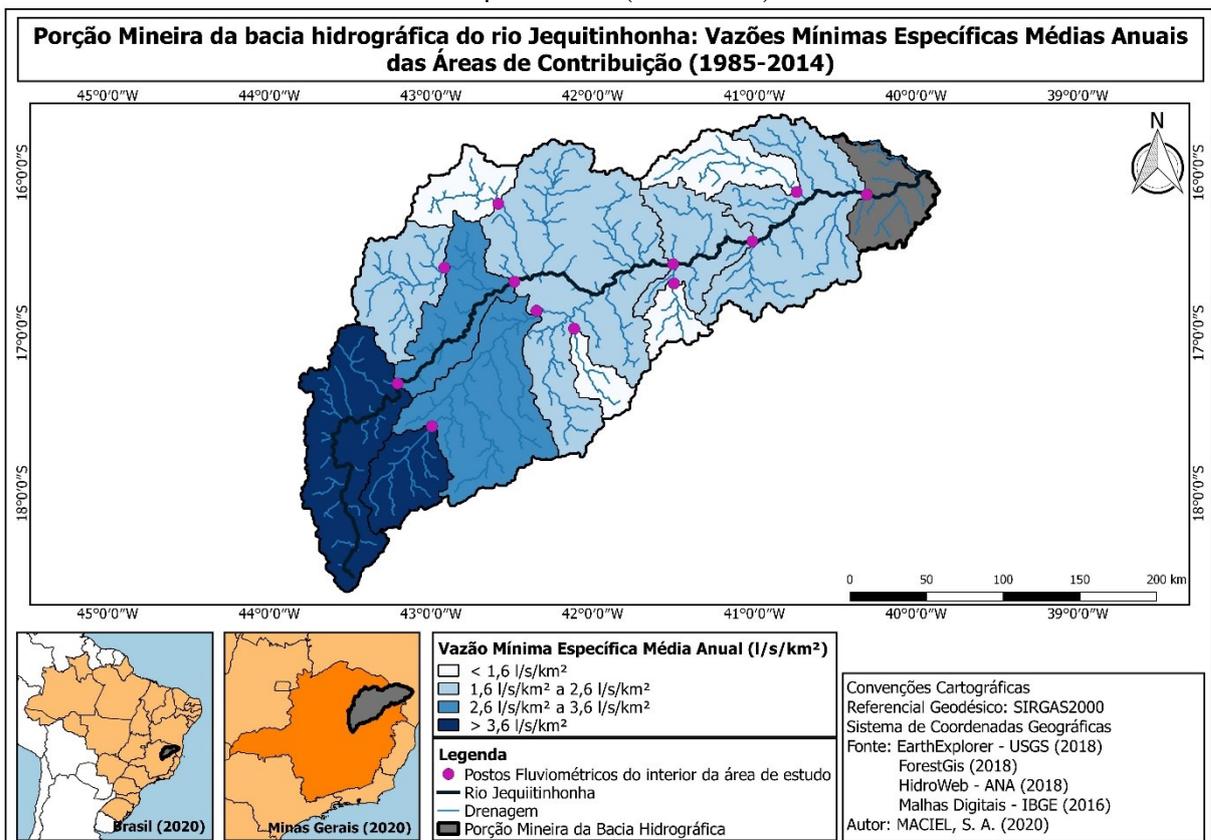
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Ressalta-se que algumas sub-bacias do rio Jequitinhonha localizadas a partir dos rios Gravata (margem direita) e Vacaria (margem esquerda) em direção ao limite da porção mineira com a

baiana da bacia, tendem a ter uma produção hídrica mais baixa com vazões específicas médias anuais menores que  $4,0 \text{ l/s/km}^2$ , alcançando no posto de Almenara (rio São Francisco), por exemplo, somente  $1,7 \text{ l/s/km}^2$  ao ano. Esta observação poderia ser melhor discutida caso houvesse uma oferta maior de dados fluviométricos para estas sub-bacias.

As vazões mínimas específicas médias anuais (mapa 32) apresentam o mesmo comportamento espacial das vazões específicas médias, citado anteriormente. São maiores que  $3,6 \text{ l/s/km}^2$  próximo as cabeceiras das bacias do alto rio Jequitinhonha e rio Araçuaí e menores que  $1,6 \text{ l/s/km}^2$  nas sub-bacias à jusante: Gravata e Itacambiruçu (margem direita) e Vacaria e São Francisco (margem esquerda).

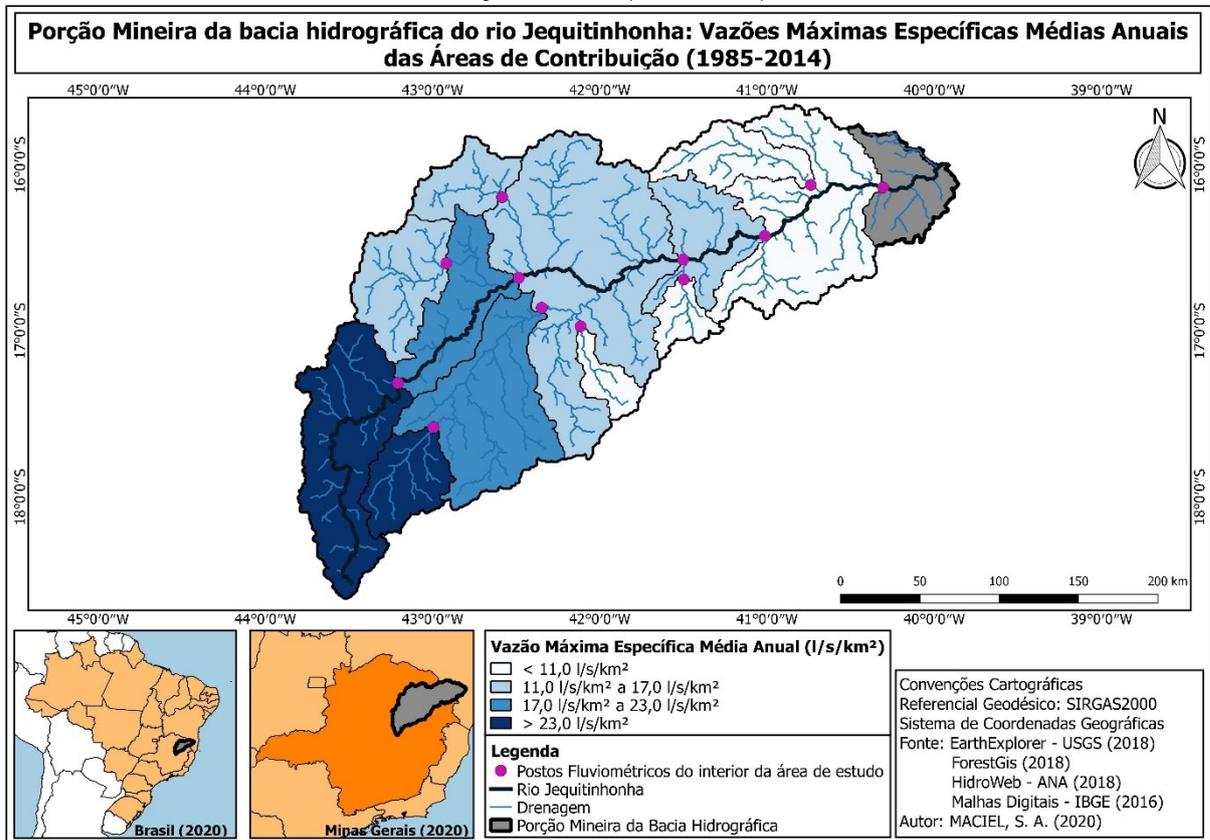
Mapa 32 – Vazões mínimas específicas médias anuais da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2014)



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Já as vazões máximas específicas médias anuais (mapa 33), em geral são maiores na maior parte das bacias do alto rio Jequitinhonha e rio Araçuaí, registrando nos postos de Bocaiuva e Carbonita 29,4 l/s/km<sup>2</sup> e 27,1 l/s/km<sup>2</sup> respectivamente e Grão Mogol e Virgem da Lapa 19,9 l/s/km<sup>2</sup> e 19,5 l/s/km<sup>2</sup>. No extremo oposto, em direção a bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha, as vazões máximas específicas anuais caem consideravelmente, tendo nos postos de Almenara e Jacinto, rios São Francisco e Jequitinhonha, 5,3 l/s/km<sup>2</sup> e 10,9 l/s/km<sup>2</sup>.

Mapa 33 - Vazões máximas específicas médias anuais da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha (1985-2014)



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Em síntese a maior vazão específica na bacia ocorre nas porções de clima úmido, especificamente nas bacias do alto rio Jequitinhonha e rio Araçuaí. Na bacia do médio e baixo Rio Jequitinhonha (clima semiárido a sub-úmido seco) em seções ao longo do rio principal, tem-se uma produção hídrica mais baixa quando comparada as anteriores. Nas sub-bacias dos

rios Gravata, São Miguel, Rubim do Sul, Vacaria, Salinas, São Francisco e Rubim a disponibilidade de água se torna ainda menor ao decorrer do ano.

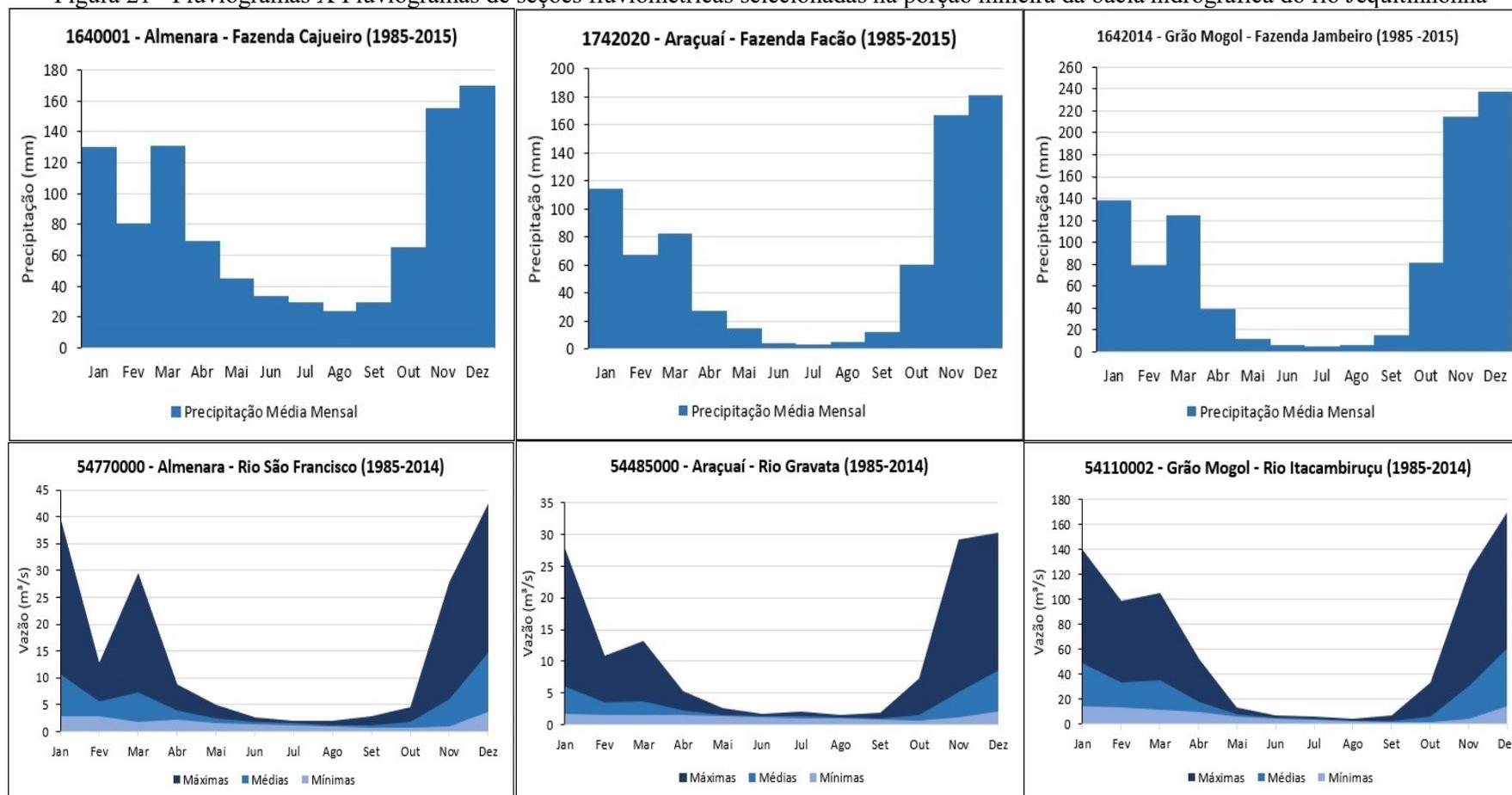
### **5.3.3 Relação Chuva-Vazão**

A figura 21 permite analisar paralelamente o comportamento mensal das vazões ao decorrer do ano em três seções fluviométricas da área de estudo nos postos de Almenara, Araçuaí e Grão Mogol, localizados nos rios São Francisco, Gravata e Itacambiruçu, contraposto ao regime de chuva mensal dos postos pluviométricos situados nas respectivas áreas de contribuição. Nesta relação percebe-se uma grande correspondência entre as duas variáveis, fato que, naturalmente, repete-se em todas as seções ao longo da porção mineira da bacia hidrográfica.

De modo geral, considerando também o período de retardo das descargas mensais dos rios, dentro da estação chuvosa, o sucessivo aumento da pluviosidade de outubro a dezembro acompanha a resposta do regime de vazões, ou seja, ocorre também um progressivo acréscimo no escoamento das águas. Em dezembro e janeiro atingem-se os máximos de descargas superficiais dos rios, onde os volumes de precipitações médias já são elevados somados aos totais acumulados dos meses que o antecedem desde o início do período chuvoso.

A partir de fevereiro os totais médios de chuvas mensais reduzem de forma gradual repercutindo também numa queda das vazões. De abril até o final do período de seca os picos de escoamento são cada vez menores, sendo o trimestre de julho a setembro caracterizado como o período com menor disponibilidade hídrica onde os escoamentos são mantidos pelo fluxo de base e o menor ou o maior fluxo vai depender da capacidade de armazenamento do aquífero.

Figura 21 - Pluviogramas X Fluviogramas de seções fluviométricas selecionadas na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



Dados: HIDROWEB - ANA (2018).  
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Uma vez constatada a relação entre a chuva e a vazão, avaliou-se, ainda, a correlação entre as mesmas, para que além da identificação do grau de interação entre as variáveis também fosse possível reconhecer as disparidades mensais. Dessa maneira, têm-se nos gráficos das figuras 22 e 23 as retas de regressão e os valores de correlação de Pearson ( $r$ ) aplicados aos dados médios mensais pluviométricos e fluviométricos.

Ressaltasse que as correlações foram feitas mês a mês, assim como seguindo o período de retardo, ou seja, considerando um mês de atraso para as respostas das vazões aos totais mensais de chuva. A pluviosidade foi comparada com as vazões médias mensais da mesma forma que com as vazões específicas médias das respectivas áreas de contribuição.

Em síntese a correlação entre os postos foi positiva. Demonstrando que à medida que o acumulado total médio mensal de precipitação aumenta o volume nas vazões também se torna maior. A correlação se mostrou forte entre todas as comparações, sendo maiores quando considerado o período de retardo de um mês, conforme demonstrado na tabela 23.

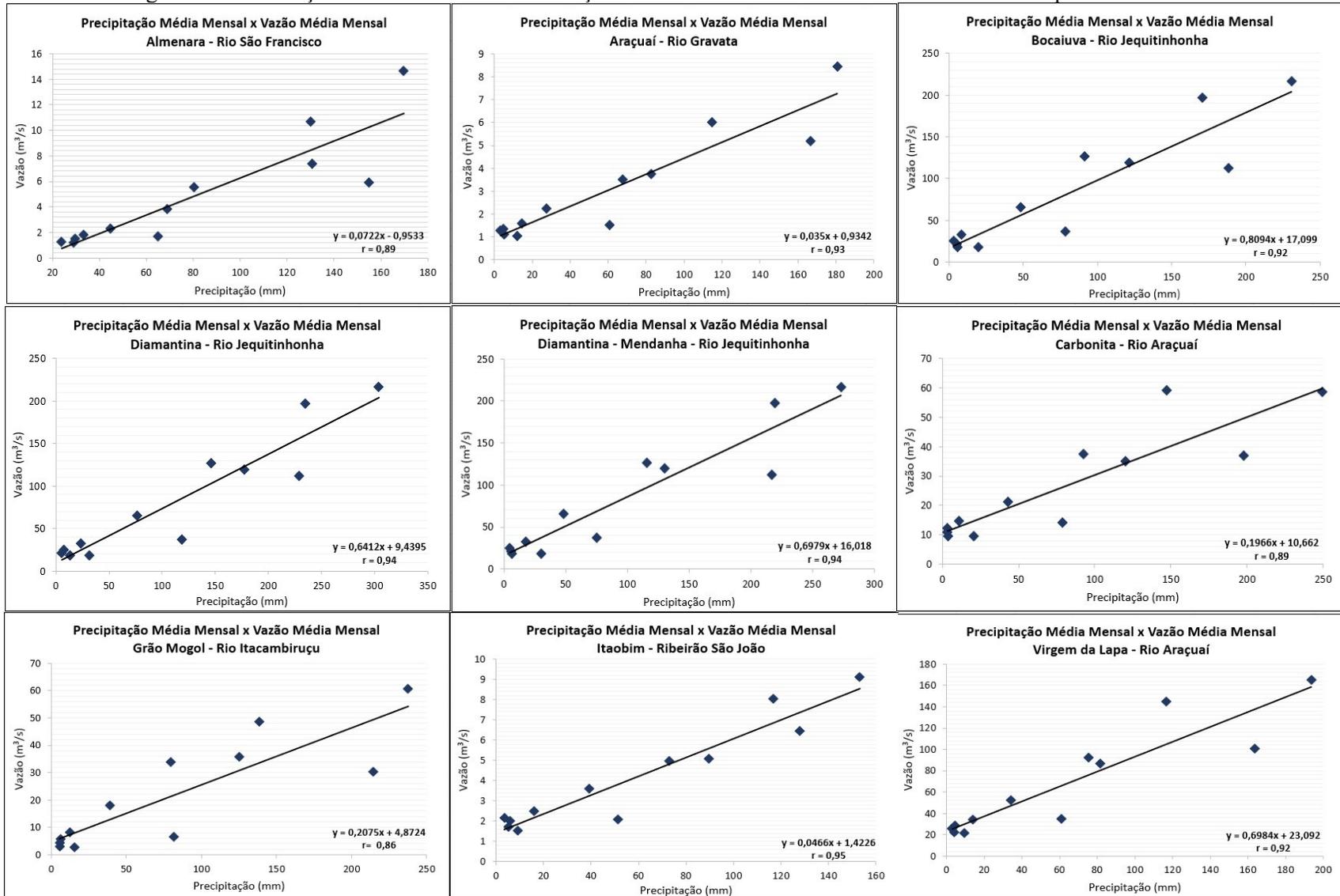
Tabela 21 - Coeficiente de Correlação de Pearson aplicado as seções fluviométricas selecionadas

<b>Rio</b>	<b>Postos</b>	<b>r (sem retardo)</b>	<b>r (com retardo)</b>	<b>Grau de Correlação</b>
Rio São Francisco	Almenara	0,89	0,94	Forte
Rio Gravata	Araçuaí	0,93	0,98	Forte
Rio Jequitinhonha	Bocaiuva	0,92	0,98	Forte
	Diamantina	0,94	0,98	Forte
	Mendanha - Diamantina	0,94	0,99	Forte
Rio Araçuaí	Carbonita	0,89	0,98	Forte
Rio Itacambiruçu	Grão Mogol	0,86	0,97	Forte
Ribeirão São João	Itaobim	0,95	0,97	Forte
Rio Araçuaí	Virgem da Lapa	0,92	0,99	Forte
	Capelinha	0,93	0,99	Forte
	Carbonita	0,92	0,99	Forte

Dados: HIDROWEB - ANA (2018).

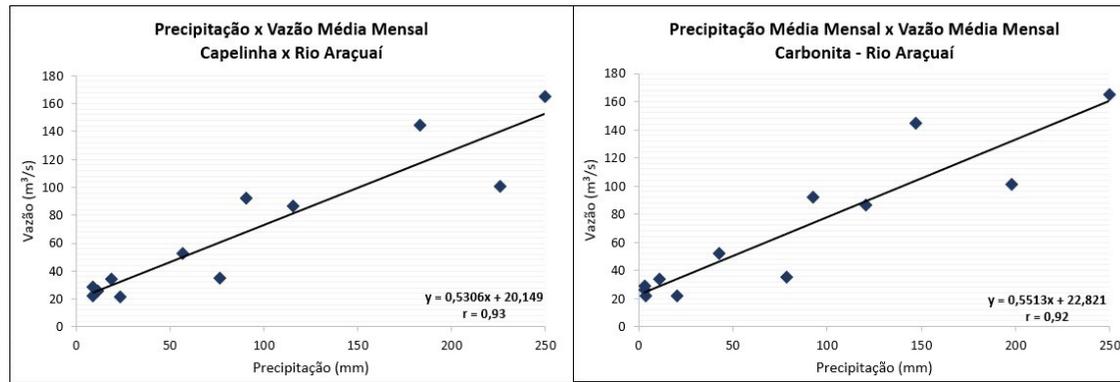
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Figura 22 - Correlações entre chuva-vazão nas seções fluviométricas selecionadas sem considerar o período de retardo



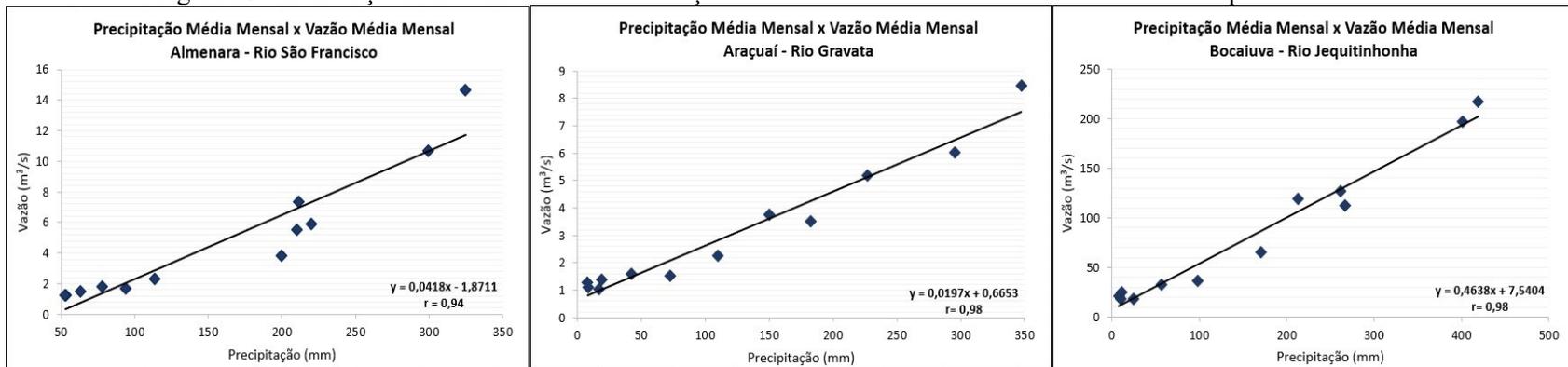
Continua.

Conclusão.



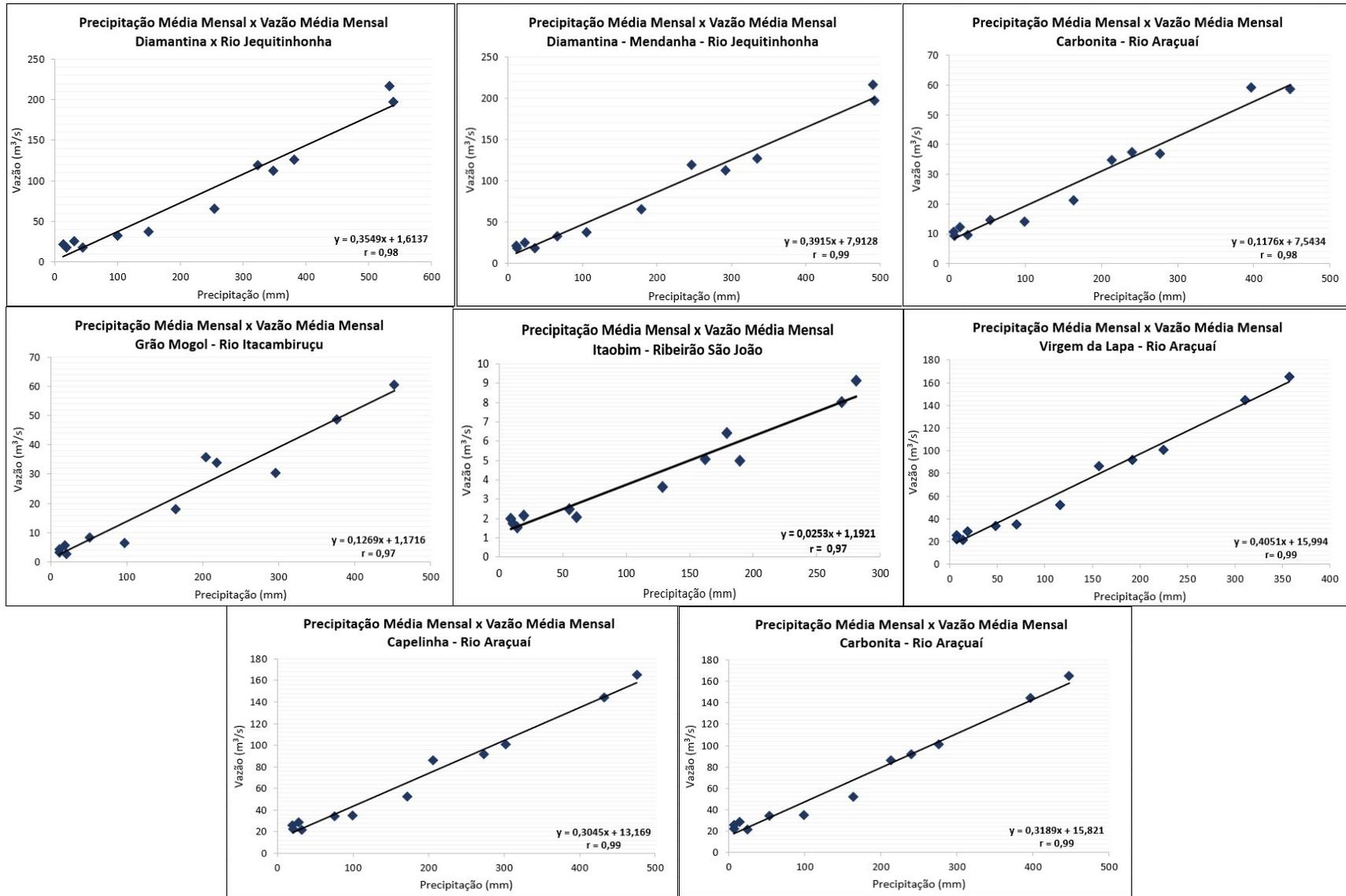
Dados: HIDROWEB - ANA (2018).  
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Figura 23 - Correlações entre chuva-vazão nas seções fluviométricas selecionadas considerando o período de retardo



Continua.

Conclusão.



Dados: HIDROWEB - ANA (2018). Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Levando-se em consideração a distribuição mensal das variáveis constata-se que durante a estação chuvosa a correlação entre a precipitação e a vazão é menor. Em contrapartida, no período de estiagem, essencialmente de junho a setembro, a correlação se mostrou maior nestes meses, intervalo o qual as drenagens são mantidas pelo fluxo de base.

A partir da transição do período chuvoso para os próximos meses seguintes da estação seca, especificamente após maio, os valores de correlação linear já são mais elevados, pois o decréscimo nas alturas pluviométricas acompanha diretamente a mesma proporção do volume de vazão escoado. Este intervalo também é conhecido como trecho de depleção do escoamento superficial direto.

As correlações entre as precipitações mensais e as vazões específicas mensais apresentaram o mesmo comportamento analisado anteriormente. A relação também se mostrou forte entre todas as comparações realizadas apresentando os mesmos valores de  $r$ , já mencionados na tabela 23, variando de (0,86 a 0,95) quando não considerado o período de retardo e de (0,94 a 0,99) ao incluí-lo nas correlações. Por conseguinte, o que se difere, neste caso, é somente a equação da reta utilizada para determinar os valores das variáveis independente e dependente.

#### **5.4 Relações entre os aspectos climatológicos, hidrológicos e a pobreza**

A variabilidade ambiental na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha esteve acompanhada ao longo do tempo das ações antrópicas, desde o seu povoamento e formação dos primeiros núcleos urbanos até os dias atuais. Neste processo a interferência do homem no uso da água repercutiu em diversas mudanças de ordem econômica e social.

Entretanto algumas pesquisas trazem em suas discussões à existência de uma relação direta entre a escassez física da água e à pobreza. Estas acabam por fomentar suas discussões mais no campo subjetivo de análise. Por exemplo Galizoni et al. (2006) relata que à falta de água na

região do Jequitinhonha faz com que famílias rurais estabeleçam determinadas estratégias coletivas ou individuais para a garantia de abastecimento em suas propriedades. Reforçando o enfoque na superação da indisponibilidade hídrica como estratégia na melhoria da qualidade de vida dos camponeses.

Silva (2017) comenta que as famílias rurais de alguns municípios pesquisados por ele (Araçuaí, Cachoeira de Pajeú, Jequitinhonha e Rubim) precisam ter o acesso à água para beber e cozinhar por meio de cisterna de placa complementada por caminhão pipa devido às poucas chuvas nos últimos anos. Além do mais criar soluções próprias para acessá-la para uso doméstico, plantio e criação.

Resende, Castro e Almeida (2020) vão dizer também que a escassez de água no Vale do Jequitinhonha representa um dos maiores entraves para o desenvolvimento socioeconômico e superação do status de “Vale da Miséria” atribuído a região. Além do impacto econômico o fenômeno da seca faz com que a população não tenha abastecimento de água permanente, elemento crucial para efetivação dos direitos fundamentais.

Segundo Magalhães (2003) a seca em regiões do semi-árido mineiro é responsável pelo flagelo, sofrimento e desequilíbrios destinados à população local. É um fenômeno que afeta principalmente aqueles que não dispõem de recursos financeiros e tecnológicos para enfrentar tal problemática. Destroi a fauna e a flora e dizima vidas humanas. Em outras palavras intensifica a pobreza e atrasa o desenvolvimento dos municípios.

Contrapondo a estas perspectivas a presente tese é mais objetiva e analisa se de fato há uma relação intrínseca entre os elementos físico-naturais - os aspectos climatológicos e a disponibilidade hídrica - e a pobreza. Ou se há influência de fatores históricos, políticos, econômicos e sociais nos quadros de subdesenvolvimento.

Para a discussão dos resultados foram escolhidos os indicadores socioeconômicos que apresentaram interações mais significativas com os elementos climatológicos e hidrológicos. Sendo estes econômicos (PIB per capita e Índice de Gini) e sociais (Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), Esperança de Vida ao Nascer e Abastecimento de Água por Rede Geral de Distribuição), além da Linha da Pobreza.

Portanto as sobreposições das variáveis dispostas nos mapas a seguir do 34 ao 54, demonstram se as condicionantes naturais selecionadas estão realmente associadas à pobreza na área de estudo.

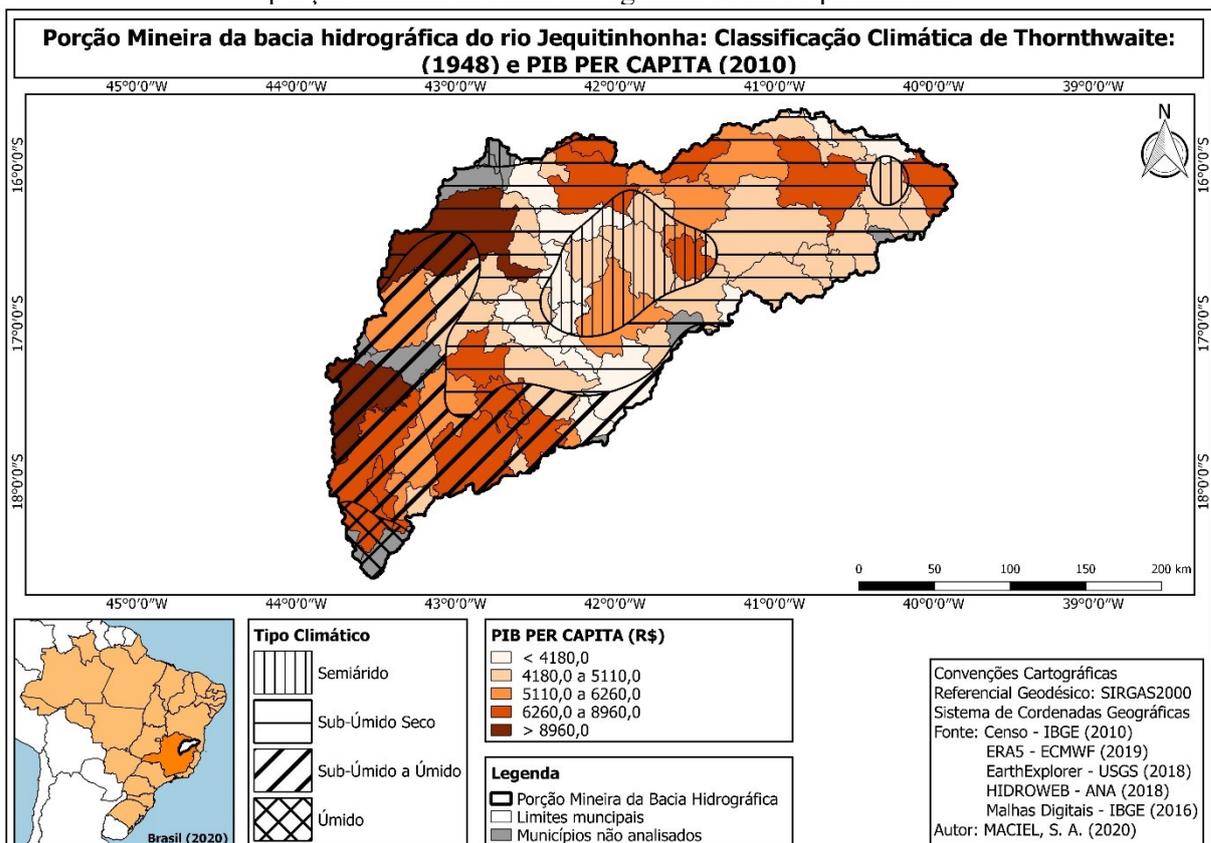
#### **5.4.1 Climatologia, Disponibilidade Hídrica e Indicadores Econômicos**

Os mapeamentos a seguir trazem informações espaciais sobre a interação entre os aspectos climatológicos, hidrológicos e determinados indicadores econômicos na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha. Inicialmente recorreu-se a análise do PIB per capita sobreposta as variáveis ambientais (mapas de 34 a 36), uma vez que para alguns autores há uma relação direta entre o aumento deste indicador municipal e a maior disponibilidade de água (CALDEIRA; AQUINO, 2020; GONÇALVES et al., 2017; DIAS; MARTINEZ; LIBÂNIO, 2010; ROGRIGUES; GARCIA, 2017).

Quando se avalia a configuração espacial dos tipos climáticos e a variação de PIB per capita nota-se que realmente regiões de clima mais úmido, ou seja, com maior quantidade de chuvas possuem os maiores valores de PIB per capita. Perceptível principalmente nas áreas próximas a nascente do rio Jequitinhonha e em grande parte das bacias do alto rio Jequitinhonha e rio Araçuaí, respectivamente nos municípios de Capelinha, Couto de Magalhães de Minas, Diamantina, Grão Mogol, Itamarandiba, Olhos-D'Água, Turmalina e Veredinha.

Em direção a bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha, especificamente em regiões de clima semiárido a sub-úmido seco, com temperaturas mais elevadas e baixos índices pluviométricos, encontram-se os menores valores de PIB per capita. Todavia é preciso destacar que mesmo nestas áreas alguns municípios como Almenara, Araçuaí, Cachoeira de Pajeú, Itaobim, Medina, Pedra Azul, Salinas, Salto da Divisa, Santa Cruz de Salinas e Taiobeiras apresentam PIB per capita superior a R\$5.110,00. O que revela que nem sempre ambientes mais áridos são característicos de lugares com poucas riquezas e elevados graus de pobreza, considerando que não haja concentração de renda.

Mapa 34 – Relação entre os tipos climáticos de Thornthwaite (1948) e o PIB per capita (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



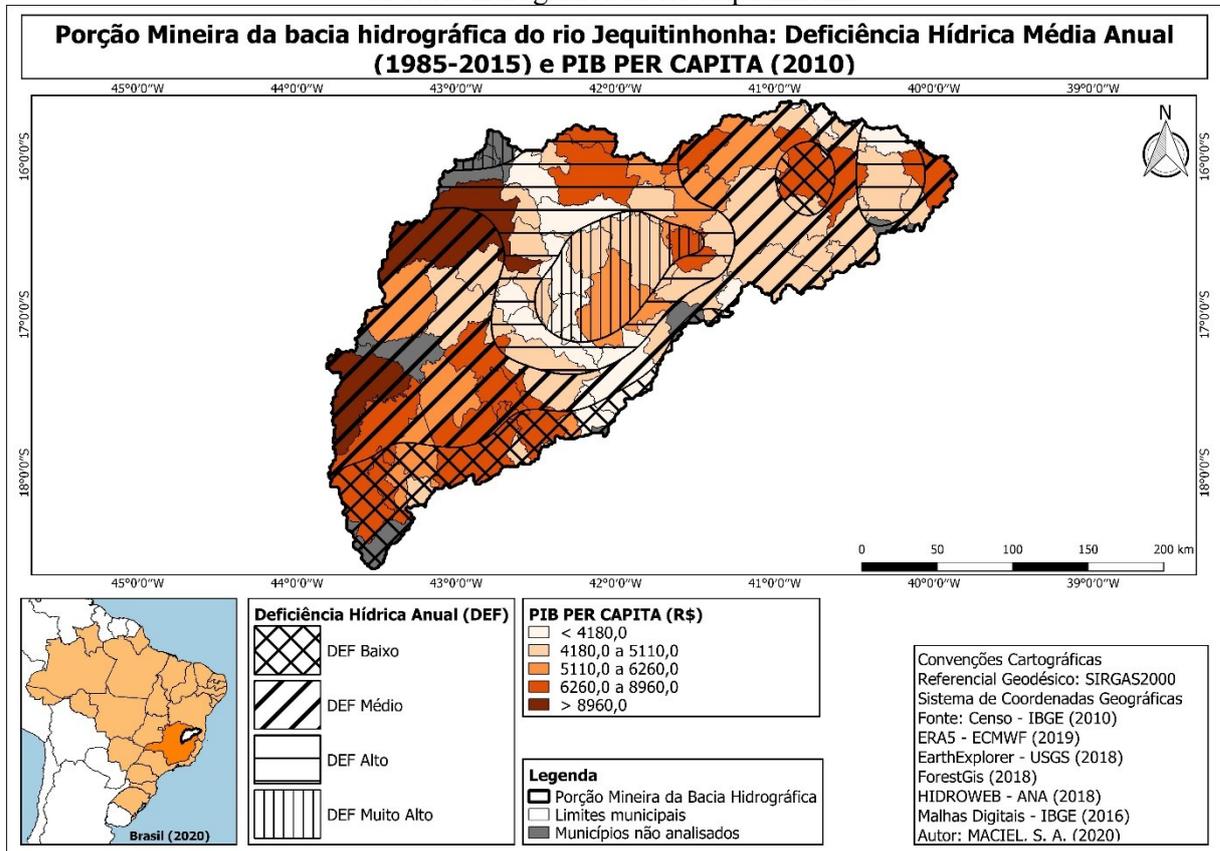
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

A deficiência hídrica no solo mantém o mesmo comportamento dos tipos climáticos, ou seja, porções da bacia com déficits anuais mais baixos, entre 93 mm a 342 mm, possuem os maiores

valores de PIB per capita. Com exceção de alguns municípios como Aricanduva, Botumirim, Cristália, Felisburgo, Felício dos Santos, Jequitinhonha, Joáima, Novo Cruzeiro, Rio do Prado e Setubinha que possuem valores abaixo de R\$5.110,00.

Por outro lado Araçuaí, Itaobim, Salinas, Santa Cruz de Salinas e Taiobeiras mesmo estando em regiões com alta deficiência hídrica anual, entre 343 mm a 594 mm, também registram os mais elevados valores de fluxo de bens e serviços produzidos anualmente.

Mapa 35 - Relação entre o DEF médio anual (1985-2015) e o PIB per capita (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



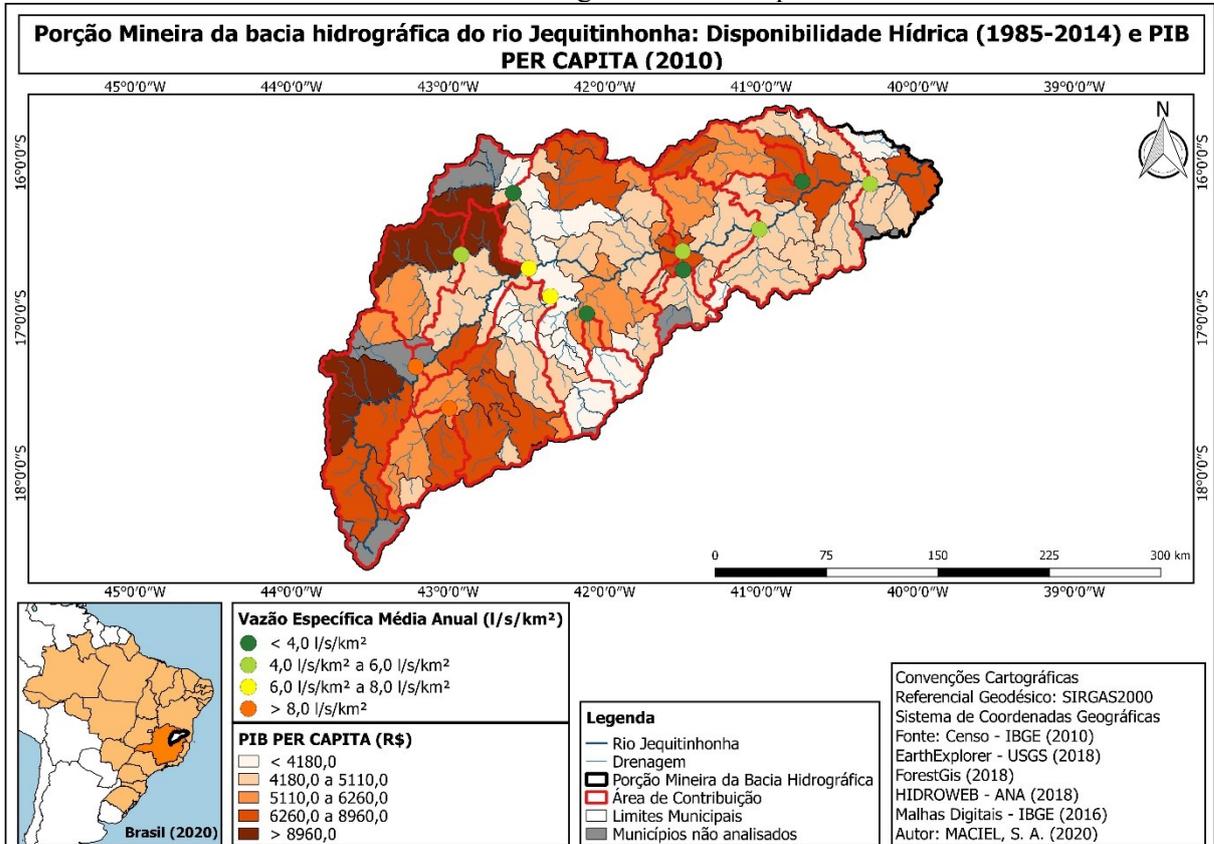
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Quanto a disponibilidade hídrica na bacia áreas de contribuição com maior volume de água como as situadas em seções dos rios Jequitinhonha e Araçuaí, a partir dos postos de Grão Mogol e Virgem da Lapa, são aquelas com os maiores valores de PIB per capita municipais. Entretanto, novamente encontram-se exceções. Mesmo estando em áreas com alta disponibilidade

Aricanduva, Berilo, Botumirim, Cristália, Chapada do Norte, Felício dos Santos, José Gonçalves de Minas, Leme do Prado e Minas Novas possuem PIB per capita inferiores quando comparados aos demais municípios. Em outras palavras o enriquecimento econômico não corresponde absolutamente a uma grande oferta de água.

De maneira oposta encontramos algumas situações como em Almenara, Cachoeira de Pajeú, Grão Mogol, Itacambira, Itaobim, Pedra Azul, Salinas, Salto da Divisa e Taiobeiras com um elevado PIB per capita em porções da bacia com baixa disponibilidade hídrica. Isso revela que nem sempre valores altos de PIB per capita correspondem a municípios com grandes volumes de água a serem captados e distribuídos entre os diversos setores usuários. A concentração de riquezas não repercutiu necessariamente em grandes ofertas deste recurso.

Mapa 36 - Relação entre a Disponibilidade Hídrica (1985-2015) e o PIB per capita (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha

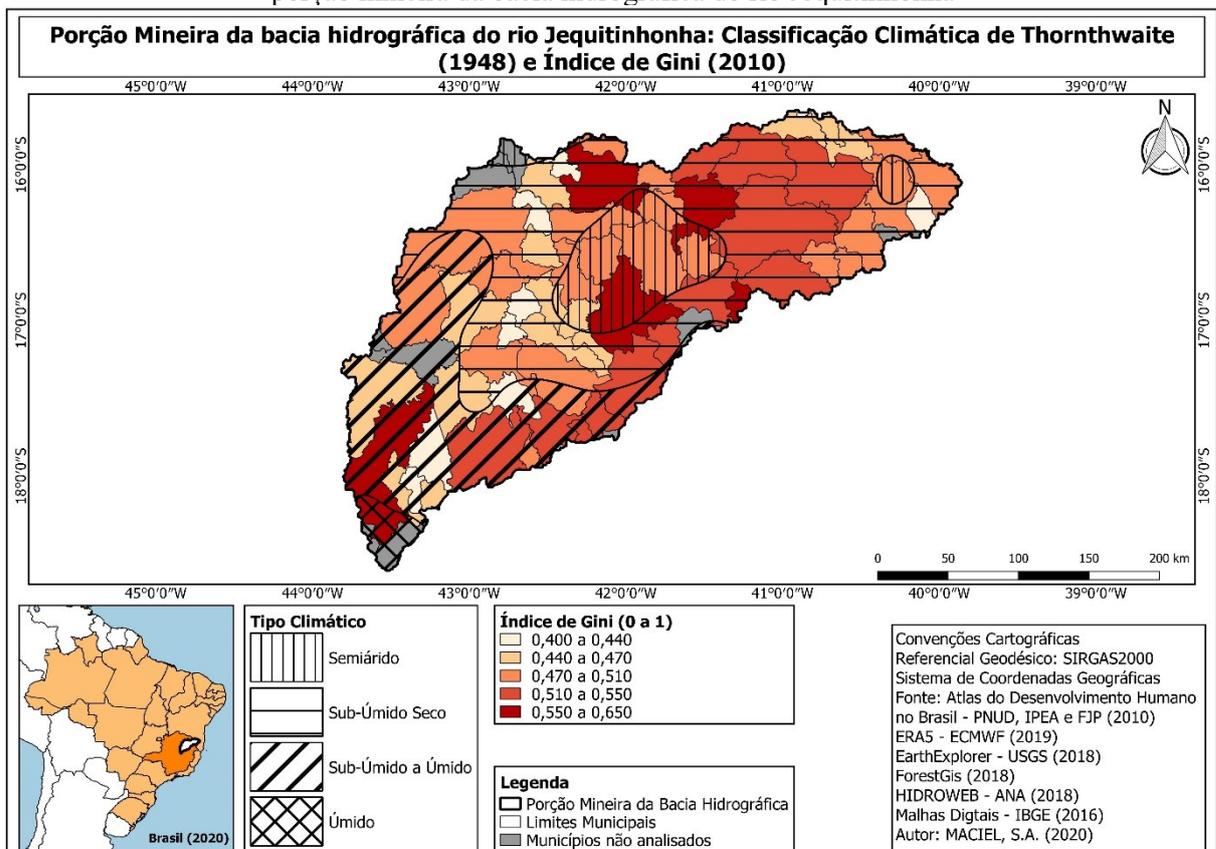


Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Pela espacialização do Índice de Gini que é a medida de desigualdade de renda mais utilizada, mapas 37 a 39, verifica-se que alguns municípios além de possuírem PIB per capita elevado também apresentam alta concentração de renda em áreas de clima úmido e sub-úmido a úmido, déficit hídrico baixo e maior disponibilidade de água.

Dessa maneira Angelândia, Capelinha, Diamantina e Itamarandiba demonstram que lugares com melhores condições econômicas e ambientais não necessariamente refletem na redução da pobreza. Isso porque uma diminuição na desigualdade de renda só ocorre quando a renda média dos mais pobres cresce em ritmo mais acelerado que a renda média total (BARROS; FOGUEL; ULYSSEA, 2006).

Mapa 37 - Relação entre os tipos climáticos de Thornthwaite (1948) e o Índice de Gini (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha

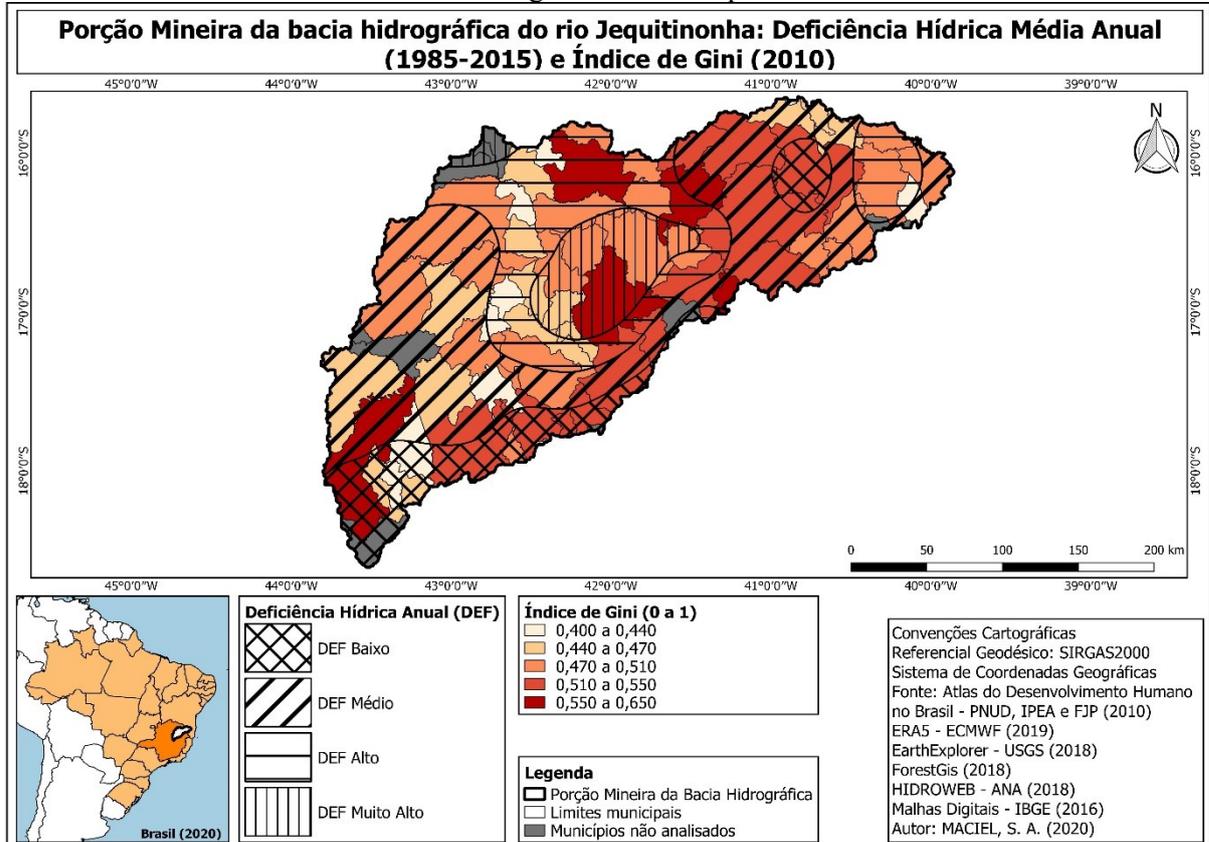


Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Alguns municípios como Carai, Joáima, Jequitinhonha, Monte Formoso e Ponto dos Volantes quando comparados aos demais possuem PIB per capita baixo associado a um alto valor de Índice de Gini e a presença de clima sub-úmido seco. Nestes casos pode-se dizer que ambientes mais áridos com baixo desenvolvimento econômico e desigualdade de renda são correlatos a territórios de pobreza.

Por outro lado municípios com elevado PIB per capita, alto valor de Gini, tipos climático árido e sub-úmido seco e DEF altos demonstram que melhores rendimentos financeiros mesmo em ambientes com baixos índices pluviométricos não significam superação da desigualdade de renda e por conseguinte dos quadros de pobreza. Fato este perceptível em Araçuai, Almenara, Cachoeira de Pajeú, Medina, Pedra Azul e Salinas.

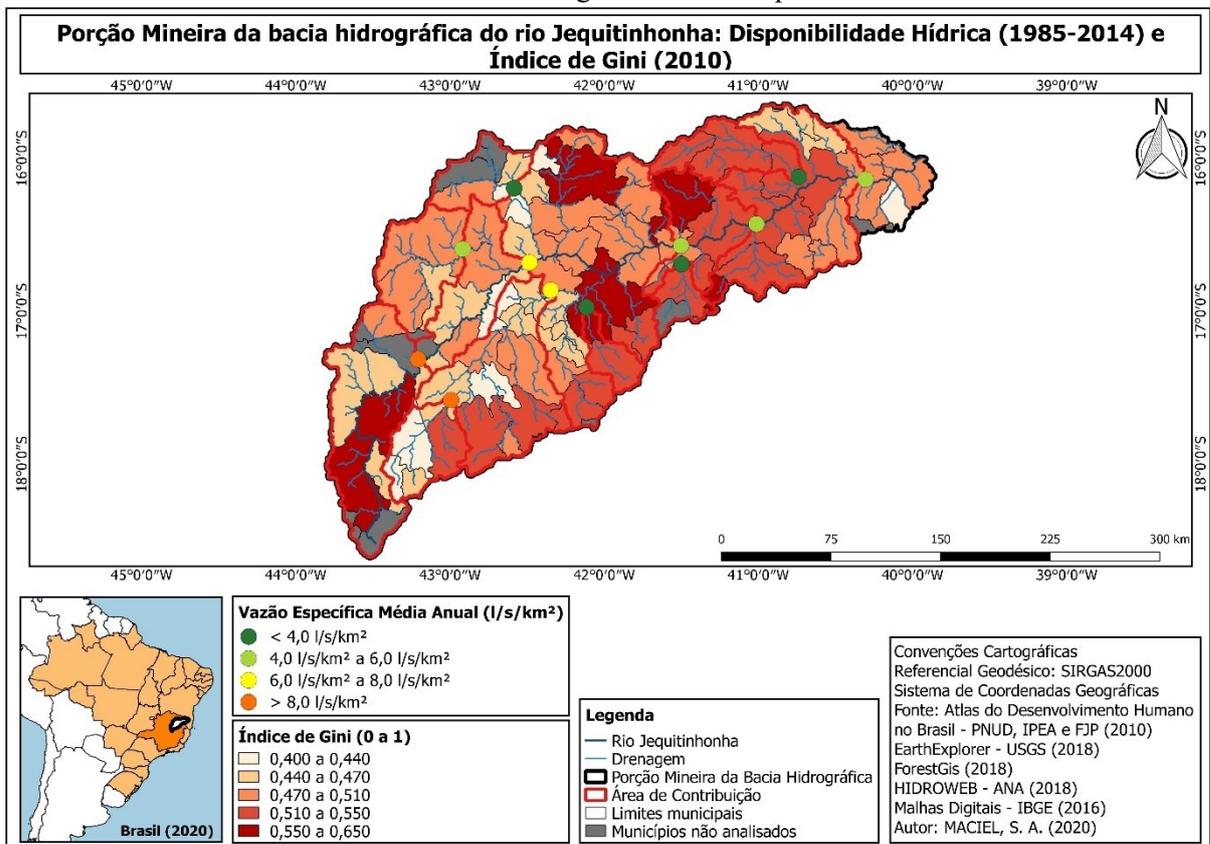
Mapa 38 - Relação entre o DEF médio anual (1985-2015) e o Índice de Gini (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Nas áreas de contribuição dos postos de Grão Mogol e Salinas nos rios Itacambiruçu e Vacaria encontra-se a realidade de uma menor desigualdade de renda e baixa disponibilidade hídrica, com vazão específica de 5,3 l/s/km<sup>2</sup> e 2,6 l/s/km<sup>2</sup>. O que aponta para um cenário de maior igualdade financeira, ou seja, melhores condições de desenvolvimento econômico mesmo em áreas com baixa oferta de água.

Mapa 39 - Relação entre a Disponibilidade Hídrica (1985-2015) e o Índice de Gini (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Já nas áreas de contribuição dos postos de Araçuá, Almenara e Itaobim localizados nos rios Gravata, São Francisco e ribeirão São João encontram-se municípios - Novo Cruzeiro, Ponto dos Volantes e Pedra Azul - com menores valores de PIB per capita, alto Índice de Gini e vazões específicas de 2,5 l/s/km<sup>2</sup>, 1,7 l/s/km<sup>2</sup> e 3,4 l/s/km<sup>2</sup>. O que reflete em ambientes com baixa

disponibilidade hídrica, piores rendimentos financeiros e concentração de riqueza nas mãos de poucos, contribuindo para o agravamento da pobreza.

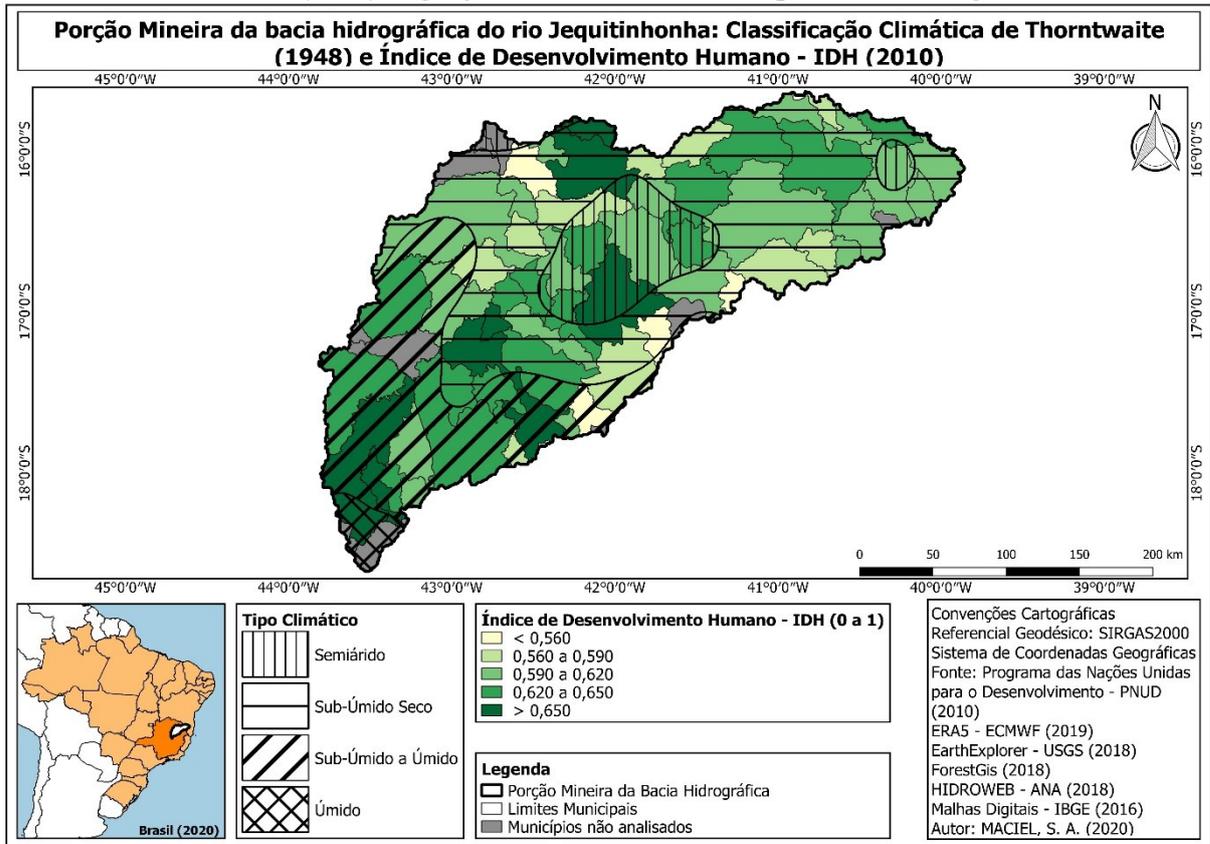
#### **5.4.2 Climatologia, Disponibilidade Hídrica e Indicadores Sociais**

Neste item inicialmente avaliou-se a relação entre os aspectos climatológicos, hidrológicos juntamente ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e a Esperança de Vida ao Nascer, importantes indicadores de desenvolvimento social (LIBÂNIO; CHERNICHARO; NASCIMENTO, 2005). Posteriormente as variáveis ambientais foram sobrepostas ao abastecimento de água, uma vez que a indisponibilidade hídrica tende a afetar às populações mais pobres.

Em porções da bacia com climas de úmido a sub-úmido a úmido, menores valores de DEF e elevada disponibilidade hídrica encontram-se os maiores IDHs, mapas de 40 a 42. Especificamente em Capelinha, Couto de Magalhães de Minas, Diamantina, Itacambira, Itamarandiba, Olhos-D'Água e São Gonçalo do Rio Preto. Nestes casos houveram elevada oferta de água associada a um melhor desenvolvimento humano pautado na longevidade, educação e renda.

Todavia ainda que se esteja em áreas com maior disponibilidade hídrica é possível encontrar municípios com IDH abaixo de 0,620, como em Angelândia, Aricanduva, Botumirim, Felício dos Santos, Grão Mogol e Senador Modestino Gonçalves. Tal fato demonstra que ter água não é o único fator determinante para se atingir os melhores indicativos de bem-estar social.

Mapa 40 - Relação entre os tipos climáticos de Thornthwaite (1948) e o Índice de Desenvolvimento Humano - IDH (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha

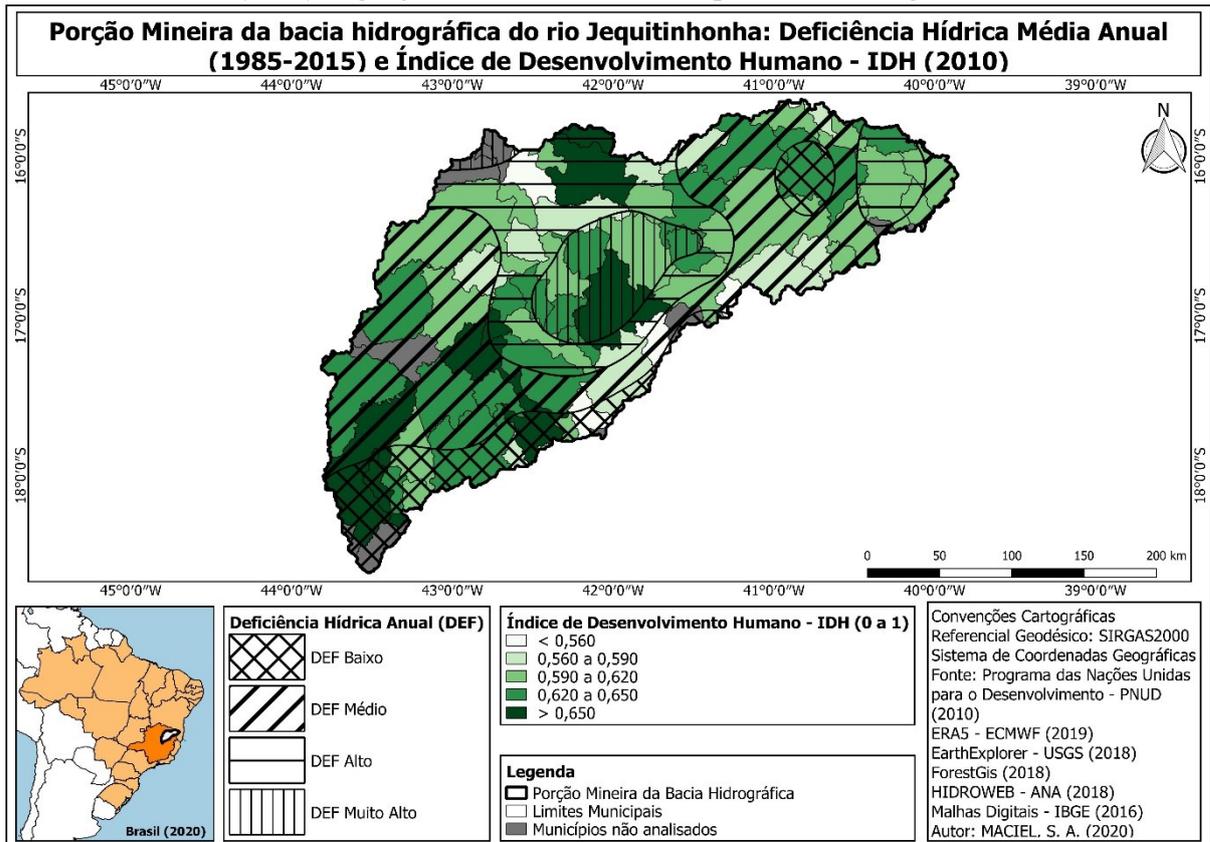


Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Mesmo estando em ambientes de clima semiárido a sub-úmido seco com alta deficiência hídrica, algumas localidades obtiveram os mais altos IDHs da porção mineira da bacia. Almenara, Araçuaí, Berilo, Coronel Murta, Francisco Badaró, Itaobim, Jenipapo de Minas, Jordânia, José Gonçalves de Minas, Leme do Prado, Minas Novas, Salinas e Taiobeiras são exemplos de que ambientes mais áridos podem apresentar indícios de um melhor desenvolvimento humano.

O contrário também ocorreu. Observa-se IDHs ruins em municípios com tipos climáticos de árido a sub-úmido seco, como em Caraiá, Felisburgo, Fruta de Leite, Joáima, Josenópolis, Monte Formoso, Rubelita e Santa Cruz de Salinas.

Mapa 41 - Relação entre o DEF médio anual (1985-2015) e o Índice de Desenvolvimento Humano - IDH (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



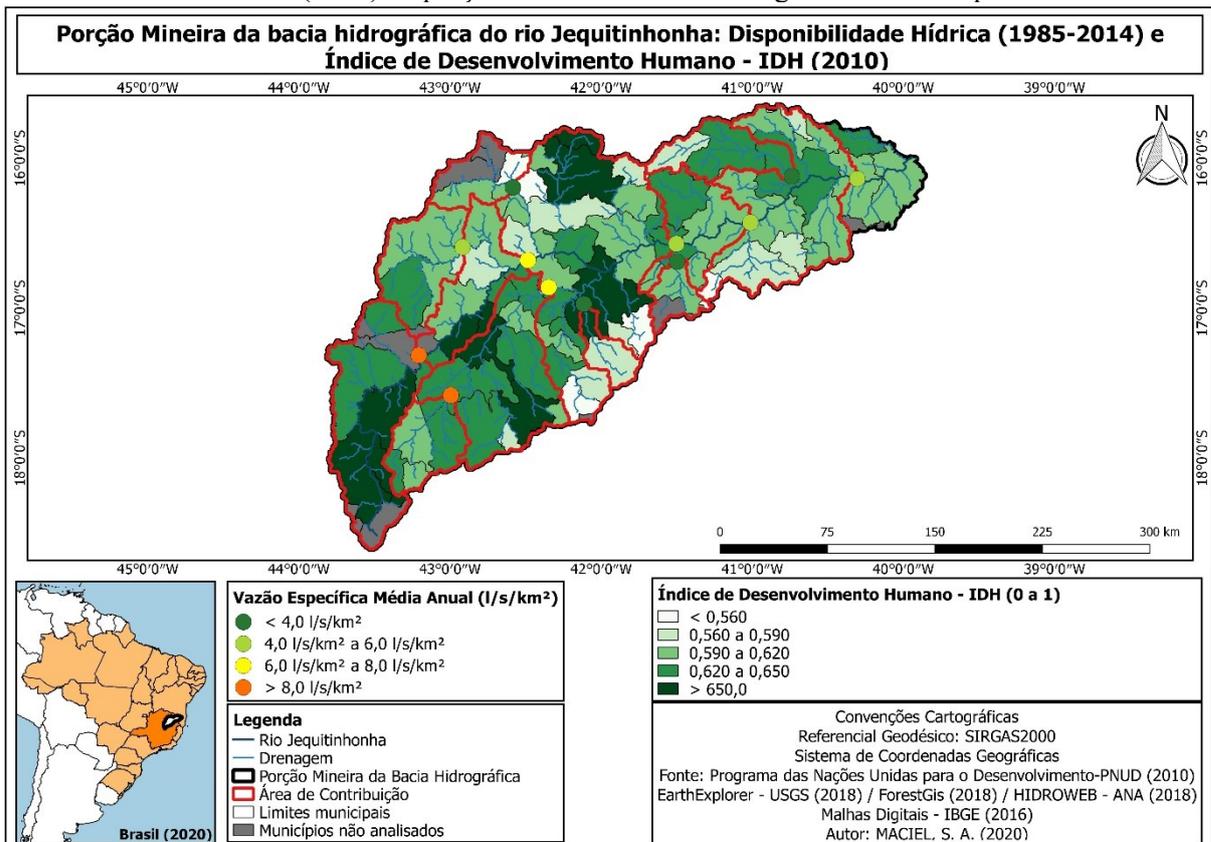
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Pelo mapa 42 percebe-se que nas áreas de contribuição dos postos de Grão Mogol e Bocaiuva, localizados no rio Jequitinhonha e os postos de Virgem da Lapa e Carbonita, situados no rio Araçuaí, encontram-se municípios com IDH abaixo de 0,620. Sendo eles Angelândia, Aricanduva, Botumirim, Chapada do Norte, Cristália, Felício dos Santos e Senador Modestino Gonçalves. Reafirma-se, assim, que a alta disponibilidade hídrica superficial não repercutiu diretamente em um bom desenvolvimento humano.

O que difere do apresentado por Rocha et al. (2013) em estudos sobre o território brasileiro ao afirmarem que a região nordeste com alta escassez e desigualdade na distribuição de água possui IDH-M baixo e a região sudeste com maior disponibilidade hídrica tem melhores condições socioeconômicas, expressas por IDH-M alto.

Nas seções fluviométricas dos rios Itacambiruçu e São Francisco, áreas de contribuição dos postos de Grão Mogol e Almenara, têm-se baixa disponibilidade hídrica associada a valores de IDH de 0,628 e 0,627 em Itacambira e Pedra Azul. Ou seja, embora a oferta de água seja menor o desenvolvimento social foi maior.

Mapa 42 - Relação entre a Disponibilidade Hídrica (1985-2015) e o Índice de Desenvolvimento Humano - IDH (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



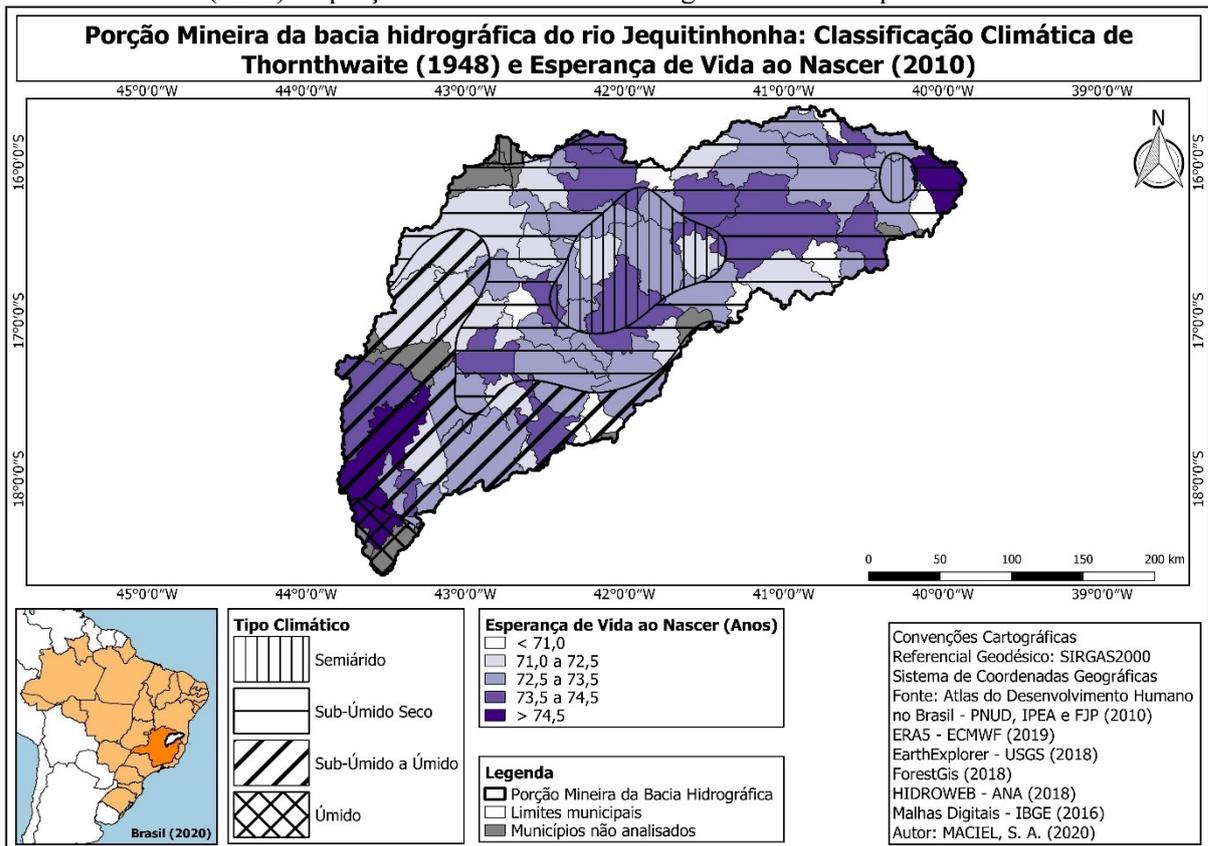
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Outro importante indicador social que pode ser relacionado à disponibilidade hídrica é a Esperança de Vida ao Nascer. Este é influenciado pelas questões de alimentação, saúde, saneamento básico, criminalidade e violência e retrata em certo grau as condições de pobreza dos lugares. Souza e Leite Filho (2008) comentam por exemplo que no nordeste brasileiro um aumento de 10% no acesso à água encanada entre 1991 a 2000 resultou na redução da taxa de

mortalidade de cerca de 1,6 na Bahia, Piauí e Rio Grande do Norte a 2,9 no Maranhão, referenciada a cada 1.000 crianças com menos de 1 ano de idade.

Na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha, ao avaliarmos os aspectos climatológicos e sobrepormos a Esperança de Vida ao Nascer, mapas 43 e 44, verifica-se que alguns municípios situados em ambientes de climas úmidos e sub-úmidos a úmidos realmente possuem maior expectativa de vida. Como ocorre em Capelinha, Diamantina, Olhos-D'Água e São Gonçalo do Rio Preto.

Mapa 43 - Relação entre os tipos climáticos de Thornthwaite (1948) e a Esperança de Vida ao Nascer (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



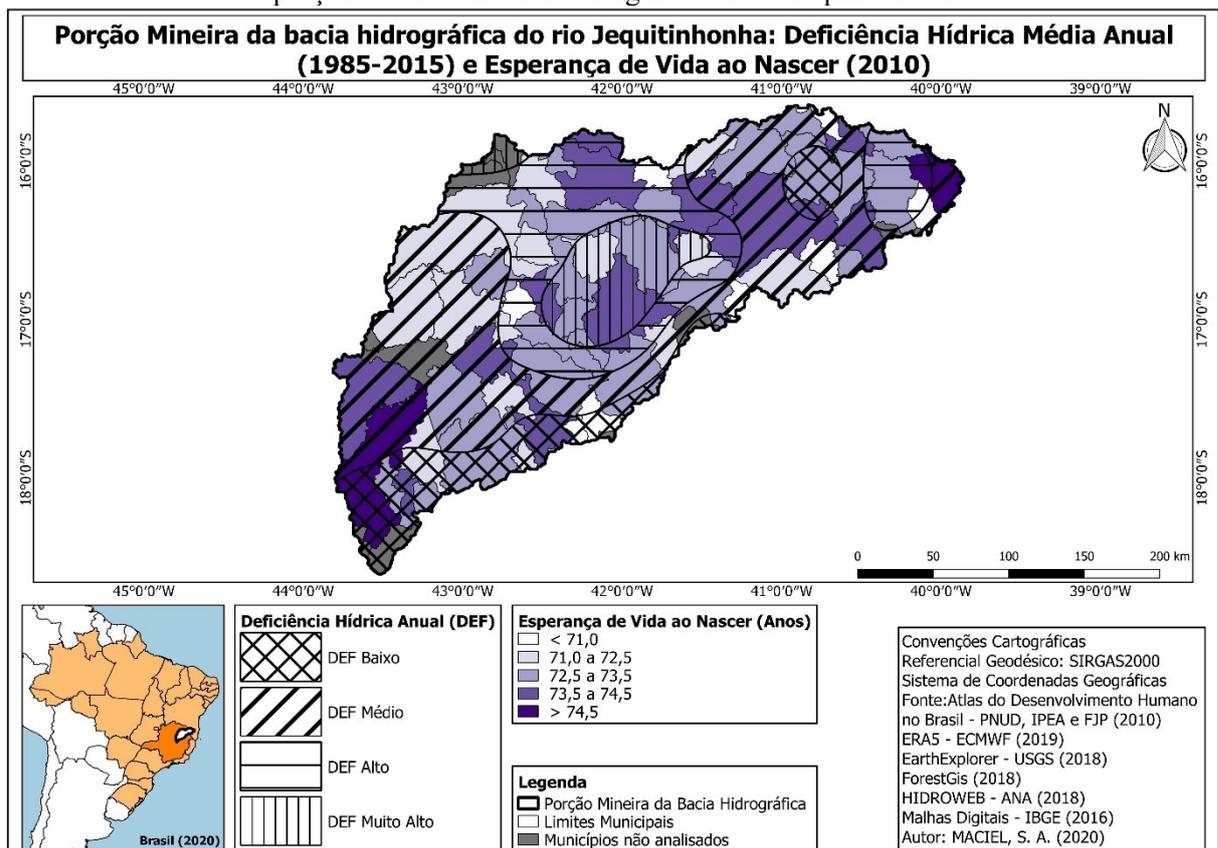
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Todavia nesta mesma porção com climas mais úmidos também se encontram municípios com os menores valores de Esperança de Vida ao Nascer. Os habitantes de Angelândia, Aricanduva,

Botumirim, Itacambira, Senador Modestino Gonçalves e Veredinha sobrevivem em média até 72,5 anos.

É possível notar que mesmo em climas mais áridos e com maiores déficits hídricos, Araçuaí, Berilo, Jequitinhonha, Medina, Salinas, Salto da Divisa e Taiobeiras apresentam Esperança de Vida ao Nascer superior a 73,5 anos. Embora a água seja elemento fundamental à sobrevivência humana outros fatores como alimentação saudável, investimentos em saúde e imunização e o saneamento básico também podem auxiliar no aumento da longevidade.

Mapa 44 - Relação entre o DEF médio anual (1985-2015) e a Esperança de Vida ao Nascer (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



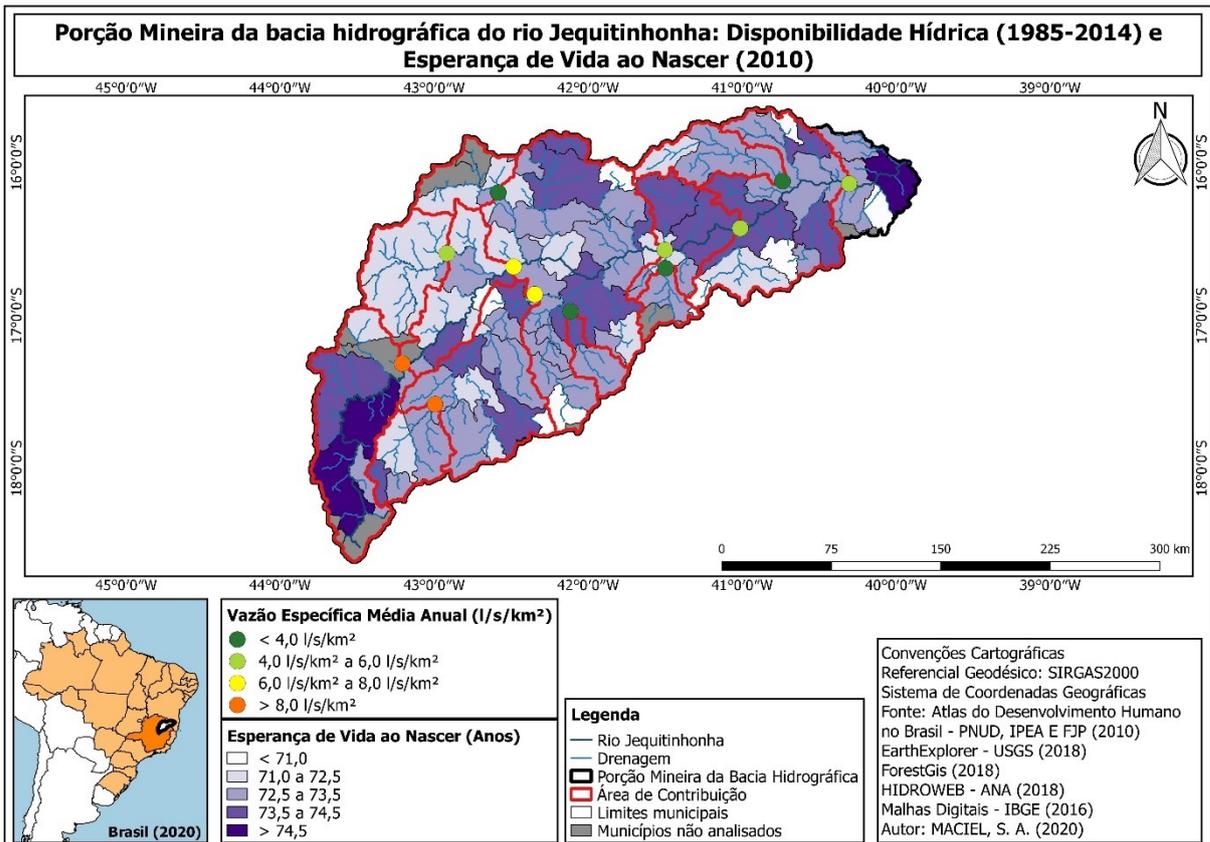
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

O mapa 45 demonstra que áreas de contribuição com maior disponibilidade hídrica como as dos postos de Grão Mogol e Virgem da Lapa nos rios Jequitinhonha e Araçuaí também apresentam municípios com menores expectativa de vida, abaixo de 72,5 anos. Nesta situação

têm-se Angelândia, Aricanduva, Botumirim, José Gonçalves de Minas, Leme do Prado, Senador Modestino Gonçalves e Veredinha.

Ao passo que por exemplo na área de contribuição do posto de Bocaiuva na seção fluviométrica do rio Jequitinhonha com elevada oferta de água, encontramos Diamantina e Olhos D'Água com esperança de vida ao nascer de 75,3 e 73,7 anos. Isto demonstra que o desenvolvimento socioeconômico regional, especialmente em áreas com alta disponibilidade hídrica, se deu de maneira desigual entre os municípios.

Mapa 45 - Relação entre a Disponibilidade Hídrica (1985-2015) e a Esperança de Vida ao Nascer (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



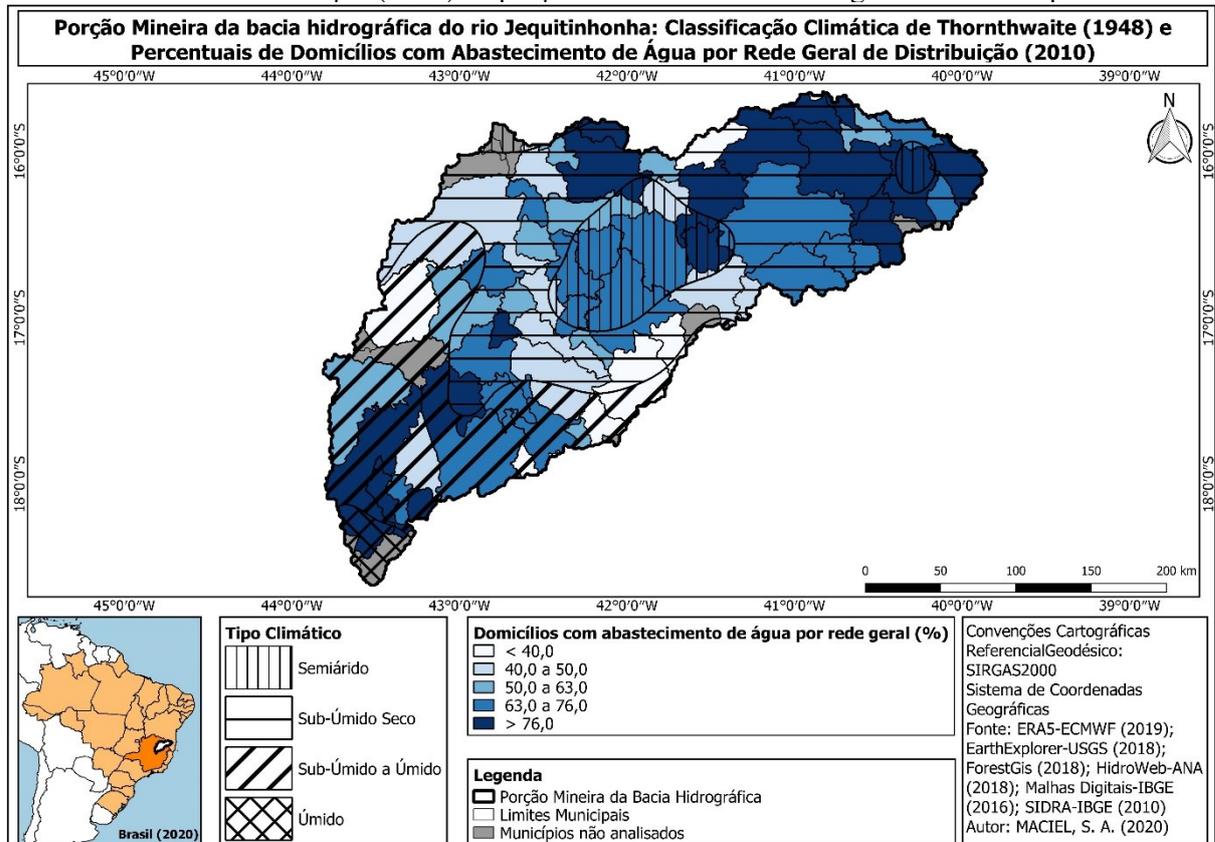
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Porém é preciso dizer que algumas áreas de contribuição como as dos postos de Grão Mogol, Salinas e Almenara, localizados nos rios Itacambiruçu, Vacaria e São Francisco com baixa disponibilidade hídrica em seus cursos d'água possuem alguns municípios - Grão Mogol,

Itacambira, Fruta de Leite e Cachoeira de Pajeú - com os menores valores de esperança de vida ao nascer, abaixo de 72,5 anos.

Ter maior disponibilidade de água não significa a garantia efetiva da distribuição equânime para as populações humanas (AUGUSTO et al., 2012). Na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha a materialização desta situação é percebida pela discrepância de acesso a este recurso entre os diversos municípios localizados em regiões com elevada ou baixa oferta hídrica. Neste sentido os mapas de 46 a 48 trazem a sobreposição entre as variáveis climatológicas, hidrológicas e os percentuais de domicílios com abastecimento de água por rede geral de distribuição, importante indicador de pobreza.

Mapa 46 - Relação entre os tipos climáticos de Thornthwaite (1948) e o Abastecimento de Água por Rede Geral de Distribuição (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Mesmo em porções com clima úmido e menores déficits hídricos existem municípios com percentuais abaixo de 50% de domicílios com abastecimento de água por rede geral de distribuição. Aricanduva, Itacambira, Senador Modestino Gonçalves e Setubinha contabilizaram 38,1%, 36,1%, 44,8% e 26,3%. Nestes não houveram investimentos financeiros e políticas públicas voltadas essencialmente à oferta de água na mesma proporção que os demais, ainda que estejam em ambientes com elevada disponibilidade hídrica.

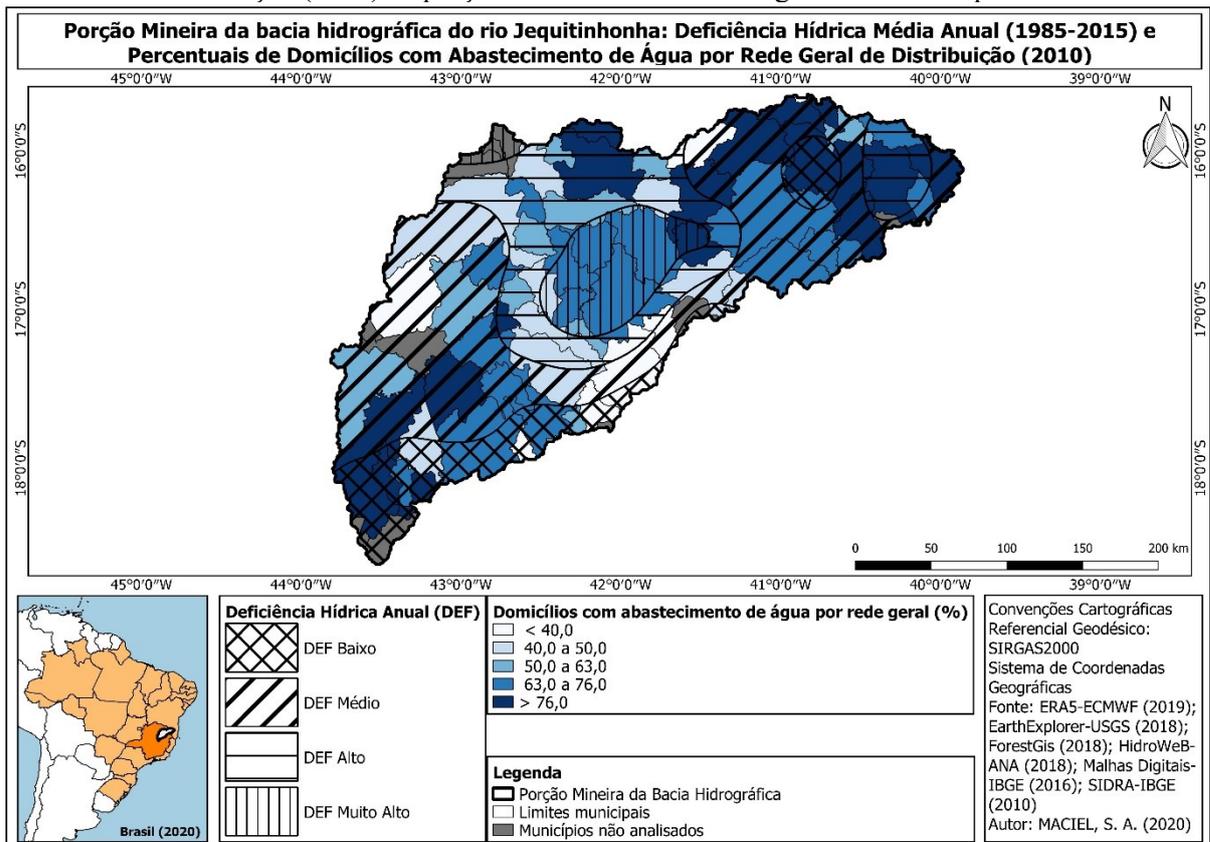
Em áreas com escassez de água, sobretudo em porções de clima árido a sub-úmido seco e altos déficits hídricos, encontram-se os maiores percentuais de abastecimento de água. Grande parte dos municípios pertencentes a estas regiões como Almenara, Araçuaí, Coronel Murta, Francisco Badaró, Itinga, Jacinto, Medina, Pedra Azul, Salinas, Salto da Divisa, Taiobeiras e Virgem da Lapa possuem acima de 63% dos domicílios com acesso por rede geral de distribuição. Este fato demonstra que ambientes áridos apesar das limitações naturais não necessariamente possuem baixa oferta de água à população.

Portanto nesta porção percebe-se melhores ações de gestão das águas, entretanto a maior disponibilidade se dá para o suprimento das necessidades básicas de sobrevivência. O que não é preponderante para superação da pobreza. Todavia é preciso ressaltar que mesmo diante do maior acesso à água encanada, alguns autores ainda reforçam os problemas de escassez presentes no Vale do Jequitinhonha.

Ribeiro e Galizoni (2003) fazem a observação de que a falta de água nem sempre é generalizada e tampouco individualizada. Não é geral porque algumas comunidades se mostram mais privilegiadas em relação a outras devido a disponibilidade das nascentes, cobertura vegetal e conservação do recurso. Também não é individual porque grande parte dos recursos naturais de muitas comunidades, por exemplo, água, minérios, frutos, plantas e madeira são de domínios coletivos originados de uma herança comum, e tal condição repercute em uma escassez ou abundância partilhada ou comunitarizada.

Sendo esta observação justificada pela presença de determinados municípios com percentuais de domicílios com abastecimento de água por rede geral abaixo de 50% em regiões de maior aridez. Como acontece em Berilo, Cachoeira de Pajeú, Carai, Chapada do Norte, Grão Mogol, Comercinho, Fruta de Leite, Monte Formoso, Novo Cruzeiro e Ponto dos Volantes.

Mapa 47 - Relação entre o DEF médio anual (1985-2015) e o Abastecimento de Água por Rede Geral de Distribuição (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha

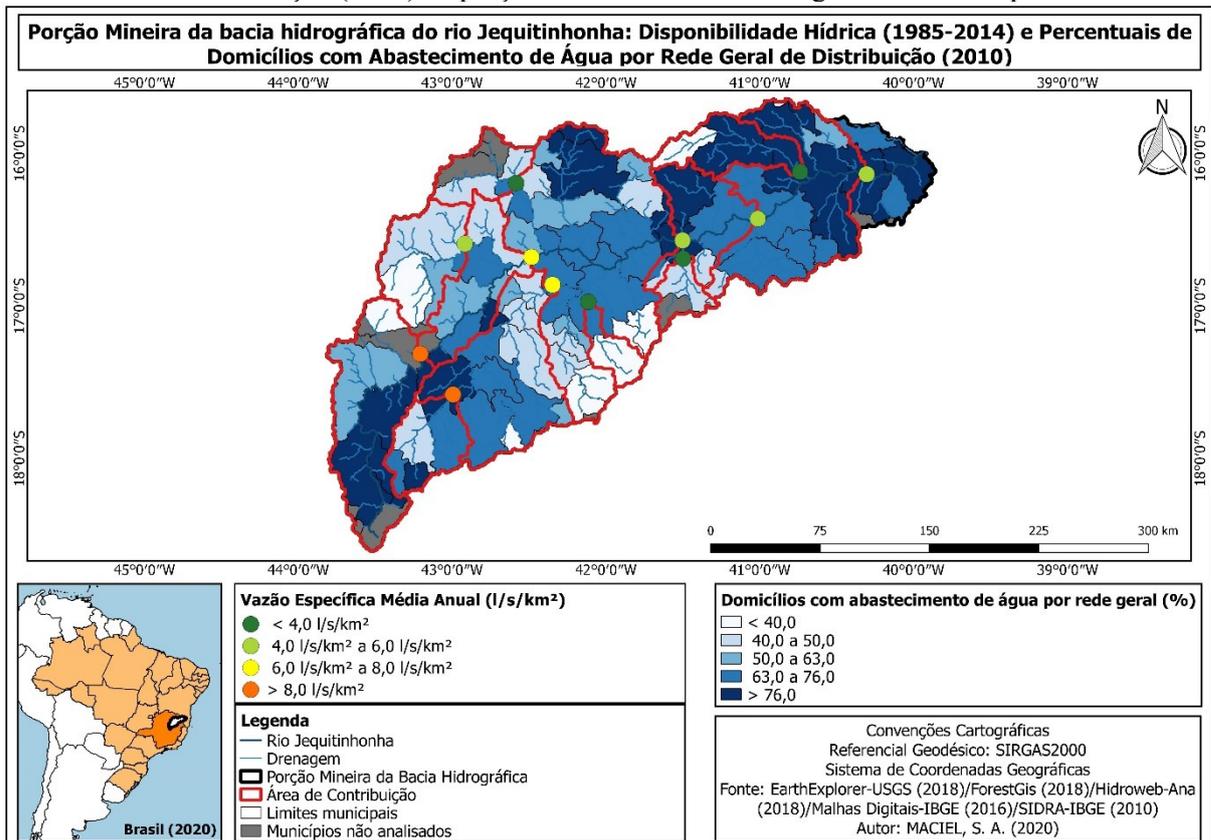


Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

O mapa 48 corrobora com os resultados apresentados anteriormente. Áreas de contribuição com maior disponibilidade hídrica como as dos postos de Virgem da Lapa e Carbonita localizados no rio Araçuaí possuem municípios com percentuais abaixo de 50% de domicílios com abastecimento de água por rede geral de distribuição. Como ocorre em Aricanduva, Berilo, Chapada do Norte, Minas Novas e Senador Modestino Gonçalves. Ou seja, neste caso a

desigualdade social e a intensificação da pobreza se manifestam até mesmo quanto ao acesso à água.

Mapa 48 - Relação entre a Disponibilidade Hídrica (1985-2015) e o Abastecimento de Água por Rede Geral de Distribuição (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Por outro lado, em direção a bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha, caracterizados por climas mais áridos e menor disponibilidade hídrica, os quais se esperava um menor percentual de domicílios com abastecimento de água ocorre o contrário. Grande parte dos municípios têm oferta de água, mesmo que não atenda de maneira satisfatória todas as demandas da população. Como, por exemplo, ocorre em Almenara, Araçuaí, Coronel Murta, Itinga, Medina, Pedra Azul, Rubim, Salinas, Salto da Divisa, Taiobeiras e Virgem da Lapa.

### 5.4.3 Climatologia, Disponibilidade Hídrica e Linha da Pobreza

A análise da Linha da Pobreza permite determinar a parcela da população que vive abaixo do seu valor, tendo como referência o rendimento per capita suficiente para garantir as condições básicas de subsistência e bem-estar dos indivíduos em sociedade. Embora ela aborde apenas o poder aquisitivo financeiro e considere-se que as privações vão além do dinamismo econômico de uma região, ela é necessária para que as políticas públicas de desenvolvimento social sejam destinadas às famílias de baixa renda.

As políticas de transferência de renda possibilitam, por exemplo, a melhoria das condições sociais da população, preferencialmente entre aqueles em situação de extrema pobreza. Sendo a renda monetária um previsor, ainda que não o único, da segurança alimentar. Deduzindo então que os ganhos de rendimento contribuam para redução da insegurança alimentar e da fome (CORRÊA et al., 2008).

É importante frisar que a pobreza compreende a falta de recursos múltiplos. Inicialmente menciona-se a fome como necessidade mais urgente, mas têm-se ainda os aspectos de moradia, saúde, educação, emprego, transporte, cultura e lazer. Todos estes pontos para a sua aquisição em algum momento de certa maneira envolvem a melhor distribuição de renda, sem deixar-se de incluir a importância da gestão pública neste processo.

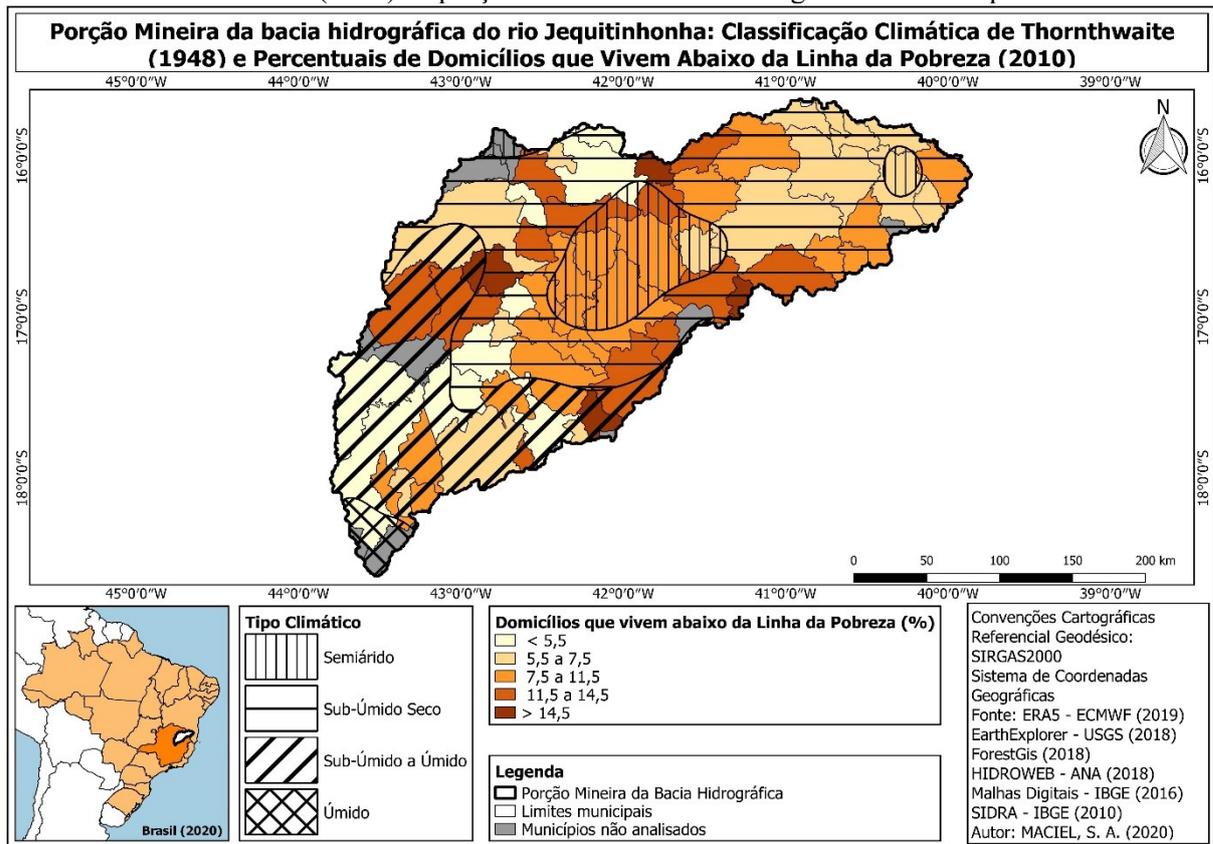
A partir deste enfoque os mapas de 49 a 51 trazem as sobreposições entre os elementos climáticos, hidrológicos e os percentuais médios de domicílios que vivem abaixo da Linha da Pobreza na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha, referenciado no ano de 2010.

Em ambientes de clima úmido e sub-úmido a úmido e déficits hídricos mais baixos encontram-se alguns municípios com os maiores percentuais de domicílios que vivem abaixo da Linha da

Pobreza, acima de 7,5%. Aricanduva, Couto de Magalhães de Minas, Botumirim, Felício dos Santos, Itacambira, Senador Modestino Gonçalves, Setubinha e Veredinha enquadram-se neste cenário.

Por outro lado, em porções com tipos climáticos do semiárido e sub-úmido seco e altos déficits hídricos têm-se municípios com os menores percentuais de domicílios que vivem abaixo da Linha da Pobreza, menos de 7,5%. Neste caso pode-se mencionar Almenara, Itaobim, Jequitinhonha, Jordânia, Leme do Prado, José Gonçalves de Minas, Novorizonte, Salinas, Santa Maria do Salto, Padre Carvalho, Taiobeiras e Turmalina.

Mapa 49 - Relação entre os tipos climáticos de Thornthwaite (1948) e Domicílios que vivem abaixo da Linha da Pobreza (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha

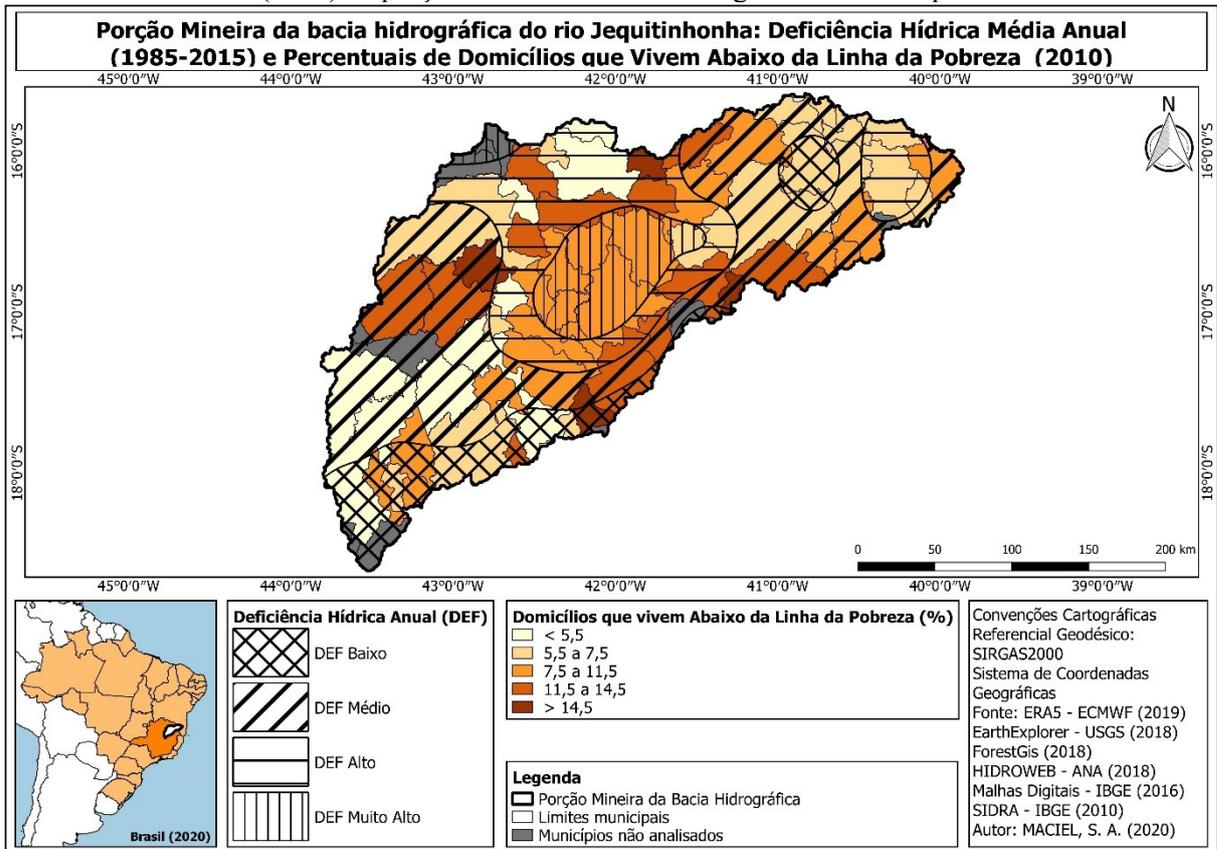


Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Novamente percebe-se que o desenvolvimento socioeconômico regional se deu de maneira desigual. Em áreas com melhores condições ambientais, ou seja, mais úmidas, localizam-se

municípios com uma expressiva parte da população vivendo em extrema pobreza. Já em áreas com aridez situam-se municípios com uma menor proporção de domicílios vivendo em situação de baixa renda. Estes últimos estão mais concentrados no extremo leste da bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha.

Mapa 50 - Relação entre o DEF médio anual (1985-2015) e Domicílios que vivem abaixo da Linha da Pobreza (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha

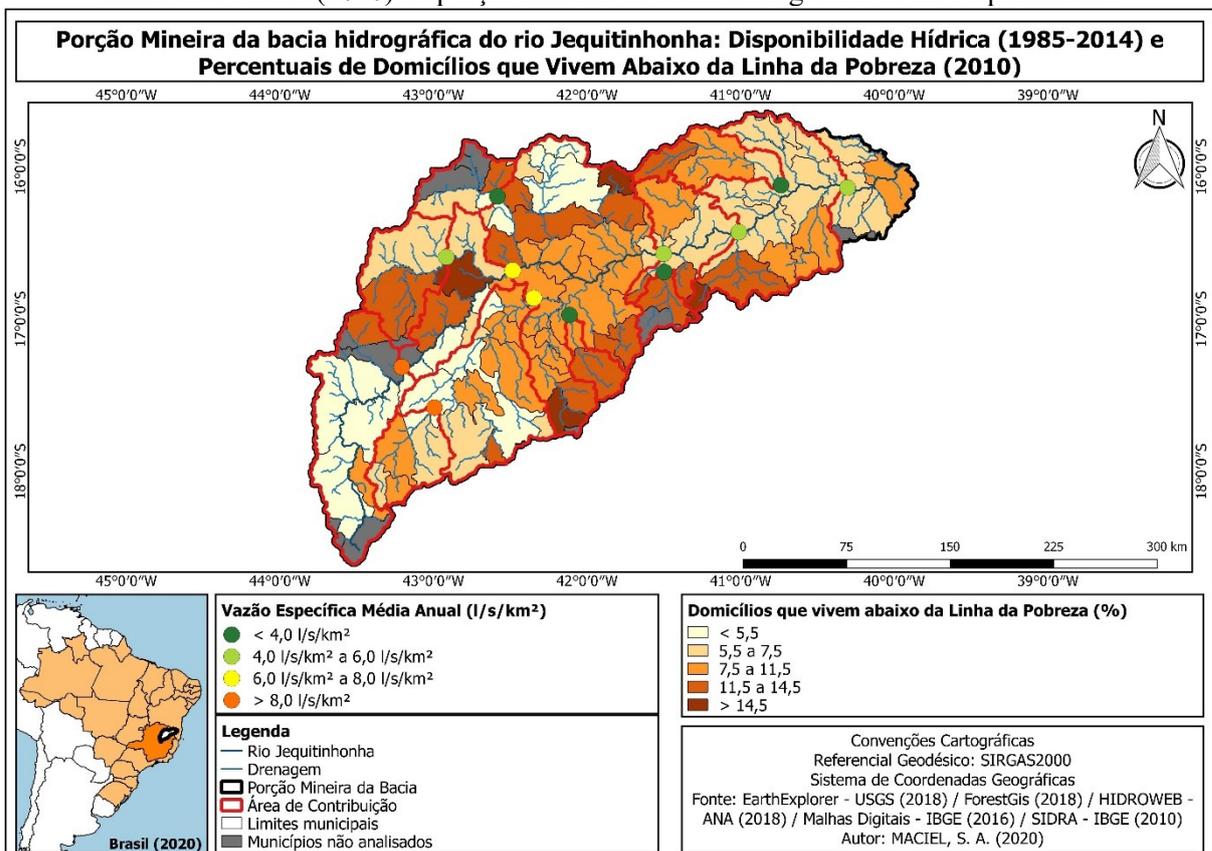


Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Quanto a oferta de água verifica-se também que em áreas de contribuição com maior disponibilidade hídrica, como as dos postos de Grão Mogol e Bocaiuva (rio Jequitinhonha) e Virgem da Lapa e Carbonita (rio Araçuaí) existem municípios – Aricanduva, Botumirim, Couto de Magalhães de Minas, Cristália, Felício dos Santos, Senador Modestino Gonçalves e Veredinha - com porcentagens de domicílios vivendo abaixo da Linha da Pobreza acima de 7,5%.

Do mesmo modo que em áreas de contribuição com menor disponibilidade hídrica como as dos postos de Grão Mogol (rio Itacambiruçu), Salinas (rio Vacaria) e Almenara (rio São Francisco) encontram-se municípios - Almenara, Bandeira, Divisópolis, Grão Mogol, Jordânia e Padre Carvalho – que apresentam porcentagens de domicílios vivendo em extrema pobreza abaixo de 7,5%. Isto demonstra que a quantidade de oferta de água não necessariamente repercute em superação dos níveis de pobreza.

Mapa 51 - Relação entre a Disponibilidade Hídrica (1985-2015) e Domicílios que vivem abaixo da Linha da Pobreza (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



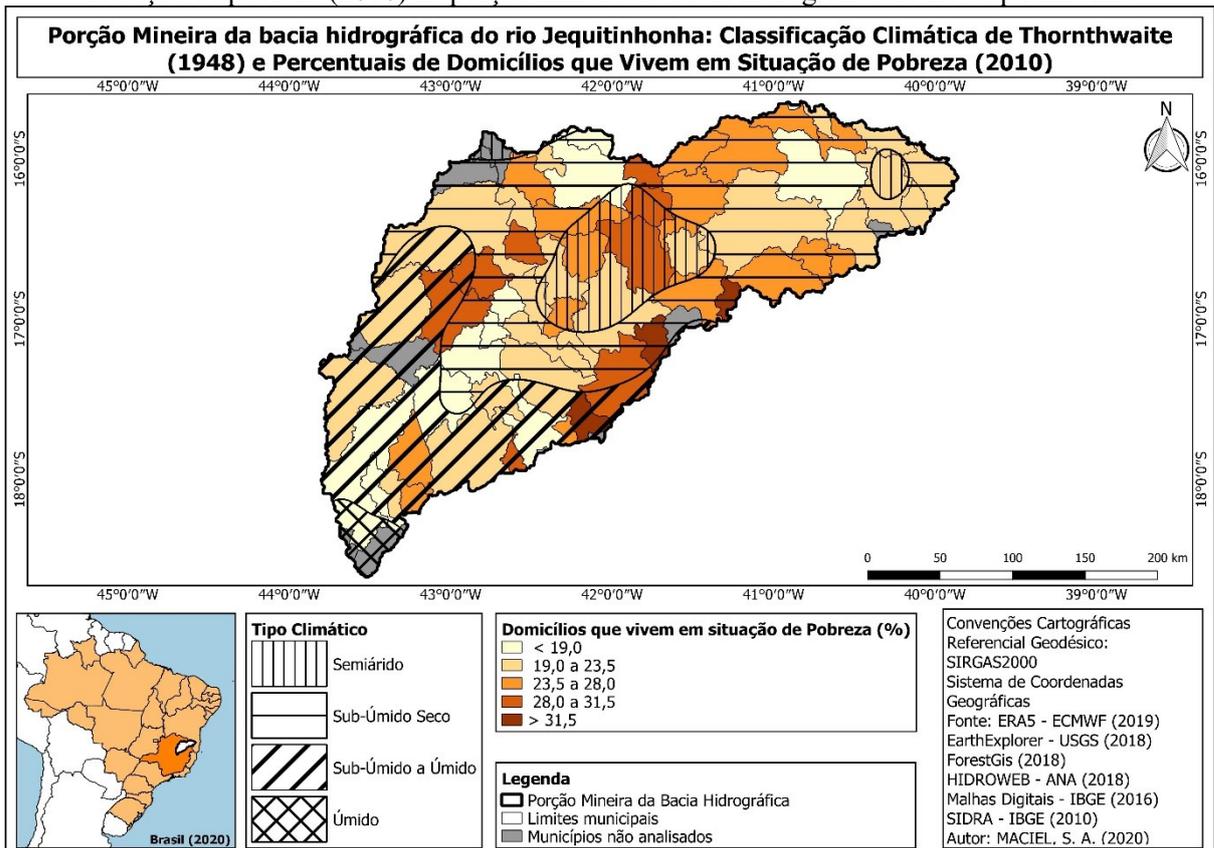
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Igualmente sobrepõem-se as variáveis climatológicas e hidrológicas às porcentagens de domicílios que vivem em situação de pobreza na porção mineira da bacia hidrográfica, mapas de 52 a 54. Estes, embora possuam renda per capita superior aqueles que vivem abaixo da Linha da pobreza e consigam suprir algumas necessidades básicas de subsistência e bem-estar, ainda

passam por problemas de nutrição, moradia, saúde, educação e profissionalização, desempregos, violência e criminalidade.

Neste caso regiões de clima úmido e sub-úmido a úmido e baixos déficits hídricos realmente estão relacionadas a municípios com os menores percentuais de domicílios vivendo em situação de pobreza, abaixo de 23,5%. As únicas exceções são Angelândia, Aricanduva, Botumirim, Felício dos santos, Senador Modestino Gonçalves e Setubinha com percentuais de 25,9%, 28,3%, 30,3%, 27,0%, 24,2% e 36,6%, respectivamente.

Mapa 52 - Relação entre os tipos climáticos de Thornthwaite (1948) e Domicílios que vivem em situação de pobreza (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha

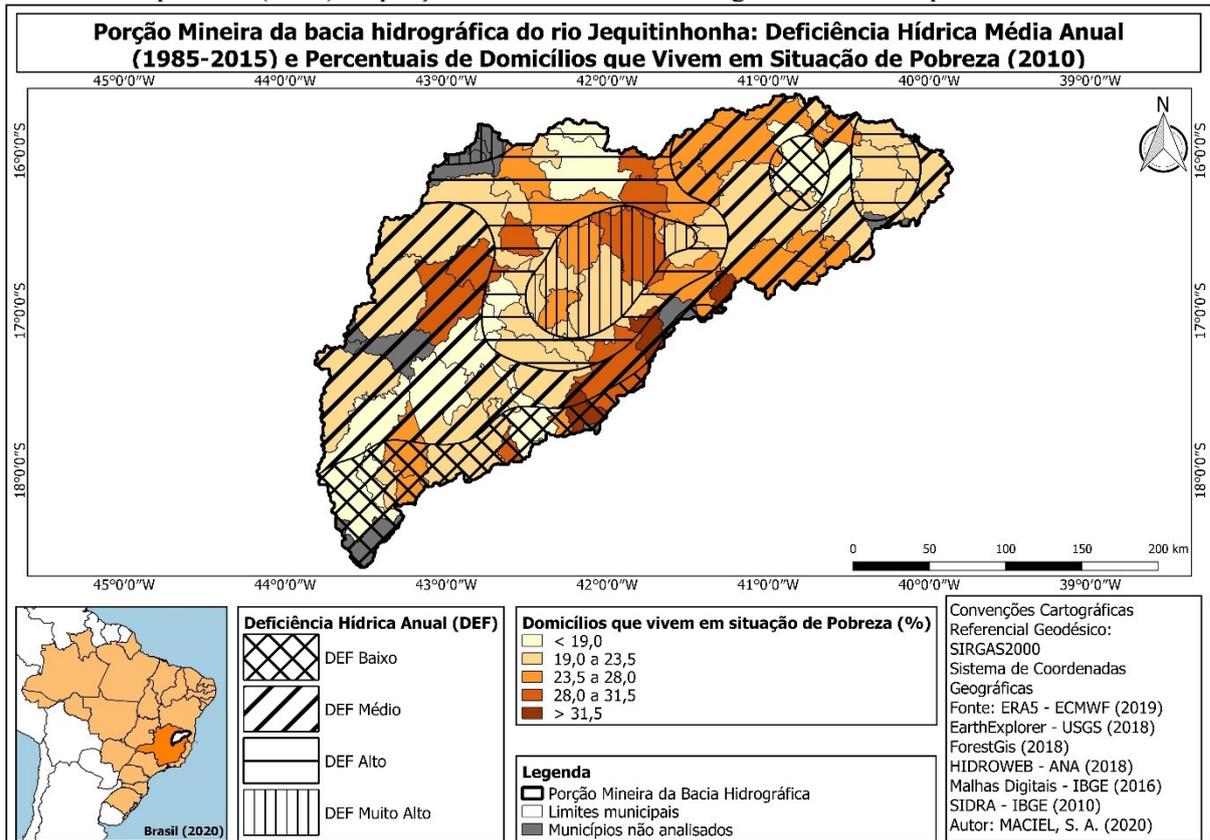


Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

O que se destaca é a grande quantidade de municípios mesmo em regiões de clima árido e sub-úmido seco e por conseguintes déficits hídricos elevados possuírem os menores percentuais de domicílios vivendo em situação de pobreza, abaixo de 23,5%. Como por exemplo em Araçuaí,

Almenara, Itaobim, Jacinto, Jequitinhonha, José Gonçalves de Minas, Leme do Prado, Salinas, Taiobeiras e Turmalina.

Mapa 53 - Relação entre o DEF médio anual (1985-2015) e Domicílios que vivem em situação de pobreza (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



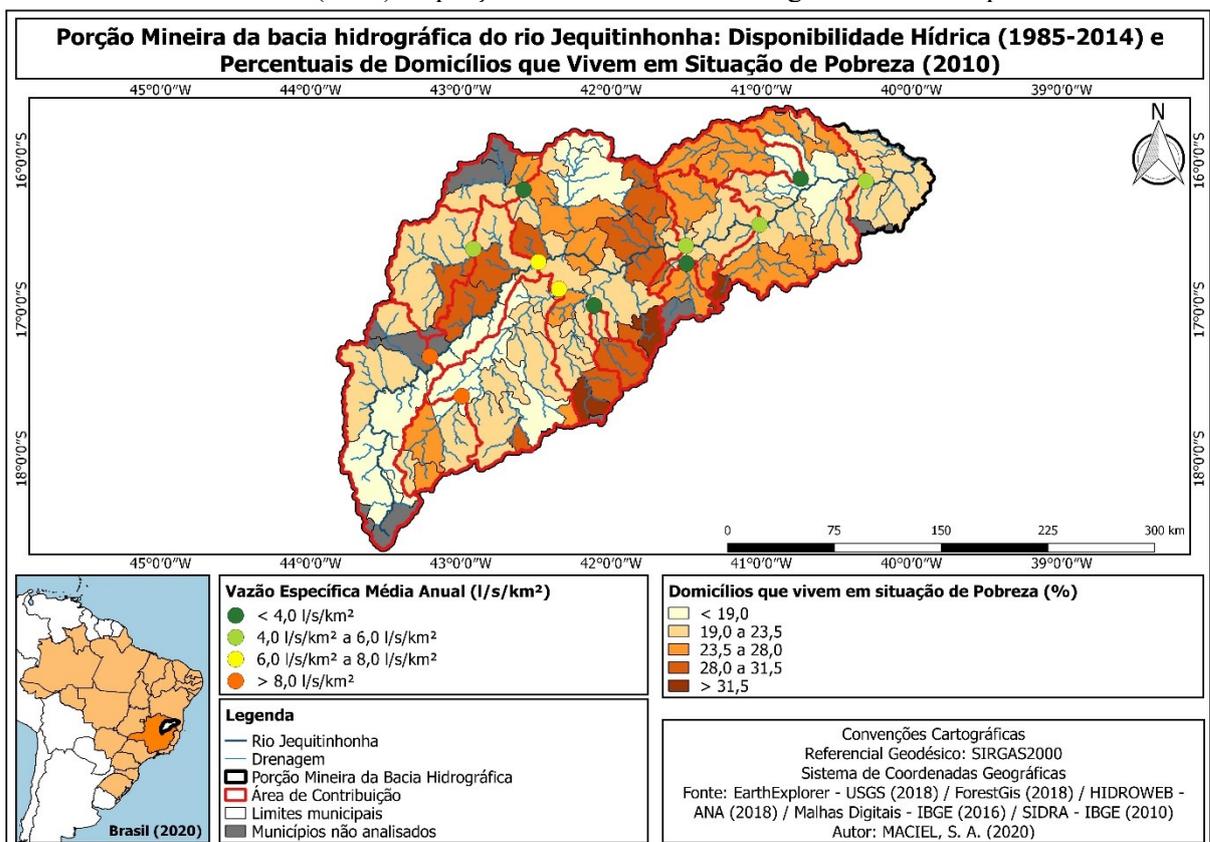
Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

O mapa 54 também demonstra que áreas de contribuição com maior disponibilidade hídrica possuem municípios – Carbonita, Capelinha, Couto de Magalhães de Minas, Diamantina, Olhos-D'Água e Turmalina - com os menores percentuais de domicílios vivendo em situação de pobreza, abaixo de 23,5%. Perceptível nas seções fluviométricas dos postos de Grão Mogol e Bocaiuva (rio Jequitinhonha) e Virgem da Lapa e Carbonita (rio Araçuaí).

Em direção às áreas de contribuição com menor disponibilidade hídrica identificadas pelos postos de Grão Mogol (rio Itacambiruçu), Salinas (rio Vacaria) e (rio Jequitinhonha) nota-se

alguns municípios com os menores percentuais de domicílios vivendo em situação de pobreza abaixo de 23,5%. Como acontece em Almenara, Grão Mogol, Itacambira, Jordânia, Padre Carvalho e Santa Maria do Salto. O que demonstra que mesmo em condições de baixa oferta de água alguns municípios conseguem fazer com que determinadas famílias saíam da condição de pobreza.

Mapa 54 - Relação entre a Disponibilidade Hídrica (1985-2015) e Domicílios que vivem abaixo da Linha da Pobreza (2010) na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha



Elaboração: MACIEL, S. A. (2020).

Em síntese as análises realizadas demonstraram que a pobreza na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha não é um problema meramente físico-natural associado à escassez física da água, mas percebida também como parte da apropriação do território por grandes empreiteiros privados, pela ineficiente gestão pública e pelo mau gerenciamento dos recursos hídricos.

A forma de ocupação e o histórico gerencial dos municípios são muito mais preponderantes ao baixo desenvolvimento socioeconômico do que a influência dos aspectos climatológicos e hidrológicos. O que é discordante de uma grande parte das publicações anteriores a esta tese. Embora não se deva retirar a indisponibilidade hídrica das estratégias de superação dos níveis de pobreza por parte dos órgãos públicos e comitês de bacias, é preciso antes de tudo envolver as questões históricas, políticas, econômicas e sociais na orientação de um planejamento gerencial justo e equitativo à toda a população.

### **5.5 Outros fatores - históricos, políticos, econômicos e sociais – relacionados a pobreza**

Os indicadores socioeconômicos abordados até aqui demonstraram que a pobreza sempre esteve presente no processo de desenvolvimento dos municípios da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha. Todos estes apresentaram indicadores muito piores em relação à média brasileira. Embora as recentes políticas compensatórias e o aumento da renda tenham melhorado a vida de algumas famílias pobres que vivem na região, a desigualdade social ainda se faz presente.

Ainda que as condições ambientais, sobretudo os aspectos climatológicos e a disponibilidade hídrica, participem deste processo, elas não são preponderantes para permanência dos quadros de pobreza histórica. Existem outros fatores além da escassez física da água que podem explicar o baixo desenvolvimento socioeconômico e o status de “Vale da Miséria” dado a bacia.

Desta maneira a partir da bibliografia encontrada referente ao Vale do Jequitinhonha apontam-se no quadro 18 outros fatores históricos, políticos, econômicos e sociais que explicam a questão da pobreza. Não se pretende aqui enunciar todas as possibilidades ou aprofundar-se em cada uma delas, mas apresentar propostas de debate para pesquisas futuras.

Quadro 18 – Fatores relacionados a pobreza na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha

<b>HISTÓRICOS</b>	<b>POLÍTICOS</b>	<b>ECONÔMICOS</b>	<b>SOCIAIS</b>
Ocupação inicial territorial pela foz do Jequitinhonha com traços da colonização. A partir do médio Jequitinhonha a ocupação de fato ocorreu a menos de três séculos.	Controle da região pelo poder real sobre os domínios diamantíferos e a guerra declarada aos primeiros grupos indígenas ocupantes do Vale do Jequitinhonha.	A procura pelo ouro no início do século XVIII, principalmente nos arredores de onde atualmente está localizada Diamantina, dando abertura para o aumento demográfico na região.	A implantação das lavouras por parte das agroindústrias acentuou ainda mais as disparidades sociais inter-regionais.
A importância do rio Jequitinhonha como via natural de circulação e meios mais práticos para se alcançar o sertão.	Expansão das lavouras de café e a posterior industrialização no eixo Rio de Janeiro e São Paulo, fazendo com que regiões como a do Jequitinhonha fossem esquecidas por parte dos investimentos públicos e privados.	Desenvolvimento da pecuária, principalmente a criação de gado, como forma de abastecimento alimentar e fornecimento de animais de transporte e matéria-prima até as minas de ouro.	Na década de 1980 ocorreu o aumento dos movimentos sociais em prol de uma vida digna no campo para as famílias que voltaram a viver da terra.
Ocupação militar para proteção dos interesses da Coroa e surgimento dos primeiros núcleos urbanos que hoje se configuram, por exemplo, em Salto da Divisa, Almenara e Jequitinhonha.	A partir de 1960 ocorre a criação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) com enfoque de resolver os problemas agrícolas oriundos da seca e estimular as atividades industriais na região.	Produção agrícola ainda hoje voltada para agricultura familiar que embora seja um regime agrário pautado na sustentabilidade do meio ambiente, impede com que essas comunidades adentrem no mercado e elevem sua renda.	Desenvolvimento do artesanato local como principal fonte de renda para muitas famílias.

Continua.

<p>No século XIX o povoamento restrito ao alto Jequitinhonha com a produção aurífera expandiu-se para as demais partes da bacia, dando origem à formação de pequenos povoados cuja economia era baseada na pecuária extensiva e no cultivo de algodão.</p>	<p>Em 1964 é criada a comissão de Desenvolvimento do Vale do Jequitinhonha (CODEVALE) com a finalidade de contribuir com a formação de uma mentalidade empresarial, promovendo novas lideranças econômicas. Além da abertura de créditos rurais e programas de apoio ao reflorestamento.</p>	<p>Aumento da silvicultura entre as décadas de 1960 a 1970 que, com a implantação de eucaliptais, fez com que a produção agrícola familiar e comunal no Vale do Jequitinhonha fosse desarticulada e enfraquecida.</p>	<p>As políticas sociais em grande parte residiram na desigualdade inerente ao capitalismo. O que muitas vezes fez com que o Estado não fizesse a distribuição dos benefícios de forma justa e igualitária à população.</p>
<p>Queda da mineração no alto Jequitinhonha e prospecção da agricultura, inicialmente no médio Jequitinhonha e expandindo-se para o baixo Jequitinhonha na segunda metade do século XIX.</p>	<p>Incentivos fiscais à ocupação de terras devolutas para produção da silvicultura na década de 1960 que privilegiou grandes empresas rurais, representantes de uma modernização conservadora com a lógica produtivista de acumulação de capital.</p>	<p>Início dos anos 1960 com a introdução de novos empreendimentos agrícolas no Jequitinhonha alinhados a ideologia de modernização agrícola. A região tornou-se palco da expansão de fazendas de criação de gado bovino, das mecanizadas lavouras de café e principalmente da silvicultura de eucalipto.</p>	<p>Limitar à pobreza da região às secas severas como justificativa principal ao baixo desenvolvimento socioeconômico e simplificar as ações à construção de açudes e outras frentes de trabalho emergenciais para resolver a problemática da escassez física da água.</p>
<p>Em meio à ocupação do espaço e dos recursos naturais, o aumento das lavouras e a criação do gado, grande parte do território do baixo Jequitinhonha se formou. As cidades se consolidaram por meio de uma dinâmica comercial entre mantimentos, especiarias e manufaturas.</p>	<p>A existência de terras devolutas fomentou a investida de capitais na região por parte da ação estatal por meio de incentivos fiscais, além do investimento em infraestrutura como na implantação e melhoria nas vias rodoviárias de acesso à região e distribuição de energia elétrica.</p>	<p>A partir da década de 1970 as atividades econômicas se voltam para modernização do campo. A alta produção agroindustrial substituiu a produção familiar local, favorecendo em maior proporção a oligarquia regional composta por grandes fazendeiros locais.</p>	<p>Permanência dos fluxos migratórios desde a década de 1970 até a atualidade, levando a população em busca de trabalho ou estudo às outras regiões do país.</p>

Continua.

Conclusão.

Ao final do século XIX trabalhadores partiam do Vale do Jequitinhonha rumo ao Vale do Mucuri, região onde crescia em número e extensão as lavouras de café.	As medidas estatais como o incentivo fiscal e o fornecimento de crédito fez com que os lavradores ficassem destituídos da grande maioria de benefícios oferecidos pelo Estado.	A bovinocultura, a silvicultura do eucalipto e cafeicultura representam as principais fontes de riqueza na atualidade. Todavia intensificam muito mais a concentração de renda do que superação da pobreza.	O desenvolvimento regional desigual trouxe diferenças socioeconômicas percebidas a partir das diferenças sociais entre os municípios mais antigos e os recém-emancipados.
A partir de 1970 o Jequitinhonha aparece como Vale da Miséria e torna-se centro exportador de trabalhadores não qualificados para o sudeste do Brasil.	A partir dos anos de 1990 as ações políticas voltaram-se para programas: modernizantes em grandes escalas que permaneceram; específicos para a agricultura familiar que foram aprofundados; de gestão participativa, inovadores das políticas públicas.	Na década de 1980 ocorreu um retorno ao rural abrindo margens para uma nova movimentação das famílias exigindo inclusão produtiva para aqueles que necessitavam viver do campo.	Desvalorização dos aspectos culturais como forma de superação das mazelas sociais colocando-os fora do eixo principal de desenvolvimento da região.
Do final do século XX ao início do século XXI o Vale do Jequitinhonha recebeu diversos programas e políticas públicas com intuito de superar às mazelas sociais. Todavia ações gerenciais de curto prazo.	Políticas públicas ocorridas do final do século XX ao início do XXI: a criação da Secretaria de Estado Extraordinária para o Desenvolvimento dos Vales do Jequitinhonha, Mucuri e Norte de Minas (Sedvan), o Projeto de Combate à Pobreza Rural (PCPR), o Bolsa Família, a Bolsa Escola e Renda Mínima, o Programa Nacional de Fortalecimento a Agricultura Familiar (PRONAF), a Ação de Apoio a Projetos de Infraestrutura e Serviços (PROINF), o Programa Território da Cidadania (PTC), dentre outros.	Nos primeiros dez anos do século XXI, o Jequitinhonha recebeu um volume substancial de investimento público, porém não superiores aos valores recebidos na década de 1970.	Os investimentos do século XXI foram focados em recursos naturais, instalação de usinas hidrelétricas, moradias, conforto das famílias rurais, saúde das crianças e mulheres. Estes embora se convertam em uma melhor qualidade de vida, não erradicaram de fato a pobreza.

Fonte: (ANDRADE; PEREIRA, 2020; BALBINO, 2021; BATISTA et al., 2021; MIRANDA, 2013; NUNES; OLIVEIRA, 2015; OLIVEIRA; HESPANHOL, 2012; PESSÔA, 2012; PESSÔA; NEY, 2012; RIBEIRO et al., 2007, 2014; SILVA et al., 2020)

Elaboração: MACIEL, S. A. (2021).

Em síntese a formação territorial dos municípios inseridos na bacia em grande parte do tempo esteve atrelada às ações políticas e econômicas controversas. Desde o seu processo de ocupação inicial até os dias atuais os acontecimentos foram a favor dos grandes empreiteiros e da acumulação desequilibrada de capital. A produção aurífera, os algodoeiros, a agropecuária e, mais tarde, a produção de café e a silvicultura e demais indústrias instaladas na região, ainda que gerassem novos empregos, acabaram por intensificar a concentração de renda e aumentar o número de famílias pobres excluídas. Os lucros advindos dessas atividades não voltaram como retorno em qualidade de vida e bem-estar social à população. Pelo contrário, potencializaram ainda mais o Estado e reafirmaram o poder das empresas privadas na região.

As iniciativas estatais, embora tenham trago melhorias, não foram capazes de resolver os problemas de subdesenvolvimento. É preciso que trabalhos futuros se empenhem em discutir sobre os projetos governamentais mais recentes utilizados como estratégias de superação da pobreza. É necessário, ainda, avaliar se as políticas públicas atuais conseguem em curto prazo promover um desenvolvimento que realize um ajuste progressivo e constante do sistema econômico e social pautado nas características naturais e culturais do território.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

---

Os resultados desta tese possibilitaram avançar no entendimento da relação entre os aspectos climatológicos, hidrológicos e a pobreza ao longo da porção mineira da bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha. Neste processo as técnicas de geoprocessamento utilizadas na sobreposição dos mapas possibilitaram resultados satisfatórios e permitiram adequar a escala de bacia hidrográfica (limites naturais) aos limites municipais (espaço territorial político).

Apesar da pesquisa ter sido aplicada em uma área de estudo específica espera-se que esta proposta possa ser reaplicada em outras bacias que também apresentem quadros de pobreza e com isso ser mais uma ferramenta útil ao gerenciamento dos recursos hídricos e encaminhamentos de políticas sociais. Outras iniciativas podem repetir a premissa adotada neste estudo, envolvendo os aspectos naturais e culturais em discussões sobre a água.

A abordagem adotada permeou aspectos mais objetivos de análise. Mesmo que alguns momentos apareçam elementos mais subjetivos, sempre se levou em consideração a relação da disponibilidade hídrica e a pobreza como parte de interações do sistema físico e da reprodução social, confrontando os resultados encontrados com as principais discussões apresentadas por diversos autores sobre a temática trabalhada.

O uso das técnicas estatísticas para análise dos dados climáticos, hidrológicos e dos indicadores socioeconômicos, importantes para definição da pobreza, contribuíram diretamente para as posteriores sobreposições dos mapas. Ficou nítido que a avaliação da distribuição espacial das variáveis indicou importantes resultados que podem ser utilizados pelas agências, comitês de bacias, secretarias e outros órgãos governamentais que promovam estratégias de superação do subdesenvolvimento.

Para o entendimento da pobreza recorreu-se ao comportamento dos indicadores socioeconômicos por meio do mapeamento coroplético. Embora seja uma medida mais concisa, ela permitiu mensurar de forma concreta a realidade das famílias pobres do Jequitinhonha, segundo uma perspectiva de espacialização. Recorreu-se aos seguintes indicadores econômicos: PIB per capita e Índice de GINI, aos sociais: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), Esperança de Vida ao nascer e Abastecimento de Água por Rede Geral de distribuição e por último a situação de municípios que vivem abaixo ou sob a Linha da Pobreza, referenciados no ano de 2010 (último censo).

Em geral, todos os indicadores socioeconômicos se revelaram mais baixos que as médias do estado de Minas Gerais e do território nacional, demonstrando que a pobreza de fato faz parte da área de estudo. Obviamente existem diferenças municipais que evidenciaram um desenvolvimento regional desigual.

Foram avaliados os aspectos climatológicos com base na temperatura do ar, pluviosidade e variáveis do balanço hídrico climatológico (BHC). Aplicou-se ainda o Índice de Precipitação Padronizado (SPI), principalmente para caracterização dos períodos de seca e a Classificação Climática de Thornthwaite (1948), útil às sobreposições com os dados de pobreza.

Os dados de reanálise do ERA5 para compreensão da temperatura do ar foram cruciais para o desenvolvimento da pesquisa, uma vez constada a falta de dados observados no território brasileiro. A amplitude térmica anual foi de 5°C, com temperaturas elevadas em grande parte do ano. De junho a agosto verifica-se uma maior queda, registrando temperaturas mais amenas.

Ainda em relação ao clima, ficou confirmado que a porção mineira da bacia hidrográfica possui uma sazonalidade pluviométrica. O período chuvoso é concentrado de outubro a março e o período seco de abril a setembro. Os maiores índices de chuva são encontrados mais próximos às cabeceiras das bacias do alto rio Jequitinhonha e do rio Araçuaí. Em direção ao centro da

bacia o volume de chuva diminui progressivamente, especificamente na porção do semiárido, registram-se os menores valores de pluviosidade média anual. A jusante na bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha as alturas pluviométricas voltam a subir, embora menores em Jacinto, Jordânia e Salto da Divisa.

Os maiores valores de evapotranspiração potencial são registrados durante o período chuvoso e os mais baixos dentro da estação seca. Associados a este quadro temos, praticamente durante todo o ano, déficit hídrico no solo, com exceção dos municípios localizados em áreas de clima úmido. Mesmo nos períodos em que são registrados volumes significativos de chuva, estes não são suficientes para repor a umidade do solo para que o máximo de sua capacidade de armazenar água possa ser atingido. Em algumas estações verificou-se que quando há excedente hídrico este ocorre somente nos meses de dezembro e janeiro.

De acordo com a Classificação Climática de Thornthwaite (1948) foram identificados 4 tipos climáticos: semiárido, sub-úmido seco, sub-úmido a úmido e úmido. A maior parte da bacia apresentou clima do tipo sub-úmido seco. A porção de clima úmido é encontrada próximo à cabeceira da bacia do alto rio Jequitinhonha, com os maiores índices pluviométricos e as temperaturas médias mais baixas registradas.

O uso das vazões específicas permitiu uma melhor contribuição para o entendimento da disponibilidade hídrica, trazendo a oferta de água mais próxima à realidade dos municípios inseridos na bacia. A definição das áreas de contribuição se fez necessária também uma vez que a quantidade de postos fluviométricos com dados de qualidade é baixa.

Regiões que são mais chuvosas como as próximas às cabeceiras das bacias do alto rio Jequitinhonha e rio Araçuaí apresentam os maiores valores de vazões específicas anuais, atingindo nos postos de Bocaiuva e Carbonita 10,7 l/s/km<sup>2</sup> e 9,4 l/s/km<sup>2</sup>, respectivamente. Em direção a porção do semiárido na bacia do médio e baixo rio Jequitinhonha a disponibilidade

hídrica diminui, variando de 8,0 l/s/km<sup>2</sup> no posto de Grão Mogol a 5,0 l/s/km<sup>2</sup> no posto de Itaobim. No último posto disponível a jusante - Jacinto - têm-se a média de 4,8 l/s/km<sup>2</sup> ao ano.

Algumas sub-bacias do rio Jequitinhonha localizadas a partir dos rios Gravata (margem direita) e Vacaria (margem esquerda), em direção ao limite da porção mineira com a baiana da bacia, tendem a ter uma produção hídrica mais baixa com vazões específicas médias anuais menores que 4,0 l/s/km<sup>2</sup>, alcançando no posto de Almenara - rio São Francisco-, por exemplo, somente 1,7 l/s/km<sup>2</sup> ao ano.

Toda esta análise anunciada até aqui foi necessária para que se pudessem estabelecer parâmetros mais confiáveis quanto à relação entre os aspectos climatológicos, hidrológicos e a pobreza na bacia. Em geral não foi percebida uma relação direta entre a escassez física da água e os respectivos cenários de pobreza. Em meio a ambientes mais áridos e com baixa oferta de água é possível encontrar municípios com os mais altos valores de PIB per capita. O que também vale para o comportamento do Índice de GINI.

Os indicadores sociais distanciaram ainda mais a relação entre a disponibilidade hídrica e a pobreza. Ainda que se esteja em áreas de contribuição com maiores vazões específicas há municípios com Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) ruins. Da mesma forma, no semiárido, encontram-se locais com alta Esperança de Vida ao Nascer e elevados percentuais de Abastecimento de Água por Rede Geral de Distribuição. Ou seja ter água não é necessariamente atingir os melhores indicativos de qualidade de vida e bem-estar social.

Em relação à Linha da Pobreza encontrou-se domicílios que vivem abaixo dela até mesmo em locais de clima úmido, baixo déficit hídrico e elevada disponibilidade de água, demonstrando que o desenvolvimento socioeconômico regional ocorreu e segue de forma desigual. Mesmo em áreas do ponto de vista de uma melhor condição ambiental ainda se percebe uma parcela da população vivendo em extrema pobreza.

Por fim, ainda que a indisponibilidade hídrica de certa maneira influencie em alguns aspectos da pobreza na porção mineira da bacia, acredita-se que outros fatores históricos, políticos, econômicos e sociais sejam mais influentes ao subdesenvolvimento do que a escassez física da água. Na tese foram feitos alguns apontamentos que podem ser base para pesquisas futuras que consigam dimensionar de fato a relação dessas outras variáveis com o baixo desenvolvimento socioeconômico, percebido desde o processo inicial de ocupação territorial até os dias atuais.

É notório que ainda há um longo caminho para erradicação da pobreza na bacia. É preciso que as ações governamentais, além de garantirem as necessidades básicas à população, ofereçam também moradia, educação, saúde, oportunidades de emprego, transporte, cultura e lazer de qualidade. O modelo de planejamento a ser adotado deve romper definitivamente com o ciclo da miséria, mantendo a preservação dos recursos hídricos, permitindo um desenvolvimento sustentável e oferecendo às famílias dignidade e bem-estar social.

Diante dos resultados notou-se que dentro dos limites de uma bacia podem ocorrer áreas que requerem maior atenção independentemente das condições naturais de localização. A heterogeneidade física e socioeconômica não deve ser um entrave para superação das problemáticas sociais internas. Tanto as áreas mais úmidas quanto as mais secas requerem atenção especial nas estratégias de desenvolvimento.

Recomenda-se que outros pesquisadores utilizem e aprimorem a metodologia apresentada nesta tese, até mesmo para atingir outros objetivos. Espera-se que estes resultados e discussões norteiem trabalhos futuros bem como façam parte de ações ligadas à gestão da água por parte dos comitês de bacia. Podem auxiliar também as políticas agropecuárias, sobretudo as destinadas aos agricultores familiares e promover uma maior responsabilidade social das grandes indústrias empreiteiras instaladas na região.

**REFERÊNCIAS**

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos**. Brasília: Agência Nacional de Águas – ANA, 2013. 240 p. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sof/MANUALDEProcedimentosTecnicosAdministrativosdeOUTORGADeDireitodeUsodeRecursosHidricosdaANA.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação**. Brasília: ANA, GGES, 2016. 93 p. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Documents/Mudancas%20Climaticas%20e%20Recurso%20H%C3%ADricos%20ANA%202016.PDF>>. Acesso em: 02 abr. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Plano de Recursos Hídricos e Enquadramento dos Corpos de Água: Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos**. Brasília: SAG, 2011. 100 p. Disponível em: <[http://cbhvelhas.org.br/images/CBHVELHAS/arquivosgerais/CadernosDeCapacitacao5\\_%20Plano\\_comite\\_editoracao.pdf](http://cbhvelhas.org.br/images/CBHVELHAS/arquivosgerais/CadernosDeCapacitacao5_%20Plano_comite_editoracao.pdf)>. Acesso em: 08 jul. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Portal HidroWeb: série histórica de estações**. 2018. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>>. Acesso em: 05 mar. 2018.

ALBERGEL, Clement et al. ERA-5 and ERA-Interim driven ISBA land surface model simulations: which one performs better? **Hidrology And Earth System Sciences**, Alemanha, v. 22, n. 1, p.3515-3532, 2018. Disponível em: <<https://www.hydrol-earth-syst-sci.net/22/3515/2018/>>. Acesso em: 16 jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5194/hess-22-3515-2018>.

AMARAL, Caio Almeida do. **Modelagem Preditiva de Avaliação de Indicadores Sociais que Impactam a Criminalidade: Uma análise Big Data com ênfase na Segurança Pública**. 2018. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração Públicas, Programa de Pós-graduação em Administração Pública em Rede Nacional, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/8825/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Caio%20Almeida%20do%20Amaral%20-%202018.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2019.

ANDRADE, Ivanise Hilbig de; PEREIRA, Elaine Carmona. A produção de sentidos sobre o Vale do Jequitinhonha pela TV Praça: um gesto de olhar para comunicação comunitária. **ALTERJOR**, São Paulo, v. 2, n. 22, p. 145-162, 2020. Disponível em:

<<https://www.revistas.usp.br/alterjor/article/view/169942/162117>>. Acesso em: 04 mai 2021. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2176-1507.v22i2p145-162>.

ANDRIOTTI, José Leonardo Silva. **Fundamentos da Estatística e Geoestatística**. São Leopoldo: Unisinos, 2003. 165 p.

ANUNCIATO, Karine Medeiros; FRANCO, Cleiton. Análise dos principais indicadores de pobreza e desigualdade social de Mato Grosso do Sul. **Revista UNEMAT de Contabilidade**, Tangará da Serra, v. 6, n. 11, p.1-28, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.unemat.br/index.php/ruc/article/viewFile/819/1799>>. Acesso em: 03 mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.30681/ruc.v6i11.819>.

ARAÚJO, José C. de. Recursos hídricos em regiões semiáridas. In: GHEYI, Hans Raj et al. **Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações**. Campina Grande: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. Cap. 2. p. 30-45. Disponível em: <<https://portal.insa.gov.br/images/acervo- livros/Recursos%20H%C3%ADdricos%20em%20Regi%C3%A1ridas%20estudos%20e%20aplica%C3%A7%C3%B5es.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2019.

ARCHELA, Rosely Sampaio; ARCHELA, Edison. Webquest com orientações para a construção de mapas temáticos. **Geografia**, Londrina, v. 15, n. 2, p.129-141, 2006. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6593>>. Acesso em: 10 out. 2019.

ARCHELA, Rosely Sampaio; THÉRY, Hervé. Orientação metodológica para construção e leitura de mapas temáticos. **Confins**, São Paulo, v. 1, n. 3, p.2-21, 2008. Disponível em: <[http://www.uel.br/cce/geo/didatico/omar/pesquisa\\_geografia\\_fisica/Construcao\\_LeituredMapas.pdf](http://www.uel.br/cce/geo/didatico/omar/pesquisa_geografia_fisica/Construcao_LeituredMapas.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2019. DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.3483>.

ASSIS, Thiago Rodrigo de Paula; MELO, Ana Paula Gomes de; SILVESTRE, Luís Henrique. Água, produção e tecnologias: uma análise da relação entre populações rurais e ambiente no alto Jequitinhonha – MG. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 14., 2004, Caxambú. **Anais**. Caxambú: Abep, 2004. p. 1 - 11. Disponível em: <<http://www.abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/article/download/1456/1421>>. Acesso em: 09 jan. 2019.

AUGUSTO, Lia Giraldo da Silva *et al.* O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 17, p. 1511-1522, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csc/a/BLQQZStHk3KMFZdj9zwQKL/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600015>.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os Trópicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332 p.

BALBINO, Tomás de Faria. **Um olhar para o desenvolvimento rural do Vale do Jequitinhonha a partir dos meios de vida das famílias rurais**. 2021. 187 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Programa de Planejamento, Desenvolvimento e Território, Universidade Federal de São João del Rei, São João del Rei, 2021. Disponível em: <<https://ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/Dissertacao%20versao%20final.pdf>>. Acesso em: 04 mai 2021.

BANCO MUNDIAL. **World Development Report**. Washington: Oxford University Press, 1990. 276 p. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/pt/188701468322757498/Relatorio-sobre-o-desenvolvimento-mundial-1990-a-pobreza>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

BANCO MUNDIAL. **World Development Report**. Washington: Oxford University Press, 2001. 356 p. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/pt/230351468332946759/World-development-report-2000-2001-attacking-poverty>>. Acesso em: 04 mar. 2019.

BARROS, Ricardo Paes de; FOGUEL, Miguel Nathan; ULYSSEA, Gabriel. **Desigualdade de renda no Brasil: uma análise da queda recente**. Brasília: IPEA, 2006. 446 p. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/Livrocompleto3.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2020.

BARROS, Ricardo Paes de; CARVALHO, Mirela de; FRANCO, Samuel. Pobreza Multidimensional no Brasil. **Texto Para Discussão – (IPEA)**, Rio de Janeiro, n. 1227, p. 1-40, 2006. Disponível em: <[https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td\\_1227.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1227.pdf)>. Acesso em: 11 ago. 2020.

BATISTA, Andréa Assunção *et al.* O financiamento do desenvolvimento territorial no Jequitinhonha mineiro entre 2003-2015. **Revista de Economia e Sociologia Rural (RESR)**, Brasília, v. 2, n. 59, p. 1-16, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/resr/a/9J6vGfW5cfQYJP5CTRd5RBK/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 05 mai. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.215057>.

BAUER, Adriana; SOUSA, Sandra Zákia. Indicadores para avaliação de programas educacionais: desafios metodológicos. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 86, p.259-284, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ensaio/v23n86/0104-4036-ensaio-23-86-259.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2019. DOI <https://doi.org/10.1590/S0104-40362015000100010>.

BAYER, Fábio Mariano; SOUZA, Adriano Mendonça. WAVALETTS e modelos tradicionais de previsão: um estudo comparativo. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v. 28, n. 2,

p.40-61, 2010. Disponível em: <[http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v28/v28\\_n2/A3\\_Fabio\\_Adriano.pdf](http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v28/v28_n2/A3_Fabio_Adriano.pdf)>. Acesso em: 07 nov. 2019.

BEIRÃO, Éder de Souza; BARBOSA, Eduardo Vinícius Pereira; LEITE, Marcos Esdras. Desigualdade na distribuição de renda nos municípios do estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum: Human and Social Sciences**, Maringá, v. 41, p. 1-11, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciHumanSocSci/article/view/46865/751375148440>>. Acesso em: 05 ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascihumansoc.v41i2.46865>.

BERG, Sanford V. Seven elements affecting governance and performance in the water sector. **Elsevier: Utilities Policy**, Amsterdã, v. 1, n. 43, p.4-13, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957178715300862>>. Acesso em: 26 jun. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jup.2016.04.013>.

BIRKEL, Sean. [Dados] **Climate Reanalyzer**: Climate Change Institute / University of Maine. Climate Change Institute / University of Maine. Disponível em: <[https://climatereanalyzer.org/reanalysis/monthly\\_tseries/](https://climatereanalyzer.org/reanalysis/monthly_tseries/)>. Acesso em: 05 nov. 2019.

BISQUERRA, Rafael; SARRIERA, Jorge Castellá; MARTÍNEZ, Francesc. **Introdução a estatística**: enfoque informático com o pacote estatístico SPSS. Porto Alegre: Artmed, 2004. 255 p.

BLAIN, Gabriel Constantino. **Avaliação e adaptação do Índice de Severidade de Seca de Palmer (PDSI) e do índice padronizado de precipitação (SPI) às condições climáticas do Estado de São Paulo**. 2005. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão de Recursos Agroambientais, Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2005. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstitutoposgraduacao/dissertacoes/pb1802803.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2019.

BLAIN, Gabriel Constantino; BRUNINI, Orivaldo. Análise comparativa dos Índices de Seca de Palmer, Palmer Adaptado e Índice Padronizado de Precipitação no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 22, n. 1, p.105-111, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v22n1/a11v22n1.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-77862007000100011>.

BLAIN, Gabriel C. et al. Índice padronizado de precipitação aplicado às condições de seca no Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 10, p.1067-1073, 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/102906/1/PROCI-2010.00079.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010001000007>.

BLANCO-GÓMEZ, Pablo *et al.* Impact of Climate Change on Water Balance Components and Droughts in the Guajoyo River Basin (El Salvador). **Water**, Switzerland, v. 2360, n. 11, p. 1-18, 2019. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4441/11/11/2360>>. Acesso em: 03 nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/w11112360>.

BOTELHO, Maria Izabel Vieira. Experiências e vivências na migração sazonal. **Unimontes Científica**, Montes Claros, v. 5, n. 2, p.1-20, jul. 2003. Disponível em: <<http://www.ruc.unimontes.br/index.php/unicientifica/article/view/157/149>>. Acesso em: 08 jan. 2019.

BRASIL. Congresso Nacional. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília: Senado Federal (Centro Gráfico), 1988. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm)>. Acesso em: 02 jul. 2019.

BRASIL. Decreto nº 24643, de 10 de julho de 1934. **Código das Águas**. Rio de Janeiro, Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D24643.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D24643.htm)>. Acesso em: 02 jul. 2019.

BRASIL. Lei nº 1997, de 08 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Brasília: Diário Oficial da União, Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm)>. Acesso em: 04 jul. 2019.

BRASIL. Resolução nº 357, de 2005. **Dispõe Sobre A Classificação dos Corpos de água e Diretrizes Ambientais Para O Seu Enquadramento, Bem Como Estabelece As Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes, e Dá Outras Providências**. Brasília, Disponível em: <[http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO\\_CONAMA\\_n\\_357.pdf](http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf)>. Acesso em: 08 jul. 2019.

BRASIL. Resolução nº 145, de 12 de dezembro de 2012. **Estabelece Diretrizes Para A Elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e Dá Outras Providências**. Brasília: Diário Oficial da União, Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%20145.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2019.

BURITI, Catarina de Oliveira; BARBOSA, Erivaldo Moreira. Políticas públicas de recursos hídricos no Brasil: olhares sob uma perspectiva jurídica e histórico-ambiental. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 11, n. 22, p.225-254, 2014. Disponível em: <<http://www.domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/view/431/423>>. Acesso em: 03 jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.18623/rvd.v11i22.431>.

CALASANS, Neylor Alvez Rego; LEVY, Maria do Carmo Tavares; MOREAU, Maurício. Interrelações entre clima e vazão. In: SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO, Antonio F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus, 2005. Cap. 2005. p. 67-90.

CALDAS, Ana Luiza Tauffer *et al.* O vale do Jequitinhonha em Números: uma análise quantitativa da microrregião homogênea de capelinha. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS, 6., 2019, Montes Claros. **Anais [...]**. Montes Claros: CIPCT, 2019. p. 689-702. Disponível em: <[http://coloquiointernacional.com/anais/vi\\_cptc/espaco\\_4/O%20VALE%20DO%20JEQUITINHONHA%20EM%20NUMEROS.pdf](http://coloquiointernacional.com/anais/vi_cptc/espaco_4/O%20VALE%20DO%20JEQUITINHONHA%20EM%20NUMEROS.pdf)>. Acesso em: 05 ago. 2020.

CALDEIRA, Juliane Ferreira; AQUINO, Davi Santiago. Influência de indicadores socioeconômicos no consumo per capita de água para os municípios do estado da Bahia. **Colloquium Exactarum**, Presidente Prudente, v. 12, n. 1, p. 111-124, 2020. Disponível em: <<http://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/3590>>. Acesso em: 06 nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.5747/ce.2020.v12.n1.e313>.

CAMARGO, A. Paes de. Contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo. **Bragantia**: boletim técnico do instituto agrônomo do estado de São Paulo, São Paulo, v. 21, n. 12, p.163-213, 1962. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v21n12/12.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87051962000100012>.

CARDOSO, Maria Lúcia de Macedo. DESAFIOS E POTENCIALIDADES DOS COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 55, n. 4, p.40-41, 2003. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v55n4/a22v55n4.pdf>>. Acesso em: 09 jul. 2019.

CARVALHO, José R. P.; ASSAD, Eduardo D. Análise espacial da precipitação pluviométrica no estado de São Paulo: comparação de métodos de interpolação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p.377-384, 2005. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/160128/1/AP-Analise-Carvalho-Assad-2005.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162005000200011>.

CASTRO, Rodrigo Dugulin de. **A migração sazonal do Vale do Jequitinhonha no séc. XIX: Meios de vida, translocalidade e fluxos**. 2014. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Extensão Rural, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014. Disponível em: <<http://www.lo cus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/4208/texto%20completo.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 11 jan. 2019.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 313 p.

CIRILO, José Almir. Crise hídrica: desafios e superações. **Revista Usp**, São Paulo, n. 106, p.45-58, 2015. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/110102/108685>>. Acesso em: 02 abr. 2019. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i106p45-58>.

CODEVALE. **Plano Diretor para o Vale do Jequitinhonha**: Documento básico - parte I. Belo Horizonte: Codevale, 1982. 164 p. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.mg.gov.br/consulta/consultaDetalheDocumento.php?iCodDocumento=75684>>. Acesso em: 09 jan. 2019.

COMIM, Flavio; BAGOLIN, Izete Pengo. Aspectos qualitativos da pobreza no Rio Grande do Sul. **Ensaio Fee**, Porto Alegre, v. 23, n. 1, p. 467-490, 2002. Disponível em: <<https://revistas.dee.spgg.rs.gov.br/index.php/ensaios/article/view/2017/2398>>. Acesso em: 11 ago. 2020.

CORREIA, Ana Maria Segall *et al.* Transferência de renda e segurança alimentar no Brasil: análise dos dados nacionais. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 21, p. 39-51, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rn/a/QvPkFD7n4HrYfPMWcP9DfLJ/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732008000700005>.

CORREIA, Luís Ricardo de Souza. **Diagnóstico da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Mucuri**. 2016. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia, Ambiente e Sociedade, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM., Teófilo Otoni, 2016. Disponível em: <[http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/bitstream/1/1693/1/luis\\_ricardo\\_souza\\_correa.pdf](http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/bitstream/1/1693/1/luis_ricardo_souza_correa.pdf)>. Acesso em: 09 jul. 2019.

COSTA, Fábio Rodrigues da; SCHEFFER, Milena Ferreira. Avaliação de indicadores sociais no município de Mamborê - PR. **Revista Percurso - Nemo**, Maringá, v. 9, n. 1, p.105-126, 2017. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/Percurso/article/view/35559/20007>>. Acesso em: 03 mar. 2019.

COSTA, Jailton de Jesus; SOUZA, Rosemeri Melo e. Distribuição de chuvas e dinâmica geomorfológica em Barra dos Coqueiros/SE. **CLIMEP – Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 5, n. 2, p.120-138, 2010. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/4112>>. Acesso em: 30 out. 2019.

COSTA, Paulo Sérgio Ferreira et al. Avaliação da qualidade das águas superficiais da sub-bacia do Rio Capivari no município de Chapada do Norte – MG. **Caderno de Geografia**, Belo

Horizonte, v. 26, número especial. 1, p.197-213, 2016. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/p.2318-2962.2016v26nesp1p197>>. Acesso em: 09 jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5752/p.2318-2962.2016v26nesp1p197>.

CRESPO, Antônio Pedro Albernaz; GUROVITZ, Elaine. A pobreza como um fenômeno multidimensional. **Rae-eletrônica**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.1-12, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/raeel/v1n2/v1n2a03.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-56482002000200003>.

CRUZ, Jussara Cabral. **Disponibilidade hídrica para outorga**: avaliação de aspectos técnicos e conceituais. 2001. 189 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2602/000323130.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2019.

CRUZ, Jussara Cabral; TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Estimativa da Disponibilidade Hídrica Através da Curva de Permanência. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p.111-124, 2008. Disponível em: <[https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/15/d10e0ca961a111adf95ca28c21078539\\_a24fb6762c28e81794b336c73d4e5121.pdf](https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/15/d10e0ca961a111adf95ca28c21078539_a24fb6762c28e81794b336c73d4e5121.pdf)>. Acesso em: 01 abr. 2019.

CUNHA, Ana et al. **DISPONIBILIDADE DE ÁGUA DOCE**: Haverá água doce suficiente para as necessidades humanas deste planeta?. Porto: FEUP, 2009. 36 p. Disponível em: <[https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/cd\\_2009\\_10/relatorios/R211.pdf](https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/cd_2009_10/relatorios/R211.pdf)>. Acesso em: 01 abr. 2019.

CUNHA, Luís Veiga da. Perspectivas da gestão da água para o século XXI: desafios e oportunidades. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p.65-73, 2002. Disponível em: <[https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/101/0ec799def2a8f8f24fd11a84591f0438\\_f644608713ad675f5047d3dd6b069079.pdf](https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/101/0ec799def2a8f8f24fd11a84591f0438_f644608713ad675f5047d3dd6b069079.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2019.

D'ANGIOLELLA, Gustavo; VASCONCELLOS, Vânia Lúcia Dias. BHÍDRICO GD 4.0-2004: planilha eletrônica para cálculo do balanço hídrico climatológico. **Revista Bahia Agrícola**, Salvador, v. 6, n. 3, p. 14-16, 2004. Disponível em: <<http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/5BH%C3%ADdrico.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2020.

DEE et al. The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system. **Quarterly Journal Of The Royal Meteorological Society**, Oxford, p.553-597, 2011. Disponível em: <<https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/qj.828>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

DIAS, David Montero; MARTINEZ, Carlos Barreira; LIBÂNIO, Marcelo. Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar da água. **Eng Sanit Ambient**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 155-166, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/bWnVG4T5VZ6gpyDMTjnpHms/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 06 nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522010000200008>.

DINIZ, Marcelo Bentes; DINIZ, Marcos Monteiro. Um indicador comparativo de pobreza Multidimensional a partir dos objetivos do Desenvolvimento do Milênio. **Revista Economia Aplicada**, [s. l], v. 13, n. 3, p. 399-423, 2009. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/ecoa/article/view/1014/1026>>. Acesso em: 11 ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-80502009000300003>.

ECMWF. **ERA5 - reanálise climática**. Disponível em: <<https://climate.copernicus.eu/climate-reanalysis>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 355 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs/apresentacao>. Acesso em: 30 set. 2020.

FAO. **Coping with water scarcity: Challenge of the twenty-first century**. Itália: FAO, 2007. 29 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-aq444e.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

FAO. **Coping with water scarcity: An action framework for agriculture and food security**. Chhattisgarh, Índia: FAO, 2008. 100 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i3015e.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

FERNANDEZ, José Carrera; RAYMUNDO, José Garrido. **Economia dos Recursos Hídricos**. Salvador: Edufba, 2002. 458 p.

FERREIRA, Maria Paula; DINI, Nádia Pinheiro; FERREIRA, Sinésio Pires. Espaços e Dimensões da Pobreza nos Municípios do Estado de São Paulo: índice paulista de vulnerabilidade social – IPVS. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 5-17, 2006. Disponível em: <[http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v20n01/v20n01\\_01.pdf](http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v20n01/v20n01_01.pdf)>. Acesso em: 11 ago. 2020.

FERREIRA, Rosilda Arruda; TENÓRIO, Robinson Moreira. A construção de indicadores de qualidade no campo da avaliação educacional: um enfoque epistemológico. **Revista Lusófona de Educação**, Campo Grande, v. 15, n. 1, p.71-97, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.mec.pt/pdf/rle/n15/n15a06.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2019.

FERREIRA, Vanderlei de Oliveira. **Paisagem, recursos hídricos e desenvolvimento econômico na Bacia do Rio Jequitinhonha, em Minas Gerais**. 2007. 291 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/MPBB-78RN42>>. Acesso em: 11 jan. 2019.

FERREIRA, Vanderlei de Oliveira; SAADI, Allaoua. (In)disponibilidade hídrica e subdesenvolvimento socioeconômico em unidades de paisagem da bacia do rio Jequitinhonha, em Minas Gerais. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v.12, n.40, p.166-180, 2011. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/16651/9247>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

FERREIRA, Vanderlei de Oliveira; SAADI, Allaoua. Paisagens Culturais da Bacia do Rio Jequitinhonha, em Minas Gerais. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, Uberlândia, v. 5, n. 14, p.02-26, ago. 2013. Disponível em: <<http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/5edicao/n14/01.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2018.

FERREIRA, Vanderlei de Oliveira; SILVA, Mariana Mendes. O Clima da Bacia do Rio Jequitinhonha, em Minas Gerais: Subsídios para a Gestão de Recursos Hídricos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 2, n. 1, p.302-319, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232805/26804>>. Acesso em: 09 jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v5i2.232805>.

FREIRE, Adriana Galvão. **Águas do Jequitinhonha: a gestão coletiva dos recursos hídricos pelos agricultores de Turmalina - Alto Jequitinhonha/MG**. 2001. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração Rural, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/10370/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20%C3%81guas%20do%20Jequ%C3%ADtinhonha%3A%20a%20gest%C3%A3o%20coletiva%20dos%20recursos%20h%C3%ADdricos%20pelos%20agricultores%20de%20Turmalina%20-%20Alto%20Jequitinhonha/MG.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2019.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Plano de desenvolvimento para o Vale do Jequitinhonha: Estratégias e ações**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 2017. 126 p. Disponível em: <[http://sii.fjp.mg.gov.br/03\\_Volume1.pdf](http://sii.fjp.mg.gov.br/03_Volume1.pdf)>. Acesso em: 08 jan. 2018.

GALIZONI, Flávia Maria. **ÁGUAS DA VIDA: população rural, cultura e água em Minas Gerais**. 2005. 198 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/279832/1/Galizoni\\_FlaviaMaria\\_D.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/279832/1/Galizoni_FlaviaMaria_D.pdf)>. Acesso em: 09 jul. 2019.

GALIZONI, Flávia Maria *et al.* Consumo de água, estratégias produtivas e escassez hídrica: um levantamento preliminar com famílias rurais no alto Jequitinhonha. **AgEcon Search**, Saint Paul, p. 1-20, 2006. Disponível em: <<https://ageconsearch.umn.edu/record/148164/>>. Acesso em: 03 nov. 2020.

GALVÃO, Endi Lanza; BODEVAN, Emerson Cotta; SANTOS, Delba Fonseca. Análise da distribuição geográfica dos serviços de saúde no Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 20, n. 11, p. 32-44, 2015. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/26811/16842>>. Acesso em: 05 ago. 2020.

GARCEZ, Lucas Nogueira. **Hidrologia**. São Paulo: Editora Edgar Blücher Ltda, 1967. 249 p.

GONÇALVES, Maria de Lourdes Almeida *et al.* Desempenho de indicadores de sustentabilidade hidroambiental na bacia hidrográfica do rio Pajeú, em Pernambuco, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICO, 22., 2017, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: SBRH, 2017. p. 1-8. Disponível em: <<http://abrh.s3.amazonaws.com/Eventos/Trabalhos/60/PAP023118.pdf>> Acesso em: 06 nov. 2020.

GONÇALVES, Ronaldo do Nascimento. **Diagnóstico ambiental da bacia do rio Jequitinhonha**. Salvador: IBGE, 1997. 64 p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95902.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

GOUVÊA, Maria Aparecida; FARINA, Milton Carlos; VARELA, Patrícia Siqueira. Avaliação de indicadores socioeconômicos de municípios paulistas com o uso da análise discriminante. **Análise**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p.78-97, 2007. Disponível em: <<http://revistas eletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/face/article/view/360/263>>. Acesso em: 03 mar. 2018.

GRIBBIN, John B. **Introdução à Hidráulica, Hidrologia e a Gestão de Águas Pluviais**. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009. 494 p. Tradução de Glauco Peres Damas.

GUEDES, Roni Valter de Souza; MACEDO, Maria José Herculano; SOUSA, Francisco de Assis Salviano de. Análise espacial de eventos de secas com base no índice padronizado de precipitação e análise de agrupamento. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 23, p.55-65, 2012. Disponível em: <[http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/23-08\\_Materia\\_6\\_artigos308.pdf](http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/23-08_Materia_6_artigos308.pdf)>. Acesso em: 04 nov. 2019.

GUEDES, Roni Valter de Souza *et al.* Identificação e classificação espaço-temporal de eventos críticos chuvosos ou secos ocorridos em Pernambuco. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 38,

n. 1, p.413-428, 2016. Disponível em: <<http://oaji.net/articles/2016/1602-1474636399.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X17167>.

GUIMARÃES, Alexandre Queiroz. Planejamento, Desenvolvimento Territorial e as Diretrizes para o desenvolvimento do Vale do Jequitinhonha. **Revista Espinhaço**, Diamantina, v. 6, n. 2, p.2-14, 2017. Disponível em: <<http://www.revistaespinhaco.com/index.php/journal/article/view/170/132>>. Acesso em: 09 jul. 2019.

HAIED, N. et al. Drought assessment and monitoring using meteorological indices in a semi-arid region. **Energy Procedia**, Beirut Lebanon, v. 1, n. 119, p.518-529, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217326061>>. Acesso em: 04 nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.064>.

IAC. **Solos do Estado de São Paulo**. 2015. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/solosp/>. Acesso em: 30 set. 2020.

IBGE. **Diagnóstico ambiental da bacia do Rio Jequitinhonha**. Salvador: IBGE, 1997. 64 p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95902.pdf>>. Acesso em: 11 jan. 2019.

IGAM. **Portal dos Comitês**: Instituto Mineiro de Gestão das Águas. 2019. Disponível em: <<http://comites.igam.mg.gov.br/index.php>>. Acesso em: 09 jul. 2019.

IGAM. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Médio e Baixo Jequitinhonha**. Minas Gerais: Igam, 2014. 119 p. Disponível em: <[http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/2015\\_ARQUIVOS/CERH/CAMARAS/CTPLAN/30a/novo5.2-pdrh-resumo-jq3.pdf-reduzido.pdf](http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/2015_ARQUIVOS/CERH/CAMARAS/CTPLAN/30a/novo5.2-pdrh-resumo-jq3.pdf-reduzido.pdf)>. Acesso em: 09 jan. 2019.

INMET. **BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE - Cidades**. 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Indicadores Sociais Municipais**: uma análise dos resultados do universo do Censo Demográfico 2010. 28. ed. Rio de Janeiro: Estudos e Pesquisas, 2011. 149 p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv54598.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA)**. 2009. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/pmc/brasil>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

JACOBI, Pedro Roberto; BARBI, Fabiana. Democracia e participação na gestão dos recursos hídricos no Brasil. **Revista Kátal**, Florianópolis, v. 10, n. 2, p.237-244, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rk/v10n2/a12v10n2>>. Acesso em: 08 jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-49802007000200012>.

JACOBI, Pedro Roberto. Governança da Água e Aprendizagem Social no Brasil. **Sociedad Hoy**, Concepción, v. 15, n. 1, p.25-44, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/902/90217091003.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2019.

JACOBI, Pedro Roberto. Participação na gestão ambiental no Brasil: os comitês de bacias hidrográficas e o desafio do fortalecimento de espaços públicos colegiados. In: ALIMONDA, Héctor. **Los tormentos de la materia. Aportes para una ecología política latinoamericana**. Buenos Aires: CLACSO, 2006. p. 205-230. Disponível em: <<http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/gt/20101002072521/9Jacobi.pdf>>. Acesso em: 03 jul. 2019.

JANNUZZI, Paulo de Martino. **Indicadores Sociais no Brasil**. 5. ed. Campinas: Editora Alínea, 2012. 156 p.

JANNUZZI, Paulo de Martino. **Indicadores Sociais no Brasil: conceitos, fonte de dados e aplicações**. 3. ed. Campinas: Alínea, 2001. 196 p.

JANSEN, Débora Campos et al. Mapa de Vulnerabilidade Natural do Patrimônio Espeleológico da região de abrangência do Pan Cavernas do São Francisco. **Revista Brasileira de Espeleologia**, Brasília, v. 1, n. 4, p.63-77, 2014. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/RBEsp/article/view/428>>. Acesso em: 10 out. 2019.

JEQUITINHONHA, Colegiado Territorial do Médio. **Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável: Território da cidadania Médio Jequitinhonha**. Minas Gerais: Colegiado Territorial/apta/mda, 2010. 52 p. Disponível em: <[http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs\\_qua\\_territorio057.pdf](http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs_qua_territorio057.pdf)>. Acesso em: 08 jan. 2019.

KOTLER, Philip; LEE, Nancy R. **Marketing contra a pobreza: as ferramentas da mudança social para formuladores de políticas, empreendedores, ONGs, empresas e governos**. Porto Alegre: Bookman, 2010. 320 p.

LANNA, Antônio Eduardo. Elementos de estatística e probabilidades. In: TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2004. Cap. 4. p. 79-176.

LANNA, Antônio Eduardo; CÁNEPA, Eugênio Miguel. O gerenciamento de bacias hidrográficas e o desenvolvimento sustentável: uma abordagem integrada. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p.269-282, 1994. Disponível em: <<https://revistas.fee.tche.br/index.php/ensaios/article/view/1700/2067>>. Acesso em: 05 abr. 2019.

LAVINAS, Lena. Pobreza e exclusão: traduções regionais de duas categorias da prática. **Revista Econômica**, [s. l], v. 4, n. 1, p. 25-59, 2003.

LEVIN, Jack; FOX, James Alan; FORDE, David R. **Estatística para as ciências humanas**. 11. ed. São Paulo: Pearson, 2012. 459 p.

LIBÂNIO, Paulo Augusto Cunha; CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos; NASCIMENTO, Nilo de Oliveira. A dimensão da qualidade de água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de saneamento e de saúde pública. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 219-228, 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/DLJG9yFQ89CBxKpMpDSyMC/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522005000300006>.

LIN, Yuan-Chien; KUO, En-Dian; CHI, Wan-Ju. Analysis of Meteorological Drought Resilience and Risk Assessment of Groundwater Using Signal Analysis Method. **Water Resources Management**, California, v. 35, n. 1, p. 179-197, 2020. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11269-020-02718-x>>. Acesso em: 03 nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11269-020-02718-x>.

LONGLEY, Paul A. et al. **Sistemas e ciência da informação geográfica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 540 p.

LORANDI, Reinaldo; CANÇADO, Cláudio Jorge. Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas. In: SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO, Antonio F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus, 2005. Cap. 2. p. 37-65.

LUNA, Renata Mendes. **Desenvolvimento do Índice de Pobreza Hídrica (IPH) para o semi-árido brasileiro**. 2007. 138 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007. Disponível em: <[http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/17072/1/2007\\_tese\\_rmluna.pdf](http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/17072/1/2007_tese_rmluna.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2019.

MACEDO, Maria José Herculano et al. Análise do Índice Padronizado de Precipitação para o estado da Paraíba, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Estrada Mun. Dr. José Luis Cembranelli, v. 5, n. 1, p.204-214, 2010. Disponível em: <[http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/419/pdf\\_225](http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/419/pdf_225)>. Acesso em: 04 nov. 2019.

MACHADO, Carlos José Saldanha. Recursos Hídricos e Cidadania no Brasil: Limites, Alternativas e Desafios. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 6, n. 1, p.121-136, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v6n2/a08v06n2.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2003000300008>.

MAGALHÃES, Maria Araci. **A seca e as humanidades no processo de acesso à água**: as barragens do rio Salinas e o desenvolvimento regional. 2003. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/23318>>. Acesso em: 03 nov. 2020.

MARENGO, Jose Antonio; ALVES, Lincoln Muniz. Crise hídrica em São Paulo em 2014: seca e desmatamento. **GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 485-494, 2015. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/100879/112855>>. Acesso em: 12 ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2015.100879>.

MARTINELLI, Marcello. **Mapas da Geografia e Cartografia temática**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2006.

MARTINELLI, Marcello; GRAÇA, Alan José Salomão. Cartografia Temática: Uma Breve História Repleta de Inovações. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 67, p. 913-928, 2015. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/49128/26220>>. Acesso em: 05 jun. 2020.

MARTINS, J. A. Escoamento Superficial. In: PINTO, Nelson L. de Sousa; HOLTZ, Antonio Carlos Tatit; MARTINS, José Augusto. **Hidrologia de superfície**. São Paulo: Editora Edgar Blücher Ltda, 1973. Cap. 3. p. 36-44.

MARTINS, J. A. Evaporação e transpiração. In: PINTO, Nelson L. de Sousa. **Hidrologia de superfície**. São Paulo: Editora Edgar Blücher Ltda, 1973. Cap. 5. p. 56-66.

MATOS, Ana Cristina de Oliveira Cancoro de. **Implementação de modelos digitais de terreno para aplicações na área de geodésia e geofísica na América do Sul**. 2005. 355 f. Tese (Doutorado) - Curso de Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-10102005-104155/pt-br.php>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

MAURIEL, Ana Paula Ornellas; RAIS, Caroline Beatriz Rangel. Indicadores de pobreza nas políticas sociais brasileiras. **Revista de Políticas Públicas**, São Luís, v. 17, n. 1, p.127-137, 2013. Disponível em: <<http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/rppublica/article/view/1728/559>>. Acesso em: 28 fev. 2019. DOI: <https://doi.org/10.18764/2178-2865.v17n1p127-137>.

MCKEE, Thomas B.; DOESKEN, Nolan J.; KLEIST, John. Drought Monitoring with Multiple Time Scales. In: 9th Conference on Applied Climatology, 1995, Dallas, TX, **American Meteorological Society**, p. 233-236.

MCKEE, Thomas B.; DOESKEN, Nolan J.; KLEIST, John. Rought monitoring with multiple time scales. In: CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 9., 1993. **Preprints**. Dallas.: American Meteorological Society, 1993. p. 179 - 184. Disponível em: <[https://www.droughtmanagement.info/literature/AMS\\_Relationship\\_Drought\\_Frequency\\_Duration\\_Time\\_Scales\\_1993.pdf](https://www.droughtmanagement.info/literature/AMS_Relationship_Drought_Frequency_Duration_Time_Scales_1993.pdf)>. Acesso em: 4 nov. 2019.

MEDEIROS, Marcelo. A Construção de uma Linha de Riqueza a Partir da Linha de Pobreza. **Texto Para Discussão - IPEA**, Brasília, v. 1, n. 812, p. 1-17, 2001. Disponível em: <[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1977/1/TD\\_812.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1977/1/TD_812.pdf)>. Acesso em: 11 ago. 2020.

MEJIA, Abel et al. **Água, Redução de Pobreza e Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: Banco Mundial, 2003. 52 p. Disponível em: <<http://siteresources.worldbank.org/BRAZILINPOREXTN/Resources/3817166-1185895645304/4044168-1186329487615/18SerieAgua4Port.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

MENDIONDO, Eduardo Mario; ROCHA, Humberto Ribeiro da. Recursos hídricos e mudanças climáticas. In: AMBRIZZI, Tercio; JACOBI, Pedro Roberto; DUTRA, Lívia Márcia Mosso. **Ciência das mudanças climáticas e sua interdisciplinaridade**. São Paulo: Annablume, 2015. p. 181-203.

MILLÉO, José Carlos. **A utilização dos indicadores sociais pela geografia: uma análise crítica**. 2005. 105 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/setembro2011/geografia\\_artigos/6tese\\_indicadores.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/setembro2011/geografia_artigos/6tese_indicadores.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2019.

MINAS GERAIS. Decreto nº 45183, de 28 de setembro de 2009. **Instituí o comitê da bacia hidrográfica dos afluentes mineiros do Alto Jequitinhonha integrante do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Belo Horizonte, MG, Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=45183&comp=&ano=2009>>. Acesso em: 09 jul. 2019.

MINAS GERAIS. Decreto nº 40931, de 16 de fevereiro de 2000. **Instituí o comitê da bacia hidrográfica do Rio Araçuaí, integrante do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.** Belo Horizonte, MG, Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=40931&comp=&ano=2000>>. Acesso em: 09 jul. 2019.

MINAS GERAIS. Decreto nº 44955, de 19 de novembro de 2008. **Instituí O Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Médio e Baixo Rio Jequitinhonha, Integrante do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos.** Belo Horizonte, MG, Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=9530>>. Acesso em: 09 jul. 2019.

MIRANDA, José Iguelmar. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 425 p.

MIRANDA, Leonardo Caetano. **Nos caminhos do vale: o desenvolvimento do Jequitinhonha.** 2013. 143 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/IGCC-9AHLXQ>>. Acesso em: 04 mai. 2021.

MOTA, Luiz Fernando *et al.* A Geração de Empregos na Indústria de Transformação Mineira: uma análise da lei geral municipal da micro e pequena empresa. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 9., 2012, Rio de Janeiro. **Anais [...].** Rio de Janeiro: Faculdades Dom Bosco, 2012. p. 1-10. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/4481613.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2020.

MOURA, Ana Clara Mourão. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano.** 2. ed. Belo Horizonte: Ed. da Autora, 2005. 294 p.

MURARA, Pedro. Técnicas de interpolação para pesquisa em Climatologia Regional e Agroclimatologia. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 15, n. 1, p.106-126, 2019. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/66602>>. Acesso em: 15 nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v0i0.66602>.

NAGHETTINI, Mauro; VON SPERLING, Marcos. Características hidrológicas dos rios. In: VON SPERLING, Marcos. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007. Cap. 2. p. 59-96.

NATIONAL DROUGHT MITIGATION CENTER - (NDCM). **SPI PROGRAM.** 2018. Da Universidade de Nebraska – Lincoln (UNL). Disponível em: <<https://drought.unl.edu/droughtmonitoring/SPI/SPIProgram.aspx>>. Acesso em: 04 nov. 2020.

NERI, Marcelo. Desigualdade e pobreza em alta. **Revista Economistas**, Brasília, v. 1, n. 26, p. 14-19, 2017. Disponível em: <<http://cofecon.org.br/downloads/revistas/2017/revista-dezembro.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2020.

NERI, Marcelo. **Desigualdade de Renda na Década**. Rio de Janeiro: FGV/CPS, 2011. 51 p. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/21938/Texto-Principal-Desigualdade-de-Renda-na-Decada.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2020.

NERI, Marcelo. Desigualdade, estabilidade e bem-estar social. **FGV EPGE - Ensaios Econômicos**, Rio de Janeiro, n. 637, p. 1-39, 2006. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/811/2168.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 05 ago. 2020.

NUNES, Marcos Antônio; OLIVEIRA, Gabriel Luís Nogueira de. Municípios recém-criados no Vale do Jequitinhonha e promoção da cidadania: uma análise comparativa dos indicadores de bem-estar social. **Revista Espinhaço**, Diamantina, v. 4, n. 1, p. 14-24, 2015. Disponível em: <<http://www.revistaespinhaco.com/index.php/journal/article/view/74/69>>. Acesso em: 04 mai. 2021.

OMETTO, José Carlos. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440 p.

OLIVEIRA, Allain Wilham Silva de; HESPANHOL, Antonio Nivaldo. Políticas públicas e a criação do Vale do Jequitinhonha. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 21., 2012, Uberlândia. **Anais [...]**. Uberlândia: Enga, 2012. p. 1-17. Disponível em: <[http://www.lagea.ig.ufu.br/xx1enga/anais\\_enga\\_2012/eixos/1147\\_1.pdf](http://www.lagea.ig.ufu.br/xx1enga/anais_enga_2012/eixos/1147_1.pdf)>. Acesso em: 04 abr. 2021.

OTTONI, Cristiano. **Indicadores Sociais na formulação de políticas públicas federais brasileiras: teoria e prática**. 2006. 180 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão Social do Trabalho, Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação, Brasília, 2006. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/4845/1/2006\\_Cristiano%20Ottoni.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/4845/1/2006_Cristiano%20Ottoni.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2019.

PANDHUMAS, Tanawut *et al.* Assessment of climate change impacts on drought severity using SPI and SDI over the Lower Nam Phong River Basin, Thailand. **Engineering And Applied Science Research**, Thailand, v. 47, n. 3, p. 326-338, 2020. Disponível em: <<https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/easr/article/view/234800/164900>>. Acesso em: 03 nov. 2020.

PEREIRA, Antonio Roberto; ANGELOCCI, Luiz Roberto; SENTELHAS, Paulo Cesar. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

PEREIRA, Dilma Seli Pena; JOHNSON, Rosa Maria Formiga. Descentralização da gestão dos recursos hídricos em bacias nacionais no Brasil. **Rega**, Porta Alegre, v. 2, n. 1, p.53-72, 2005. Disponível em: <[https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/65/bc3bcce562e51d8a75a094edb5dad7c2\\_eedc4682b96d8b2e55d4404d0bf33d6c.pdf](https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/65/bc3bcce562e51d8a75a094edb5dad7c2_eedc4682b96d8b2e55d4404d0bf33d6c.pdf)>. Acesso em: 09 abr. 2019.

PEREIRA, Luis S.; CORDERY, Ian; IACOVIDES, Iacovos. **Coping with water scarcity**. Paris: Unesco, 2002. 269 p. Disponível em: <<http://ulis2.unesco.org/images/0012/001278/127846E.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

PEREIRA, Viviane Guimarães; RIBEIRO, Eduardo Magalhães. Novos padrões de migração entre agricultores familiares reassentados do Alto Jequitinhonha, MG. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 16, n. 1, p.62-76, 2014. Disponível em: <<https://ageconsearch.umn.edu/record/262718/files/784-1788-1-PB.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2019.

PESSÔA, Marcela de Oliveira. **Caminhos do Jequitinhonha**: análise do projeto de combate à pobreza rural como política pública para o desenvolvimento socioeconômico do vale do Jequitinhonha-MG. 2012. 221 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Centro de Ciências do Homem – Políticas Sociais, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2012. Disponível em: <<https://uenf.br/posgraduacao/politicas-sociais/wp-content/uploads/sites/11/2015/06/MARCELA-DE-OLIVEIRA-PESS%C3%94A.compressed.pdf>> Acesso em: 04 mai. 2021.

PESSÔA, Marcela de Oliveira; NEY, Marlon Gomes. Paradigmas do desenvolvimento e o exemplo do Instituto de Desenvolvimento dos Vales do Jequitinhonha, Mucuri e Norte de Minas através do Projeto de Combate à Pobreza Rural no Vale do Jequitinhonha-MG. **Inclusão Social**, Brasília, v. 6, n. 1, p. 69-77, 2012. Disponível em: <<https://brapci.inf.br/index.php/res/v/101162>>. Acesso em: 05 mai. 2021.

PINHEIRO, Paulo Sérgio; POPPOVIC, Malak El-chichini; KAHN, Tulio. Pobreza, Violência e Direitos humanos. **Novos Estudos**, São Paulo, v. 39, n. 1, p.189-208, 1994. Disponível em: <<http://noosfero.ucsul.br/articles/0010/3251/pinheiro-poppovic-e-kahn-pobreza-violencia-dh.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2019.

PINTO, Adilson Luiz et al. Alguns métodos estatísticos voltados às unidades de informação. **Biblios**, Brasília, v. 1, n. 46, p.1-13, 2012. Disponível em: <<https://biblios.pitt.edu/ojs/index.php/biblios/article/view/21/100>>. Acesso em: 30 out. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5195/BIBLIOS.2012.21>.

PINTO, Carlos Vinícius da Silva; ROCHA, Betty Nogueira; PIRANI, Nikolas de Camargo. Indicadores Sociais e Desenvolvimento Rural: um estudo sobre o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Rural no Brasil. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Brasília, v. 18, n. 1, p.97-105, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8472/1/B>>

RU\_n18\_Indicadores.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2019.

PINTO, Lucía Iracema Chipponelli et al. Comparação de produtos de precipitação para a América do Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 24, n. 4, p.461-472, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v24n4/a08v24n4.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-77862009000400008>.

PNUD. **Relatório do Desenvolvimento Humano**. New York: PNUD, 2006. 422 p. Disponível em:<<https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/library/idh/relatorios-de-desenvolvimento-humano/relatorio-do-desenvolvimento-humano-20006.html>>. Acesso em: 02 abr. 2019.

PNUD; FJP; IPEA. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Disponível em: <<https://atlasbrasil.org.br/>>. Acesso em: 28 out. 2019.

PNUD; IPEA; FJP. **Desenvolvimento Humano para Além das Médias: 2017**. Brasil: PNUD, IPEA, FJP, 2017. 127 p. Disponível em: <[https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/170510\\_desenvolvimento\\_humano\\_para\\_alem\\_das\\_medias.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/170510_desenvolvimento_humano_para_alem_das_medias.pdf)>. Acesso em: 05 ago. 2020.

PORTELA, Maria Manuela. **Modelação Hidrológica**. 2009. Disponível em: <[http://www.civil.ist.utl.pt/~mps/Mod\\_hid/Teoria/teoria%202007%20para%20jpg.pdf](http://www.civil.ist.utl.pt/~mps/Mod_hid/Teoria/teoria%202007%20para%20jpg.pdf)>. Acesso em: 07 out. 2019.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD); INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA); FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (FJP). **Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil**. 2013. Disponível em: <<http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

PRUSKI, Fernando F.; PRUSKI, Pedro L. Tecnologia e inovação frente a gestão de recursos hídricos. In: MEDEIROS, Salomão de Sousa et al. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. Cap. 2. p. 27-58.

RAMOS, Ana Paula Marques *et al.* Avaliação Qualitativa e Quantitativa de Métodos de Classificação de Dados para o Mapeamento. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 68, p. 609-629, 2016. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44418/23493>>. Acesso em: 05 jun. 2020.

REBOUÇAS, Aldo da C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 11, n. 29, p.127-154, 1997. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pd>

f/ea/v11n29/v11n29a07.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40141997000100007>.

REYMÃO, Ana Elizabeth; SABER, Bruno Abe. Acesso à água tratada e insuficiência de renda: Duas dimensões do problema da pobreza no Nordeste brasileiro sob a óptica dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. **Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**, Rio de Janeiro, v. 12, p.1-15, 2009. Disponível em: <<https://www.raco.cat/index.php/Revibec/article/view/164730/216706>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

RESENDE, André Rubião; CASTRO, Thiago Ribeiro; ALMEIDA, Fabíola Fonseca Fragas de. Crise hídrica do Vale do Jequitinhonha: uma análise da participação cidadã no município de Pedra Azul. **Perspectivas em Políticas Públicas**, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 85-109, 2020. Disponível em: <<https://revista.uemg.br/index.php/revistappp/article/view/4936/2896>>. Acesso em: 03 nov. 2020.

RIBEIRO, Carlos Antonio Alvares Soares et al. Estruturação topológica de grandes bases de dados de bacias hidrográficas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 4, p.687-696, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v32n4/a10v32n4.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000400010>.

RIBEIRO, Eduardo Magalhães. **Estradas da vida: terra e trabalho nas fronteiras agrícolas do Jequitinhonha e do Mucuri, Minas Gerais**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2013. 348 p.

RIBEIRO, Eduardo Magalhães et al. Agricultura familiar e programas de desenvolvimento rural no Alto Jequitinhonha. **Rer**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 4, p.1075-1102, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/resr/v45n4/a12v45n4.pdf>>. Acesso em: 09 jan. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032007000400012>.

RIBEIRO, Eduardo Magalhães *et al.* Programas Sociais, Mudanças e Condições de Vida na Agricultura Familiar do Vale do Jequitinhonha Mineiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 365-386, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/resr/v52n2/09.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032014000200009>.

RIBEIRO, Eduardo Magalhães; GALIZONI, Flávia Maria. Água, população rural e políticas de gestão: o caso do vale do Jequitinhonha, Minas Gerais. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 5, n. 2, p.129-146, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v5n2/a08v5n2>>. Acesso em: 09 jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2003000200008>.

RIBEIRO, Eduardo Magalhães; GALIZONI, Flávia Maria. Sistemas agrários, recursos naturais e migrações no alto Jequitinhonha, Minas Gerais. In: TORRES, Haroldo; COSTA, Heloisa

(Org.). **População e Meio Ambiente: Debates e Desafios**. 2. ed. São Paulo: Senac, 2006. Cap. 6. p. 163-187.

RIBEIRO, Wagner Costa. **Geografia Política da Água**. São Paulo: Annablume, 2008. 162 p.  
ROCHA, Sonia. **Pobreza no Brasil: afinal do que se trata?**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006. 244 p.

ROCHA, Gustavo Casoni da *et al.* Aspectos físicos e sociais da Geografia da disponibilidade hídrica municipal no Brasil. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 3, p. 402-414, 2013. Disponível em: <<https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/1039>>. Acesso em: 10 nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2013v18n3p402>.

ROCHA, Paulo Cesar; SANTOS, Aline Aparecida dos. Análise hidrológica em bacias hidrográficas. **Mercator**, Fortaleza, v. 17, n. 1, p.1-18, 2018. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/mercator/v17/1984-2201-mercator-17-e17025.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.4215/rm2018.e17025>.

RODRIGUES, Brenner Henrique Maia; GARCIA, Ricardo Alexandrino. Avaliação dos principais aspectos associados ao consumo de água nos municípios de Minas Gerais e do Brasil. **Cadernos do Leste: Artigos Científicos**, Belo Horizonte, v. 17, n. 17, p. 46-59, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/caderleste/article/view/13129/10380>>. Acesso em: 06 nov. 2020.

RODRIGUES, Cleide; VILLELA, Fernando Nadal Junqueira. Disponibilidade e escassez de água na grande São Paulo: elementos-chave para compreender a origem da atual crise de abastecimento. **GEOUSP (online)**, São Paulo, v. 19, n. 3, p.399-421, 2015. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/111496/112859>>. Acesso em: 02 abr. 2019. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2015.111496>.

RODRIGUES, Roberto Nascimento; FAZITO, Dimitri. Diagnóstico Socioeconômico e Perspectivas de Educação Continuada no Médio Jequitinhonha. In: ENCONTRO DE EXTENSÃO DA UFMG, 8., 2005, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: BANCO DE DADOS - CECS, 2005. p. 1-9. Disponível em: <<http://www.cecs.unimontes.br/index.php/pt/component/k2/diagnostico-socioeconomico-e-perspectivas-de-educacao-continuada-no-medio-jequitinhonha>>. Acesso em: 04 ago. 2020.

ROGERS, Peter. **Water Governance in Latin America and the Caribbean**. Fortaleza: Inter-american Development Bank, 2002. 81 p. Disponível em: <<https://publications.iadb.org/en/publication/11034/water-governance-latin-america-and-caribbean>>. Acesso em: 26 jun. 2019.

ROMÃO, Mauricio E. C. Considerações sobre o conceito de pobreza. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 4, p. 355-370, 1982. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbe/article/view/292/6543>>. Acesso em: 11 ago. 2020.

ROSA, Roberto; BRITO, Jorge Luís Silva. **Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica**. Uberlândia, 1996. 104 p.

SALAMA, Pierre; DESTREMAU, Blandine. **O tamanho da pobreza: economia política da distribuição de renda**. Rio de Janeiro: Editora Garamond Ltda, 1999. 160 p.

SALLUN, Alethéa Ernandes Martins; SUGUIO, Kenitiro; SALLUN FILHO, William. Geoprocessamento para cartografia do Alogruppo Alto Rio Paraná (SP, PR e MS). **Revista Brasileira de Cartografia**, Uberlândia, v. 59, n. 3, p.289-299, 2007. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44896>>. Acesso em: 10 out. 2019.

SANTIN, Janaína Rigo; GOELLNER, Emanuelle. A Gestão dos Recursos Hídricos e a Cobrança pelo seu Uso. **Sequência**, Florianópolis, n. 67, p.199-221, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/seq/n67/08.pdf>>. Acesso em: 09 jul. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5007/2177-7055.2013v34n67p199>.

SAPPA, Giuseppe *et al.* Evaluation of Minimum Karst Spring Discharge Using a Simple Rainfall-Input Model: the case study of capodacqua di spigno spring (central italy). **Water**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 1-13, 2019. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4441/11/4/807>>. Acesso em: 03 nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/w11040807>.

SCALON, Celi. Desigualdade, pobreza e políticas públicas: notas para um debate. **Contemporânea**, São Carlos, n. 1, p. 49-58, 2011. Disponível em: <<http://www.contemporanea.ufscar.br/index.php/contemporanea/article/view/20/5>>. Acesso em: 11 ago. 2020.

SEABRA, Vinicius da Silva; LEÃO, Otavio Rocha. **Cartografia. v.2**. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2013. 238 p. Disponível em: <<https://canal.cecierj.edu.br/012016/7299f04dc6b2680478dba9153c6b3bfb.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2020.

SEN, Amartya. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

SETTI, Arnaldo Augusto et al. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2001. 207 p. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/Introducao\\_Gerenciamento.pdf](http://www2.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/Introducao_Gerenciamento.pdf)>. Acesso em: 09 abr. 2019.

SIEDENBERG, Dieter Rugard. Indicadores de desenvolvimento socioeconômico: uma síntese. **Desenvolvimento em Questão**: Editora Unijuí, Ijuí, n. 1, p. 45-71, 2003. Disponível em: <<https://revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/67>>. Acesso em: 08 nov. 2020.

SILVA, Daniel Ferreira da. **Sistemas Agrários e Agricultura no Alto Jequitinhonha, Minas Gerais**. 2014. 241 f. Tese (Doutorado) - Curso de Extensão Rural, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/3818/SILVA%2C%20DANIEL%20FERREIRA%20DA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 09 jan. 2019.

SILVA, Jeter Liano *et al.* As secas no Jequitinhonha: demandas, técnicas e custo do abastecimento no semiárido de minas gerais. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 1-23, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbeur/v22/2317-1529-rbeur-22-e202013.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2020.

SILVA, Jeter Liano. **Os custos da seca no Semiárido**: um estudo de caso no rural do Vale do Jequitinhonha mineiro. 2017. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Ambiente e Território, Universidade Federal de Minas Gerais e Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/NCAP-AT3M5V>>. Acesso em: 03 nov. 2020.

SILVA, Mariana Mendes; FERREIRA, Vanderlei de Oliveira. Análise comparativa do clima de Araçuaí, Pedra Azul e Itamarandiba, na porção mineira da bacia do rio Jequitinhonha. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 21, n. 35, p. 56-73, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/2101>>. Acesso em: 19 ago. 2020.

SILVA, Napoleão Lii de Medeiros. Vale do Jequitinhonha: Incorporação e transformações estruturais. In: NABUCO, Maria Regina (Org.). **Contradições do desenvolvimento agrícola em Minas Gerais**. Belo Horizonte: Cedeplar, 1990. Cap. 6. p. 105-132.

SIQUEIRA, Beatriz; NERY, Jonas Teixeira. Aplicação e análise do Índice Padronizado de Precipitação no Circuito das Águas Paulistas. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 16, n. 11, p.93-107, 2015. Disponível em:

<<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/40331>>. Acesso em: 04 nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v16i0.40331>.

SLOCUM, Terry A.; MCMASTER, Robert B.; KESSLER, Fritz C.; HOWARD, Hugh H. *Thematic Cartography and Geovisualization*. 3rd ed. Prentice Hall, 2009. 576p.

SLUTER, Claudia Robbi. Sistema Especialista para Geração de Mapas Temáticos. **Revista Brasileira de Cartografia**, Uberlândia, v. 53, n. 1, p. 45-64, 2001. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43926/23190>>. Acesso em: 18 jun. 2020.

SOARES, Sergei Suarez Dillon. Metodologias para estabelecer a Linha de Pobreza: Objetivas, Subjetivas, Relativas e Multidimensionais. **TEXTO PARA DISCUSSÃO - IPEA**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1381, p. 1-53, 2009. Disponível em: <[https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td\\_1381.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1381.pdf)>. Acesso em: 11 ago. 2020.

SOLANES, Miguel; JOURAVLEV, Andrei. **Water governance for development and sustainability**. Santiago: United Nations, 2006. 84 p. Disponível em: <[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6308/S0600441\\_en.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6308/S0600441_en.pdf)>. Acesso em: 26 jun. 2019.

SOLIGO, Valdecir. Indicadores: conceito e complexidade do mensurar em estudos de fenômenos sociais. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 23, n. 52, p. 12-25, 2012. Disponível em: <<http://publicacoes.fcc.org.br/index.php/eae/article/view/1926/3184>>. Acesso em: 11 ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.18222/eae235220121926>.

SOUZA, André Portela. Por uma política de metas de redução da pobreza. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 20-27, 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/spp/v18n4/a04v18n4.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-88392004000400004>.

SOUSA, Francisco de Assis Salviano de et al. O Índice de Precipitação Padronizada (IPP) na identificação de extremos de chuvas e secas na bacia do rio Paraguaçu (BA). **Ambiência**, Guarapuava, v. 12, n. 2, p.707-719, 2016. Disponível em: <<https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/3474/pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2019.

SOUSA JÚNIOR, Wilson Cabral de. **Gestão das águas no Brasil: reflexões, diagnósticos e desafios**. Peirópolis: Ieb - Instituto Internacional de Educação no Brasil, 2004. 164 p.

SOUSA, Tanara Rosângela Vieira; LEITE FILHO, Paulo Amilton Maia. Análise por dados em painel do status de saúde no Nordeste Brasileiro. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 5, n. 42, p. 796-804, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rsp/a/kLZ44scYVMPrXLLp7cQJnS/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 11 nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102008000500003>.

TIBONI, Conceição Gentil Rebelo et al. **Estatística básica**: para cursos de administração, ciências contábeis, tecnológicos e de gestão. São Paulo: Atlas S. A., 2010. 332 p.

THORNTHWAITE, C. W. An Approach toward a Rational Classification of Climate. **Geographical Review**, London, v. 38, n. 1, p.55-94, 1948. DOI: <https://doi.org/10.2307/210739>.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Publications in Climatology** – Drexel Institute of Technology. New Jersey, v.8, n.1, p.1-86, 1955.

TRINDADE, Larissa de Lima; SCHEIBE, Luiz Fernando. A gestão dos recursos hídricos a partir de uma análise das políticas públicas. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, Brasília, v. 4, n. 2, p.98-115, 2014. Disponível em: <<https://www.publicacoesacademicas.uniceub.br/RBPP/article/view/2948/pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5102/rbpp.v4i2.2948>.

TUCCI, Carlos E. M. **Impactos da variabilidade climática e do uso do solo nos recursos hídricos**. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2002. 150 p. Disponível em: <<https://www.cepal.org/samtac/noticias/documentosdetrabajo/6/23336/inbr02902.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2019.

TUCCI, Carlos E. M. **Regionalização de Vazões**. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2002. 256 p.

TUCCI, Carlos E. M.; BELTRAME, Lawson 1f. 1s. Evaporação e evapotranspiração. In: TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 3. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004. Cap. 7. p. 253-287.

TUCCI, Carlos E. M.; HESPANHOL, Ivanildo; NETTO, Oscar de M. Cordeiro. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: Unesco, 2001. 156 p. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000129870>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

TUNDISI, José Galizia. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 55, n. 4, p.31-33, 2003. Disponível em: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252003000400018](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400018)>. Acesso em: 09 abr. 2019.

TUNDISI, José Galizia. Governança da Água. **Revista UFMG**, Belo Horizonte, v. 20, n. 2, p.222-235, 2013. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/revistaufmg/downloads/20-2/10-governanca-da-agua-jose-tundisi.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2019.

ULIANA, Eduardo Morgan et al. Utilização do Índice de Precipitação Padronizado para a região Norte do Espírito Santo. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 3, p.414-428, 2015. Disponível em: <<http://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/642>>. Acesso em: 04 nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2015v20n3p414>.

UNESCO. **The United Nations World Water Assessment Programme: Integrated Water Resources Management in Action**. Paris: UNESCO, 2009. Disponível em: <<https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/references/iwrm-in-action-unesco-nwwap-unep-dhi-2009.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2019.

VIANELLO, Rubens Leite; ALVES, Adil Rainier. **Meteorologia básica e aplicações**. 2. ed. Viçosa: Ufv, 2012. 460 p.

VILLELA, Swami M.; MATTOS, Arthur. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: Mcgraw-hill, 1975. 245 p.

VITORINO, Christian Jardim. **Análise Ambiental Integrada na Elaboração do Plano Diretor de Desenvolvimento Municipal de Itaobim – MG**. 2007. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, PUC-MG, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <[http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/TratInfEspacial\\_VitorinoCJ\\_1.pdf](http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/TratInfEspacial_VitorinoCJ_1.pdf)>. Acesso em: 05 ago. 2020.

WOLKMER, Maria de Fátima Schumacher; PIMMEL, Nicole Freiberger. Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental. **Sequência**, Florianópolis, n. 67, p.165-198, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/seq/n67/07.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5007/2177-7055.2013v34n67p165>.

YAMAMOTO, Jorge Kazuo; LANDIM, Paulo M. Barbosa. **Geoestatística: conceitos e aplicações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 215 p.

YAZBEK, Maria Carmelita. Pobreza no Brasil contemporâneo e formas de seu enfrentamento. **Serviço Social & Sociedade**, São Paulo, n. 110, p. 288-322, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ssoc/n110/a05n110.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-66282012000200005>.

YASSUDA, Eduardo Riomey. Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 2, p.2-18, 1993.

Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/viewFile/8663/7394>>. Acesso em: 05 set. 2019.

ZAKI, Nizar Abou *et al.* Evaluating Impacts of Irrigation and Drought on River, Groundwater and a Terminal Wetland in the Zayanderud Basin, Iran. **Water**, Switzerland, v. 1302, n. 12, p. 1-15, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4441/12/5/1302>>. Acesso em: 03 nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/w12051302>.